

Владимир Моисеев

## Краткая история астрономии



Том 2

От геоцентризма Птолемея  
к теории тяготения Ньютона

**Моисеев В.**

Краткая история астрономии. Том 2. От геоцентризма Птолемея к теории тяготения Ньютона. — Санкт-Петербург, 2022.

Почти полтора тысячелетия геоцентрическая система Птолемея была непререкаемой истиной. Но появился Коперник, и все изменилось. Прошло еще чуть больше пятидесяти лет, и эпициклы Коперника сменились законами Кеплера. Прошло еще пятьдесят лет, и открытие Исааком Ньютоном Закона Всемирного тяготения позволило создать общую теорию возмущенного движения небесных тел. Новые возможности для исследования космоса предоставило изобретение телескопов. В это время появились научные общества и академии, крупные обсерватории, оригинальные космогонические теории.

© Моисеев В., текст, 2022.

© Источники указаны в  
библиографии

# Содержание

## Том 2

### От геоцентризма Птолемея к теории тяготения Ньютона

#### Часть 2-1

#### Астрономия в Средневековой Западной Европе

Глава 2-1-1 (том-часть-глава).

Влияние арабской астрономии на европейскую науку

Глава 2-1-2. Толедские таблицы

Глава 2-1-3. Аз-Заркали

Глава 2-1-4. Альфонсинские таблицы

Глава 2-1-5. Первые университеты

Глава 2-1-6. Схоластика

Глава 2-1-7. «Трактат о сфере»

Глава 2-1-8. «О свете или о начале форм»

Глава 2-1-9. Роберт Гроссетест и Роджер Бэкон

Глава 2-1-10. Уильям Оккам. Бритва Оккама

Глава 2-1-11. Жан Буридан

Глава 2-1-12. Николай Орем

Глава 2-1-13. Николай Кузанский

Глава 2-1-14. Леонардо да Винчи

Глава 2-1-15.

Георг Пурбах и Иоганн «Региомонтан» Мюллер

Глава 2-1-16. Бернхард Вальтер

Глава 2-1-17. Возникновение общемировой науки

## Часть 2-2. Время Коперника

Глава 2-2-1. В ожидании Коперника

Глава 2-2-2. Николай Коперник

Глава 2-2-3. Георг Иоахим фон Лаухен (Ретик)

Глава 2-2-4. «О вращении небесных сфер»

Глава 2-2-5. Церковь и гелиоцентрическая теория

## Часть 2-3. После Коперника

Глава 2-3-1 (том-часть-глава).

Прусские таблицы. Эразм Рейнгольд

Глава 2-3-2. Томас Диггес

Глава 2-3-3. Йост Бюрги

Глава 2-3-4. Кассельская обсерватория

Вильгельм IV Гессен-Кассельский

Глава 2-3-5. Пауль Виттих

Глава 2-3-6. Петер Апиан

Глава 2-3-7. Христоф Ротман

Глава 2-3-8. Давид Фабрициус

Глава 2-3-9. О магнитных полюсах Земли

Глава 2-3-10. Атлас Уранометрия

## Часть 2-4. Начало современной астрономии

Глава 2-4-1 (том-часть-глава). Тихо Браге

Глава 2-4-2. Астрономическая деятельность Тихо Браге

Глава 2-4-3. Результаты работы Тихо Браге

Глава 2-4-4. Джордано Бруно

Глава 2-4-5. Мировоззрение Джордано Бруно

Глава 2-4-6. Иоганн Кеплер

Глава 2-4-7. Законы Иоганна Кеплера

Глава 2-4-8. Научная деятельность Иоганна Кеплера

Глава 2-4-9. Галилео Галилей

Глава 2-4-10. Наблюдения с помощью телескопа

Глава 2-4-11. Критика учения Аристотеля

Глава 2-4-12. Конфликт с католической церковью

Глава 2-4-13. Научные достижения Галилея



## Часть 2-5. Великое возрождение наук

Глава 2-5-1 (том-часть-глава). Фрэнсис Бэкон

Глава 2-5-2. Великое возрождение наук

Глава 2-5-3. Рене Декарт

Глава 2-5-4. Декарт. Учение о Методе

Глава 2-5-5. Вихревая космогония Декарта

Глава 2-5-6. Марен Мерсенн

Глава 2-5-7. Французская академия наук. Парижская обсерватория

Глава 2-5-8. Лондонское королевское общество

Глава 2-5-9. Гринвичская королевская обсерватория

Глава 2-5-10. Телескопы XVII века

Глава 2-5-11. Оптические схемы рефлекторов

Глава 2-5-12. Новая научная реальность

## Часть 2-6. Прогресс наблюдательной астрономии

Глава 2-6-1. Развитие астрономии в 17 веке

Глава 2-6-2. Наблюдения Солнца. XVII век

Глава 2-6-3. Йоханнес Фабрициус

Глава 2-6-4. Христофор Шейнер

Глава 2-6-5. Джереми Хоррокс

Глава 2-6-6. Ян Гевелий

Глава 2-6-7. Джованни Кассини

Глава 2-6-8. Династия астрономов Кассини

Глава 2-6-9. Определение параллакса Солнца

Глава 2-6-10. Джеймс Грегори

Глава 2-6-11. Жан Пикар

Глава 2-6-12. Джон Флемстид

Глава 2-6-13. Atlas Coelestis

Глава 2-6-14. Христиан Гюйгенс

Глава 2-6-15. Оле Кристенсен Рёмер

Глава 2-6-16. Эдмунд Галлей

## Часть 2-7. Время Исаака Ньютона

Глава 2-7-1. Исаак Ньютон

Глава 2-7-2. Начало научной известности (1667—1684)

Глава 2-7-3. Предшественники Ньютона

Глава 2-7-4.

«Математические начала натуральной философии»

Глава 2-7-5. Оптика и теория света

Глава 2-7-6. Вселенная Ньютона

Глава 2-7-7. Критика теории тяготения

Глава 2-7-8. Черты характера Исаака Ньютона

Глава 2-7-9. Конфликт с Робертом Гуком

Глава 2-7-10. Роберт Гук

Глава 2-7-11. Конфликт с Джоном Флемстидом

Глава 2-7-12. Конфликт с Готфридом Лейбницем

Глава 2-7-13. Готфрид Вильгельм Лейбниц

Глава 2-7-14. Лейбниц о пространстве и времени

Глава 2-7-15. Изучение пророчеств

## Часть 2-8. Популярная астрономия XVII века

Глава 2-8-1. «Человек на Луне». Фрэнсис Годвин

Глава 2-8-2. Джованни Баттиста Риччиоли

Глава 2-8-3. Афанасий Кирхер

Глава 2-8-4. Бернар Ле Бовье де Фонтенель

Глава 2-8-5. О Сотворении мира и Всемирном потопе

Глава 2-8-6. «Священная теория Земли» Томаса Бернета

Глава 2-8-7. Уильям Уистон



## Часть 2-1

### Астрономия в Средневековой Западной Европе

## Содержание

Глава 2-1-1 (том-часть-глава).

Влияние арабской астрономии на европейскую науку

Глава 2-1-2. Толедские таблицы

Глава 2-1-3. Аз-Заркали

Глава 2-1-4. Альфонсинские таблицы

Глава 2-1-5. Первые университеты

Глава 2-1-6. Схоластика

Глава 2-1-7. «Трактат о сфере»

Глава 2-1-8. «О свете или о начале форм»

Глава 2-1-9. Роберт Гроссетест и Роджер Бэкон

Глава 2-1-10. Уильям Оккам. Бритва Оккама

Глава 2-1-11. Жан Буридан

Глава 2-1-12. Николай Орем

Глава 2-1-13. Николай Кузанский

Глава 2-1-14. Леонардо да Винчи

Глава 2-1-15.

Георг Пурбах и Иоганн «Региомонтан» Мюллер

Глава 2-1-16. Бернхард Вальтер

Глава 2-1-17. Возникновение общемировой науки

## Глава 2-1-1

### Влияние арабской астрономии на европейскую науку

Первым признаком оживления духовной жизни континентальной Западной Европы (после нескольких веков полного духовного невежества) стало «Каролингское возрождение» VIII – IX веков. При дворе императора обширного Франкского государства Карла Великого и его наследников содержалось ученое общество. При монастырях были открыты школы, где можно было получить образование двух ступеней: «тривиум» (грамматика, риторика, диалектика) и «квадравиум» (возрожденный пифагорейский набор дисциплин — геометрия, арифметика, астрономия, музыка).



*Рис . Карл Великий*

Для развития европейской культуры важное значение имело то, что большинство стран находилось на территории бывшей Римской империи. Общность многих унаследованных обычаев, наличие развитого языка общения разных народов — латинского — облегчало взаимодействие различных культур и научный прогресс.

Во время крестовых походов европейцы имели возможность познакомиться с культурой Востока. Через арабов-мавров, господствовавших в южной части Европы, на европейский континент также стали проникать астрономические и математические сочинения античных и эллинистических авторов, а также собственные труды арабских ученых. В монастырях переписывались, переводились на латинский язык и распространялись сочинения Птолемея, Архимеда и других ученых. Начиная с XI века в Западной Европе появляется множество латинских переводов сочинений Аристотеля (с греческого и арабского).

Наибольшую известность приобрел монастырь, основанный в начале VIII века на горе Сен-Мишель (Нормандия). Там копировались не только религиозные, но и «светские» сочинения. Многие из этих манускриптов сохранились до наших дней. Один из них, относящийся к XII веку, содержит научные трактаты, посвященные астрономии, с описанием инструментов (астролябии), часов, сфер планет.

Впрочем, вплоть до конца X века уровень астрономии на католическом Западе оставался весьма невысоким. Достаточно сказать, что источником астрономической информации для западно-христианских авторов раннего Средневековья были не труды профессиональных астрономов или философов, а сочинения беллетристов или комментаторов типа Плиния, Макробия, Халкидия или Марциана Капеллы.

Первыми профессиональными трудами по астрономии на латыни стали переводы с арабского. Начало знакомства с мусульманской наукой пришлось на вторую половину X века. Так, французский преподаватель астрономии Герберт Аврилакский (ок. 946 – 1003 гг.) совершил

путешествие в Испанию (южная часть которой, Андалусия, в то время была оккупирована арабами), где приобрел несколько арабских астрономических и математических манускриптов, некоторые из которых он перевел на латынь. Всплеск переводческой деятельности пришёлся на XII век. Одним из наиболее активных деятелей этого движения был итальянец Герард Кремонский (ок. 1114 – 1187 гг.), который перевел с арабского на латынь более 70 книг, среди которых «Альмагест» Птолемея, «Начала» Евклида, «Сферика» Феодосия, «Физика» и «О Небе» Аристотеля. Наиболее популярный из университетских учебников по астрономии того времени («Трактат о сфере» Сакробоско, начало XIII века) был составлен на основе «Книги об элементах науки о звёздах» ал-Фаргани (798 – 861 гг.).

Европейская астрономия вышла на уровень мусульманской только в XV веке.

Однако пути проникновения теорий мусульманских астрономов в ренессансную Европу до конца не ясны. Не исключено, что роль «передаточного звена» сыграла Византия, некоторые ученые которой проходили обучение в исламских астрономических школах. Так, в Тебризе изучал астрономию уроженец Константинополя Григорий Хиониад (1240/50 – ок. 1320 гг.), который перевел на греческий планетные таблицы Марагинской обсерватории и несколько других астрономических трактатов мусульманских ученых. В своем сочинении «Схемы звёзд» Хиониад описал планетные теории ат-Туси и ибн аш-Шатира. Впоследствии это сочинение попало в Италию и в принципе могло быть известным европейским астрономам эпохи Возрождения. Важную роль в распространении арабских астрономических теорий мог сыграть Виссарион Никейский, переехавший в Европу из захваченного турками Константинополя и ставший кардиналом католической церкви.

Ранее в КИА

Глава 1-5-11. «Альмагест»

Глава 1-4-10. Философское учение Аристотеля

## Глава 2-1-2

### Толедские таблицы

В X – XI веках были открыты новые учебные центры в Испании (Кордове, Толедо, Севилье) и в Северной Африке (в Марокко), также находившейся под властью арабов. К XII веку усилилась деятельность европейцев по переводу древнегреческих и арабских астрономических сочинений. Были переведены на латынь «Астрономия» аль-Баттани (у европейцев — Альбатений); астрономические таблицы ал-Хорезми, «Начала» Евклида, наконец, «Альмагест», а также «Толедские таблицы».

Толедские таблицы — это астрономические таблицы для предсказания движения Солнца, Луны и планет по отношению к неподвижным звёздам. Они входят в число самых известных зиджей — астрономических таблиц в странах ислама. Созданы группой астрономов около 1080 года в результате пересчёта более ранних таблиц для географических координат Толедо.

Таблицы частично основывались на работе западно-арабского астронома и математика еврейского происхождения Аз-Заркали (известного на Западе как Арзахель (1029 – 1087 гг.)), работавшего в Толедо. Позднее Толедские таблицы перевёл на латынь Герард Кремонский (1114 – 1187 гг.). На тот момент они были самыми точными в Европе.

Толедские таблицы сыграли основополагающую роль в развитии астрономии в арабской части Испании, а позднее и католической Европе. На их основе были составлены знаменитые Альфонсовы таблицы, которые стали основой европейской практической астрономии с XIII по XVII века, когда они были заменены Рудольфовыми таблицами Иоганна Кеплера.

Ранее в КИА

1-6-6. Астрономические таблицы (зиджи)



## Глава 2-1-3

### Аз-Заркали

Абу Исхак Ибрахим ибн Яхья ан-Наккаш аз-Заркали (1029 – 1087 гг.) — выдающийся западно-арабский астроном и математик еврейского происхождения. В Западной Европе известен как Арзахель или Эйзархель (Arsachel).



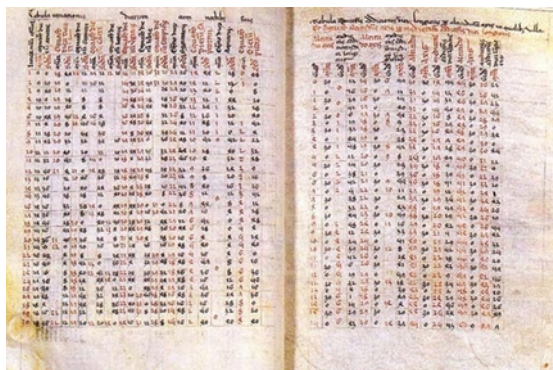
*Рис. Аз-Заркали*

Аз-Заркали жил и работал в Толедо в Аль-Андалусии. После завоевания Толедо испанцами в результате Реконкисты в 1085 году аз-Заркали эмигрировал в Севилью. Первоначально был гравёром и изготовлял по заказам астрономов астрономические инструменты, а затем сам стал крупным астрономом.

Аз-Заркали принадлежит ряд сочинений об астрономических инструментах, в том числе «Книга действий с тимпаном зиджей», в котором описана астролябия «заркала», по названию которой он и получил своё прозвище. (Эта астролябия была изобретена ещё ал-Ходжанди). Этот прибор основан на стереографическом проектировании небесной сферы из одной из точек

равноденствия на плоскость большого круга, проходящего через полюсы мира и точки солнцестояний. Название «тимпан зиджей» объясняется тем, что с помощью этого инструмента можно решать многие задачи, обычно решаемые с помощью таблиц, приведенных в зиджах. Астролябия «заркала» получила в Европе большую популярность под названием *saphaea* *Arzachelis*.

Аз-Заркали создал «Толедский зидж», известный в Западной Европе как «Канон Арзахеля в Толедских таблицах». Считается также изобретателем Экваториума.



*Рис. Толедские таблицы*

При исследовании движения Меркурия Аз-Заркали сделал замечание: центр главного эпицикла описывает не круг, как ему предписывает теория Птолемея, а вытянутый овал. Некоторые историки ошибочно истолковали это замечание как предвосхищение первого закона Кеплера об эллиптичности планетных орбит. В действительности аз-Заркали придерживался геоцентрической модели мира, нигде не упоминал эллипс и не использовал параметры эллипса в своих вычислениях.

Ранее в КИА

1-6-21. Астрономические инструменты

## Глава 2-1-4

### Альфонсинские таблицы

Между 1252 и 1270 годами под патронажем короля Кастилии и Леона Альфонсо X (Мудрого, его также называли Альфонс Образованный или Альфонс Астроном) (1221 – 1284 гг.) появились Альфонсинские таблицы, составленные на построенной им в Толедо обсерватории. Целью их разработки было желание скорректировать неточности более ранних Толедских таблиц. Основной вклад внесли еврейские астрономы Исаак Бен Сид и Иегуда бен Моше.


The image shows a page from the Alfonsine Tables, a medieval astronomical work. The page is divided into several columns, each containing astronomical data. The text is written in a mix of Latin and Hebrew script. Red ink is used for headings and certain numbers, highlighting key information. The data appears to be related to the positions of the sun, moon, and planets, as well as the calculation of eclipses and other celestial events. The layout is typical of a reference table, with clear headings and organized data columns.

Рис. Альфонсинские таблицы

Изначально они были написаны на испанском и потом переведены на латынь. Незадолго до 1321 года работа над совершенствованием этих таблиц продолжилась в Париже. Результат этот многовековой работы поколений астрономов разных стран и народов был напечатан в 1485 году как *editio princeps* (первое издание) Альфонсинских таблиц, которые стали самыми популярными астрономическими таблицами в Европе до конца XVI века.

## Глава 2-1-5

### Первые университеты

Некоторые авторы считают, что распространение университетов в средневековой Европе было связано с Реконкистой в Испании, в результате чего арабские университеты оказались на землях христианских государств. Или после завоевания европейцами арабской Сицилии и походов крестоносцев на восток, где они знакомились как с арабской, так и с византийской культурой. На самом деле первые университеты Западной Европы пользовались покровительством католической церкви и имели статус школ при кафедральных соборах (как, например, Парижский университет).

Надо отметить, что возникновение и рост городов сопровождался повышением роли «светской» культуры. Совершенствование ремесел было связано с развитием техники, что требовало образованных и обученных специалистов. При епископских кафедрах и соборах возникли школы более высокого уровня, чем привычные монастырские. Например, школы в Йорке и Кентерберии в Британии, во Франции при Соборе Парижской Богоматери, в Италии в Милане и Парме. На их основе вскоре были образованы первые университеты:

— Болонский университет был основан в 1088 году, первоначально был школой, где на основе римского права обучались будущие служащие государственного аппарата: судьи, юристы, бюрократы, необходимые для проведения государственной политики;

— Первое упоминание об Оксфордском университете датируется 1096 годом, но официальной датой его учреждения считается 1167 год;



*Рис. Оксфорд*

— Парижский университет был создан между 1150 и 1170 годами;

— Кембридж был основан в 1209 году группой ученых, покинувших город Оксфорд из-за того, что оксфордский студент убил жительницу города. По другим сведениям, возник как результат просветительской программы монашеских орденов Средневековья. В 1214 году были составлены формальные университетские правила. В 1249 и 1260 годах произошли жестокие столкновения между жителями города Кембридж и университетским сословием. Несмотря на репрессии со стороны короля, пытавшегося прекратить погромы, часть учёных бежала в Нортгемптон, где в 1261 – 1265 годах краткое время существовал Нортгемптонский университет.

— Парижский университет, образовавшись в середине XII века, был официально признан французским королём Филиппом-Августом в 1200 году и папой Иннокентием III в 1215 году, и быстро приобрёл большую известность и уважение, особенно по части философского и

богословского образования. Университет объединял все парижские коллежи (коллегии) на левом берегу Сены и давал образование всем клеркам королевских служб (государственный совет, парламенты, трибуналы, счётные палаты, казначейство) и религиозных (проповедники, епископы, аббаты).

Как работали университеты? Важно помнить, что единой программы обучения, характерной для современных вузов, тогда не существовало. Студент мог изучать любые предметы в течение любого количества времени. Нередко обучение растягивалось на долгие годы — студенты переходили из одного университета в другой (благодаря единому языку обучения — латыни — границ для них фактически не существовало) в поисках редких книг или наилучших профессоров; прерывали обучение, устраиваясь на работу, чтобы скопить денег на новый курс. Наибольшим авторитетом пользовались Оксфорд и Парижский университет. Именно там собрались лучшие преподаватели, возрождался интерес к интеллектуальной и научной деятельности.



*Рис. Парижский университет*

В XII веке в Париже, «в счастливом городе, где учащиеся количеством превосходят местных жителей», кафедральная школа, школы аббатов св. Женевиевы и св. Виктора и множество профессоров, самостоятельно преподававших «свободные искусства», слились в одну ассоциацию — «Universitas magistrorum et scholarum Parisensium».

Обучение в университете делилось на два этапа. На первом из них (3-4 года) обучение состояло в овладении семью «свободными искусствами». Для начала студенту предлагалось научиться писать и говорить — он должен был овладеть тривиумом. А это грамматика, риторика и логика. Естественно, что на более высоком уровне, чем в монастырских школах при Карле Великом. Уже этого было достаточно, чтобы получить неплохое место в городской администрации или выполнять обязанности секретаря-управителя в каком-либо феодальном поместье. После окончания тривиума студент мог приступить к изучению квадриума. В него входили такие дисциплины как арифметика, геометрия, музыка и астрономия.

После овладения семью «свободными искусствами» (а в некоторых случаях и одним только тривиумом) студент мог перейти ко второму этапу обучения. Оно проходило на одном из высших факультетов: богословском, медицинском, юридическом и «артистическом». Ректор самого многолюдного «факультета артистов», где изучались семь «свободных искусств»: грамматика, риторика и логика, арифметика, геометрия, музыка и астрономия, — возглавлял университет: ему были подчинены деканы всех остальных факультетов. Парижский университет становится богословским центром Европы, независимым от светского суда и получившим закрепление своих прав со стороны папской власти.

Ранее в КИА

Глава 2-1-1. Влияние арабской астрономии на европейскую науку

## Глава 2-1-6

### Схоластика

Главное направление университетской науки в XII — XIII веках состояло в стремлении к систематизации религиозных взглядов и сочетании их со взглядами на мир античных философов. В принятом католической церковью учении Аристотеля обнаруживалось много утверждений, не согласовывающихся с библейскими текстами. Любой рациональный подход к наблюдаемым явлениям считался вольнодумством. Европу захватило комментаторство и схоластика (обучение по книжным образцам). При всем отрицательном воздействии схоластики на развитие науки в ней были и положительные элементы. Она учила логически мыслить, анализировать, совершенствоваться в искусстве спора и логических доказательств. Это способствовало развитию теоретического мышления.

Для схоластики характерно предпочтение логических рассуждений и умозаключений повседневному опыту. Один из ведущих представителей этого метода философ Фома Аквинский (1225 – 1274 гг.) утверждал, что «наука — служанка богословия». Гармония между верой и разумом существовать должна, но приоритет отдается вере.

Фома Аквинский довёл схоластику до высшего развития посредством возможно полного приспособления аристотелевской философии к церковному учению. При этом он, однако, различал:

- специально-христианские откровенные положения; они могут быть защищены разумом только как свободные от противоречий и правдоподобные;
- разумом положительно обосновываемые учения.

Ранее в КИА

Глава 1-0-4. Влияние астрономии на научный прогресс



## Глава 2-1-7

### «Трактат о сфере»

В европейских университетах астрономию изучали по труду Джона Холливода (Сакробоско) (1195 - 1256 гг.). В своем «Трактате о сфере» (*Tractatus de sphaera*, 1230 год) он, следуя Клавдию Птолемею и арабским комментаторам, изложил основы геоцентрической системы мира и сферической геометрии.

В I части приводятся доводы в пользу того, что Земля и Вселенная имеют сферическую форму, обсуждается различие между подлунным и надлунным миром, и описывается порядок небесных сфер. Сакробоско указывает охват Земли в 252000 стадиев — результат, принадлежащий Эратосфену, и описывает, как с помощью астролябии может быть измерен  $1^\circ$  земного меридиана.

Во II части определяются различные небесные круги: экватор, эклиптика и пояс зодиака, меридиан, горизонт, тропики, полярные круги, колюры равноденствий и солнцестояний. Обсуждаются пять климатических зон на Земле.

В III части рассматриваются восходы и закаты созвездий, описывается годовое движение Солнца, обсуждается зависимость продолжительности дня от времени года в разных климатических зонах.

В IV части рассматривается птолемеяевская система движения планет по трём кругам: экванту, деференту и эпициклу; объясняется механизм солнечных и лунных затмений.

Труд Сакробоско переиздавался в течение четырех веков и к середине XVII века выдержал 65 изданий.

Ранее в КИА

Глава 2-1-1. Влияние арабской астрономии на европейскую науку

## Глава 2-1-8

### «О свете или о начале форм»

Начиная с XIII века новые важные элементы будущей астрономической картины мира, равно как и новый подход к изучению явлений, новая методология науки, закладывались, как ни странно, в недрах геометрической оптики и проявились в удивительной и плодотворной «оптико-геометрической аналогии».

Авторы этой космолого-космогонической модели мира Роберт Гроссетет (сочинение «О свете или о начале форм») и его последователь Роджер Бэкон, возрождая атонизм Демокрита, представили возникновение Вселенной как процесс, аналогичный мгновенному распространению света из точечного источника. А поскольку свет представлялся потоком корпускул, то в каждый момент этого процесса Вселенная рисовалась ограниченной сферой из концов световых лучей и по мере их распространения расширялась.

Но ввиду дискретности света и конечного числа таких лучей поверхностная плотность их концов на сфере уменьшалась обратно пропорционально площади сферы, то есть квадрату ее радиуса (расстояния от центра Вселенной), так что Вселенная не бесконечна.

Дальнейший космогонический процесс — образование небесных тел, по представлениям Гроссетета, был обусловлен различием плотности возникающей таким образом материи в разных местах пространства: наибольшей в центральной части (Земля) и наиболее разреженной на периферии (небо и небесные тела). На основе такой модели Роджер Бэкон высказал идею универсальных физических центральных сил, зависящих от расстояния и действующих как на Земле, так и на Небе.

Концепция «метафизики света» исходит из понятия о свете как тончайшей телесной самораспространяющейся

субстанции и одновременно как первичной форме и энергии. Для возникновения мира достаточно предположить создание богом одной единственной точки, формой которой является свет и самораспространение которой производит видимую нами Вселенную. Граница Вселенной — крайний предел возможного распространения этой точки; эта граница, твердь, отражает свет, и отражённый свет в обратном движении организует всю Вселенную, образуя небесные сферы и сферы элементов, причём действия всех высших сфер концентрируются в Земле.

Свет у Роберта Гроссетеста — универсальный носитель всякого действия во Вселенной. Законы распространения света (то есть законы геометрической оптики) выступают как законы движения и распространения сил и взаимодействий; отсюда настаивание на первостепенном значении математики (прежде всего геометрии) для изучения природы.

Первый свет — это также и первопричина сущего. В «метафизике света» воспроизводится восходящее к неоплатонизму учение о том, что бог есть свет. Свет оказывается посредником между чистой духовной и материальной субстанциями: через свет высшая часть души (*intelligentia*), не связанная с телом, оказывает воздействие на него.

Однако человеческое познание может осуществляться и менее совершенным образом: из эмпирического опыта восстанавливаются сущности материальных вещей, и в них как в отображении усматриваются вечные идеи. Познание сущности вещей происходит посредством абстракции. Эта операция начинается с чувственного познания и состоит в последовательном абстрагировании, приводящем в итоге к знанию субстанции. Подчёркивая важность опытного познания и математики в изучении природы, Гроссетет предвосхищает естественно-научные тенденции последующих веков.

Ранее в КИА

Глава 1-4-16. Философское учение Аристотеля

## Глава 2-1-9

### Роберт Гроссетест и Роджер Бэкон

Роберт Гроссетест (1170 — 1253 гг.) — основатель оксфордской философской и естественнонаучной школы, теоретик и практик экспериментального естествознания.

Гроссетест учился в Оксфорде и Париже. Магистром искусств стал в конце XII века, а магистром теологии — в 1214 году. Верхом его карьеры стало избрание на пост епископа Линкольна в 1235 году.

Концепцию «метафизики света» Гроссетест развил в трактате «О свете или о начале форм». Он считал свет тончайшей телесной субстанции и одновременно первичной формой и энергией.

Августиновский платонизм сочетается у Роберта Гроссетеста с научными установками Аристотеля, а также с элементами греко-арабских естественных наук, в особенности оптики.



*Рис. Роберт Гроссетест*



*Рис. Роджер Бэкон*

В своих работах Гроссетест высказывает мысли о том, что изучение явлений начинается с опыта, посредством их анализа устанавливается некоторое общее положение, рассматриваемое как гипотеза. Отталкиваясь от неё, дедуктивно выводятся следствия, опытная проверка которых устанавливает их истинность или ложность.

**Роджер Бэкон** (1214 — 1292 гг.) — английский философ и естествоиспытатель, монах-францисканец (с 1257 года); профессор богословия в Оксфорде. Ученик Роберта Гроссетеста.

Занимался математикой, химией и физикой; в оптике разработал новые теории об увеличительных стёклах, преломлении лучей, величине видимых предметов.

Бэкон не создал принципиально нового учения, но он дал аргументированную критику методов и теорий своего времени. Он первым выступил против схоластики.

Его сочинение «Opus majus» (1268 г.) проводит мысль о бесполезности отвлечённой диалектики, о необходимости изучения природы с помощью наблюдений, используя математические вычисления.

Написал несколько работ об алхимии. Упоминание «Секрета» в сочинении «Opus Tertium» может служить свидетельством его принадлежности к эзотерикам.

Он считал, что только математика, как наука, наиболее достоверна и несомненна. С её помощью можно проверять данные всех остальных наук. Кроме того, он утверждал, что математика — самая лёгкая из наук и доступна каждому.

Бэкон выделял два типа опыта:

1. реальный, жизненный опыт, который можно приобрести только в процессе жизни;

2. опыт — доказательство, полученный через внешние чувства. Он касается только материальных предметов. Но Бэкон утверждал, что существует ещё духовный опыт, который возможно познать только избранным людям через мистическое состояние, через внутреннее озарение.

Его идеи оказали сильное влияние на Роберта Бэкона.

## Глава 2-1-10

### Уильям Оккам. Бритва Оккама

Уильям Оккам (1285 — 1347 гг.) — английский философ, францисканский монах из Оккама, маленькой деревни в графстве Суррей в Южной Англии. Считается одним из отцов современной эпистемологии и современной философии в целом, а также одним из величайших логиков всех времен.



*Рис. Уильям Оккам*

В 1310 – 1324 годах Оккам слушал в Оксфорде францисканца-схоластика Дунса Скота, затем преподавал теологию и философию в Париже и Оксфорде. В начале 1320-х годов обвинён в ереси и вызван в Авиньон, где тогда находился папский двор, для судебного

разбирательства. Во время своего пребывания в Авиньоне (1324 – 1328 гг.) Оккам был вовлечён в конфликт между главой францисканского ордена Михаилом Чезенским и Папой Иоанном XXII; приняв сторону Михаила. Выступил противником папской власти, признавая Папу подчинённым в мирских делах — государям, а в духовных — всей церкви, и отрицая светскую власть Папы. Призванный, за публичное распространение этих мнений, к папскому суду в Авиньон (в 1322 году), он был заключён под стражу, но в 1328 году бежал в Германию под покровительство противника Папы, императора Людовика IV Баварского.

Подобно другим знаменитым схоластикам, Оккам получил от своих учеников почётные названия *Doctor invincibilis* (непобедимый), *Doctor singularis* (единственный), *Inceptor venerabilis* (почтенный кандидат; так как не достиг учёного звания богослова, но оставался «inceptor», то есть начинающим).

Оккам сделал радикальные выводы из тезиса о свободной, ничем не ограниченной воле Творца. Если воля Бога, согласно Дунсу Скоту, свободна лишь в выборе возможностей (идей), предсуществующих независимо от воли в Божественном мышлении, то, по Оккаму, абсолютная свобода Божественной воли означает, что в акте творения она не связана ничем, даже идеями. Исходным пунктом познания мира является знание об индивидах.

Интуитивное познание предшествует абстрактному. Понятия формируются в уме познающего субъекта на основе чувственного восприятия вещей. Отсутствие общего исключает реальное существование отношений и каких-либо закономерностей, в том числе причинности. Поскольку знание о мире формируется на основе общих понятий, о нём возможно только вероятное, но не достоверное знание.

Оккам отрицал основную предпосылку схоластической философии — убеждение в рациональности мира, наличие некоего рода изначальной гармонии слова и бытия. Отсюда следует, что бытие больше не связано со

смысловым значением слов, и схоластическое исследование бытия, основанное на анализе слов и их значений, становится беспредметным. Уильям Оккам был сторонником двойственности истины, то есть он считал, что у религии истина одна, а у философии — другая. Эти две сферы не нужно смешивать и пытаться совместить, потому что в вопросах веры разум бессилён, а в вопросах науки и познания не нужна вера.

Появление доктрины Оккама знаменовало конец средневековой схоластической философии (хотя схоластические занятия продолжались и в XV—XVI веках).

### **Бритва Оккама**

Оккаму приписывают формулировку важного методологического принципа, получившего название «бритва Оккама». Упомянуть о нём в истории астрономии следует хотя бы потому, что до сих пор, вот уже многие века, принцип «бритвы Оккама» оказывает влияние на научные исследования, в том числе и астрономические.

В кратком виде он гласит: «Не следует множить сущее без необходимости». Или «Не следует привлекать новые сущности без крайней на то необходимости». Сам Оккам писал: «Что может быть сделано на основе меньшего числа [предположений], не следует делать, исходя из большего» и «Многообразие не следует предполагать без необходимости».

То, что сегодня называют «бритвой Оккама», не было придумано Оккамом, если иметь в виду базовое содержание этого принципа. То, что в условиях Проторенессанса сформулировал Оккам, было известно, по крайней мере, со времён Аристотеля. Ещё в 1915 году в журнале «Mind» доказывалось, что принцип «бритвы Оккама» не может быть изречением Оккама, поскольку противоречит всей его философии.

Сам Оккам, разумеется, ни о какой «бритве Оккама» не подозревал. И номиналистом себя не считал, поскольку номинализм был официально признан ересью ещё в 1092



году. Познакомившись с трудами Аристотеля, мыслители Средневековья потратили много чернил, чтобы усвоить его наследие, согласовав его, насколько это возможно, с религией Откровения. Одним из спорных, «горячих», вопросов того времени был вопрос об «универсалиях», — имеют ли они свою сущность. Ответ на этот вопрос порождал массу новых вопросов, таких, к примеру, как «Был ли у Иисуса ангел?» или «Кто устроен сложнее, ангел или архангел?» — которые и стали, грубо говоря, основным содержанием разгоравшихся между схоластами дискуссий.

Оккам, как следует из его максим, развивал отдельные интуиции Аристотеля, критикуя, как и он, «излишний» «мир идей», настаивая на существовании универсалий лишь в мышлении, но не в реальности, и опираясь при этом на сформулированный его учителем Дунсом Скоттом (1265 – 1308 гг.) «Закон экономии».

Однако следует помнить, что «Закон экономии», — это «действенное орудие против платонизма», — по Оккаму, применим только в сфере логики, которую он всеми силами своего ума старался отделить от онтологии: ведь признавая простоту априори совершеннее сложности («чем проще, тем лучше») можно сначала быстро прийти к исключению двойной природы Христа, потом и троичности Бога, а затем — и самого Бога. Что было для монаха-францисканца самым страшным сном.

Оккам отрицал основную предпосылку схоластической философии — убеждение в рациональности мира, наличие некоего рода изначальной гармонии слова и бытия. Поскольку бытие больше не связано со смысловым значением слов, схоластическое исследование бытия, основанное на анализе слов и их значений, становится беспредметным. Доктрины Оккама стали концом всей средневековой схоластической философии.

Ранее в КИА

Глава 2-1-6. Схоластика

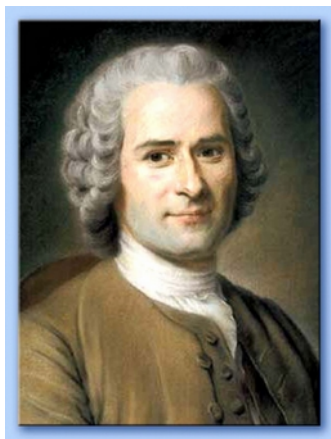
## Глава 2-1-11

### Жан Буридан

В XV веке в Западной Европе наметился резкий поворот в развитии астрономии. К этому времени здесь (прежде всего в Италии) уже развернулся процесс возрождения творческой деятельности человека в литературе, живописи и других видах искусства. Несколько позже на этот путь Возрождения стала выходить наука, прежде всего астрономия. Общей причиной этой великой эпохи в истории европейской цивилизации стали назревшие глубокие социально-экономические и связанные с ними идеологические перемены в обществе. Схоластика больше не могла обеспечивать требуемый уровень познания мира. Приближалась эпоха коренных реформ в религии и буржуазных революций в социальной жизни.

Общей особенностью астрономической картины мира в Средневековье было то, что одновременно существовали широко распространенные примитивные представления о мире и неожиданно глубокие идеи. Нередко занятия схолистикой и «чистая» логика приводили к интересным астрономическим предположениям, далеко выходящие за существующие догмы.

Философские сочинения французского философа и математика, ректора Парижского университета (Сорбонны) Жана Буридана (около 1300 — 1358 гг.) написаны в форме комментария к произведениям Аристотеля. Он принимает аристотелевское определение науки как знания, полученного на основании очевидных, необходимых и недоказуемых посылок, но проводит различие между посылками логически необходимыми и посылками, очевидность которых основывается на опытных утверждениях.



*Рис. Жан Буридан*

В критическом сочинении «Вопросы к четырём книгам о небе и о Вселенной Аристотеля» Жан Буридан первым в новое время высказал «серьёзное сомнение в том, что Земля находится прямо в центре Вселенной и что ее центр совпадает с центром Вселенной». Он писал также, что «имеется сильное сомнение о том, не перемещается ли Земля как целое... поступательно». Он также допускал возможность и ее вращения, что объяснило бы смену дня и ночи.

В области механики Буридану принадлежит развитие учения о импетусе (лат. *impetus*) — движущей способности, «запечатлеваемой» в брошенном теле:

«Человек, бросающий камень, движет свою руку вместе с камнем. Но после отрыва от бросающего тот уже не движет брошенное тело, но движет его лишь приобретённый импетус, и этот импетус, по причине сопротивления среды, непрерывно ослабляется, и поэтому движение становится всё более медленным».

Буридану приписывают и знаменитый парадокс о свободе выбора человека, с которым связано вошедшее в поговорку выражение «буриданов осёл», хотя в своих сочинениях он нигде не упоминал о проблемах с ослом.

## Глава 2-1-12

### Николай Орем

В том же XIV веке новое понимание принципов устройства Вселенной было провозглашено в трудах французского математика, астронома и философа, также в свое время ректора Сорбонны Николая Орема (до 1300 — 1382 гг.).



*Рис. Николай Орем*

Некоторые выводы Николая Орема в области естествознания были по-настоящему революционны для своего времени. В противовес традиционной доктрине он

признавал возможным в науке рассмотрение и обсуждение альтернативных решений. В написанной на французском языке «Книге о небе и мире» (*Traité du ciel et du monde*) он обсуждает вопрос о возможности объяснения суточного вращения небесной сферы вращением Земли вокруг оси, в противовес постулату Аристотеля о вращении Неба. Такую возможность он находит весьма вероятной, поскольку с его точки зрения доводы Аристотеля в пользу неподвижности Земли были недостаточно убедительны: «Легче представить себе вращение самой Земли, чем вращение вокруг неё огромной звёздной сферы». Он даёт следующее описание движения Земли при взгляде со стороны:

«Если бы человек, оказавшийся на небе и увлекаемый его суточным движением, мог ясно видеть Землю и её горы, долины, реки, города и замки, то ему показалось бы, что земля вращается суточным вращением, точно так же, как нам на земле кажется, что небеса движутся».

Орем последовательно рассматривает все доводы против вращения Земли, содержащиеся в трудах Птолемея, и находит их неправильными. Он делает вывод, что «никаким опытом нельзя доказать, что небо движется в своем дневном движении, а Земля остаётся неподвижной».

Новой для своего времени была идея Орема о том, что движение планет определено не Богом, сотворившим Землю, а равновесием природных сил.

В сочинении «О соизмеримости или несоизмеримости небесных движений» он обосновывал большую вероятность последнего и видел в этом основной аргумент против возможности астрологических предсказаний (опиравшихся на идею великих циклов повторении всех событий). В другом сочинении «Книга о небе и Вселенной» он обращал внимание на невозможность, по крайней мере, доказать неподвижность земли.

С другой стороны, Орем придерживался традиционных представлений о делении мира на подлунный и небесный.

## Глава 2-1-13

### Николай Кузанский

Николай Кузанский, настоящее имя Николай Кребс (1401 — 1464 гг.) — кардинал Римской католической церкви, крупнейший немецкий мыслитель XV века, философ, учёный-энциклопедист, математик, церковно-политический деятель. Принадлежит к первым немецким гуманистам в эпоху перехода от позднего Средневековья к раннему Новому времени.



*Рис. Николай Кузанский*

Как философ Николай Кузанский стоял на позициях неоплатонизма, идеи которого черпал из античных и из средневековых источников. Основой его философии

являлась концепция соединения противоположностей в Едином, где разрешаются все видимые противоречия между несовместимыми. В философии развил необычное для своего времени представление о веротерпимости.

Николай Кребс родился на берегу Мозеля в богатой виноградниками деревне Кус и получил прозвание по месту своего рождения: Кузанский или Кузанец. Он был вторым из четырёх детей в семье Иоганна Кребса, зажиточного лодочника. Достоверных сведений о детских годах жизни будущего мыслителя нет. Кузанец изучал латынь в Бернкастеле, затем он продолжил обучение в Гейдельбергском университете (Германия) и в школе церковного права в Падуе (Италия). В 1423 году Николай получил звание доктора канонического права. Вернувшись в Германию, он занимался богословием в Кёльне. В 1426 году, вскоре после того как он получил сан священника, Николай становится секретарем папского легата в Германии кардинала Орсини. Через некоторое время он стал настоятелем Церкви св. Флорина в Кобленце.

В 1448 году Николай Кузанский был возведен в сан кардинала, а уже в 1450 году стал епископом Бриксена и папским легатом в Германии. В 50-е годы Кузанский много путешествует, стремится примирить различные христианские течения Европы, в частности, гуситов с католической Церковью.

Николай Кузанский внёс большой вклад в развитие представлений, прокладывавших дорогу натурфилософии и пантеистическим тенденциям XVI века. В отличие от современных ему итальянских гуманистов, он обращался в разработке философских вопросов, подобно схоластам, к проблемам мироустройства. При этом он критиковал схоластику как «учёное незнание» — противопоставляя ей «мудрое незнание», в стиле Сократа.

Традиционно понимая Бога как творца, «форму всех форм», Кузанский широко использовал математические уподобления и диалектическое учение о совпадении противоположностей, чтобы по-новому осветить соотношение Бога и природы. Подчёркивая бесконечность

Бога, он характеризует его как «абсолютный максимум», в то же время, отмечая, что любые определения его ограничены. Мир трактуется, как некое «развёртывание» Бога. Суть своих взглядов, пантеистическая тенденция которых опирается на широчайшие философские основы от Платона и неоплатонизма до мистики средневековья, Николай Кузанский выразил в формуле «Бог во всём и всё в Боге». Много внимания он уделяет и проблеме места человека в мире. Изображая все явления природы взаимосвязанными, он видит в человеке «малый космос», намечает его особую центральную роль в сотворённом мире и способность охватывать его силой мысли: именно в разуме — богоподобие человека.

С именем Николая Кузанского связаны также важные натурфилософские представления о движении Земли, которые не привлекли внимания его современников, но были оценены позже. Заметно опередив своё время, он высказал мнение, что Вселенная бесконечна, и у неё вообще нет центра: ни Земля, ни Солнце, ни что-либо иное не занимают особого положения. Все небесные тела состоят из той же материи, что и Земля, и, вполне возможно, обитаемы, хоть их жители могут быть несоизмеримыми с земными. Почти за два века до Галилея он утверждал: все светила, включая Землю, движутся в пространстве, и каждый наблюдатель вправе считать себя неподвижным. Видимое движение небосвода он объяснял осевым вращением Земли. У него встречается одно из первых упоминаний о солнечных пятнах. Николай Кузанский сомневался в астрономической точности юлианского календаря — и призывал к календарной реформе (эта реформа долго обсуждалась и была реализована только в 1582 году).

Астрономические труды Николая Кузанского, по мнению историков науки, оказали (прямое или косвенное) влияние на взгляды Коперника, Джордано Бруно и Галилея.

Ранее в КИА

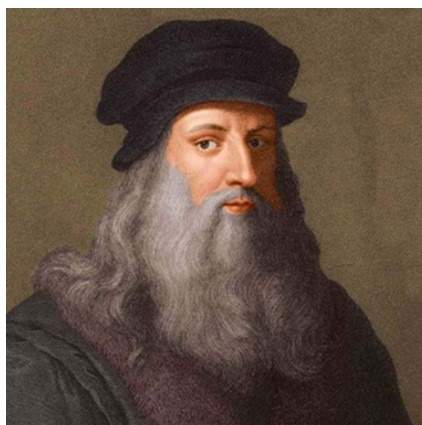
Глава 2-1-10. Уильям Оккам. Бритва Оккама



## Глава 2-1-14

### Леонардо да Винчи

Леонардо ди сер Пьеро да Винчи (15 апреля 1452 — 2 мая 1519 гг.) — итальянский художник (живописец, скульптор, архитектор) и учёный (анатом, естествоиспытатель), изобретатель, писатель, музыкант, один из крупнейших представителей искусства Высокого Возрождения, яркий пример «универсального человека» (лат. *homo universalis*).



*Рис. Леонардо да Винчи*

Леонардо да Винчи родился в селении Анкиано близ небольшого городка Винчи, недалеко от Флоренции в «три часа ночи» то есть в 22:30 по современному отсчёту времени. Примечательна запись в дневнике деда Леонардо, Антонио да Винчи (1372—1468 гг.) (дословный перевод): «В субботу, в три часа ночи 15 апреля родился мой внук, сын моего сына Пьеро. Мальчика называли

Леонардо. Его крестил отец Пьеро ди Бартоломео». Его родителями были 25-летний нотариус Пьеро (1427—1504 гг.) и его возлюбленная, крестьянка Катерина. Первые годы жизни Леонардо провёл вместе с матерью. Его отец вскоре женился на богатой и знатной девушке, но этот брак оказался бездетным, и Пьеро забрал своего трёхлетнего сына на воспитание. Разлученный с матерью Леонардо всю жизнь пытался воссоздать её образ в своих шедеврах. Жил он в это время у деда.

В Италии того времени к незаконнорождённым детям относились почти как к законным наследникам. Многие влиятельные люди города Винчи приняли участие в дальнейшей судьбе Леонардо.

Когда Леонардо было 13 лет, его мачеха умерла при родах. Отец женился повторно — и вскоре снова остался вдовцом. Он прожил 77 лет, был четырежды женат и имел 12 детей. Отец пытался приобщить Леонардо к семейной профессии, но безуспешно: сын не интересовался законами общества.

Леонардо не имел фамилии в современном смысле; «да Винчи» означает просто «(родом) из городка Винчи». Полное его имя — итал. Leonardo di ser Piero da Vinci, то есть «Леонардо, сын господина Пьеро из Винчи».

### **Секретная космология Леонардо**

О достижениях Леонардо да Винчи написаны сотни книг. Нас будет интересовать его размышления о Вселенной. В преддверии эпохи Возрождения в науке его космологические идеи могли бы сыграть большую роль в утверждении нового мировоззрения. Но великий итальянец не публиковал своих естественнонаучных трудов (его рукописи были расшифрованы и изданы только в XIX в.). Дошедшие до нас астрономические и космологические наброски Леонардо открывают его как прозорливого мыслителя. Его ум, вбирая туманную смесь идей и представлений из уходящего средневековья, рождал яркий спектр собственных идей и глубоких предвидений.

Леонардо, вопреки Аристотелю, впервые провозгласил с полной уверенностью материальное единство Земли (земного мира) и Космоса («астрального» мира). Он отрицал единственность центра тяготения во Вселенной, считая и Луну тяжелым телом (с материками, за которые принимал темные пятна, и морями). Но каждый центр тяготения он мыслил еще изолированным от других: Земля и Луна «держались» в пространстве как «уравновешенные в своих элементах», «в центре своих элементов». Леонардо да Винчи утверждал, что «Земля не стоит ни в центре круга Солнца, ни в центре мира», а звезды — это многочисленные другие миры (подобные Земле несамосветящиеся небесные тела), рассеянные «во мраке пространства». Дело в том, что под влиянием Альберта Саксонского он считал единственным источником собственного света Солнце. Леонардо утверждал его главную роль во Вселенной как источника всякой силы и самой жизни. Его представления еще были смесью прогрессивных идей с древними измышлениями...

Несравненно более последовательными и глубокими были его идеи о характере законов и общего устройства Вселенной. Она представлялась Леонардо-инженеру гигантским отлаженным механизмом, подчиняющимся строгим законам. «Природа никогда не нарушает своих собственных законов, — писал он. — Природа управляется законами, которые испокон веку существуют в ней самой». За два века до появления принципа наименьшего действия он писал: «О, удивительная, о, изумительная необходимость. Ты заставляешь своими законами все действия проистекать кратчайшими путями из их причин».

Продолжая пионерские изыскания Буридана в области динамики, он считал, что причиной движения является «натиск» и «сила» и что последняя «возбуждается в телах, вышедших от случайного воздействия из своего естественного состояния и покоя».

Леонардо да Винчи был предтечей Галилея, провозгласив, что «вся философия начертана в той грандиозной книге, которая постоянно стоит раскрытой

перед нашими взорами (я говорю, — пояснял он, — о мироздании)» и что «она написана на языке математики». Он же стал предтечей Кеплера в новом понимании мировой гармонии — как строгих и точных количественных соотношений во Вселенной (а не в примитивной форме «музыки сфер»).

Леонардо предвосхитил Декарта, введя «светоносный эфир» как механическую основу звука (по-видимому, также и света). Все физические явления, включая магнетизм, запахи (и даже распространение мысли!) он считал обязанными колебательным движениям эфира. Предвосхищая идеи геологов-эволюционистов, он утверждал, что изменения на поверхности Земли неизбежны и происходят не катастрофически, а постепенно. Любопытно, что, делая вывод о сходстве Земли и Луны, он имел целью доказать (и в этом сказалась эпоха), что Земля — это небесное тело, т. е. столь же «благородна», как и Луна (заметим, что у Галилея, сто лет спустя, при тех же заключениях о сходстве этих тел цель была уже противоположной). Некоторые исследователи приписывают Леонардо и более раннее (до Галилея!) открытие законов свободного падения тел.

В философской проблеме первоисточника движения материи Леонардо придерживался идей пантеизма. Необходимо учитывать в связи с этим, что на рубеже средневековья и Нового времени, и даже еще во второй половине XVI в., пантеизм был выразителем идеи саморазвития, самодвижения материи, т. е. выступал тогда как антипод религии и ее объяснения всего во Вселенной как проявления непредсказуемой воли бога.

Наконец, в своих рассуждениях о Земле как элементе Космоса и о Человеке как Микрокосме, об их глубочайших связях (хотя это и выражено еще в «мифологической» форме древней натурфилософии) Леонардо проводил идею теснейшей гармонии между самым явлением Жизни и Вселенной.

Леонардо скрыл свои труды от современников, опасаясь преследований. А как бы выиграла астрономия, освещенная уже тогда светом его идей!

## Глава 2-1-15

### Георг Пурбах и Иоганн «Региомонтан» Мюллер

В развитии астрономии этого периода определяющую роль сыграли австрийский астроном и математик Георг Пурбах (1423 — 1461 гг.) и его немецкий ученик, друг и соратник Иоганн «Региомонтан» Мюллер (1436 — 1476 гг.).

Георг Пурбах поставил перед собой цель — возродить подлинное содержание великой математической теории движений небесных тел Птолемея, очистив ее от искажений переводчиков, и лучше согласовать эту теорию со стройной физико-космологической картиной мира Аристотеля. Результатом стала его знаменитая книга «Новая теория планет».



*Рис. Георг Пурбах*

Следует отметить, что Пурбах считал, будто небесные сферы состоят не из невесомого эфира, как у Аристотеля, а из твердого хрусталя. Поэтому для согласования обеих систем мира Пурбах в своей теории планет вынужден был

рассматривать эти сферы как выдолбленные изнутри, чтобы разместить в них птолемеевы эпициклы.



*Рис. Региомонтан*

В дальнейшем, по мере накопления наблюдательных данных, сторонники птолемеевой геометрической теории мира вынуждены были вводить новые эпициклы, доводя их число до 80. В астрономической картине мира явно назревал предреволюционный кризис.

Кроме того, Пурбах задумал издать сокращенный перевод «Альмагеста» на латынь с греческого, но успел перевести только шесть из тринадцати книг (он внезапно скончался, не дожив до 38 лет). Региомонтан закончил эту работу, подготовив труд: «Эпитема Иоганном из Монте Регио Альмагеста Птолемея» (опубликован посмертно).

В середине XV века ученые совместно проводили многочисленные наблюдения Солнца, Луны, лунных затмений, следили за движением и изменениями новой кометы (1456-1457 гг., будущая комета Галлея). Пурбах, по-видимому, первым сделал вывод о ее громадных размерах и большой удаленности, что противоречило учению Аристотеля.

Для составления новых более точных таблиц (по сравнению с устаревшими Альфонсинскими) Пурбах, помимо использования новых наблюдений, придумал особое приспособление для вычисления тангенсов («геометрический квадрат»). Региомонтан, уже после

смерти своего друга и учителя, много сделал для развития методов сферической тригонометрии и впервые в европейской астрономии ввел употребление синусов. Он рассчитал новую таблицу синусов (от 0 до 90° с шагом в 1', для чего ему пришлось вычислить 5400 его значений!), и таблицу тангенсов.

Переехав в Нюрнберг, Региомонтан вместе со своим новым учеником состоятельным любителем астрономии Бернгардом Вальтером продолжили наблюдения на частной обсерватории последнего. Первая в Европе, со времен Альфонса X, школа наблюдательной астрономии Региомонтана — Вальтера продолжала действовать в Нюрнберге до XVII в.

Одной из главных целей переезда Региомонтана в Нюрнберг было завершение дела, начатого Пурбахом, — издание трудов античных авторов, а также и новых астрономических сочинений. Для этого Региомонтан создал собственную типографию со специальным станком для печатания астрономических текстов и таблиц. Там же печатались астрономические календари-ежегодники самого Региомонтана и его главный труд «Эфемериды» — астрономические таблицы на 1475-1506 гг. (на 896 страницах). Они были намного точнее Альфонсинских таблиц и содержали придуманный Региомонтаном метод «лунных расстояний» для определения долготы на море, который надолго укрепился в навигационной астрономии. Там же Региомонтан указал на неточность юлианского календаря, который к XV веку разошелся с истинным солнечным годом уже на 10 дней и затруднял расчеты пасхаии.

Эфемериды Региомонтана были последними геоцентрическими таблицами в Европе. Ими в своих путешествиях с успехом пользовались Колумб, а затем Америго Веспуччи, завершившихся открытием нового континента на противоположной стороне земного шара — Америки.

Ранее в КИА

Глава 2-1-4. Альфонсинские таблицы

## Глава 2-1-16

### Бернхард Вальтер

Бернхард Вальтер (1430 — 19 июня 1504 гг.) — известный немецкий астроном, ученик Региомонтана.



*Рис. Бернхард Вальтер*

Вальтер был богатым торговым коммерсантом и любителем науки. Когда в 1471 году Региомонтан обосновался в Нюрнберге, Вальтер помог ему с созданием обсерватории и типографии. После смерти Региомонтана в 1476 году в Риме Вальтер выкупил его инструменты и продолжил астрономические наблюдения. При наблюдениях он учитывал эффект астрономической рефракции. Его астрономические наблюдения являются самыми точными до Тихо Браге. Его ученик Иоганн Шёнер предоставил 45 неопубликованных наблюдений Меркурия Николаю Копернику. Коперник использовал три из них в своей книге «Об обращении небесных сфер», однако ошибочно приписал их Шёнеру. В 1484 году Вальтер начал впервые в астрономических наблюдениях использовать гиревые часы.



## Глава 2-1-17

### Возникновение общемировой науки

К концу XV века астрономы Европы перешли от освоения и истолкования результатов научных наблюдений, выполненных до них, к получению нового знания. Этот этап развития астрономии совпал по времени с эпохой Возрождения, когда изменилось отношение к искусству, литературе и науке, создатели которых освободились от фанатизма, присущего религии.

Формы научной деятельности стали приходить в соответствие с возросшими потребностями общества.



*Рис. Корабли Колумба.*

Произошел переход от локальных центров развития науки к общемировому. Это было связано с глубокими экономическими и социальными преобразованиями, которые, прежде всего, начались в Европе. Уже с конца XV — начала XVI века здесь происходила смена феодальной системы с ее раздробленностью и формировались новые сильные европейские морские державы. Начинался новый

виток колонизации ими территорий на Востоке, в Африке, на вновь открытом Американском континенте. Подготавливалась почва для формирования новой социально-экономической системы — капитализма, системы, вместившей в себе и жесткие, если не сказать грабительские, способы первоначального накопления, и безудержную смелость в стремлении к непосредственному исследованию и освоению окружающего мира. Это привело к великим географическим открытиям, главным из которых стало открытие «Нового Света» на противоположной стороне Земного шара, что впервые породило деление его на Восточное (старое) и Западное (новое) полушария. Первые кругосветные плавания принесли, наконец, неопровержимые доказательства изолированности Земли в пространстве и реальности, некогда казавшейся фантастикой, — существования антиподов.

Все это — и практика жизни, и новые научные открытия — стимулировали детальное изучение и «вновь открытой» Земли, то есть развития астрономо-геодезических исследований. Ясно, что ни о какой национальной или географической изоляции больше не могло идти и речи. Наука становилась общемировой, так как изучала всю Землю, и это было немислимо без широчайших межнациональных, международных контактов.

Глобальная экспансия Европы в это время отражала более ранний, чем в других районах Земли, переход ее к новой социальной формации, что сопровождалось бурным развитием всех сторон европейского общества. Естествознание и техника, стимулируемые потребностями нового нарождавшегося буржуазного класса, развивались в Европе быстрыми темпами. Повсеместное распространение знаний и самого стиля научного мышления стало неизбежным, привело к формированию единого стиля и методологических стандартов мировой науки, что было исторически прогрессивным процессом и результатом.



## Часть 2-2

Время Коперника

## Содержание

Глава 2-2-1. В ожидании Коперника

Глава 2-2-2. Николай Коперник

Глава 2-2-3. Георг Иоахим фон Лаухен (Ретик)

Глава 2-2-4. «О вращении небесных сфер»

Глава 2-2-5. Церковь и гелиоцентрическая теория

## Глава 2-2-1

### В ожидании Коперника

В начале XVI века перед астрономией появились практические задачи, решение которых требовалось получить как можно скорее.

На Латеранском соборе 1512 года была окончательно признана непригодность юлианского календаря для расчета пасхалий и необходимость его реформирования (см. комментарий).

Другим стимулом развития астрономических теорий в эпоху начавшихся кругосветных плаваний становилась необходимость более точных астрономических таблиц для определения долготы на море методом «лунных расстояний» (см. комментарий).

Для решения этих задач недостаточно было повысить точность наблюдений, нужно было попытаться лучше понять устройство мира. Мешал этому постулат о неподвижности Земли — коренное мировоззренческое утверждение, которое разделяли и церковники и астрономы.

Внутренние противоречия в основах картины мира заставляли астрономов совершенствовать теорию Птолемея и приводили даже к отказу от нее и возрождению «чистой» геоцентрической космологии из гомоцентрических сфер.

Сам Птолемей считал свою теорию всего лишь математической моделью, построенной с целью описания и предвычисления небесных явлений, и не претендовал на объяснение их сути, то даже наиболее крупные астрономы XV века (например, Пурбах!) воспринимали ее как описание истинного устройства мира!

Но сомнения в истинности Принципа неподвижности Земли не выходили за рамки философских рассуждений (Жан Буридан и Николай Орем).

Развитие университетской системы образования привело к увеличению числа астрономов, обладающих базовым объемом знаний. Больше людей стало наблюдать за небесными явлениями, что неминуемо привело к более критическому отношению к общепринятой, узаконенной, ставшей традиционной картине мира, опиравшейся на космологию Аристотеля и планетную теорию Птолемея.

Нужно было, чтобы появился человек, который сумел бы восстать против «здравого смысла» и основ мировоззрения, узаконенных христианством и другими религиями мира. Необходимы были серьезные наблюдательные доказательства, и теоретические обоснования новой, революционной концепции. Таким разрушителем сложившегося консенсуса (отчасти даже против своих первоначальных намерений!) стал великий польский астроном Николай Коперник.

### Комментарии

**Метод «лунных расстояний».** Задача определения долготы корабля сводится к получению в некоторый момент разности значений местного времени места наблюдения и пункта, долгота которого известна.



*Рис. Метод «лунных расстояний»*

В течение месяца Луна совершает один полный оборот вокруг Земли с запада на восток — в направлении, противоположном движению звезд. Она проходит приблизительно  $0,5^\circ$ , или путь, равный ее диаметру, за час. Это относительно быстрое движение Луны и навело Вернера (в 1514 году) на мысль использовать Луну как гигантские небесные часы. Для этого астрономы должны были создать точные таблицы положений Луны и звезд.

Для определения долготы стало достаточно сравнить предсказанные расстояния Луны по отношению к звездам из таблицы и действительные расстояния, измеренные навигатором с необходимой степенью точности.

Принято полагать, что оригинальная идея этого подхода принадлежит Региомонтану, однако первенство в её практической разработке осталось за его учеником Иоганом Вернером (1468 – 1522 гг.).

**Юлианский календарь** — календарь, разработанный группой александрийских астрономов во главе с Созигеном. Средняя продолжительность года составляет 365,25 суток. Календарь назван в честь Юлия Цезаря, по указу которого был введён в Римской республике с 1 января 45 года до н. э. У нас известен как старый стиль.

Продолжительность года в юлианском календаре 365  $\frac{1}{4}$  дней, что на 11 с небольшим минут больше, чем длина солнечного («тропического») года, каждые 128 лет накапливается лишний день.

В 1582 году папа Григорий XIII издал постановление о реформе календаря. В новом календаре, получившем название григорианского, уменьшили количество високосных лет и применили новую формулу для определения дня Пасхи. Этим календарем мы сейчас пользуемся.

Ранее в КИА

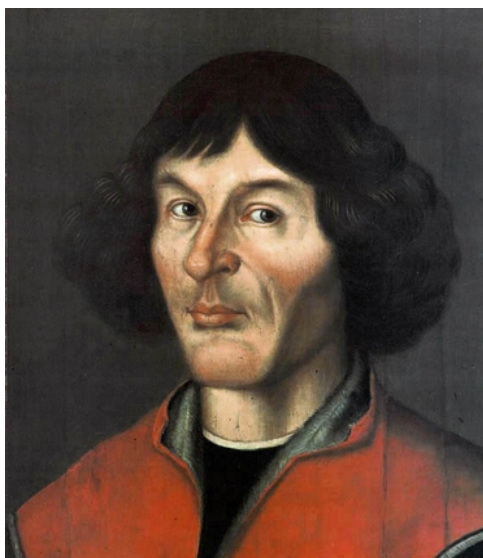
Глава 2-1-14.

Георг Пурбах и Иоганн «Региомонтан» Мюллер

## Глава 2-2-2

### Николай Коперник

Николай Коперник (19 февраля 1473, Торунь — 24 мая 1543 гг., Фромборк) — польский астроном, математик, механик, экономист, каноник эпохи Возрождения. Наиболее известен как автор гелиоцентрической системы мира, положившей начало первой научной революции.



*Рис. Николай Коперник*

Николай Коперник родился в Торуне в купеческой семье, рано лишился родителей. Торунь вошёл в состав Польши всего за несколько лет до рождения Коперника, до этого же город носил имя Торн и был частью Пруссии, принадлежавшей Тевтонскому Ордену.

В девять лет он потерял отца, оставшись на попечении дяди по матери, каноника Лукаша Ватценроде.



В 1491 году он поступил в Краковский университет, где изучал математику, медицину и богословие, но особенно его привлекала астрономия, которую преподавали по учебнику Пурбаха.

По окончании университета в 1494 году Коперник не получил учёного звания, и семейный совет решил, что ему предстоит духовная карьера. Веским доводом в пользу такого выбора было то, что дядя-покровитель как раз был возведен в сан епископа. Не дождавшись обещанной должности каноника, в 1497 году Коперник уехал в Италию, где поступил в Болонский университет.

Помимо богословия, права и древних языков, он имел возможность заниматься астрономией под руководством известного астронома Доменико Новары. Среди других профессоров в Болонье был математик Сципион дель Ферро, с открытий которого началось возрождение европейской математики. Тем временем, благодаря стараниям дяди, в Польше Коперника заочно избрали каноником в епархии Вармии.

В 1500 году Коперник оставил университет, вновь не получив диплома или звания. После кратковременного пребывания на родине, уехал в Падуанский университет и продолжил изучение медицины.

В 1503 году Коперник, наконец, завершил своё образование, сдал в Ферраре экзамены, получил диплом и учёную степень доктора канонического права. Он не спешил возвращаться и, с разрешения дяди-епископа, следующие три года занимался медициной в Падуе.

В 1506 году Коперник покинул Италию и возвратился на родину. Следующие шесть лет он провёл в епископском замке Гейльсберг, занимаясь преподаванием в Кракове и астрономическими наблюдениями. Одновременно он был врачом, секретарём и доверенным лицом своего дяди Лукаша Ватценроде.

В 1512 году дядя-епископ умер. Коперник переехал во Фромборк, маленький городок на берегу Вислинского залива, где он всё это время числился каноником, и приступил к выполнению своих духовных обязанностей. В Вармийском капитуле (совете при епископе) Коперник

активно участвовал в управлении епархией в периоды болезни её епископа Марриция Фербера, при котором состоял лекарем. По его проекту в Польше была введена новая монетная система, а в городе Фромборке он построил гидравлическую машину, снабжавшую водой все дома. Лично, как врач, занимался борьбой с эпидемией чумы 1519 года. Во время польско-тевтонской войны (1519 – 1521 гг.) организовал успешную оборону епископства от тевтонов. В 1525 году после окончания конфликта Коперник принял участие в мирных переговорах, завершившихся созданием на орденских землях первого протестантского государства — герцогства Пруссия, вассала польской короны.

Но научные труды Коперник не прекратил. Северо-западная башня крепости Фромборк стала обсерваторией, где проводились регулярные наблюдения.



*Рис. Коперник за работой*

В начале XVI века интересы церкви и астрономии совпали. Юлианский календарь нуждался в немедленном реформировании, что стало одним из важных поводов для создания гелиоцентрической теории. Пасха, главный христианский праздник, проводится в первое воскресенье после весеннего полнолуния (первого наступившего после дня весеннего равноденствия). В IV-м веке дата весеннего равноденствия по календарю приходилась на 21 марта. К XVI -му веку она отставала от фактической даты уже на 10 дней.

Юлианский календарь неоднократно пытались совершенствовать, но безуспешно. Очередную попытку предприняли на Латеранском соборе в Риме (1512 – 1517 гг.). Целому ряду известных астрономов было предложено заняться проблемой календаря. Среди них был и Николай Коперник. Однако он отказался, поскольку считал теорию движения Луны и Солнца недостаточно точной. Тем не менее, предложение, которое получил Коперник, стало для него мотивом работы над усовершенствованием геоцентрической теории. Именно тогда у него сложился замысел новой гелиоцентрической системы.

Размышляя о системе мира Птолемея, Коперник поражался её сложности и искусственности. Изучение сочинений древних философов подсказало ему, что возможны системы, в которых Земля не является центром мира. Он был знаком и с идеями Филолая и Гикеты Сиракузского, считавших, что Земля и Солнце вращаются вокруг Центрального огня, и с гелиоцентрической системой Аристарха Самосского, впервые высказавшего гипотезу о том, что все планеты вращаются вокруг Солнца, причём Земля является одной из них, совершая оборот вокруг дневного светила за один год, вращаясь при этом вокруг оси с периодом в одни сутки. Все это помогло Копернику разработать собственную гелиоцентрическую систему и просто объяснить всю кажущуюся запутанность движений планет. Впрочем, он считал их орбиты окружностями, поэтому сохранил эпициклы и деференты для объяснения неравномерности движений.

Расчеты Коперника в дальнейшем были использованы для реформации календаря. В 1582 году папа Григорий XIII издал постановление о реформе календаря. Новый календарь получил название григорианского.

По-видимому, слухи о новой теории широко разошлись уже в 1520-х годах, когда Коперник распространил среди доверенных друзей рукописный конспект своей теории: *Commentariolus*, или «Малый комментарий о гипотезах, относящихся к небесным движениям». В нем он в сжатой форме изложил свои представления о гелиоцентрическом строении Солнечной системы. Имеются данные, что уже в тридцатые годы об астрономических взглядах Коперника было известно в Ватикане. Папа Климент VII даже прослушал в 1533 году лекцию о гелиоцентрическом подходе, подготовленную кардиналом Вигманштадтом.

В 1531 году 57-летний Коперник удалился от дел и сосредоточился на работе над книгой.

Видимо, он не был готов довести свой труд до печати. В предисловии к книге, которая, в конце концов, вышла в свет благодаря усилиям Ретика — ученика и горячего сторонника Коперника, приводят следующие слова:

«Принимая в соображение, какой нелепостью должно показаться это учение, я долго не решался напечатать мою книгу и думал, не лучше ли будет последовать примеру пифагорейцев и других, передававших своё учение лишь друзьям, распространяя его только путём предания».

Некоторые исследователи считают, что предисловие было написано вопреки воле Коперника, однако события, связанные с изданием книги, заставляют относиться с доверием и пониманием к этим словам.

Коперник скончался 24 мая 1543 года в возрасте 70 лет от инсульта. Некоторые биографы утверждают, что незадолго до смерти автор успел увидеть свой труд напечатанным. Другие доказывают, что это невозможно, поскольку последние месяцы жизни Коперник находился в тяжёлой коме.

## Глава 2-2-3

### Георг Иоахим фон Лаухен (Ретик)

То, что труд Коперника был опубликован, можно считать счастливой случайностью. Появился человек, благодаря которому теория гелиоцентризма стала общеизвестной. Звали его Георг Иоахим фон Лаухен (1514 – 1574 гг.), более известный под псевдонимом Ретик.



*Рис. Ретик*

Георг Иоахим Изерин родился в австрийском городе Фельдкирх в семье врача Георга Изерина. В 1528 году отец был казнён за колдовство и за систематические кражи в домах своих пациентов, в результате чего семья была лишена своей фамилии и приняла девичью фамилию матери-итальянки, Томасины де Поррис, на немецкий манер «фон Лаухен» (итал. рого и нем. Lauch значат «лук-порей»).

Ахилл Гассер, преемник отца Георг Иоахима в должности городского доктора, помог способному мальчику получить хорошее образование. Он учился сначала в Фельдкирхе, потом в Цюрихе и наконец в Виттенберге, где принял псевдоним «Ретик» (лат. Reticus «рецийский») в честь Реции, древнего названия своего родного региона.

В 1536 году Ретик получает звание магистра искусств. Знаменитый теолог Меланхтон, соратник Мартина Лютера, приглашает его остаться в Виттенбергском университете преподавать астрономию и математику.

В 1538 году Меланхтон даёт Ретику двухлетний отпуск для углубления астрономических знаний. Ретик объезжает видных астрономов Германии, а затем едет во Фромборк к Копернику, о новой астрономической системе которого был наслышан. Общение с Коперником произвело на Ретика такое впечатление, что все выделенные ему два года он провёл во Фромборке.

В 1540 году Ретик издаёт в Данциге ясное изложение гелиоцентрической системы под названием «*Narratio Prima*» («Первое повествование»). Этот труд можно рассматривать как введение в опубликованную тремя годами позже книгу Коперника «О вращении небесных сфер». Он имел даже больший издательский успех, чем сама книга Коперника: в XVI веке выдержал четыре издания (труд Коперника — два).

Заодно Ретику удаётся заручиться содействием герцога Альбрехта в подготовке издания книги самого Коперника. Взамен ему пришлось пообещать вернуться к преподаванию в Виттенберге. Кроме того, Ретик отдельно публикует тригонометрические таблицы, приложенные к книге Коперника (главы XIII и XIV).

Нюрнбергский теолог Андреас Озиандер, которому Ретик поручил печатание книги Коперника, включил в неё посвящением папе Павлу III и хвалебное письмо кардинала Шёнберга. В анонимном предисловии новая модель была объявлена математическим приёмом, придуманным только для сокращения вычислений, не претендующим на отрицание существующих догм.

Одно время это предисловие приписывалось самому Копернику, хотя тот в ответ на просьбу Озиандера сделать подобную оговорку решительно отказался.

В 1541 году Ретик возвращается в Виттенберг. В первые же каникулы (1542 год) едет узнать, как продвигается печать труда Коперника. Благодаря его неутомимой энергии книга вышла в свет.

Вожди протестантов (Мартин Лютер, Меланхтон) отнеслись к ней резко враждебно. В «Застольных беседах Лютера» (нем. *Luthers Tischreden*) (изданных после смерти Лютера) приводится следующее его высказывание:

«Говорят о каком-то новом астрологе, который доказывает, будто Земля движется, а небо, Солнце и Луна неподвижны; будто здесь происходит то же, что при движении в повозке или на корабле, когда едущему кажется, что он сидит неподвижно, а земля и деревья бегут мимо него. Ну, да ведь теперь всякий, кому хочется прослыть умником, старается выдумать что-нибудь особенное. Вот и этот дурак (нем. *Narr*) намерен перевернуть вверх дном всю астрономию».

Такое отношение к теории Коперника не могло не сказаться на судьбе Ретика. Напомню, что человеком, пригласившем его в Виттенберг, был Меланхтон, помощник Мартина Лютера. В 1542 – 1545 годах Ретик занимает кафедру математики в Лейпцигском университете. Затем в течение трёх лет путешествует. В 1548 году возвращается в Лейпциг, но кафедра математики занята, и он становится профессором богословского факультета.

В апреле 1551 года Ретик был обвинён в содомии, заочно осуждён и скрылся от преследования в Праге. В 1551 – 1552 годах обучался медицине в Венском университете, а в 1554 году переехал в Краков. Скончался в венгерском Кошице.

В последние годы Ретик опубликовал ряд руководств по тригонометрии.

## Глава 2-2-4

### «О вращении небесных сфер»

Создавая свою гелиоцентрическую систему, Коперник опирался на математический и кинематический аппарат теории Птолемея. Так, в модели Птолемея, все планеты подчинялись общему (хотя и непонятному в рамках геоцентризма) закону: радиус-вектор любой планеты в эпицикле всегда совпадал с радиус-вектором Земля — Солнце, а движение по эпициклу для верхних планет (Марс, Юпитер, Сатурн) и по деференту для нижних (Меркурий, Венера) происходило с единым для всех планет годичным периодом. В модели Коперника данный закон получил простое и логичное объяснение.

По структуре главный труд Коперника почти повторяет «Альмагест» в несколько сокращённом виде (6 книг вместо 13).

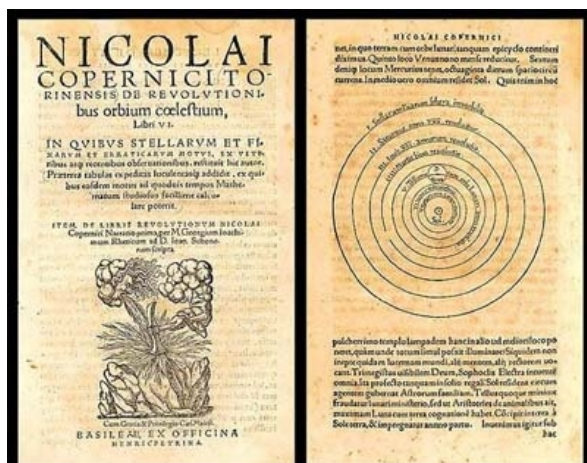


Рис. «О вращении небесных сфер»



В первой книге (части) говорится о шарообразности мира и Земли, а вместо положения о неподвижности Земли помещена иная аксиома: Земля и другие планеты вращаются вокруг оси и обращаются вокруг Солнца.

Эта концепция подробно аргументируется, а «мнение древних» убедительно опровергается. Коперник без труда объясняет возвратное движение планет с помощью гелиоцентрических позиций, которые были не объяснены Птолемеем.

Коперник придавал Земле три вращения: первое — вращение Земли вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ ; второе (со скоростью  $\omega'$ ) — вокруг оси мира, которая перпендикулярна плоскости земной орбиты и проходит через её центр; третье (с противоположно направленной скоростью  $\omega''$ ) — вокруг оси, параллельной оси мира и проходящей через центр Земли. Два последних вращения образуют (при точном совпадении  $\omega'$  и  $\omega''$  по величине) пару вращений, эквивалентную поступательному движению Земли вокруг Солнца по круговой орбите.

Во второй части труда Коперника даются сведения по сферической тригонометрии и правила вычисления видимых положений звезд, планет и Солнца на небесном своде.

В третьей говорится о годовом движении Земли и о так называемой прецессии равноденствий, которая укорачивает тропический год (от равноденствия до равноденствия) по сравнению с сидерическим (возвращение к тому же положению относительно неподвижных звёзд) и приводит к перемещению линии пересечения экватора с эклиптикой, что изменяет эклиптическую долготу звезды на один градус в столетие. Эту прецессию теория Птолемея в принципе не могла объяснить. Коперник же дал данному явлению изящное кинематическое объяснение (показав себя весьма искусственным механиком): он предположил, что угловая скорость  $\omega''$  не в точности равна  $\omega'$ , а немного от неё отличается; разность этих угловых скоростей и проявляется в прецессии равноденствий.

В четвёртой части говорилось о Луне, в пятой — о планетах вообще, а в шестой — о причинах изменения широт планет. В книге также содержались звёздный каталог, оценка размеров Солнца и Луны, расстояния до них и до планет (близкие к истинным), теория затмений. Надо специально отметить, что система Коперника (в отличие от системы Птолемея) давала возможность определить отношения радиусов планетных орбит. Этот факт, а также и то, что в описании движения планет выбрасывался первый и самый важный эпицикл, делало систему Коперника проще и удобнее, чем птолемеевская.

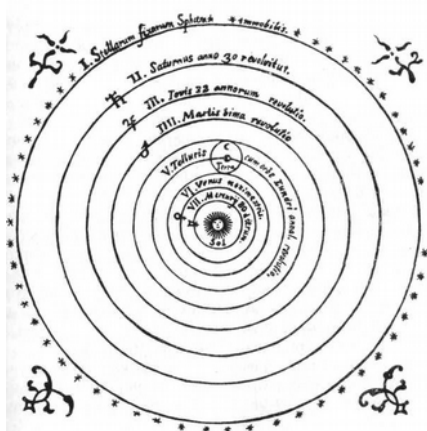


Рис. Солнечная система Коперника

Гелиоцентрическая система Коперника может быть сформулирована в семи утверждениях:

- орбиты и небесные сферы не имеют общего центра;
- центр Земли — не центр Вселенной, но только центр масс и орбиты Луны;
- все планеты движутся по орбитам, центром которых является Солнце, и поэтому Солнце является центром мира;
- расстояние между Землёй и Солнцем очень мало по сравнению с расстоянием между Землёй и неподвижными звёздами;

— суточное движение Солнца — воображаемо, и вызвано эффектом вращения Земли, которая поворачивается один раз за 24 часа вокруг своей оси, которая всегда остаётся параллельной самой себе;

— Земля (вместе с Луной, как и другие планеты), обращается вокруг Солнца, и поэтому те перемещения, которые, как кажется, делает Солнце (суточное движение, а также годичное движение, когда Солнце перемещается по Зодиаку) — не более чем эффект движения Земли;

— это движение Земли и других планет объясняет их расположение и конкретные характеристики движения;

Взгляды Коперника противоречили господствовавшей на тот момент геоцентрической системе. Модель Коперника недостаточно радикальна с современной точки зрения. Все орбиты в ней круговые, движение по ним равномерное, так что эпициклы сохранялись (их стало меньше, чем у Птолемея). Механизм, обеспечивавший движение планет, также оставлен прежним — вращение сфер, к которым планеты прикреплены. На границу мира Коперник поместил сферу неподвижных звёзд.

Реальное движение планет (особенно Марса) не является круговым и равномерным, и техника эпициклов была неспособна надолго согласовать модель с наблюдениями. Из-за этого таблицы Коперника (первоначально более точные, чем таблицы Птолемея) вскоре существенно разошлись с наблюдениями, что немало озадачило и охладило восторженных сторонников новой системы. Точные гелиоцентрические (Рудольфовы) таблицы издал позже Иоганн Кеплер, который открыл истинную форму орбит планет (эллипс), а также признал и математически выразил неравномерность их движения.

И всё же модель мира Коперника была колоссальным шагом вперёд и сокрушительным ударом по архаичным авторитетам. Низведение Земли до уровня рядовой планеты подготавливало ньютоновское совмещение земных и небесных природных законов.

Ранее в КИА

Глава 1-5-8. Первая гелиоцентрическая система мира

## Глава 2-2-5

### Церковь и гелиоцентрическая теория

Католическая церковь, занятая ожесточенной борьбой с Реформацией, первоначально снисходительно отнеслась к новой астрономии, тем более что вожди протестантов (Мартин Лютер, Меланхтон) отнеслись к ней резко враждебно. В «Застольных беседах Лютера» (нем. *Luthers Tischreden*) (изданных после смерти Лютера) приводится следующее его высказывание:

«Говорят о каком-то новом астрологе, который доказывает, будто Земля движется, а небо, Солнце и Луна неподвижны; будто здесь происходит то же, что при движении в повозке или на корабле, когда едущему кажется, что он сидит неподвижно, а земля и деревья бегут мимо него. Ну, да ведь теперь всякий, кому хочется прослыть умником, старается выдумать что-нибудь особенное. Вот и этот дурак (нем. *Narr*) намерен перевернуть вверх дном всю астрономию».

Благожелательное отношение Ватикана к теории гелиоцентризма в первой половине XVI века было связано и с тем, что для предстоящей реформы календаря были полезны наблюдения Солнца и Луны, содержащиеся в книге Коперника. Папа Климент VII даже прослушал в 1533 году лекцию о гелиоцентрическом подходе, подготовленную учёным кардиналом Вигманштадтом. Хотя отдельные епископы уже тогда выступили с яростной критикой гелиоцентризма как опасной богопротивной ереси.

Однако расчеты Коперника в дальнейшем все-таки были использованы для реформации календаря. В 1582 году папа Григорий XIII издал постановление о реформе календаря.



*Рис. Папа Григорий XIII*

Долгое время церковь относилась к учению Коперника достаточно равнодушно, как к причудливой игре ума, не имеющей ничего общего с действительностью. Но со временем стали происходить события, затрагивающие веру и идеологию. Сначала произошел неприятный инцидент с Джордано Бруно, который попытался использовать гелиоцентризм в своих антицерковных целях. А потом возникли проблемы с Галилео Галилеем. После успешных опытов с телескопом — новым инструментом для наблюдения небесных объектов — он стал популярным человеком и решил использовать свою известность для пропаганды теории Коперника.

В письме к своему ученику аббату Кастелли (1613 год) Галилей заявил, что Священное Писание относится только к спасению души и в научных вопросах не авторитетно: «ни одно изречение Писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление природы». Более того, он опубликовал это письмо, чем вызвал появление доносов в инквизицию. В том же 1613 году Галилей выпустил книгу «Письма о солнечных пятнах», в которой открыто высказался в пользу системы Коперника. Не удивительно, что в 1615 года римская инквизиция завела против Галилея дело по обвинению в ереси. Последней ошибкой Галилея стал призыв к Риму высказать окончательное отношение к коперниканству.

Закончилась активность Галилео тем, что в 1616 году, при папе Павле V, католическая церковь официально запретила придерживаться и защищать теорию Коперника как гелиоцентрическую систему мира, поскольку такое истолкование противоречит Писанию, хотя гелиоцентрической моделью по-прежнему разрешалось пользоваться для математических расчётов движения планет. Теологическая комиссия экспертов по запросу инквизиции рассмотрела два положения, вобравшие в себя суть учения Коперника и вынесла следующий вердикт:

Предположение I: Солнце является центром мироздания и, следовательно, неподвижно. Все считают, что это заявление нелепое и абсурдное с философской точки зрения, и кроме того формально еретическое, так как выражения его во многом противоречат Священному Писанию, согласно буквальному смыслу слов, а также обычному толкованию и пониманию Отцов Церкви и учителей богословия.

Предположение II: Земля не есть центр мироздания, она не является неподвижной и движется как целостное (тело) и к тому же совершает суточное обращение. Все считают, что это положение заслуживает такого же философского осуждения; с точки зрения богословской истины, оно, по крайней мере, ошибочно в вере.

Самым известным следствием этого решения стал суд над Галилеем (1633 год), нарушившим церковный запрет в своей книге «Диалоги о двух главнейших системах мира».

Вопреки устоявшемуся мнению, сама книга Коперника была формально запрещена инквизицией лишь на 4 года, однако подверглась цензуре. В 1616 году она была внесена в римский индекс запрещённых книг с пометкой «до исправления». Требуемые цензурные поправки, которые необходимо было внести владельцам книги для возможности дальнейшего использования, были обнародованы в 1620 году. Эти исправления в основном касались утверждений, из которых следовало, что гелиоцентризм является не просто математической

моделью, но отражением реальности. Сохранилось множество экземпляров первого (Нюрнберг, 1543 год), второго (Базель, 1566 год) и третьего (Амстердам, 1617 год) изданий, принадлежавших, в частности, известным астрономам и другим историческим личностям, в которых владельцы выполнили предписания цензуры с разной степенью лояльности: от полного затушёвывания требуемых фрагментов Коперника и надписывания рекомендуемого текста, до полного игнорирования предписаний.



Рис. «Диалоги о двух главнейших системах мира»

Около 2/3 сохранившихся копий из Италии были исправлены их владельцами, в то время как подавляющее большинство копий из других стран не правились. Испанский индекс запрещённых книг явным образом разрешал книгу. Интересно, что экземпляры второго и третьего издания привезли в Китай иезуитские миссионеры в 1618 году во время формального действия запрета. Книга была исключена из римского Индекса запрещённых книг только в 1835 году.



Часть 2-3

После Коперника



## Содержание

- Глава 2-3-1 (том-часть-глава).  
Прусские таблицы. Эразм Рейнгольд
- Глава 2-3-2. Томас Диггес
- Глава 2-3-3. Йост Бюрги
- Глава 2-3-4. Кассельская обсерватория  
Вильгельм IV Гессен-Кассельский
- Глава 2-3-5. Пауль Виттих
- Глава 2-3-6. Петер Апиан
- Глава 2-3-7. Христоф Ротман
- Глава 2-3-8. Давид Фабрициус
- Глава 2-3-9. О магнитных полюсах Земли
- Глава 2-3-10. Атлас Уранометрия

## Глава 2-3-1

### Прусские таблицы. Эразм Рейнгольд

Прусские таблицы (лат. *Tabulae prutenicae coelestium motuum*) — первые в мире астрономические таблицы, рассчитанные на основе гелиоцентрической модели Коперника, изложенной в его труде «Об обращении небесных сфер» (1543 год). Опубликованы в 1551 году немецким астрономом Эразмом Рейнгольдом, названы «прускими» в честь герцога Альбрехта Прусского, который поддерживал Рейнгольда и финансировал публикацию таблиц.

Инициатива подготовки новых таблиц исходила от влиятельного лютеранского теолога Меланхтона, Надо отметить, что Меланхтон оставался приверженцем аристотелево-птолемеевского учения о мироздании даже после появления системы Коперника; эту последнюю Меланхтон считал «злым и безбожным мнением» и полагал, что правительство обязано подавить её. Он уговорил заняться этой работой Рейнгольда, который преподавал астрономию в Виттенбергском университете по Птолемею. Однако, когда идеи Коперника начали распространяться, Рейнгольд проявил к ним большой интерес; вероятно, сказалась его дружба с Ретиком, учеником Коперника. В 1542 году, за год до публикации труда Коперника, в предисловии к сочинению Пурбаха «Новая теория планет» (*Theorica nova planetarum*) Рейнгольд одобрительно отозвался о гелиоцентрической системе, хотя не упомянул имени Коперника.

В качестве опорных точек для таблиц Рейнгольд принял меридиан Кёнигсберга и положение Сатурна в день рождения герцога (17 мая 1490 года). Продолжительность тропического года в таблицах считалась равной 365 суткам 5 часам 49 минутам 16 секундам (на 30 секунд больше истинного значения).

Новые таблицы должны были стать заменой «Альфонсовым таблицам», которые были рассчитаны в XIII веке в рамках геоцентрической модели Птолемея (в XV веке они были несколько модернизированы Региомontanом). Рейнгольд использовал некоторые из астрономических таблиц, содержавшихся в «Альфонсовых таблицах», а также часть таблиц из труда Коперника, в которых исправил несколько вычислительных ошибок.

В «Прусских таблицах» Коперник упоминается в связи с его наблюдениями, но ни обсуждения, ни упоминания гелиоцентризма нет. Рейнгольд, впрочем, подготовил и собирался издать подробный комментарий к книге Коперника, однако эпидемия чумы оборвала его жизнь через два года после издания таблиц (1553 год), и рукопись была утеряна.

### **Роль в истории астрономии**

Одним из достоинств «Прусских таблиц» по сравнению с предшественниками было упрощение расчётов. Рейнгольд и другие коперниканцы надеялись, что с переходом на новые таблицы возрастёт также точность расчётов, тем более что Рейнгольд использовал результаты современных ему наблюдений. Однако эти надежды не вполне оправдались; например, Клавиус отметил, что весеннее равноденствие 1586 года предсказано «Альфонсовыми таблицами» с ошибкой 6 часов, а «Прусскими таблицами» — с ошибкой 13 часов. Клавиус, впрочем, использовал «Прусские таблицы» при подготовке календарной реформы 1582 года; в частности, в основу нового календаря было положено рейнгольдское значение длины года.

Тихо Браге и Кеплер, активно использовавшие таблицы Рейнгольда, обнаружили, что результаты вычисления положения планет по «Прусским таблицам» иногда расходятся с наблюдениями на целых 4 — 5°. С другой стороны, сближение Юпитера и Сатурна в 1563 году таблицы Рейнгольда предсказали с ошибкой в

несколько дней, тогда как «Альфонсовы таблицы» давали ошибку в несколько месяцев.

Существенное повышение точности обеспечили только «Рудольфовы таблицы» Иоганна Кеплера (1627 год), которые учитывали эллиптичность орбит планет и неравномерность их движения. Пьер Гассенди провёл сравнение предсказаний трёх сборников таблиц для события прохождения Меркурия по солнечному диску 7 ноября 1631 года; «Альфонсовы таблицы» дали ошибку в  $4^{\circ} 25'$ , «Прусские таблицы» —  $5^{\circ}$ , а «Рудольфовы таблицы» — всего  $14'$ , то есть в 20 раз меньше.

Таким образом, «Прусские таблицы» стали в истории астрономии важным, но промежуточным этапом. Это была первая попытка использовать гелиоцентризм для практических целей.

## Публикации

The image shows two pages from the 'Tabulae Pravae' (Prussian Tables) by Peter Gassendi. The left page is titled 'ECLIPSES LUNAE UNUM ET VIGINTI, SO. LIS NOVEM A NOBIS DILIGENTER OBSERVATAE' and contains two tables of lunar eclipses. The right page is titled 'ECLIPSES SOLIS' and contains a table of solar eclipses. Both tables list the date, time, and location of the eclipses.

Anno	Mes.	Die	H. M.	Loc.
1571	Decem.	8	8 1	totalis
1576	Octob.	7	11 12	non par.
1577	April.	4	8 10	totalis
1579	Septem.	15	11 1	totalis
1580	Septem.	15	11 12	15
1580	Decem.	21	10 9	totalis
1581	Januar.	19	9 17	totalis
1581	Iul.	15	16 57	totalis
1584	Novem.	7	11 12	totalis
1587	Septem.	6	5 16	2 41
1588	Mart.	4	11 1	totalis
1590	Decem.	10	6 55	non par.
1591	Iunij.	14	10 16	1 0
1594	Decem.	8	7 46	non par.
1594	Octob.	9	19 16	totalis
1597	April.	11	16 16	totalis

Anno	Mes.	Die	H. M.	Loc.
1591	April.	9	8 0	6 10
1592	Febr.	21	5 50	5 50
1594	April.	20	5 12	1 0
1595	Iulij.	11	7 54	5 0
1597	Iulij.	10	1 11	3 10
1597	Septem.	21	1 8	1 50
1598	Febr.	14	11 15	2 10
1598	Iulij.	11	16 8	1 0
1600	Iulij.	10	1 44	1 0

Рис. Прусские таблицы

1551 год: первое издание, Тюбинген. Ввиду большого спроса на книгу в 1562 году была допечатка.

1571 год: второе издание, Тюбинген, под редакцией Мёстлина, будущего наставника Кеплера. Мёстлин добавил послесловие и две страницы с исправлениями.

1585 год: третье издание, Виттенберг.

Ранее в КИА

Глава 2-1-2. Толедские таблицы

Глава 2-1-4. Альфонсинские таблицы

## Глава 2-3-2

### Томас Диггес

Томас Диггес (1546 – 1595 гг.) — английский астроном, один из первых сторонников и пропагандистов гелиоцентрической системы мира.

Отцом Томаса Диггеса и его учителем был математик и землемер Леонард Диггес (ок. 1520 – ок. 1559 гг.). После смерти отца обучением Томаса Диггеса занимался математик и философ Джон Ди.



Рис. Томас Диггес

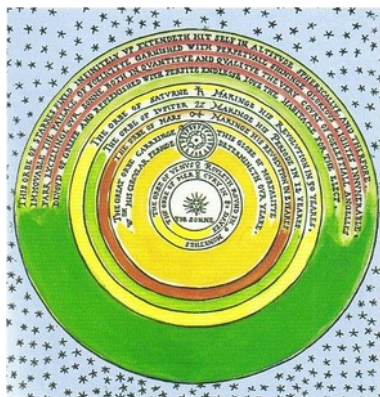
Диггес служил членом парламента от Уоллингфорда в 1572 и 1584 годах. Во время войны с испанскими Нидерландами (1586 – 1594 гг.) служил в армии. В 1582 году занимался фортификационными работами в крепости Довер Харбор.

Свои астрономические взгляды Диггес описал в работе «Совершенное описание небесных сфер в соответствии с древней доктриной пифагорейцев, возрождённой Коперником, подкреплённое геометрическими демонстрациями» (1576 год), которая стала приложением

к книге его отца Леонарда Диггеса. В отличие от Николая Коперника, Диггес (вероятно, первым из европейских учёных) предположил, что звёзды располагаются во Вселенной не на одной сфере, а на различных расстояниях от Земли — более того, до бесконечности:

«Сфера неподвижных звёзд простирается бесконечно вверх и поэтому лишена движения».

При этом, в отличие от Джордано Бруно, Диггес не считал Вселенную за пределами Солнечной системы тождественной по своим физическим свойствам с Солнечной системой. Наоборот, по его мнению, «сфера» неподвижных звёзд есть «Дворец величайшего Бога, пристанище избранных, обиталище небесных ангелов». Как метко заметил выдающийся историк науки Александр Койре, Диггес «склонен помещать звёзды не на небе астрономов, а на небесах теологов».



*Рис. Структура Вселенной по Томасу Диггесу.*

Представление о бесконечности Вселенной позволило Диггесу сформулировать прообраз фотометрического парадокса. Решение этой загадки он видел в том, что далёкие звёзды не видны в силу своей удалённости.

Еще одной проблемой, рассмотренной в «Совершенном описании» стало обоснование ненаблюдаемости суточного вращения Земли. Диггес приводит в пример

физические явления на корабле, равномерно движущемся по спокойному морю. Анализ Диггеса напоминает тот, что был приведён Галилео Галилеем в книге «Диалоги о двух главнейших системах мира» и предвосхищает принцип относительности. Чтобы показать отсутствие влияния движения на ход явлений, протекающих на движущихся телах, Диггес проводил эксперименты по бросанию предметов с мачты движущегося судна.

Другим достижением Томаса Диггеса является предпринятая совместно с Джоном Ди попытка измерения суточного параллакса Новой звезды, вспыхнувшей в 1572 году (сверхновая Тихо Браге). Отсутствие заметного параллакса позволило сделать ему вывод, что эта звезда находится далеко за орбитой Луны и тем самым не принадлежит, вопреки Аристотелю, «подлунному миру» (к тому же выводу примерно одновременно пришли Тихо Браге, Михаэль Мёстлин и некоторые другие учёные). Диггес полагал Новую звезду чудом, возникшем во воле Господа и доказывающим Его бесконечное могущество. Изменение её блеска Диггес связывал с изменением расстояния до звезды, происходящим из-за вращения Земли вокруг Солнца.

Вместе со своим отцом Леонардом Диггес занимался конструированием отражательного телескопа. Считается, что эти работы увенчались частичным успехом.

### **Интересный факт**

Американский астроном Питер Ашер предположил, что Томас Диггес является прототипом шекспировского Гамлета. В этом случае одним из смысловых пластов знаменитой пьесы Шекспира является спор между главнейшими системами мира, существовавшими в XVII веке. Согласно этой интерпретации, прототипом Клавдия (дяди Гамлета, незаконно завладевшего тронем его отца) стал Клавдий Птолемей, Розенкранца и Гильденстерна — Тихо Браге, автор промежуточной системы мира, где все планеты вращаются вокруг Солнца, которое само вращается вокруг Земли.

## Глава 2-3-3

### Йост Бюрги

Йост Бюрги (28 февраля 1552 — 31 января 1632 гг.) — швейцарский и немецкий математик, астроном, часовщик и приборостроитель. Один из первых изобретателей часов с маятником, известен также как автор логарифмических таблиц, которые разработал практически одновременно с Непером.



*Рис. Йост Бюрги*

Родился в 1552 году в Швейцарии. О его жизни или образовании до того, как он стал астрономом и часовщиком при дворе ландграфа Вильгельма IV в Касселе в 1579 году, известно мало. Предполагается, что он получил свои математические знания в Страсбурге, в



частности от швейцарского математика Конрада Дазиподиуса, но подтверждающих это фактов нет.

Но даже если он был самоучкой, Бюрги уже при жизни считался одним из самых выдающихся инженеров-механиков своего поколения. Его работодатель Вильгельм IV, Ландграф Гессен-Кассельский, в письме Тихо Браге восхвалял Бюрги как «второго Архимеда». Другой самоучка Николай Реймерс в 1587 году перевел для Бюргера на немецкий язык «De Revolutionibus Orbium Coelestium» Коперника. Копия перевода сохранилась.

Неизвестно, где он научился навыкам изготовления часов, но он стал самым талантливым производителем часов и научных инструментов своего времени. Среди его главных часовых изобретений были маятник, крестообразный спуск и механизм подзавода часов и перевода стрелок, которые на порядки повысили точность механических часов того времени. Это позволило впервые использовать часы в качестве научных инструментов, позволяющих с достаточной точностью засекаать время прохождения звезд в перекрестье телескопов, что позволило точно определять положение звезд.

В 1585 году Бюрги сконструировал для ландграфа Вильгельма IV часы с тремя стрелками. Впервые в часах кроме часовой и минутной была встроена ещё и секундная стрелка. С помощью этих часов стало возможным измерять новую единицу времени — секунду.

В 1588 году Бюрги открыл логарифмы, таблицы которых он опубликовал в 1620 году (независимо от Джона Непера).

В 1594 году совместно с Антониусом Эйзенхойтом создаёт автоматический небесный глобус с изображением известных к концу XVI столетия созвездий.

Вместе с Ротманном составил каталог 121 звезды, причём в первый раз измерение времени служило средством определения мест звёзд.

С 1604 по 1630 год состоял на службе у императора Рудольфа II в Праге, где придворным астрономом был Иоганн Кеплер. В 1631 году, за год до своей смерти, он вернулся в Кассель.

## Глава 2-3-4

### Кассельская обсерватория Вильгельм IV Гессен-Кассельский

Вильгельм IV Гессен-Кассельский (Вильгельм Мудрый; 24 июня 1532 — 25 августа 1592 гг.) — первый ландграф Гессен-Касселя.



*Рис. Вильгельм IV Гессен-Кассельский*

После смерти Региомонтана и Вальтера именно ландграфом Вильгельмом IV Гессен – Кассельским были проведены систематические астрономические наблюдения. Он еще в детстве отличался любовью к наукам, а интерес к астрономии получил, по рассказам, в возрасте 20 лет при изучении прекрасной Апиановой «*Astronomicum Caesareum*», картонные модели которой он приказал изготовить из металла. Он серьезно занялся

наукой и в 1561 году построил в Касселе первую в Европе астрономическую обсерваторию, замечательную тем, что на ней впервые была сооружена вращающаяся крыша — приспособление, встречающееся почти на всех современных обсерваториях. В течение шести последующих лет он производил на ней обширные наблюдения (преимущественно над неподвижными звездами). Затем смерть отца заставила его заняться государственным правлением. Однако, спустя несколько лет (1575 г.), после встречи с датским астрономом Тихо Браге, Вильгельм возобновил свои занятия астрономией в Кассельской обсерватории.

В числе сотрудников были Кристофер Ротман — один из первых сторонников гелиоцентрической системы мира — и талантливый самоучка Иоста Бюрги. Некоторое время там работал Тихо Браге.

Главной целью трудов Кассельской обсерватории было составление звездного каталога. Положения звезд сравнивались с положениями солнца, Венеры или Юпитера, служивших соединительными звеньями, и затем выводили их положения относительно экватора и первой точки Овна (А); при этом вносились поправки на атмосферное преломление света и на солнечный параллакс, но замечательным нововведением были часы, которым отмечалось время наблюдения и измерялось движение небесной сферы. Постройка часов достаточной точности для требуемой цели удалась благодаря механическому гению Бюрги, и, в частности, его открытию, что часы можно регулировать маятником.

К 1586 году зарегистрировано была самым тщательным образом 121 звезда, но более полный каталог, в который должно было войти свыше тысячи звезд, так и не был окончен, благодаря неожиданному уходу Ротмана в 1590 году и смерти ландграфа, последовавшей двумя годами позже.

Часть астрономических исследований Вильгельма IV была издана Снеллиусом под заглавием «*Coeli et siderum observationes*» (Лейд., 1618). Ещё большая часть хранится в виде рукописи в кассельской библиотеке.



Рис. Кассельский дворец с башенками-обсерваториями по  
углам. Сгорел в 1811 году.

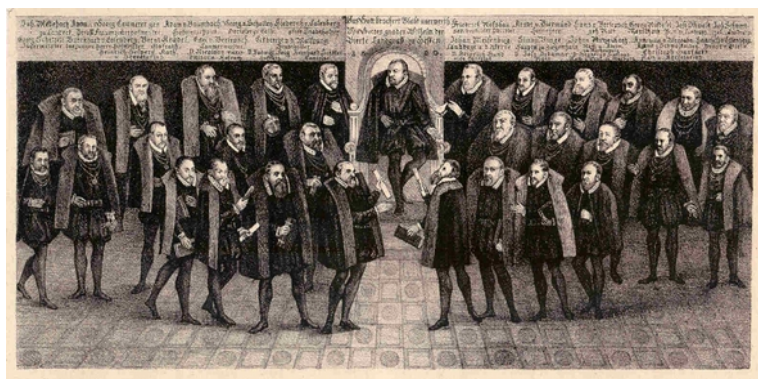


Рис. Вильгельм IV Гессен-Кассельский в кругу советников.  
Фреска в Касселе, 1580 год.

## Глава 2-3-5

### Пауль Виттих

Пауль Виттих (ок. 1546 — 9 января 1586 гг.) — немецкий математик и астроном конца XVI века.

Виттих родился в Бреслау (Вроцлав), Силезия. Учился в университетах Лейпцига (1563 г.), Виттенберга (1566 г.), Франкфурта-на-Одере (1576 г.), однако неизвестно, получил ли он там какие-либо учёные степени. В 1580 году работал в Ураниборге — обсерватории Тихо Браге на острове Вен. Примерно с 1584 по 1586 работал в астрономической обсерватории ландграфа Гессен-Кассельского Вильгельма IV в Касселе. Некоторое время сотрудничал с одним из изобретателей маятниковых часов Йостом Бюрги.

Умер в Вене в возрасте около 40 лет.

Предметом внимания Виттиха как астронома были геометрические преобразования системы Коперника к геоцентрической системе отсчёта. В 1578 году он построил диаграмму, на которой Меркурий и Венера обращались вокруг Солнца, а эпициклы Марса, Юпитера и Сатурна имеют радиусы, равные радиусу окружности, по которой Солнце обращается вокруг Земли. Соответствующий чертеж Виттих разместил в принадлежащем ему экземпляре книги Коперника «О вращении небесных сфер». С геометрической точки зрения, эта модель полностью эквивалентна геогелиоцентрической системе мира Тихо Браге, в которой все планеты обращаются вокруг Солнца, которое обращается вокруг Земли. Предполагается, что именно Виттих подал Тихо Браге идею разработать такую систему мира.

Виттих сыграл также заметную роль в развитии математического аппарата астрономии.

## Глава 2-3-6

### Петер Апиан

Петер Апиан (Петер Бьеневиц, 16 апреля 1495 — 21 апреля 1552 гг.) — немецкий механик, астроном и картограф.



*Рис. Петер Апиан*

Петер Бьеневиц родился близ города Лейснига в Саксонии. Его отец, Мартин, был сапожником. Семья была относительно зажиточной, принадлежала к среднему классу жителей Лейснига. Апиан получил образование в латинской школе в Рохлице. С 1516 по 1519 год он учился в Лейпцигском университете; там он латинизировал свое имя до Arianus (лат. aris означает "пчела"; "Biene" - немецкое слово, обозначающее пчелу).

В 1519 году Апиан переехал в Вену и продолжил свое обучение в Венском университете, который считался одним из ведущих университетов в области географии и математики в то время и где преподавал Георг

Танштеттер. Когда в 1521 году в Вене разразилась эпидемия чумы, он получил степень бакалавра и переехал в Регенсбург, а затем в Ландсхут.

В 1527 году Петр Апиан был призван в университет Ингольштадта в качестве математика и печатника. Его типография начиналась с малого. Среди первых книг, которые он напечатал, были сочинения Иоганна Экка, антагониста Мартина Лютера. Эта типография действовала с 1543 по 1540 год и стала хорошо известна своими высококачественными изданиями географических и картографических работ.

Самое известное из его сочинений — переведённая на несколько языков «Cosmographia» (Ландсгут 1524, Антверпен 1529, и другие издания). В этом сочинении Апиан предлагает для определения географических долгот измерять расстояние между Луной и неподвижными звёздами и впервые указывает, что хвосты комет обращены в сторону, противоположную Солнцу.



Рис. Атлас Апиана

Кроме того, его перу принадлежит роскошно изданная книга «Astronomicum Caesareum» (Ингольштадт, 1540, с

гравюрами) и «Inscriptiones sacrosanctae vetustatis» (Ингольштадт, 1534, с гравюрами).

Несмотря на многочисленные приглашения других университетов, включая Лейпциг, Падую, Тюбинген и Вену, Апиан оставался в Ингольштадте до самой своей смерти. Хотя он пренебрегал своими преподавательскими обязанностями, университет, очевидно, гордился тем, что принимает у себя такого уважаемого ученого.

Среди работ Апиана по математике можно отметить публикации вариации треугольника Паскаля (1527 год), и таблиц синусов (1534 год).

В 1531 году он наблюдал комету Галлея и заметил, что хвост кометы всегда направлен в сторону от солнца. Джироламо Фракасторо также обнаружил это в 1531 году, но публикация Апиана была первой, которая также включала графику.



Рис. «Апианские колеса»

Апиан изобрёл и улучшил многие математические и астрономические приборы и некоторые из них описал. Он разработал солнечные часы, опубликовал руководства по астрономическим инструментам и создал volvelles («Апианские колеса»), измерительные приборы, полезные для вычисления времени и расстояния для астрономических и астрологических приложений.



## Глава 2-3-7

### Христоф Ротман

Христоф Ротман (1560 — 1600 гг.) — немецкий астроном и математик.

В 1577 году назначен придворным математиком при ландграфе Вильгельме IV Гессенском. Работал в астрономической обсерватории Вильгельма в Касселе. В 1590 году ездил к Тихо Браге на остров Вен. Ротман владел часами, устроенными знаменитым Бюрги, с особенным «вновь изобретенным» регулятором, в котором можно подозревать первое приложение маятника. Вместе с Бюрги составил каталог из 121 звёзд, причём в первый раз измерение времени служило средством определения мест звёзд. Эти наблюдения изданы Снеллием в «*Coeli et siderum in eo errantium observationes Hassiacae*». Ротман указал на наблюдения Луны, как на средство определения долгот. Один из первых описал зодиакальный свет. Его сочинение «*Doctrina triangulorum*» осталось неизданным.

Ротман, о жизни которого мы знаем очень мало, был, по-видимому, весьма знающий математик и астроном — теоретик. Ему принадлежат некоторые улучшения в методах решения различных астрономических задач. Вначале он был коперниканцем, но затем указал на ненужное усложнение в теории Коперника, разделившим движение Земли на три составляющие, в то время как достаточно было двух. Его вера в систему Коперника впоследствии сильно пошатнулась, после того, как в результате наблюдений обнаружил ошибки в Пруссских таблицах. Но защищал гелиоцентрическую систему мира от критики Тихо Браге. На основании наблюдения движения комет одним из первых (еще до Тихо Браге) посчитал, что твёрдых небесных сфер не существует.

## Глава 2-3-8

### Давид Фабрициус

Давид Фабрициус (1564 — 1617 гг.) — пастор в Восточной Фрисландии, известный своими работами в астрономии.



*Рис. Давид Фабрициус*

Изучал астрономию у Лампадиуса в Брауншвейге. Состоял в переписке с Тихо Браге и Кеплером. По заявлению последнего, Фабрициус был лучшим (после Тихо Браге) наблюдателем своего времени.

Заметил 3 августа 1596 г. уменьшение блеска звезды омикрон Кита (Mira Ceti) — это было первое открытие переменной звезды.

Кроме наблюдений планет, известны его наблюдения кометы 1607 года и новой звезды в созвездии Змееносца.

Фабрициус был убит из мести крестьянином, которого он с кафедры изобличил в краже.

## Глава 2-3-9

### О магнитных полюсах Земли Уильям Гильберт

Уильям Гильберт (24 мая 1544 — 30 ноября 1603 гг.) — английский физик, придворный врач Елизаветы I и Якова I. Изучал магнитные и электрические явления, первым ввёл термин «электрический».



*Рис. Уильям Гильберт*

Семья Гильберта была очень известна в округе: его отец был чиновником, а сама семья имела достаточно длинную родословную. Закончив местную школу в 1558 году, Уильям был отправлен в Кембридж. О его жизни до начала научной карьеры известно очень мало. Существует версия, что он учился и в Оксфорде, хотя документальных доказательств этому нет. В 1560 году он получает степень бакалавра, а в 1564 году — магистра философии. В 1569 году Гильберт становится доктором медицины и

несколько лет путешествует по Европе. Вернувшись, он поселился в Лондоне. В 1573 году он становится членом Королевского медицинского колледжа.

Гильберт интересовался астрономией, изучил практически всю доступную литературу о планетах и был ведущим пропагандистом идей Коперника и Джордано Бруно в Англии. В частности, он поддерживал мнение Коперника о том, что Земля непрерывно вращается вокруг своей оси, а также о том, что неподвижные звёзды расположены от неё на разном расстоянии.

Неизвестно, что именно послужило причиной пробуждения интереса Гильберта к магнетизму. Возможно, влияние оказал тот факт, что в его время толчёный магнит прописывался в качестве слабительного. О физиологическом воздействии намагниченного железа сам учёный писал: «возвращает красоту и здоровье девушкам, страдающим бледностью и дурным цветом лица, так как оно сильно сушит и стягивает, не причиняя вреда».



*Рис. Уильям Гильберт демонстрирует магнит королеве Елизавете I в 1598 году. Картина Эрнеста Борда.*

В 1600 году Уильям Гильберт издал книгу «De magnete, magneticisque corporibus etc.», в которой описал электрические свойства тел и свои опыты над магнитами.

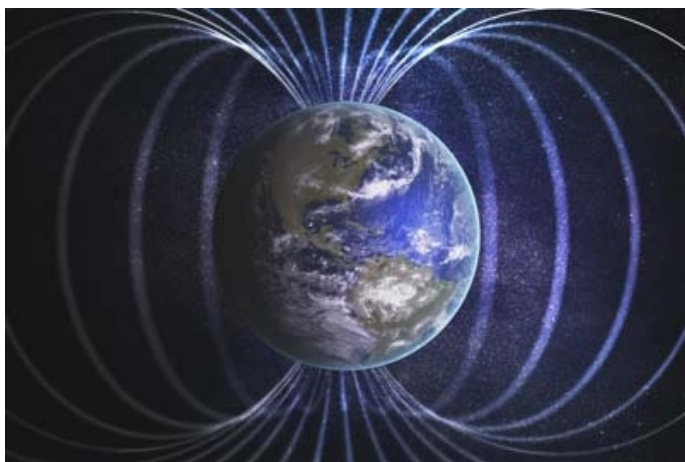
В своём труде Гильберт впервые разделил собственно магнетизм и так называемый «эффект янтаря» (статическое электричество) и ввёл в оборот само понятие «электричество» (от греческого названия янтаря — «электрон»). Создав первый в мире электроскоп, который сам исследователь назвал «версор», он показал, что при натирании способность притягивать лёгкие предметы приобретает не только янтарь, но и ряд других материалов, которым он дал название «электрические тела» (алмаз, сапфир, стекло, сургуч, опал, аметист, горный хрусталь, сера, каменная соль и прочие).

Гильберт продемонстрировал, что при разделении куска намагниченного железа на части каждая из них сама образует двухполюсный магнит, а также, что полюсы, которые он назвал одноимёнными, отталкиваются, а разноимённые — притягиваются. Им было показано, что железные предметы под влиянием магнита сами приобретают магнитные свойства, а сила магнита при тщательной обработке поверхности возрастает. Гильберту также удалось опровергнуть миф о том, что на работу компаса может повлиять чеснок. Не сумев объяснить природу магнетизма, он писал о «душе» магнита, определяющей его поведение.

Гильберт создал первую теорию магнитных явлений. Он установил, что любые магниты имеют два полюса, при этом разноименные полюсы притягиваются, а одноименные отталкиваются. Проводя опыт с железным шаром, который взаимодействовал с магнитной стрелкой, впервые предположил, что Земля является гигантским магнитом, а магнитные полюсы Земли могут совпадать с географическими полюсами планеты.

Гильберт полагал, что поле Земли подобно полю намагниченной сферы. Свое утверждение У. Гильберт основывал на опыте с моделью нашей планеты, представляющей собой намагниченный железный шар, и маленькой железной стрелкой. Главным аргументом в

пользу своей гипотезы Гильберт считал, что магнитное наклонение, измеренное на такой модели, оказалось почти одинаковым с наклонением, наблюдавшимся на земной поверхности. Несоответствие же земного склонения со склонением на модель Гильберт объяснял отклоняющим действием материков на магнитную стрелку.



*Рис. Магнитное поле Земли*

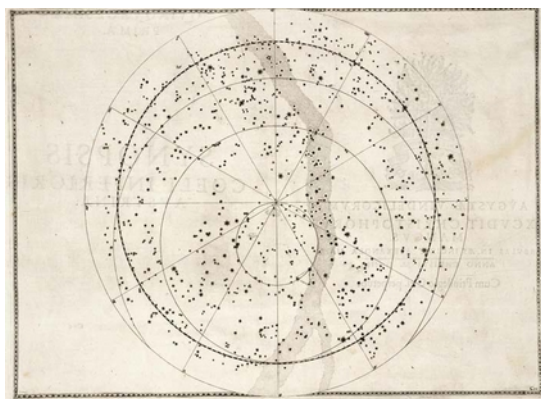
Хотя многие факты, установленные позднее, не совпадали с гипотезой Гильберта, она не теряет своего значения и до сих пор. Основная мысль Гильберта о том, что причину земного магнетизма следует искать внутри Земли, оказалась правильной, равно как и то, что в первом приближении Земля действительно является большим магнитом, представляющим собой однородно намагниченный шар.

Гильберта интересовал вопрос о силе, удерживающей планеты на постоянных орбитах. Теория о том, что притяжение планет вызвано магнетизмом, некоторое время была популярна. Его идеи оказали влияние на Кеплера.

## Глава 2-3-10

### Атлас «Уранометрия»

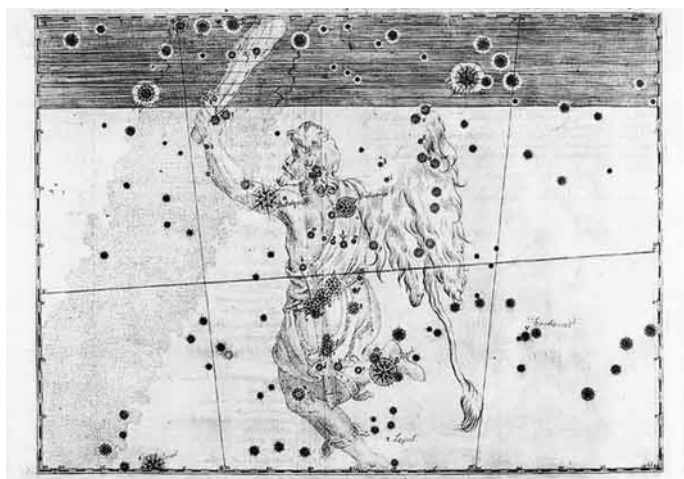
Изданный в 1603 году Иоганном Байером атлас звёздного неба «Уранометрия» стал первым атласом современного типа. Он состоит из 51 карты звёздного неба. На первых 48 листах помещены 48 созвездий Птолемея. На одном листе предложены 12 новых созвездий южного полушария неба. Последние 2 листа представляют обзор северной и южной приполярных областей неба.



*Рис. Полярная область из атласа «Уранометрия»*

Для составления карт атласа Байер пользовался наблюдениями датского астронома Тихо Браге, выдающегося наблюдателя своего времени. Несмотря на то, что они проводились в дотелескопическую эпоху, положения многих звёзд Тихо определил с точностью до одной угловой минуты. Таким образом, атлас Байера предложил новый стандарт точности небесного картографирования для своей эпохи.

По традиции и астрономической практике того времени атлас содержал изображения мифологических персонажей. Астрономы пользовались описательным принципом, позиционируя небесные объекты как находящиеся в той или иной части воображаемой фигуры на небе. Медные гравюры Байера стали образцом художественного оформления звёздных атласов.



*Рис. Созвездие Орион*

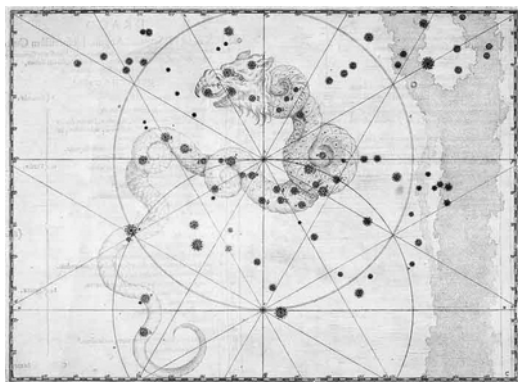
Подобно другим звёздным атласам этого и более раннего периода, атлас Байера строился на эклиптической системе небесных координат. Однако использовалась не современная 360-градусная градуировка эклиптики, а принятая в то время астрологическая, основанная на 30-градусных знаках. Через каждые 30 градусов проводились вертикальные линии, ограничивающие знаки Зодиака и сходящиеся у полюсов эклиптики, поля карт прокалиброваны через каждый градус. Для построения атласа использовалась прямолинейная картографическая проекция (которая теперь называется трапецеидальной). Она позволяет рассчитывать положения звёзд путём интерполирования.



## Новые созвездия

Эпоха великих географических открытий XVI века, сверхдальние морские экспедиции, исследования новых морских торговых путей и, соответственно, новые навигационные задачи поставили перед астрономами задачу картографирования южного полушария небесной сферы, мало исследованную до этого времени. Одним из инициаторов таких работ был голландский учёный-богослов Петер Планциус, советник по снаряжению морских экспедиций.

По его заданию во время плавание голландского купца Фредерика де Хаутмана в Индию вокруг мыса Доброй Надежды в 1595—1596 годах его главный штурман Питер Дирксзун Кейзер составил каталог 135 наиболее ярких звёзд южного неба, недоступных для наблюдения в Северном полушарии, и распределил их по 12 характерным группам, дав каждой символическое имя.



*Рис. Южный полюс.*

Эти 12 созвездий нанесены на карты «Уранометрии» Байера и, благодаря популярности атласа, стали общепринятыми и традиционно приписываются самому Байеру. Это первая по времени появления группа новых созвездий, дополнивших созвездия, известные с античности, и сохранившихся до сих пор.



Часть 2-4

Начало современной астрономии

## Содержание

- Глава 2-4-1 (том-часть-глава). Тихо Браге
- Глава 2-4-2. Астрономическая деятельность Тихо Браге
- Глава 2-4-3. Результаты работы Тихо Браге
- Глава 2-4-4. Джордано Бруно
- Глава 2-4-5. Мировоззрение Джордано Бруно
- Глава 2-4-6. Иоганн Кеплер
- Глава 2-4-7. Законы Иоганна Кеплера
- Глава 2-4-8. Научная деятельность Иоганна Кеплера
- Глава 2-4-9. Галилео Галилей
- Глава 2-4-10. Наблюдения с помощью телескопа
- Глава 2-4-11. Критика учения Аристотеля
- Глава 2-4-12. Конфликт с католической церковью
- Глава 2-4-13. Научные достижения Галилея

## Глава 2-4-1

### Тихо Браге

Тихо Браге (14 декабря 1546 — 24 октября 1601 гг.) — датский астроном, астролог, алхимик эпохи Возрождения. Первым в Европе начал проводить систематические и высокоточные астрономические наблюдения, на основании которых Кеплер вывел законы движения планет.

Тюге Браге происходил из древнего датского рода, известного с начала XV века. Первые годы провёл в родовом замке Кнудstrup.

Отец Тихо, Отте Браге, как и многие из его предков, занимал высокие военные и политические должности датского государства. В семье было 10 детей, по древнему обычаю викингов, одного из мальчиков — Тихо — передали на воспитание в бездетную семью брата отца Йергена, адмирала королевского флота.



*Рис. Тихо Браге*

Адмирал, человек очень состоятельный, окружил заботой своего единственного приёмного сына, который получил блестящее образование. Уже в 12-летнем возрасте (апрель 1559 года) Тихо поступил в университет Копенгагена, где увлёкся астрономией. Стимулом к увлечению послужило затмение Солнца 1560 года (хотя Браге писал, что книги по астрономии заинтересовали его ещё в детстве). Качество преподавания в Копенгагене было невысоким, и Браге продолжил обучение в Лейпциге (1562 год). Ночи напролёт Браге проводил за астрономическими наблюдениями, для чего обзавёлся инструментами, часть которых купил, а часть изготовил самостоятельно.

Закончить обучение Браге не удалось: в мае 1565 года началась очередная датско-шведская война. Спустя месяц его приёмный отец Йерген, спасая короля, сброшенного лошадью с моста в море, простудился и умер. Крупное состояние адмирала перешло к 19-летнему Тихо Браге.

Обретённую независимость Браге решил использовать для завершения обучения. В апреле 1566 года он прибыл в знаменитый Виттенбергский университет, оплот протестантской культуры. Но началась эпидемия чумы, и он был вынужден срочно уехать в Росток. Там Браге в ходе дуэли с дальним родственником лишился верхней части носа, в результате чего был вынужден всю оставшуюся жизнь носить протез. Когда эпидемия спала, Браге совершил ряд поездок — сначала на родину, затем через Росток — в Виттенберг, Базель и, наконец, Аугсбург, куда прибыл в апреле 1569 года. Здесь он провёл два года и заплатил местным ремесленникам значительную сумму за изготовление ряда астрономических инструментов по собственным чертежам, в том числе квадранта высотой 11 метров, полу-секстанта и небесного глобуса полутора метров в диаметре. Этот глобус составлял предмет его особенной гордости, и Браге не расставался с ним до конца жизни. Новые инструменты Браге сразу же использовал для астрономических наблюдений. В эти годы он вступил в переписку с видными учёными, среди которых был Пётр Рамус, посетивший в 1569 году

Аугсбург. Известность Браге в научном мире возрастала. Одновременно Браге изучал алхимию и астрологию.

В мае 1571 года скончался его родной отец. Тихо Браге в наследство совместно с младшим братом достался семейный замок. Вскоре Браге организовал в замке хорошо оборудованную лабораторию для занятий астрономией и алхимией; совместно с дядей Стеном Билле он открыл фабрики по производству бумаги и стекла. В связи с этим он почти забросил астрономические наблюдения, но взрыв сверхновой вернул Браге к прежнему увлечению.

11 ноября 1572 года Тихо Браге, возвращаясь домой из химической лаборатории, заметил в созвездии Кассиопеи необычайно яркую звезду, которой раньше не было. Он сразу понял, что это не планета, и стал измерять её координаты. Звезда сияла на небе ещё 17 месяцев; вначале она была видна даже днём, но постепенно её блеск тускнел. В современной терминологии, это была первая за 500 лет вспышка сверхновой в нашей Галактике; следующая произошла вскоре после смерти Браге (Сверхновая Кеплера), и больше в Галактике вспышек сверхновых, видимых невооружённым глазом, не наблюдалось. Так Тихо Браге вернулся к астрономии.

Появление столь яркого светила взбудоражило Европу, «небесное знамение» считали предсказанием катастрофы, войны, эпидемии и даже конца света. Появились учёные трактаты о том, что это комета или атмосферное явление. Друзья уговорили Браге издать результаты своих наблюдений, и в 1573 году вышла его книга «О новой звезде». В ней Браге сообщал, что у объекта не удалось обнаружить параллакса, и это убедительно доказывает, что новое светило — звезда, и находится не вблизи Земли, а по крайней мере на планетном расстоянии.

Кеплер впоследствии писал: «Пусть эта звезда ничего не предсказала, но, во всяком случае, она возвестила и создала великого астронома». Авторитет Браге как первого астронома Дании укрепился, он получил личное королевское приглашение вести лекции в Копенгагенском университете.

## Глава 2-4-2

### Астрономические занятия Тихо Браге

Браге мечтал построить собственную обсерваторию. 23 мая 1576 года специальным указом датско-норвежского короля Фредерика II Тихо Браге был пожалован в пожизненное пользование остров Вен (Hven), расположенный в проливе Эресунн в 20 км от Копенгагена, а также выделены значительные суммы на постройку обсерватории и её содержание. Это было первое в Европе здание, специально построенное для астрономических наблюдений.

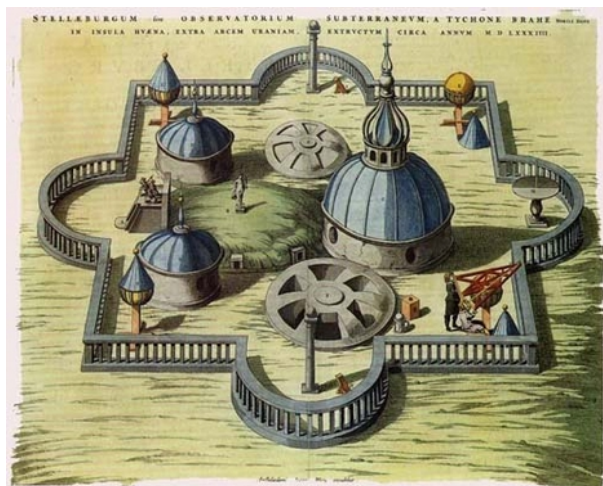


*Рис. Обсерватория «Ураниборг»*

Браге назвал свою обсерваторию «Ураниборг» («Замок Урании») в честь музы астрономии Урании. Он сам составил проект сооружения. В плане замок представлял собой квадрат со стороной около 18 метров, точно ориентированный по сторонам света. Основное здание имело три этажа и подвал. В подвале размещались алхимическая лаборатория и различные склады. На

первом этаже — жилые помещения и библиотека; здесь же хранились любимый небесный глобус и стенной квадрант. На втором этаже были четыре обсерватории с раздвижными крышами, выходящие на все стороны света, на третьем располагались восемь комнат для сотрудников и учеников. Во дворе располагались вспомогательные здания — типография, мастерские и комнаты для слуг.

Средства, выделенные королём, были велики, но их всё равно не хватало, и Браге израсходовал на строительство и оборудование Ураниборга почти все свое состояние. Строительство Ураниборга заняло период с 1576 по 1580 годы, однако уже в 1577 году Браге приступил к работе и 20 лет, вплоть до 1597 года, проводил систематические наблюдения за небесными светилами.



*Рис. Стjerneборг*

В 1584 году рядом с Ураниборгом был построен ещё один замок-обсерватория: Стjerneборг (дат. Stjerneborg, «Звёздный замок»). В скором времени Ураниборг стал лучшим в мире астрономическим центром, сочетавшим наблюдения, обучение студентов и издание научных трудов.



В ноябре 1577 года на небе появилась яркая комета, вызвавшая ещё больший переполох, чем сверхновая. Тихо Браге тщательно проследил её траекторию вплоть до исчезновения видимости в январе 1578 года. Сопоставив свои данные с полученными коллегами в других обсерваториях и не обнаружив у кометы параллакса, он сделал однозначный вывод: кометы — не атмосферное явление, как полагал Аристотель, а внеземной объект, по крайней мере втрое дальше, чем Луна. В 1580-1596 годах появились ещё 6 комет, движение которых аккуратно регистрировалось в Ураниборге.

Свои научные достижения Браге изложил в многотомном астрономическом трактате. Сначала вышел второй том, посвящённый системе мира Тихо Браге (см. ниже) и комете 1577 года (1588 год). Первый том (о сверхновой 1572 года) вышел позднее, в 1592 году в неполном виде; в 1602 году, уже после смерти Браге, Иоганн Кеплер опубликовал окончательную редакцию этого тома. Браге собирался в последующих томах изложить теорию движения других комет, Солнца, Луны и планет, однако осуществить этот замысел уже не успел.

В 1588 году умер покровитель Браге, король Фредерик II. Новый король, Кристиан IV, лишил Браге финансовой поддержки и запретил заниматься на острове алхимией и астрономией.

Браге перебирается в Прагу (1598 год), где становится придворным математиком и астрологом Рудольфа II — императора Священной Римской империи. Император был большим любителем науки и искусств, хотя Браге его интересовал в первую очередь как астролог. Рудольф II назначил Браге крупное жалованье, передал дом в Праге и выделил расположенный неподалёку замок Бенатки для устройства обсерватории. Имперский казначей, однако, заявил, что казна пуста, и обещанный аванс выдать отказался. Некоторый доход приносило составление гороскопов для местной знати.

Вероятно, в это напряжённое время Браге пришёл к выводу, что ему нужен молодой талантливый помощник-математик для обработки накопленных за 20 лет данных.

Узнав о гонениях на Иоганна Кеплера, незаурядные математические способности которого он уже успел оценить из их переписки, Тихо пригласил его к себе.

Немецкий учёный прибыл в Прагу в январе 1600 года. В феврале Браге встретился с ним и объяснил главную задачу: вывести из наблюдений новую систему мира, которая должна прийти на смену как птолемеевской, так и коперниковой. Он также поручил Кеплеру наблюдать ключевую планету: Марс, движение которого решительно не укладывалось не только в схему Птолемея, но и в собственные модели Браге (по его расчётам, орбиты Марса и Солнца пересекались).

В 1601 году Тихо Браге и Кеплер начали работу над новыми, уточнёнными астрономическими таблицами, которые получили название «Рудольфовых» в честь императора. Они были закончены только в 1627 году и служили астрономам и морякам до начала XIX века. Но Браге успел только дать таблицам название. В октябре он неожиданно заболел и умер от неизвестной болезни, проболев всего одиннадцать дней. По словам Кеплера, перед смертью он произнёс: «Жизнь прожита не напрасно».

Наиболее вероятной причиной смерти Тихо Браге является отказ почки и, как следствие, тяжёлая уремия.

Существует легенда, что Тихо Браге, следуя придворному этикету, не мог выйти из-за королевского стола во время обеда, и умер в результате разрыва мочевого пузыря. Но есть и версия, что его отравили. Случайно, из-за чрезмерной дозы лекарств, многие из которых содержали ртуть. Или преднамеренно. Обвиняли Кеплера. И даже агента датского короля Кристиана IV как мстителя за любовную связь с его матерью.

Данные наблюдений и инструменты Браге император велел передать Кеплеру. Рудольф II обещал наследникам Браге выплатить компенсацию за это имущество, но обещания не сдержал. Во время Тридцатилетней войны многие инструменты были разрушены, однако сохранилась книга Браге «Механика обновлённой астрономии» (1598 год) с их подробным описанием.

## Глава 2-4-3

### Результаты работы Тихо Браге

Кеплер писал, что Тихо Браге начал «восстановление астрономии». Всю жизнь Браге посвятил наблюдениям, трудом и изобретательностью добившись результатов, беспрецедентных по точности и широте охвата.

Большинство инструментов в обсерватории он сделал сам. Для повышения точности измерений Браге не только увеличил размеры инструментов, но и разработал новые методы наблюдений, сводящие к минимуму погрешности измерения.

После изобретения телескопа точность наблюдений резко повысилась, но усовершенствования Браге в области механики астрономических инструментов и методов обработки наблюдений сохраняли ценность ещё долгое время.



*Рис. Квадрант. В центре изображён сам Браге.*

Тихо Браге составил новые точные солнечные таблицы и измерил длину года с ошибкой менее секунды.

Точность наблюдений звёзд и планет он повысил более чем на порядок (погрешность менее угловой минуты), а положение Солнца по его таблицам находилось с точностью до одной минуты, тогда как прежние таблицы давали ошибку в 15 – 20 минут. Превосходно оснащённая Стамбульская обсерватория, возникшая одновременно с Ураниборгом, так и не смогла улучшить точность наблюдений по сравнению с античными.

В 1592 году он опубликовал каталог сначала 777 звёзд, а к 1598 году довёл число звезд до 1004, заменив ранее использовавшиеся в Европе, давно устаревшие каталоги Птолемея.

Тихо Браге составил первые таблицы искажений видимых положений светил, вызванных рефракцией света в атмосфере Земли. Сравнивая текущие и отмеченные в античности долготы звёзд, он определил довольно точное значение предварения равноденствий.

Браге открыл новые неравномерности («неравенства») в движении Луны по долготе: третью (вариацию) и четвёртую (годовое) и обнаружил также периодическое изменение наклона лунной орбиты к эклиптике, а также изменения в положении лунных узлов (эвекция по широте) Вплоть до Ньютона в созданной Браге теории движения Луны не понадобилось никаких поправок.

С именем Тихо Браге связаны наблюдение сверхновой звезды в созвездии Кассиопеи 11 ноября 1572 года и первый обоснованный наблюдениями вывод о внеземной природе комет, основанный на наблюдении Большой кометы 1577 года. У этой кометы Тихо Браге обнаружил параллакс, что исключало атмосферную природу явления. Надо отметить, что земным явлением считали кометы такие авторитеты, как Аристотель и Галилей; теория о внеземном происхождении комет дебатировалась ещё немало времени и утвердилась в науке только в эпоху Декарта.

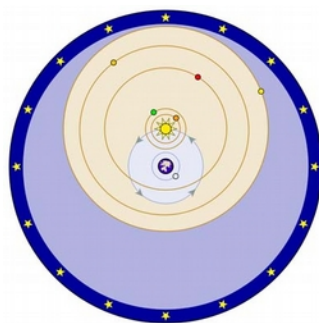
Более того, расчёт орбиты упомянутой кометы показал, что за время наблюдения она пересекла несколько

планетных орбит. Отсюда вытекал важный вывод: никаких «кристаллических сфер», несущих на себе планеты, не существует. В 1577 году в письме к Кеплеру Браге заявляет:

«По моему мнению, сферы... должны быть исключены из небес. Я понял это благодаря кометам, появившимся в небе... Они не следуют законам ни одной из сфер, но, скорее, действуют вопреки им... Движением комет четко доказано, что небесная машина — это не твёрдое тело, непроницаемое, составленное из различных реальных сфер, как до сих пор думали многие, но текучее и свободное, открытое во всех направлениях, которое не чинит абсолютно никаких препятствий свободному бегу планет».

В течение 16 лет Тихо Браге вёл непрерывные наблюдения за планетой Марс. Материалы этих наблюдений существенно помогли его преемнику — немецкому учёному И. Кеплеру — открыть законы движения планет.

### Система мира Тихо Браге



*Рис. Система Тихо Браге*

В гелиоцентрическую систему Коперника Браге не верил и называл её математической спекуляцией (хотя к

Копернику относился с глубоким уважением, держал в обсерватории его портрет и даже сочинил восторженную оду в его честь. Браге предложил свою компромиссную «гео-гелиоцентрическую» систему, которая представляла собой комбинацию учений Птолемея и Коперника: Солнце, Луна и звёзды вращаются вокруг неподвижной Земли, а все планеты и кометы — вокруг Солнца. Суточного вращения Земли Браге тоже не признавал. С чисто расчётной точки зрения, эта модель не отличалась от системы Коперника, но имела важное преимущество: она не вызывала возражений у инквизиции. Прямое доказательство движения Земли вокруг Солнца появилось в 1727 году (абберация света), но система Браге была отвергнута большинством учёных ещё в XVII веке.

В своём труде «*De Mundi aeteri*» Браге так излагает свою позицию:

«Я полагаю, что старое птолемеово расположение небесных сфер было недостаточно изящным, и что допущение такого большого количества эпициклов... следует считать излишним... В то же время я полагаю, что недавнее нововведение великого Коперника... делает это, не нарушая математических принципов. Однако тело Земли велико, медлительно и непригодно для движения... Я без всяких сомнений придерживаюсь того мнения, что Земля, которую мы заселяем, занимает центр Вселенной, что соответствует общепринятым мнениям древних астрономов и натурфилософов, что засвидетельствовано выше Священным Писанием».

Сам Браге искренне верил в реальность своей системы и перед смертью просил Кеплера поддержать её. Он подробно аргументировал в письмах, почему считает ошибочной систему Коперника. Рассчитанные Браге расстояния были на несколько порядков меньше действительных и, если признать движение Земли вокруг Солнца, и у звезд должны были наблюдаться параллаксы, но их не было. Отсюда Браге сделал вывод, что Земля неподвижна. На самом деле видимые диаметры звёзд были увеличены атмосферной рефракцией, а параллаксы звёзд астрономы сумели обнаружить только в XIX веке.

## Глава 2-4-4

### Джордано Бруно

Джордано Бруно (1548 — 17 февраля 1600 гг.) — итальянский монах-доминиканец, философ-пантеист и поэт; автор многочисленных трактатов. Признан выдающимся мыслителем эпохи Возрождения и великим представителем эзотеризма.



*Рис. Джордано Бруно*

Филиппо Бруно родился в семье солдата Джованни Бруно, в местечке Нола близ Неаполя в 1548 году. В 11 лет его привезли в Неаполь изучать литературу, логику и диалектику. В 15 лет он поступил в монастырь Святого Доминика (1563), где в 1565 году постригся в монахи и получил имя Джордано. Своё первое сочинение «Ноев ковчег» Бруно посвятил папе Пию V во время своего посещения Рима в 1568 году.

В 1572 году 24-летний Джордано становится католическим священником. Но уже в 1575 году, во время пребывания в монастыре св. Доминика, Джордано навлек на себя подозрения в чтении запрещенных книг, кроме того, он выносил из кельи иконы и оставлял лишь распятие. Начальству пришлось начать расследование его деятельности. С той поры ему пришлось поменять множество мест проживания, но каждый раз приходилось уехать после скандалов: Рим, Генуя, Турин, Венеция, Женева, где он стал кальвинистом. И вот в 1579 году он оказывается зачисленным в Женевский университет, однако на диспуте его вновь преследует обвинение в ереси — уже со стороны кальвинистов.

Перебравшись в начале 1580 года в Тулузу, Бруно получает учёный титул *Magister artium* и почти 2 года читает курс философии и публичные лекции о книге Аристотеля «О душе» (лат. *De anima*).

Летом 1581 года Бруно переезжает в Париж, где становится преподавателем Сорбоннского университета.

В 1583 году Бруно отправился в Лондон, где оставался в продолжение двух лет. В Англии Бруно пытался убедить высокопоставленных лиц Елизаветинского королевства в истинности идей Коперника, согласно которым Солнце, а не Земля, находится в центре планетарной системы, но безуспешно. В Лондоне он издал ряд трудов, среди которых один из главных — «О бесконечности, вселенной и мирах» (1584 год).

В октябре 1585 года Бруно возвращается в Париж, в июне 1586 года Бруно переезжает в Германию, где безуспешно ищет работу в Майнце и Висбадене. В Марбурге, после зачисления в штат университета, ему вскоре было запрещено читать лекции.

Оттуда он переехал в Виттенберг, где его ждал более радушный приём, и где пробыл два года (1586 – 1588 гг.), читая лекции. При отъезде Бруно произнёс горячую похвальную речь Лютеру.

В 1588 году 40-летний Бруно переезжает в Прагу, где занимается сочинениями о магии, особенно его труд «*De magia naturali*», где он насчитывает девять различных



форм магии (1. магия мудрецов; 2. медико-алхимическая; 3. волшебная; 4. естественная; 5. математическая или оккультная; 6. демоническая; 7. некромантическая; 8. губительно-зловредная; 9. пророческая).

В 1589 году он уже в Гельмштедте, а в 1590 году он приезжает во Франкфурт-на-Майне, где публикует свои труды и получает солидный гонорар. Однако в 1591 году Бруно был вынужден спешно покинуть Франкфурт.

В 1591 году Бруно принял приглашение от молодого венецианского аристократа Джованни Мочениго по обучению искусству памяти (что и было его основным занятием). Однако вскоре отношения Бруно и Мочениго испортились. 23 мая 1592 года Мочениго направил венецианскому инквизитору свой донос на Бруно:

«Я, Джованни Мочениго, доношу по долгу совести и по приказанию духовника, что много раз слышал от Джордано Бруно, когда беседовал с ним в своём доме, что мир вечен и существуют бесконечные миры... что Христос совершал мнимые чудеса и был магом, что Христос умирал не по доброй воле и, насколько мог, старался избежать смерти; что возмездия за грехи не существует; что души, сотворённые природой, переходят из одного живого существа в другое. Он рассказывал о своём намерении стать основателем новой секты под названием «новая философия». Он говорил, что Дева Мария не могла родить; монахи позорят мир; что все они — ослы; что у нас нет доказательств, имеет ли наша вера заслуги перед Богом».

27 февраля 1593 года Бруно был арестован и перевезён в Рим. В римских тюрьмах он провёл семь лет, не соглашаясь признать свои натурфилософские и метафизические убеждения ошибкой. 20 января 1600 года папа Климент VIII одобрил решение конгрегации и постановил передать брата Джордано в руки светской власти.

9 февраля инквизиционный трибунал признал Бруно «нераскаявшимся, упорным и непреклонным еретиком».

Бруно был лишён священнического сана и отлучён от церкви. Его передали на суд губернатора Рима, поручая подвергнуть его «наказанию без пролития крови», что означало требование сжечь живым. В ответ на приговор Бруно заявил судьям: «Вероятно, вы с большим страхом выносите мне приговор, чем я его выслушиваю», и несколько раз повторил: «Сжечь — не значит опровергнуть!».

В приговоре упоминаются некие восемь еретических положений, в которых упорствовал Бруно, однако они не конкретизируются, что дало некоторым историкам, в том числе советской школы, основание предполагать, что часть документа, где подробно описываются обвинения инквизиции, была утрачена. Сохранилось, однако, письмо иезуита Каспара Шоппе, который, по-видимому, присутствовал при оглашении полного приговора и позже кратко пересказывал в письме его положения:

«Он учил самым чудовищным и бессмысленным вещам, например, что миры бесчисленны, что душа переселяется из одного тела в другое и даже в другой мир, что одна душа может находиться в двух телах, что магия хорошая и дозволенная вещь, что Дух Святой не что иное, как душа мира, и что именно это и подразумевал Моисей, когда говорил, что ему подчиняются воды и мир вечен. Моисей совершал свои чудеса посредством магии и преуспевал в ней больше, чем остальные египтяне, что Моисей выдумал свои законы, что Священное Писание есть призрак, что дьявол будет спасен. От Адама и Евы он выводит родословную одних только евреев. Остальные люди происходят от тех двоих, кого Бог сотворил днем раньше. Христос — не Бог, был знаменитым магом... и за это по заслугам повешен, а не распят. Пророки и апостолы были негодными людьми, магами, и многие из них повешены. Он защищал все без исключения ереси, когда-либо проповедовавшиеся».

Каспар Шоппе. Из письма ректору Альтдорфского университета от 17 февраля 1600 года

В дошедшем до нас смертном приговоре не упоминаются гелиоцентрическая система и вообще наука.

## Глава 2-4-5

### Мировоззрение Джордано Бруно

Джордано Бруно не был ученым ни в современном понимании этого термина, ни в терминах современников. Представления о мире у Бруно были противоречивыми. С одной стороны он, развивая гелиоцентрическую теорию Коперника и философию Николая Кузанского, высказывал ряд догадок: об отсутствии материальных небесных сфер, о безграничности Вселенной, о том, что звёзды — это далёкие солнца, вокруг которых вращаются планеты, о существовании неизвестных планет в пределах Солнечной системы.

Отвечая противникам гелиоцентрической системы, Бруно привёл ряд физических доводов в пользу того, что движение Земли не сказывается на ходе экспериментов на её поверхности, опровергая основанные на католическом толковании Священного Писания доводы против гелиоцентрической системы. В противоположность бытовавшим в то время мнениям, он полагал кометы небесными телами, а не испарениями в земной атмосфере. Бруно отвергал средневековые представления о противоположности между Землёй и небом, утверждая физическую однородность мира (учение о 5 элементах, из которых состоят все тела, — земля, вода, огонь, воздух и эфир). Он предположил возможность жизни на других планетах.

С другой стороны, он был сторонником герметизма (см. комментарий) — учения, разделявшегося ещё античными философами — Платоном и Пифагором. Согласно учению герметиков вся Вселенная божественна, включая человека. Звёзды и планеты — живые существа, обладающие душой.

Бруно писал:

«Земля, поскольку она живое существо, движется вокруг Солнца египетской магии; вместе с ней движутся по орбитам планеты, живые светила».

Бруно был человеком далеким от математики и механики. Не поняв сущности теории Коперника и относясь свысока к методам и результатам астрономии, он принял из нее, по существу, только мысль о том, что Земля не занимает центрального положения в Солнечной системе, и использовал это для возрождения древней философии. О Копернике он высказывался так:

«Ему (Копернику) мы обязаны освобождением от некоторых ложных предположений общей вульгарной философии, если не сказать, от слепоты. Однако он недалеко от неё ушёл, так как, зная математику больше, чем природу, не мог настолько углубиться и проникнуть в последнюю, чтобы уничтожить корни затруднений и ложных принципов, чем совершенно разрешил все противодействующие трудности, избавил бы себя и других от многих бесполезных исследований и фиксировал бы внимание на делах постоянных и определённых.»

В эпоху Возрождения Бруно определенно наиболее сложный из философов. Отсюда различные толкования его учения. В настоящее время многие интерпретации его идей пересматриваются. Делать из него предтечу современного ученого эпохи научной революции смешно, его интересы были иной природы (магико-религиозной и метафизической), отличной от той, на которой базировались идеи Коперника. Сомнительно, что Бруно понимал научный смысл этого учения. Невозможно выявить и математический аспект сочинений Бруно, потому что его математика — это пифагорейская аритмология, а следовательно, метафизика. Но Бруно удивительным образом предвосхищает некоторые положения Спинозы, и свойственное романтикам опьянение Богом и бесконечным.

## Комментарий

Герметизм — синкретическое религиозно-философское, магико-окультное, теософское учение эпохи эллинизма и поздней античности. Близкое по духу к гностическому течению, изучавшее тексты с сакральными знаниями, приписываемые мифической личности — олицетворению древнеегипетского бога мудрости и знаний Тота, звавшегося у греков богом Гермесом, — мудрецу Тоту Гермесу Трисмегисту, от имени которого и произошло название течения.



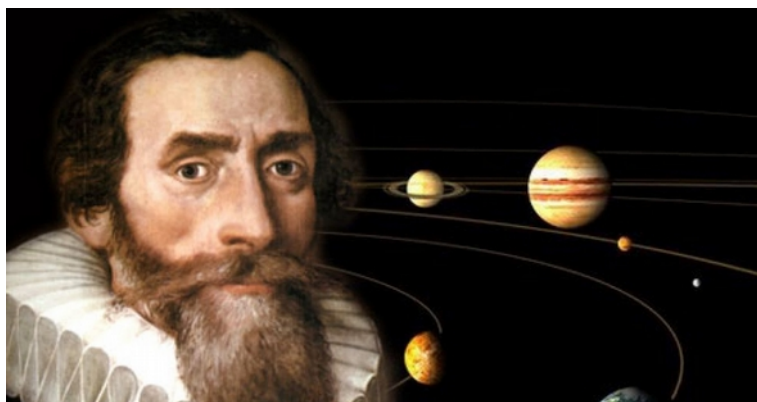
*Рис. Тот Гермес Трисмегист*

Благодаря переводам текстов в XII и XV веках, в Средние века и период Возрождения герметизм становится доктриной (Ars Hermetica) европейских алхимиков и влияет на развитие европейской философии. Учение носило эзотерический (скрытый, открытый только избранным) характер и в практическом своём изложении сочетало элементы популярной древнегреческой философии, халдейской астрологии, персидской магии и древнеегипетской, позже греческой и арабской, алхимии.

## Глава 2-4-6

### Иоганн Кеплер

Иоганн Кеплер (27 декабря 1571 года — 15 ноября 1630 года) — немецкий математик, астроном, механик, оптик, первооткрыватель законов движения планет Солнечной системы.



*Рис. Иоганн Кеплер*

Иоганн Кеплер родился в имперском городе Вайль-дер-Штадте (в 30 километрах от Штутгарта). Его отец, Генрих Кеплер, служил наёмником в Испанских Нидерландах. Когда юноше было 18 лет, отец отправился в очередной поход и исчез навсегда. Мать Кеплера, Катарина Кеплер, содержала трактир, подрабатывала гаданием и траволечением.

Интерес к астрономии появился у Кеплера ещё в детские годы, когда его мать показала впечатлительному мальчику яркую комету (1577 год), а позднее — лунное затмение (1580 год). После перенесённой в детстве оспы Кеплер получил пожизненный дефект зрения, который

мешал ему проводить астрономические наблюдения, однако любовь к астрономии он сохранил навсегда.

В 1589 году Кеплер окончил школу при монастыре Маульбронн, проявив выдающиеся способности. Городские власти назначили ему стипендию для помощи в дальнейшем обучении. В 1591 году он поступил в университет в Тюбингене — сначала на факультет искусств, к которым тогда причисляли и математику с астрономией, затем перешёл на теологический факультет. Здесь он впервые услышал о разработанной Николаем Коперником гелиоцентрической системе мира и сразу стал её убеждённым сторонником.

Кеплер собирался стать протестантским священником, но благодаря незаурядным математическим способностям был приглашён в 1594 году читать лекции по математике в университете города Граца (ныне в Австрии).

В Граце Кеплер провёл шесть лет. Там ему пришлось заниматься составлением календарей с астрологическим содержанием. В 1596 году вышла в свет его первая книга «Тайна мироздания» (*Mysterium Cosmographicum*). В ней Кеплер попытался найти тайную гармонию Вселенной, для чего сопоставил орбитам пяти известных тогда планет (сферу Земли он выделял особо) различные «платоновы тела» (правильные многогранники).

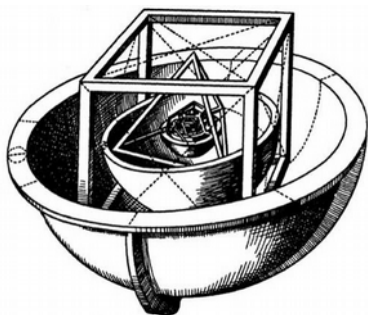


Рис. «Кубок Кеплера»: модель Солнечной системы из пяти платоновых тел.

При всей неправдоподобности идеи Кеплера о геометрической структуре Солнечной системы его сочинение оказалось полезным для пропаганды гелиоцентрической системы. До конца жизни Кеплер верил в наличие скрытой математической гармонии Вселенной, и в 1621 году переиздал «Тайну мира», внося в неё многочисленные изменения и дополнения.

Книгу «Тайна мироздания» Кеплер послал Галилею и Тихо Браге. Галилей одобрил гелиоцентрический подход Кеплера, хотя мистическую нумерологию не поддержал. В дальнейшем они вели оживлённую переписку, и это общение с еретиком-протестантом на суде над Галилеем стало отягчающим вину обстоятельством.

Тихо Браге отверг надуманные построения Кеплера, однако высоко оценил его знания и оригинальность мысли. Когда в католическом Граце начались гонения на протестантов, он пригласил Кеплера к себе. Кеплер был занесён в список изгоняемых «еретиков» и принял приглашение Тихо Браге. Сам Браге к этому времени был выселен из своей обсерватории «Ураниборг» и переехал в Прагу, где служил у императора Рудольфа II придворным астрономом и астрологом.

В 1600 году оба изгнанника — Кеплер и Браге — встретились в Праге. Проведённые здесь десять лет — стали самым плодотворным периодом жизни Кеплера.

Вскоре выяснилось, что взгляды Коперника и Кеплера на астрономию расходятся. Тихо Браге пытался сохранить геоцентризм, а Кеплер был сторонником гелиоцентризма.

После смерти Браге в 1601 году Кеплер занял его должность. Впрочем, жалованье Кеплеру платили редко и скудно. Он вынужден был подрабатывать составлением гороскопов. Кроме того, Кеплеру пришлось вести тяжбу с наследниками Тихо Браге, которые пытались отобрать у него не только имущество покойного, но и результаты астрономических наблюдений, точность которых была выше, чем у предшественников. В конце концов, от них удалось откупиться.

На протяжении нескольких лет Кеплер внимательно изучал данные Браге и в результате тщательного анализа



пришёл к выводу, что траектория движения Марса представляет собой не круг, а эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце — положение, известное сегодня как первый закон Кеплера. Анализ привёл и ко второму закону (фактически второй закон был открыт даже раньше первого): радиус-вектор, соединяющий планету и Солнце, в равное время описывает равные площади. Это означало, что чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется.

Законы Кеплера были сформулированы им в 1609 году в книге «Новая астрономия», причём, из осторожности, он относил их только к Марсу.

Новая модель движения вызвала огромный интерес среди учёных-коперниканцев, хотя не все они её приняли. Галилей кеплеровы эллипсы решительно отверг. После смерти Кеплера Галилей заметил в письме: «Я всегда ценил ум Кеплера — острый и свободный, пожалуй, даже слишком свободный, но способы мышления у нас совсем разные».

В 1610 году Галилей сообщил Кеплеру об открытии спутников Юпитера. Кеплер встретил это сообщение недоверчиво и в полемической работе «Разговор со Звёздным вестником» привёл несколько юмористическое возражение: «непонятно, к чему быть [спутникам], если на этой планете нет никого, кто бы мог любоваться этим зрелищем». Но позже, получив свой экземпляр телескопа, Кеплер изменил своё мнение, подтвердил наблюдение спутников и сам занялся теорией линз. Результатом стали усовершенствованный телескоп и фундаментальная работа «Диоптрика».

После того, как император Рудольф II отрёкся от чешской короны, Кеплер переехал в Линц, где прожил 14 лет. За ним была сохранена должность придворного математика и астронома, но оплачивалась она по-прежнему плохо и нерегулярно.

В 1615 году Кеплер получает известие, что его мать обвинена в колдовстве. Обвинение содержало 49 пунктов: связь с дьяволом, богохульство, порча, некромантия и т. п. Следствие тянулось 5 лет. Наконец, в 1620 году начался

суд. Кеплер выступил защитником. Измученную женщину освободили через год. В следующем году она скончалась.

Тем временем Кеплер продолжал астрономические исследования и в 1618 году открыл третий закон: отношение куба среднего удаления планеты от Солнца к квадрату периода обращения её вокруг Солнца есть величина постоянная для всех планет.

Этот результат Кеплер публикует в завершающей книге «Гармония мира», причём применяет его уже не только к Марсу, но и ко всем прочим планетам (включая, естественно, и Землю), а также к галилеевым спутникам.

Отметим, что в книге, наряду с ценнейшими научными открытиями, изложены также философские рассуждения о «музыке сфер» и платоновых телах, которые составляют, по мнению учёного, эстетическую суть высшего проекта мироздания.

В 1626 году в ходе Тридцатилетней войны Линц был осаждён и вскоре захвачен. Начались грабежи и пожары; в числе прочих сгорела типография. Кеплер переехал в Ульм и в 1628 году перешёл на службу к Валленштейну.

В 1630 году Кеплер отправился к императору в Регенсбург, чтобы получить хотя бы часть жалованья. По дороге сильно простудился и вскоре умер.

После смерти Кеплера наследникам достались лишь поношенная одежда, 22 флорина наличными и 29000 флоринов невыплаченного жалованья. Кроме этого, 27 опубликованных рукописей и много неопубликованных; они позже были изданы в 22-томном сборнике.

Со смертью Кеплера его злоключения не закончились. В конце Тридцатилетней войны было полностью разрушено кладбище, где он похоронен, и от его могилы ничего не осталось. Часть архива Кеплера исчезла. В 1774 году часть архива (18 томов из 22) по рекомендации Леонарда Эйлера приобрела Петербургская Академия наук, сейчас хранится в Санкт-Петербургском филиале архива РАН.

Ранее в КИА

Глава 2-4-2. Астрономическая деятельность Тихо Браге

## Глава 2-4-7

### Законы Иоганна Кеплера

Альберт Эйнштейн назвал Кеплера «несравненным человеком» и писал о его судьбе:

«Он жил в эпоху, когда ещё не было уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения!

Сейчас, когда эти законы уже установлены, трудно себе представить, сколько изобретательности, воображения и неустанного, упорного труда потребовалось, чтобы установить эти законы и со столь огромной точностью выразить их».

Наступило время, когда стала понятно, что настоящая цель науки должна заключаться в познании законов природы и проявлений их в окружающем мире.

Справедливо будет утверждать, что Иоганн Кеплер (наряду с Николаем Коперником и Тихо Браге) стал пионером современной науки. Ему удалось отбросить тысячелетние представления и сделать новый шаг в познании окружающей действительности.

Как он это сделал?

После смерти Тихо Браге Кеплеру стоило большого труда получить материалы наблюдений у наследников. В его распоряжении оказался полный каталог значений долготы и широты Марса в моменты его противостояний, полученные за двадцатилетний период.

Для определения эксцентриситета орбиты Кеплером были выбраны координаты Марса для четырех моментов противостояний. Задача решалась в модели Птолемея, то есть орбита находилась по наблюдениям с Земли. Он определил направление на Марс с Солнца и из точки экванта. По определению экванта, движение, видимое из этой точки должно было быть равномерным. Кеплер решал задачу определения эксцентриситета методом последовательных приближений (приближений было более 70). В результате он установил, что эксцентриситет равен 0,18564 долей радиуса орбиты, а Солнце отстоит от центра на 0,11332. По этим данным значение долготы Марса в противостояниях вычислялось с погрешностью менее двух минут, но для промежуточных положений на орбите погрешность достигала восьми минут.

Для нахождения реальной орбиты Марса в гелиоцентрической системе, Кеплер использовал зависимость между синодическим и сидерическим периодами обращения, которая была установлена Коперником. Сидерический период обращения Марса равен 667 дням. Для Земли это соответствует промежутку времени  $2T$  — 43,5 дня, где  $T$  — период обращения Земли вокруг Солнца. В этот момент времени положение Марса в пространстве такое же, как в момент  $4T$  — 43,5 дня  $\times 2$ , и так далее.

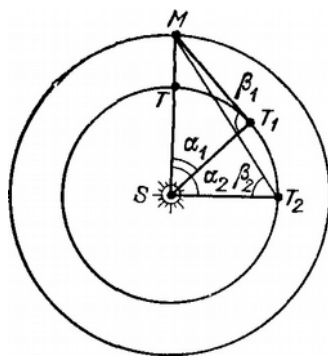


Рис. Положение Марса в моменты противостояний

Из треугольников на рис. 93-1 Кеплер нашел, что эксцентриситет Земли равен 0,01837, а скорость ее движения меняется — в перигелии она движется быстрее, чем в афелии.

Определив эксцентриситет земной орбиты и используя понятие экванта, Кеплер составил таблицы расстояний Марса от Солнца и его долготы. После этого, воспользовавшись наблюдениями Тихо Браге, Кеплер смог определить расстояние любой точки орбиты от Солнца. Среднее значение радиуса орбиты получилось равным 1,5264 (в долях радиуса орбиты Земли), а расстояние от центра орбиты точки, средней между перигелием и афелием, вдвое меньше величины полного эксцентриситета, равного 0,0926.

Эта работа позволила окончательно отказаться от эпициклов, деферентов и эквантов Клавдия Птолемея. Отныне движения планет стали описываться тремя законами Иоганна Кеплера.

### **Первый закон**

Каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

### **Второй закон**

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, заметает собой равные площади.

### **Третий закон**

Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет.

Ранее в КИА

Глава 1-5-11. «Альмагест»

Глава 2-2-4. «О вращении небесных сфер»

## Глава 2-4-8

### Научная деятельность Иоганна Кеплера

В конце XVI века в астрономии происходила борьба между геоцентрической системой и гелиоцентрической системой Коперника. Противники системы Коперника указывали, что ее погрешности расчётов не лучше птолемеевской. Напомним, что в модели Коперника планеты равномерно движутся по круговым орбитам, поэтому он использовал эпициклы. Хотя эпициклов у Коперника было меньше, чем у Птолемея, его астрономические таблицы, первоначально более точные, вскоре существенно разошлись с наблюдениями, что озадачило и охладило восторженных коперниканцев.

Открытые Кеплером три закона движения планет полностью и с превосходной точностью объяснили видимую неравномерность этих движений. Вместо многочисленных надуманных эпициклов модель Кеплера включает только одну кривую — эллипс.

Хотя исторически кеплеровская система мира основана на модели Коперника, фактически у них мало общего (только суточное вращение Земли). Исчезли круговые движения сфер, несущих на себе планеты, появилось понятие планетной орбиты. В системе Коперника Земля всё ещё занимала особое положение, поскольку центром мира Коперник объявил центр земной орбиты. У Кеплера Земля — рядовая планета, движение которой подчинено общим трём законам. Все орбиты небесных тел — эллипсы, общим фокусом орбит является Солнце.

Законы Кеплера послужили Ньютону основой для создания теории тяготения. Ньютон математически доказал, что все законы Кеплера являются прямыми следствиями закона тяготения.

Впрочем, взгляды Кеплера на устройство Вселенной за пределами Солнечной системы оставались мистическими.

Солнце он полагал неподвижным, а сферу звёзд считал границей мира. В бесконечность Вселенной Кеплер не верил, указывая на фотометрический парадокс (см. комментарий): если число звёзд бесконечно, то в любом направлении взгляд наткнулся бы на звезду, и на небе не существовало бы тёмных участков.

Кеплер считал мир реализацией некоторой числовой гармонии, одновременно геометрической и музыкальной; раскрытие структуры этой гармонии дало бы ответы на самые глубокие вопросы.

Исходя из этих ненаучных соображений, Кеплер предсказал существование двух спутников Марса и промежуточной планеты между Марсом и Юпитером.

Законы Кеплера соединяли в себе ясность, простоту и вычислительную мощь, однако мистическая форма его системы мира основательно засоряла реальную суть его великих открытий. Тем не менее, уже современники Кеплера убедились в точности новых законов, хотя их глубинный смысл до Ньютона оставался непонятным. Никаких попыток реанимировать модель Птолемея или предложить иную систему движения, кроме гелиоцентрической, больше не предпринималось.

Кеплер стал автором первого обширного (в трёх томах) изложения коперниканской астрономии (*Epitome Astronomiae Copernicanae*, 1617 – 1622 гг.), которое немедленно удостоилось чести попасть в «Индекс запрещённых книг». В эту книгу, свой главный труд, Кеплер включил описание всех своих открытий.

Летом 1627 года Кеплер опубликовал (за свой счёт) астрономические таблицы, которые в честь императора назвал «Рудольфовыми», работу над которыми начинал еще вместе с Тихо Браге. Спрос на них был огромен, так как все прежние таблицы давно разошлись с наблюдениями. Немаловажно, что труд впервые включал удобные для расчётов таблицы логарифмов. Кеплеровы таблицы служили астрономам и морякам вплоть до начала XIX века.

## Физика

Именно Кеплер ввёл в физику термин инерция как прирождённое свойство тел сопротивляться приложенной внешней силе. Заодно он, как и Галилей, формулирует в ясном виде первый закон механики: всякое тело, на которое не действуют иные тела, находится в покое или совершает равномерное прямолинейное движение.

Кеплер вплотную подошёл к открытию закона тяготения, хотя и не пытался выразить его математически. Он писал в книге «Новая астрономия», что в природе существует «взаимное телесное стремление сходных (родственных) тел к единству или соединению».

В другой книге Кеплер уточнил:

«Гравитацию я определяю как силу, подобную магнетизму — взаимному притяжению. Сила притяжения тем больше, чем оба тела ближе одно к другому».

Правда, Кеплер ошибочно полагал, что эта сила распространяется только в плоскости эклиптики. Видимо, считал, что сила притяжения обратно пропорциональна расстоянию (а не квадрату расстояния); впрочем, его формулировки недостаточно ясны.

Кеплер первый, почти на сто лет раньше Ньютона, выдвинул гипотезу о том, что причиной приливов является воздействие Луны на верхние слои океанов.

## Оптика

В 1604 году Кеплер издал содержательный трактат по оптике «Дополнения к Вителлию», а в 1611 году — ещё одну книгу, «Диоптрика». С этих трудов начинается история оптики как науки. В этих сочинениях Кеплер описывает преломление света, рефракцию и понятие оптического изображения, общую теорию линз и их систем. Вводит термины «оптическая ось» и «мениск», формулирует закон падения освещённости обратно



пропорционально квадрату расстояния до источника света. Впервые описывает явление полного внутреннего отражения света при переходе в менее плотную среду.

Описанный им физиологический механизм зрения, с современных позиций, принципиально верен. Кеплер выяснил роль хрусталика, верно описал причины близорукости и дальнозоркости.



*Рис. Телескоп Кеплера.*

Глубокое проникновение в законы оптики привело Кеплера к схеме телескопической подзорной трубы (телескоп Кеплера), изготовленной в 1613 году Кристофом Шайнером. К 1640-м годам такие трубы вытеснили в астрономии телескоп Галилея.

### **Комментарий**

Фотометрический парадокс (парадокс Ольберса) — один из парадоксов дорелятивистской космологии, заключающийся в том, что в стационарной Вселенной, равномерно заполненной звёздами (как тогда считалось), яркость неба (в том числе ночного) должна быть примерно равна яркости солнечного диска. В теории космологической модели Большого Взрыва этот парадокс полностью разрешается посредством учёта конечности скорости света и конечности возраста Вселенной.

## Глава 2-4-9

### Галилео Галилей

Галилео Галилей (1564 — 1642 гг.) — итальянский физик, механик, астроном, философ, математик, оказавший значительное влияние на науку своего времени. Первым использовал телескоп для наблюдения небесных тел и сделал с его помощью ряд выдающихся астрономических открытий.

Галилей — основатель экспериментальной физики. Своими экспериментами он убедительно опроверг умозрительную метафизику Аристотеля и заложил фундамент классической механики.

При жизни был известен как активный сторонник гелиоцентрической системы мира, что привело Галилея к серьёзному конфликту с католической церковью.



*Рис. Галилео Галилей*

Галилей родился в 1564 году в итальянском городе Пиза, в семье родовитого, но обедневшего дворянина Винченцо Галилея, видного теоретика музыки и лютиста. Представители рода Галилеев упоминаются в документах с XIV века. Прапрадед Галилея, известный врач, в 1445 году был избран главой республики. Несколько его прямых предков были приорами (членами правящего совета) Флорентийской республики.

О детстве Галилея известно немного. С ранних лет мальчика влекло к искусству; через всю жизнь он пронёс любовь к музыке и рисованию, которыми владел в совершенстве. Начальное образование Галилей получил в монастыре Валломброза, где он был принят послушником в монашеский орден.

В 1581 году 17-летний Галилей по настоянию отца поступил в Пизанский университет изучать медицину. В университете Галилей посещал лекции Остилио Риччи по геометрии (ранее он с математикой был совершенно незнаком) и настолько увлёкся этой наукой, что отец стал опасаться, как бы это не помешало изучению медицины.

Галилей пробыл студентом неполных три года; за это время он успел познакомиться с сочинениями античных философов и математиков и заработал репутацию неукротимого спорщика. Уже тогда он считал себя вправе иметь собственное мнение по всем научным вопросам, не считаясь с традиционными авторитетами. Вероятно, в эти годы он познакомился с теорией Коперника.

В 1592 году Галилей получил место в престижном Падуанском университете, где преподавал астрономию, механику и математику. Годы пребывания в Падуе — наиболее плодотворный период научной деятельности Галилея. Венецианское правительство поручало Галилею разработку разного рода технических устройств, с ним активно переписываются молодой Кеплер и другие научные авторитеты того времени. В эти годы он написал трактат «Механика». В ранних работах, а также в переписке, Галилей дал первый набросок новой общей теории падения тел и движения маятника.

Он стал знаменитым человеком.



*Рис. Молодой Галилео Галилей*

Поводом к новому этапу увлечения астрономией стало появление в 1604 году новой звезды, называемой сейчас Сверхновой Кеплера. Узнав об изобретении в Голландии зрительной трубы, Галилей в 1609 году собственноручно сконструировал первый телескоп. В главе 96 подробнее рассказано о его наблюдениях.

Галилей открывает фазы Венеры, пятна на Солнце, а затем и вращение Солнца вокруг оси. Свои достижения (а также свой приоритет) Галилей зачастую излагал в задиристо-полемическом стиле, чем нажил немало новых врагов (в частности, среди иезуитов).

Общеввропейская слава и нужда в деньгах толкнули Галилея на губительный, как позже оказалось, шаг: в 1610 году он покидает спокойную Венецию, где он был недоступен для инквизиции, и перебирается во Флоренцию. Обязанности Галилея при дворе герцога Козимо II были необременительны — обучение сыновей тосканского герцога и участие в некоторых делах как советника и представителя герцога. Формально он также зачислен профессором Пизанского университета, но освобождён от утомительной обязанности чтения лекций.

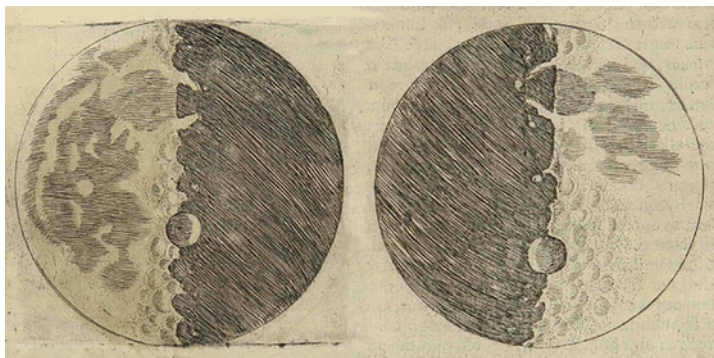
## Глава 2-4-10

### Наблюдения с помощью телескопа

Ярким поводом к новому этапу интереса к астрономии послужило появление в 1604 году новой звезды, называемой сейчас Сверхновой Кеплера. Это пробудило всеобщий интерес к астрономии, и Галилей выступает с циклом частных лекций.

#### Первые телескопы

Узнав об изобретении в Голландии зрительной трубы, Галилей в 1609 году самостоятельно построил свой первый телескоп с выпуклым объективом и вогнутым окуляром, который давал приблизительно трёхкратное увеличение. Вскоре ему удалось построить телескоп, дающий увеличение в 32 раза. Термин телескоп ввёл в науку именно Галилей (по предложению Федерико Чези, основателя «Академии деи Линчеи»).



*Рис. Зарисовки Луны из рабочей тетради Галилея.  
Центральная Национальная библиотека, Флоренция*

Первые телескопические наблюдения небесных тел Галилей провёл 7 января 1610 года. Эти наблюдения показали, что Луна, подобно Земле, имеет сложный рельеф — покрыта горами и кратерами. Известный с древних времён пепельный свет Луны Галилей объяснил как результат попадания на наш естественный спутник солнечного света, отражённого Землёй.

Увиденное Галилеем было настолько поразительно, что многие астрономы считали открытия Галилея — всего лишь иллюзией. Протестовали также астрологи и врачи, жалуясь на то, что появление новых небесных светил «губительно для астрологии и большей части медицины», так как все привычные астрологические методы «окажутся до основания разрушенными».

Результаты наблюдений с помощью телескопа Галилей описал в сочинении «Звёздный вестник», изданном во Флоренции в 1610 году. Книга имела сенсационный успех по всей Европе, даже коронованные особы спешили заказать себе телескоп. Несколько телескопов Галилей подарил Венецианскому сенату, который в знак благодарности назначил его пожизненным профессором с окладом 1000 флоринов.

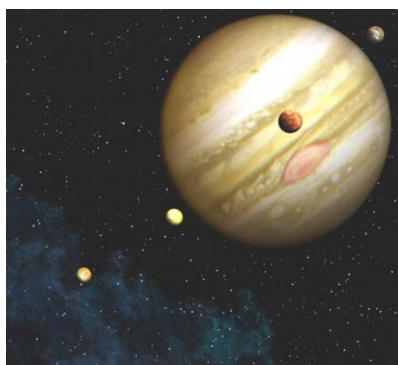


*Рис. Галилей показывает телескоп венецианскому дожу (фреска Дж. Бертини)*

В сентябре 1610 года телескопом обзавёлся Кеплер, а в декабре открытия Галилея подтвердил влиятельный римский астроном Клавийс. Галилей становится самым знаменитым учёным Европы, в его честь сочиняются оды, где он сравнивается с Колумбом. Французский король Генрих IV 20 апреля 1610 года, незадолго до своей гибели, просил Галилея открыть и для него какую-нибудь звезду.

### **Наблюдения планет**

Больше всего поразили современников обнаруженные Галилеем четыре спутника Юпитера, которые он назвал «Медицийскими звёздами» в честь четырёх сыновей своего покойного покровителя Фердинанда Медичи. Современные названия спутников предложил Симон Марий в трактате «Мир Юпитера» (1614 год).



*Рис. Галилеевы спутники Юпитера (коллаж)*

Полтора года наблюдений позволили Галилею оценить период обращения этих спутников (1612 год), хотя приемлемая точность оценки была достигнута только в эпоху Ньютона. Открытие лун Юпитера опровергло один из доводов противников гелиоцентризма: Земля не может вращаться вокруг Солнца, поскольку вокруг неё самой вращается Луна. Но Юпитер заведомо вращается либо вокруг Земли (в геоцентрической системе), либо вокруг Солнца (в гелиоцентрической).

## **Фазы Венеры**

Галилей установил, что Венера меняет фазы. С одной стороны, это доказывало, что она светит отражённым светом Солнца. С другой стороны, порядок смены фаз соответствовал гелиоцентрической системе: в теории Птолемея Венера как «нижняя» планета была всегда ближе к Земле, чем Солнце, и «полновенерие» было невозможно.

## **Кольца Сатурна**

Галилей отметил наличие странных «придатков» у Сатурна, но открытию кольца помешали слабость телескопа и поворот кольца, скрывший его от земного наблюдателя. Полвека спустя кольцо Сатурна открыл и описал Гюйгенс, в распоряжении которого был 92-кратный телескоп.

## **Наблюдение звезд**

Используя телескоп, удалось увидеть громадное количество неизвестных ранее звёзд, а Млечный Путь, который при наблюдении невооружённым глазом выглядит как сплошное сияние, распался на отдельные звёзды (что подтвердило догадку Демокрита).

Галилей показал, что при наблюдении с помощью телескопа планеты видны как диски, видимые размеры которых в различных конфигурациях меняются именно так, как это следует из теории Коперника. Однако диаметр звёзд при наблюдениях с телескопом не увеличивается. Это опровергало оценки видимого и реального размера звёзд, которые использовались как аргумент против гелиоцентрической системы.

## **Солнечные пятна**

Галилей открыл (независимо от Иоганна Фабрициуса и Хэрриота) солнечные пятна. По результатам наблюдений Галилей сделал вывод, что Солнце вращается вокруг своей оси. Он оценил период этого вращения и ее положение.



## Глава 2-4-11

### Критика учения Аристотеля

Рост влияния Галилея, независимость его мышления и резкая критика учения Аристотеля способствовали формированию агрессивного кружка его противников, состоящего из профессоров, сторонников Аристотеля, и некоторых церковных деятелей. Особенно их возмущала пропаганда гелиоцентрической системы мира, поскольку, по их мнению, вращение Земли противоречило текстам Псалмов (Псал. 103:5), стиху из Экклезиаста (Екк. 1:5), а также эпизоду из «Книги Иисуса Навина» (Нав. 10:12), где говорится о неподвижности Земли и движении Солнца.

Противники Галилея ссылались также на трактат Аристотеля «О небе» и на «Альмагест» Птолемея, где содержалось обоснование концепции неподвижности Земли и опровержение гипотез о её вращении.

В 1611 году Галилей, в ореоле своей славы, решил отправиться в Рим и убедить Папу, что коперниканство вполне совместимо с католицизмом. Он был принят хорошо, избран шестым членом научной «Академии деи Линчеи», знакомится с Папой Павлом V, влиятельными кардиналами. Продемонстрировал им свой телескоп, пояснения давал осторожно и осмотрительно. Кардиналы создали целую комиссию для выяснения вопроса, не грешно ли смотреть на небо в трубу, но пришли к выводу, что это позволительно. Обнадёживало и то, что римские астрономы открыто обсуждали вопрос, движется ли Венера вокруг Земли или вокруг Солнца (смена фаз Венеры ясно говорила в пользу второго варианта).

Осмелев, Галилей в письме к своему ученику аббату Кастелли (1613 год) заявил, что Священное Писание относится только к спасению души и в научных вопросах не авторитетно: «ни одно изречение Писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление

природы». Более того, он опубликовал это письмо, чем вызвал появление доносов в инквизицию. В том же 1613 году Галилей выпустил книгу «Письма о солнечных пятнах», в которой открыто высказался в пользу системы Коперника.

Всё это вызвало реакцию, обратную ожидаемой. Еще не был забыт инцидент с Джордано Бруно. 24 февраля 1616 года одиннадцать квалифицированных (экспертов инквизиции) официально определили гелиоцентризм как опасную ересь:

«Утверждать, что Солнце стоит неподвижно в центре мира — мнение нелепое, ложное с философской точки зрения и формально еретическое, так как оно прямо противоречит Священному Писанию.

Утверждать, что Земля не находится в центре мира, что она не остаётся неподвижной и обладает даже суточным вращением, есть мнение столь же нелепое, ложное с философской и греховное с религиозной точки зрения».

5 марта 1616 года Папа Павел V утвердил это решение. Надо отметить, что выражение «формально еретическое» в тексте заключения означало, что данное мнение противоречит самым важным, коренным положениям католической веры. В тот же день Папа утвердил декрет конгрегации, который включил книгу Коперника в Индекс запрещённых книг «до её исправления». Заодно в Индекс попали работы Фоскарини и ещё нескольких коперниканцев. «Письма о солнечных пятнах» и другие книги Галилея, защищавшие гелиоцентризм, упомянуты не были.

Всё это время (с декабря 1615 по март 1616 года) Галилей провёл в Риме, безуспешно пытаясь повернуть дело в иную сторону. По поручению Папы 26 февраля его вызвал Беллармино и заверил, что лично ему ничего не грозит, однако впредь всякая поддержка «коперниканской ереси» должна быть прекращена. В знак примирения 11 марта Галилей был удостоен 45-минутной прогулки с Папой.

Церковный запрет гелиоцентризма, в истинности которого Галилей был убеждён, был неприемлем для учёного. Он вернулся во Флоренцию и стал размышлять, как, формально не нарушая запрета, продолжать защиту истины. Он решил издать книгу, содержащую нейтральное обсуждение разных точек зрения. Он писал эту книгу 16 лет, собирая материалы, оттачивая аргументы и выжидая благоприятного момента.



*Рис. Беседы с архиепископом*

После декрета 1616 года Галилей на несколько лет сменил направление борьбы — теперь он сосредотачивает усилия на критике Аристотеля. В 1623 году выходит книга «Пробирных дел мастер». В этом памфлет, направленном против иезуитов, Галилей излагает свою ошибочную теорию комет (он полагал, что кометы — не космические тела, а оптические явления в атмосфере Земли). Эта ошибка не помешала, Галилею аргументировать свой научный метод, из которого выросло механистическое мировоззрение последующих веков.

В том же 1623 году новым Папой, под именем Урбан VIII, был избран Маттео Барберини, давний знакомый и друг Галилея. В апреле 1624 года Галилей поехал в Рим, надеясь добиться отмены эдикта 1616-го года. Он принят со всеми почестями, награждён подарками и лестными словами. Урбан VIII особо похвалил книгу «Пробирных дел мастер» и запретил иезуитам продолжать полемику с Галилеем. Однако эдикт был отменён только два столетия спустя, в 1818 году.

В 1624 году Галилей опубликовал «Письма к Инголи»; это был ответ на анти-коперниканский трактат богослова Франческо Инголи. Галилей сразу оговаривает, что не собирается защищать коперниканство, а желает всего лишь показать, что у него имеются прочные научные основания. Этот приём он использовал позже и в своей главной книге, «Диалог о двух системах мира»; часть текста «Писем к Инголи» была просто перенесена в «Диалог». В своём рассмотрении Галилей приравнивает звёзды к Солнцу, указывает на колоссальное расстояние до них, говорит о бесконечности Вселенной. Он даже позволил себе опасную фразу: «Если какая-либо точка мира может быть названа его [мира] центром, то это центр обращений небесных тел; а в нём, как известно всякому, кто разбирается в этих вопросах, находится Солнце, а не Земля». Он заявил также, что планеты и Луна, подобно Земле, притягивают находящиеся на них тела.

Но главная научная ценность этого сочинения — закладка основ новой, неаристотелевской механики, развёрнутая 12 лет спустя в последнем сочинении Галилея «Беседы и математические доказательства двух новых наук». В «Письмах к Инголи» Галилей ясно формулирует принцип относительности для равномерного движения:

Результаты стрельбы будут всегда одинаковые, к какой бы стране света она ни была направлена... это произойдет потому, что так же должно получаться, будет ли Земля в движении или стоять неподвижно... Дайте движение кораблю, и притом с какой угодно скоростью; тогда (если только движение его будет равномерным, а не колеблющимся туда и сюда) вы не заметите ни малейшей разницы [в происходящем].

Так Галилей провозгласил однородность пространства (отсутствие центра мира) и равноправие инерциальных систем отсчёта. Следует отметить важный момент: аргументация Галилея предполагает, что результаты земных опытов можно переносить на небесные тела, законы на Земле и на небе одни и те же.

## Глава 2-4-12

### Конфликт с католической церковью

В марте 1630 года книга «Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой», итог почти 30-летней работы, в основном завершена, и Галилей, решив, что момент для её выхода благоприятен, предоставляет тогдашнюю версию своему другу, папскому цензору Риккарди. Почти год он ждёт его решения, затем добавляет к книге предисловие, где объявляет своей целью развенчание коперниканства и передаёт книгу тосканской цензуре, причём, по некоторым сведениям, в неполном и смягчённом виде. Получив положительный отзыв, он пересылает его в Рим. Летом 1631 года он получает долгожданное разрешение.

В начале 1632 года «Диалог» вышел в свет. Книга написана в форме диалога между тремя любителями науки: коперниканцем Сальвиати, нейтральным участником Сагрето и Симпличио, приверженцем Аристотеля и Птолемея. Хотя в книге нет авторских выводов, сила аргументов в пользу системы Коперника говорит сама за себя. Немаловажно также, что книга написана не на учёной латыни, а на «народном» итальянском языке.

Галилей надеялся, что Папа отнесётся к его уловке так же снисходительно, как ранее к аналогичным по идеям «Письмам к Инголи», однако просчитался. В довершение всего он сам безрассудно рассылает 30 экземпляров своей книги влиятельным духовным лицам в Риме. Как уже отмечалось выше, незадолго перед тем (1623) Галилей вступил в конфликт с иезуитами; защитников у него в Риме осталось мало, да и те, оценив опасность ситуации, предпочли не вмешиваться.

Большинство биографов сходится во мнении, что в простачке-Симпличио римский Папа узнал самого себя и

пришёл в ярость. Уже через несколько месяцев книга была запрещена и изъята из продажи, а Галилея вызвали в Рим (невзирая на эпидемию чумы) на суд Инквизиции по подозрению в ереси. Галилей подчинился, написал завещание и прибыл в Рим. Следствие тянулось с 21 апреля по 21 июня 1633 года.

По окончании первого допроса обвиняемого взяли под арест. Галилей провёл в заключение всего 18 дней (с 12 по 30 апреля 1633 г.) — эта необычная снисходительность, вероятно, была вызвана согласием Галилея покаяться, а также влиянием тосканского герцога, непрестанно хлопотавшего о смягчении участи своего старого учителя. Принимая во внимание его болезни и преклонный возраст, в качестве тюрьмы была использована одна из служебных комнат в здании инквизиционного трибунала.



*Рис. Суд над Галилеем*

16 июня инквизиция провела пленарное заседание с участием Урбана VIII, где постановила:

«Ознакомившись со всем ходом дела и выслушав показания, Его Святейшество определил допросить Галилея под угрозой пытки и, если устоит, то после предварительного отречения как сильно подозреваемого в ереси... приговорить к заключению по усмотрению Святой Конгрегации. Ему предписано не рассуждать более

письменно или устно каким-либо образом о движении Земли и о неподвижности Солнца... под страхом наказания как неисправимого».

Последний допрос Галилея состоялся 21 июня. Галилей подтвердил, что согласен произнести требуемое от него отречение; на этот раз его не отпустили в посольство и снова взяли под арест. 22 июня был объявлен приговор: Галилей виновен в распространении книги с «ложным, еретическим, противным Св. Писанию учением» о движении Земли. «Диалог» Галилео Галилея запретили.

Галилей был приговорён к тюремному заключению на срок, который установит Папа. Его объявили не еретиком, а «сильно заподозренным в ереси»; такая формулировка также была тяжким обвинением, однако спасала от костра. После оглашения приговора Галилей на коленях произнёс предложенный ему текст отречения. Копии приговора по личному распоряжению Папы Урбана были разосланы во все университеты католической Европы.

Папа не стал долго держать Галилея в тюрьме. Вскоре после вынесения приговора Галилея поселили на одной из вилл Медичи, откуда он был переведён во дворец своего друга, архиепископа Пикколомини в Сиене. Спустя пять месяцев Галилею было разрешено отправиться на родину, и он поселился в Арчетри, рядом с монастырём, где находились его дочери. Здесь он провёл остаток жизни под домашним арестом и под постоянным надзором инквизиции.

Режим содержания Галилея не отличался от тюремного, и ему постоянно угрожали переводом в тюрьму за малейшее нарушение. Галилею не позволялось посещение городов, хотя тяжелобольной узник нуждался в постоянном врачебном наблюдении. В первые годы ему запрещено было принимать гостей под страхом перевода в тюрьму; впоследствии режим был несколько смягчён, и друзья смогли навещать Галилея — правда, не более чем по одному.

Инквизиция следила за пленником до конца его жизни; даже при кончине Галилея присутствовали два её представителя. Все его печатные работы подлежали особо

тщательной цензуре. Отметим, что в протестантской Голландии издание «Диалога» продолжалось (первая публикация: 1635 год, в переводе на латинский).

Вскоре после смерти дочери Галилей полностью потерял зрение, но продолжал научные исследования, опираясь на верных учеников: Кастелли, Торричелли и Вивiani (автора первой биографии Галилея).

Последней книгой Галилея стали «Беседы и математические доказательства двух новых наук», где излагаются основы кинематики и сопротивления материалов. Фактически содержание книги представляет собой разгром аристотелевой динамики; взамен Галилей выдвигает свои принципы движения, проверенные на опыте. Бросая вызов инквизиции, Галилей вывел в новой книге тех же трёх персонажей, что и в запрещённом ранее «Диалоге о двух главнейших системах мира». В мае 1636 года учёный провёл переговоры об издании своего труда в Голландии, а затем тайно переправил туда рукопись. В доверительном письме другу, графу де Ноэлю (которому он посвятил эту книгу) Галилей заявил, что новый труд «снова ставит меня в ряды борцов». «Беседы...» вышли в свет в июле 1638 года, а в Арчетри книга попала почти через год — в июне 1639 года. Этот труд стал настольной книгой Гюйгенса и Ньютона, завершивших начатое Галилеем построение оснований механики.

Галилео Галилей умер 8 января 1642 года, на 78-м году жизни, в своей постели. Папа Урбан запретил хоронить Галилея в семейном склепе базилики Санта-Кроче во Флоренции. Похоронили его в Арчетри без почестей, ставить памятник Папа тоже не позволил.

Позже единственный внук Галилея тоже постригся в монахи и сжёг хранившиеся у него бесценные рукописи учёного как богопротивные. Он был последним представителем рода Галилеев.

В 1758 году Папа Бенедикт XIV велел вычеркнуть работы, защищавшие гелиоцентризм, из «Индекса запрещённых книг».



## Глава 2-4-13

### Научные достижения Галилея

Галилей по праву считается основателем не только экспериментальной, но — в значительной мере — и теоретической физики. В своём научном методе он осознанно сочетал продуманный эксперимент с его рациональным осмыслением и обобщением, и лично дал впечатляющие примеры таких исследований. Иногда из-за недостатка научных данных Галилей ошибался (например, в вопросах о форме планетных орбит, природе комет или причинах приливов), но в подавляющем большинстве случаев его метод приводил к цели. Характерно, что Кеплер, располагавший более полными и точными данными, чем Галилей, сделал правильные выводы в тех случаях, когда Галилей ошибался.

В Европе ещё в XIII веке Роберт Гроссетест и Роджер Бэкон призвали к созданию экспериментальной науки, однако до Галилея в реализации этой идеи не было существенного продвижения: научные методы мало отличались от теологических, ответы на научные вопросы по-прежнему искали в книгах древних авторитетов.

Галилей считается одним из основателей механицизма. Этот научный подход рассматривает Вселенную как гигантский механизм, а сложные природные процессы — как комбинации простейших причин, главная из которых — механическое движение.

Опыт Галилей рассматривал не как наблюдение, а как осмысленный и продуманный вопрос, заданный природе. Он допускал и мысленные эксперименты, если их результаты не вызывают сомнений. При этом он ясно представлял, что сам по себе опыт не даёт достоверного знания, и полученный от природы ответ должен подвергнуться анализу, результат которого может привести к переделке исходной модели или даже к замене

её на другую. Таким образом, эффективный путь познания, по мнению Галилея, состоит в сочетании чувственного и абстрактного. Эта позиция, поддержанная Декартом, с этого момента утвердилась в науке. Тем самым наука получила свой метод, собственный критерий истины и светский характер.

### **Последний труд Галилея по основам механики**

Физика и механика в те годы изучались по сочинениям Аристотеля, которые содержали метафизические рассуждения о «первопричинах» природных процессов. В частности, Аристотель утверждал:

Скорость падения пропорциональна весу тела.

Движение происходит, пока действует «побудительная причина» (сила), и в отсутствие силы прекращается.

Галилей изучал инерцию и свободное падение тел. В частности, он заметил, что ускорение свободного падения не зависит от веса тела, опровергнув первое утверждение Аристотеля.

В своей последней книге Галилей сформулировал правильные законы падения: скорость нарастает пропорционально времени, а путь — пропорционально квадрату времени. Он провёл опыты, подтверждающие открытые им законы. Более того, Галилей рассмотрел обобщённую задачу: исследовать поведение падающего тела с ненулевой горизонтальной начальной скоростью. Он совершенно правильно предположил, что полёт такого тела будет представлять собой наложение двух «простых движений»: равномерного горизонтального движения по инерции и равноускоренного вертикального падения.

Галилей доказал, что указанное, а также любое брошенное под углом к горизонту тело летит по параболе. В истории науки это первая решённая задача динамики. На основе своей модели Галилей (ещё в Венеции) составил первые артиллерийские таблицы.

Галилей опроверг и второй из приведённых законов Аристотеля, сформулировав первый закон механики (закон инерции): при отсутствии внешних сил тело либо

покоится, либо равномерно движется. Правильную формулировку закона позднее дали Декарт и Ньютон; тем не менее общепризнанно, что само понятие «движение по инерции» впервые введено Галилеем, и первый закон механики по справедливости носит его имя.

Галилей является одним из основоположников принципа относительности в классической механике, ставшего в слегка уточнённом виде одним из краеугольных камней современной трактовки этой науки и названного позже в его честь:

Для предметов, захваченных равномерным движением, это последнее как бы не существует и проявляет своё действие только на вещах, не принимающих в нём участия.

Перечисленные выше открытия Галилея позволили ему опровергнуть доводы противников гелиоцентрической системы мира, утверждавших, что вращение Земли заметно сказалось бы на явлениях, происходящих на её поверхности. Например, по мнению геоцентристов, поверхность вращающейся Земли за время падения любого тела уходила бы из-под этого тела, смещаясь на десятки или даже сотни метров. Галилей уверенно предсказал: «Будут безрезультатны любые опыты, которые должны были бы указывать более против, чем за вращение Земли».

Галилей опубликовал исследование колебаний маятника и заявил, что период колебаний не зависит от их амплитуды (это приблизительно верно для малых амплитуд). Он также обнаружил, что периоды колебаний маятника соотносятся как квадратные корни из его длины. Результаты Галилея привлекли внимание Гюйгенса, который использовал маятниковый регулятор (1657 год) для усовершенствования спускового механизма часов; с этого момента появилась возможность точных измерений в экспериментальной физике.

Ранее в КИА

Глава 2-1-9. Роберт Гроссетест и Роджер Бэкон



## Часть 2-5

Великое возрождение наук

## Содержание

- Глава 2-5-1 (том-часть-глава). Фрэнсис Бэкон
- Глава 2-5-2. Великое возрождение наук
- Глава 2-5-3. Рене Декарт
- Глава 2-5-4. Декарт. Учение о Методе
- Глава 2-5-5. Вихревая космогония Декарта
- Глава 2-5-6. Марен Мерсенн
- Глава 2-5-7.  
Французская академия наук. Парижская обсерватория
- Глава 2-5-8. Лондонское королевское общество
- Глава 2-5-9. Гринвичская королевская обсерватория
- Глава 2-5-10. Телескопы XVII века
- Глава 2-5-11. Оптические схемы рефлекторов
- Глава 2-5-12. Новая научная реальность

## Глава 2-5-1

### Френсис Бэкон

Френсис Бэкон (1561 — 1626 гг.) — английский философ, историк, политик, основоположник эмпиризма и английского материализма. Один из первых крупных философов периода Позднего Возрождения и начала Нового времени, Бэкон был сторонником строго обосновываемого, доказательного научного подхода. Он разрабатывал антисхоластический метод научного познания, стремясь по ходу дела выходить за пределы, задаваемые языком схоластики, которым он, как и другие философы того времени, был вынужден пользоваться.



*Рис. Френсис Бэкон*

Френсис Бэкон родился 22 января 1561 года в английской дворянской семье, в особняке Йоркхаус, лондонской резиденции своего отца, одного из самых высокопоставленных вельмож страны — лорда-канцлера, лорда-хранителя Большой печати сэра Николаса Бэкона.

О детских годах Фрэнсиса известно очень мало; крепким здоровьем он не отличался, и, вероятно, учился в основном дома, атмосфера которого была заполнена разговорами об интригах «большой политики». Сочетание личных дел с государственными проблемами с детства отличало жизненный уклад Фрэнсиса.

В апреле 1573 года он поступил в колледж Святой Троицы в Кембридже, и обучался там три года, вместе со своим старшим братом Энтони; их персональным преподавателем был доктор Джон Уитгифт, будущий архиепископ Кентерберийский. На способности и хорошие манеры Фрэнсиса обратили внимание придворные, а также и сама Елизавета I, которая часто беседовала с ним и в шутку называла юным лордом-хранителем.

С 20 лет (1581 год) Френсис Бэкон заседал в парламенте. Крупный государственный деятель при короле Якове I, благоволившем Бэкону и даже доверившем ему управлять государством на время своего отъезда в Шотландию. С 1617 года лорд-хранитель Большой печати, затем лорд-канцлер и пэр Англии — барон Веруламский и виконт Сент-Олбанский.

Период с 1617 по начало 1621 года явился самым плодотворным для Бэкона как в карьерном продвижении, так и в научной работе: 7 марта 1617 года он становится Лордом-хранителем Большой печати Англии, а 12 октября 1620 года опубликована одна из самых знаменитых его работ: «Новый Органон», вторая, по замыслу философа, часть незавершённого генерального труда — «Великое Восстановление Наук».

В 1621 году привлечён к суду по обвинению во взяточничестве, приговорён к заключению в Тауэр, выплате 40 тысяч фунтов штрафа, а также лишён права занимать государственные должности, участвовать в

заседаниях парламента и быть при дворе. Однако за свои заслуги был помилован королём Яковом I и через два дня выпущен из Тауэра, избежав более длительного заключения; от штрафа его также освободили. Бэкон питал надежду вернуться в большую политику, однако высшая власть имела другое мнение, и государственная деятельность его была закончена. Он удалился в своё поместье и последние годы жизни посвятил исключительно научной и литературной работе.

Бэкон умер после того, как простудился во время одного из физических опытов: он собственноручно набил снегом тушку курицы, которую купил у одной бедной женщины, чтобы проверить влияние холода на сохранность мясных припасов. Уже тяжелобольным он с торжеством сообщает, что опыт удался. Учёный был уверен в том, что наука должна дать человеку власть над природой, а понимание свойств природных явлений позволит воспроизводить их искусственно и использовать по мере надобности.

### **Вероисповедание**

Ортодоксальный англианин, Бэкон считал себя учеником Джона Уитгифта. Он написал ряд религиозных сочинений. И в утопии «Новая Атлантида» имеется много неявных отсылок к Библии. Считается, что труд «Великое восстановление наук» намёкает на «Божественное обетование человеческого господства над всеми созданиями». В своих «Опытах...» Бэкон, среди прочего, рассуждает о различных вопросах религии, критикует суеверия и атеизм: «...поверхностная философия склоняет ум человека к безбожию, глубины же философии обращают умы людей к религии».

### **Философия и работы**

Его работы являются основанием и популяризацией индуктивной методологии научного исследования, часто называемой методом Бэкона. Свой подход к проблемам



науки, а также человека и общества Бэкон изложил в трактате «Новый органон», вышедшем в 1620 году.

Однако на науку делалось много нападок. Проанализировав их, Бэкон пришёл к выводу о том, что Бог не запрещал познание природы. Наоборот, он дал человеку ум, который жаждет познания Вселенной. Люди только должны понять, что существуют два рода познания: 1) познание добра и зла, 2) познание сотворённых Богом вещей.

Познание добра и зла людям запрещено. Его им даёт Бог через Библию. А сотворённые вещи человек, наоборот, должен познавать с помощью своего ума. Значит, наука должна занимать достойное место в «царстве человека». Предназначение науки в том, чтобы умножать силу и могущество людей, обеспечивать им богатую и достойную жизнь.

Указывая на плачевное состояние науки, Бэкон говорил, что до сих пор открытия делались случайно, не методически. Их было бы гораздо больше, если бы исследователи были вооружены правильным методом. Метод — это путь, главное средство исследования. Даже хромым, идущий по дороге, обгонит здорового человека, бегущего по бездорожью.

Бэкон считается создателем как нововременного эмпиризма, так и проекта научно-технической революции в целом. Именно он выдвинул лозунг НТР: «Знание — сила» (*Scientia potentia est*). Общество, в котором мы с вами живем, во многом использует то, что открыл Бэкон и вдохновленные им ученые.

## Последователи

Наиболее значительные последователи эмпирической линии в философии Нового времени: Томас Гоббс, Джон Локк, Джордж Беркли, Дэвид Юм — в Англии; Этьен Кондильяк, Клод Гельвеций, Поль Гольбах, Дени Дидро — во Франции. Проповедником эмпиризма Ф. Бэкона был также словацкий философ Ян Байер.

## Глава 2-5-2

### «Великое возрождение наук»

Бэкон планировал изложить свою философскую идею — преобразование наук с целью подчинить природу могуществу человека — в громадном сочинении под заглавием «Великое возрождение наук» (*Instauratio Magna*), которое должно было состоять из шести частей. Средством для достижения преобразования наук предлагались наблюдение и опыт, то есть индуктивный метод.

План *Instauratio Magna* был описан Бэконом в «Новом Органоне», спустя значительное время после издания труда, который должен был стать первой частью «Возрождения наук». Этот труд носил заглавие «О достоинстве и об усовершенствовании наук», и был издан на английском (*The Twoo Bookes of Francis Bacon of the Proficiencie and Advancement of Learning, Divine and Humane*) в 1605 году; а в значительно дополненном виде — на латыни (*De Dignitate et Augmentis Scientiarum*) в 1623 году. Тут Бэкон рисовал картину всех человеческих знаний, которые он разделяет на три отрасли: историю, поэзию и философию, давал обзор современного ему состояния наук в каждой из этих областей и рассматривал перспективы их прогресса.

Второй частью, описывающей новый метод получения знаний, является «Новый Органон». Издан в 1620 году.

Бэкон закончил только первые две части.

В третьей части, «Естественная и опытная история», должны были быть собраны все наблюдения автора над явлениями природы. В четвёртой части, «Лестнице разума», должны были быть показаны причины и следствия фактов и явлений третьей части. В пятой части, «О предварительных посылках философии» Бэкон хотел собрать самые распространенные мнения, общепринятые

истины. Шестая часть, «Вторичная философия», должна была содержать истины, являющиеся результатам индукции в противоположность «Первичной философии» — гипотезам и умозрительным воззрениям.

### Новый Органон

Вторая часть «Великого возрождения наук» — это «Новый Органон», или «Истинные указания для истолкования природы». В этом труде Бэкон излагает свой новый индуктивный метод как средство «возрождения» наук и производства научного знания на более надежной, чем умозрительное теоретизирование, основе и описывает план возрождения наук. «Новый Органон» состоит из двух книг. Вторая книга была издана не вполне законченной.



Рис. «Новый Органон»

В первой книге Фрэнсис Бэкон разделяет источники человеческих ошибок, стоящих на пути познания, на четыре группы, которые он назвал «призраками» или «идолами»:

— «Призраки рода» проистекают из самой человеческой природы, они не зависят ни от культуры, ни от индивидуальности человека. «Ум человека уподобляется неровному зеркалу, которое, примешивая к

природе вещей свою природу, отражает вещи в искривлённом и обезображенном виде»;

— «Призраки пещеры» — это индивидуальные ошибки восприятия, как врождённые, так и приобретённые. «Ведь у каждого, помимо ошибок, свойственных роду человеческому, есть своя особая пещера, которая ослабляет и искажает свет природы»;

— «Призраки площади (рынка)» — следствие общественной природы человека, — общения и использования в общении языка. «Люди объединяются речью. Слова же устанавливаются сообразно разумению толпы. Поэтому плохое и нелепое установление слов удивительным образом осаждает разум»;

«Призраки театра» — это усваиваемые человеком от других людей ложные представления об устройстве действительности. «При этом мы разумеем здесь не только общие философские учения, но и многочисленные начала и аксиомы наук, которые получили силу вследствие предания, веры и беззаботности».

По Бэкону, в качестве точки опоры и направленного пути для ума должен быть разработан новый инструмент мышления, «новый органон». По его словам, его книга представляет собой такой инструмент, компас к науке, но не саму науку.

В отличие от сторонников естественной теологии, Бэкон рассуждает как ученый: природа есть книга, «читая» которую, человек изучает реальные факты; изучать и анализировать надо не умозрительные теории, не книги ученых, но факты и явления.

К ним могут причисляться явления нашей мысли, нашего существования, изучение которых соединено с изучением их свойства и законов, с открытием их причин и следствий.

Ведущее средство для достижения этой цели — индуктивный метод, когда явления и сопровождающие их обстоятельства исследуются, а случайные обстоятельства исключаются; причем, обстоятельства существенные, вызывающие явления, возводятся в законы этих явлений. После этого должна производиться проверка законов, для

этого воспроизводятся сами явления, что предполагает воспроизведения существенных обстоятельств, которыми эти явления обуславливаются.

Индуктивный метод движется от знаний о единичных фактах к знаниям о классах предметов или процессов и является, как считает Бэкон, гарантией от недостатков и промахов как в логике человеческого мышления, так и в процессе познания вообще. при этом индуктивный вывод не является достоверным, а лишь предположительным. И потому нуждается в дальнейшей проверке. Бэкон рекомендует искать не только факты, подкрепляющие его, но и факты, его опровергающие.

«Новый Органон» формулирует новую философскую базу для развития не только науки, но и человека и общества: Бэкон исходит из реальности преобразования жизни человечества, имея в виду, что в его сочинении «полагаются основания не какой-либо секты или теории, а пользы и достоинства человеческого», чтобы (люди) «сообща пеклись о своем преуспевании и... приняли и сами участие в тех трудах, которые еще предстоят».

Бэкон показывает, что существенным для науки являются знания, которые можно проверить опытным путём и воспроизвести в деле.

Во второй части Бэкон намеревался в дополнение к теории индукции развивать новую теорию дедукции, как это видно из следующих строк его сочинения: «Указания относительно истолкования природы распадаются на два отдела. В первом дело идет об образовании положений из опыта, а во втором — о дедукции, или о выводе новых экспериментов из положений (*de ducendis auf denvandis experimentis novis ab axiomatibus*)». Отсюда видно, что Бэкон видел в методе две стороны, но он так и не успел развить это положение. Но и полностью изложенный в «Новом Органоне» индуктивный метод не рассматривался Бэконом, как законченный: ученый надеялся на то, что метод будет развит будущими поколениями ученых.

Ранее в КИА

Глава 2-1-6. Схоластика

## Глава 2-5-3

### Рене Декарт

Рене Декарт (31 марта 1596 года — 11 февраля 1650 года) — французский философ, математик, механик, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики, автор метода радикального сомнения в философии, механицизма в физике, предтеча рефлексологии.



*Рис. Рене Декарт*

Декарт происходил из старинного, но обедневшего дворянского рода, был младшим (третьим) сыном в семье.

Родился 31 марта 1596 года в городе Ла-Э-ан-Турен (ныне Декарт), Франция. Его мать Жанна Брошар умерла, когда ему был 1 год. Отец, Жоаким Декарт, был судьёй и советником парламента в городе Ренн и в Лаэ появлялся редко; воспитанием мальчика занималась бабушка по матери. В детстве Рене отличался хрупким здоровьем, но его стремление к науке было настолько сильно, что отец в шутку стал называть Рене своим маленьким философом.

Начальное образование Декарт получил в иезуитском коллеже Ла Флеш. Религиозное образование укрепило в

молодом Декарте скептическое отношение к тогдашним философским авторитетам. Он сформулировал свой метод познания: дедуктивные (математические) рассуждения над результатами воспроизводимых опытов.

В 1612 году Декарт закончил коллеж и перебрался в Париж, где несколько лет чередовал рассеянную жизнь с математическими исследованиями. Затем он поступил на военную службу (1617 г.) — сначала в революционной Голландии, затем в Германии. Следующие несколько лет Декарт провёл в Париже, предаваясь научной работе.

Иезуиты обвинили его в ереси. Поэтому Декарт переезжает в Голландию (1628 г.), где проводит 20 лет в уединённых научных занятиях.

Он ведёт обширную переписку с лучшими учёными Европы, изучает самые различные науки — от медицины до метеорологии. Наконец, в 1634 году он заканчивает свою первую, программную книгу под названием «Мир» (Le Monde), состоящую из двух частей: «Трактат о свете» и «Трактат о человеке». Но момент для издания был неудачным — годом ранее инквизиция осудила Галилея. Поэтому Декарт решил при жизни не печатать этот труд. Он писал Мерсенну об осуждении Галилея:

«Это меня так поразило, что я решил сжечь все мои бумаги, по крайней мере, никому их не показывать; я не в состоянии вообразить, что итальянец, пользовавшийся расположением Папы, мог быть осуждён за то, что хотел доказать движение Земли... Если движение Земли есть ложь, то ложь и все основания моей философии, так как они явно ведут к этому же заключению».

Вскоре, однако, появляются другие книги Декарта:

«Рассуждение о методе...» (1637 г.);

«Размышления о первой философии...» (1641 г.);

«Первоначала философии» (1644 г.)

Главные тезисы Декарта:

— Бог сотворил мир и законы природы, а далее Вселенная действует как самостоятельный механизм;

— В мире нет ничего, кроме движущейся материи различных видов. Материя состоит из элементарных

частиц, локальное взаимодействие которых и производит все природные явления;

— Математика — мощный и универсальный метод познания природы, образец для других наук.

Кардинал Ришельё разрешил их издание во Франции, а вот протестантские богословы Голландии наложили на них проклятие (1642); без поддержки принца Оранского учёному пришлось бы нелегко.

В 1649 году Декарт, измученный многолетней травлей за вольнодумство, поддался уговорам шведской королевы Кристины (с которой много лет активно переписывался) и переехал в Стокгольм. Почти сразу после переезда он серьёзно простудился и вскоре умер. Предположительной причиной смерти явилась пневмония. Существует также гипотеза о его отравлении, поскольку симптомы болезни Декарта были сходны с симптомами, возникающими при остром отравлении мышьяком.



*Рис. Диспут Декарта и королевы Кристины.  
Картина Пьера-Луи Дюмениля*

К концу жизни Декарта отношение церкви к его учению стало резко враждебным. Вскоре после его смерти основные сочинения Декарта были внесены в «Индекс запрещённых книг», а Людовик XIV специальным указом запретил преподавание философии Декарта во всех учебных заведениях Франции.



## Глава 2-5-4

### Рене Декарт. Учение о Методе

Главный философско-математический труд Декарта «Рассуждение о методе» (полное название: «Рассуждение о методе, позволяющем направлять свой разум и отыскивать истину в науках») вышел в свет в 1637 году.

С именем Декарта связана целая эпоха в развитии естествознания в Европе, включая его философское и методологическое обоснование и создание нового математического аппарата. Философия Декарта — это совершенно новый для XVII века взгляд на природу, отрицавший непосредственное вмешательство в ее процессы божественной силы. За Богом сохранялся лишь акт творения материи приведения ее в движение и подчинение этого движения законам механики. Декартом заложены основы для формирования новой физической (механистической) картины мира. Он утверждал, что природа способна самостоятельно «распутать хаос» и создать упорядоченную развивающуюся Вселенную.

Декарт четко отделяет религию от науки, от естествознания. Исследование природы он отдавал целиком Разуму человека и разработал для этой цели свои знаменитый рационалистический метод познания.

Из утверждения о возможности найти естественную причину каждого явления (т.е. объяснить его как следствие определенных механических движений), следовала возможность рассматривать явления и объекты материального мира в их становлении, постепенном развитии и, более того, ставить вопрос о происхождении тех или иных объектов вплоть до всей Вселенной.

Важнейшая заслуга Декарта перед историей науки — внедрение в естествознание идеи эволюции, развития окружающего мира. Утверждалась его познаваемость до конечных причин всех ее явлений. Эти идеи стали

завершающим этапом борьбы против схоластической, книжной «науки» Средневековья.

В приложении «Геометрия» к этой книге излагались аналитическая геометрия, многочисленные результаты в алгебре и геометрии, в другом приложении — открытия в оптике (в том числе — правильная формулировка закона преломления света) и многое другое.

Создание аналитической геометрии позволило перевести исследование геометрических свойств кривых и тел на алгебраический язык, то есть анализировать уравнение кривой в некоторой системе координат. Этот перевод имел тот недостаток, что теперь надо было аккуратно определять подлинные геометрические свойства, не зависящие от системы координат (инварианты). Однако достоинства нового метода были исключительно велики, и Декарт продемонстрировал их в той же книге, открыв множество положений, неизвестных древним и современным ему математикам.



*Рис. Декартова система координат*

«Геометрия» сразу сделала Декарта признанным авторитетом в математике и оптике. Примечательно, что издана она была на французском, а не на латинском языке. «Геометрия» была, однако, тут же переведена на латинский и неоднократно издавалось отдельно, разрастаясь от комментариев и став настольной книгой европейских учёных.

## Глава 2-5-5

### Вихревая космогония Декарта

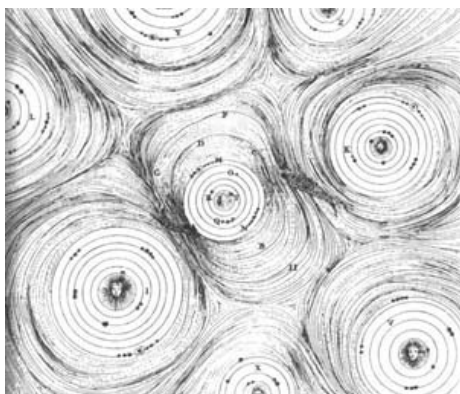
На основе своей физики, по существу развивая идею Анаксагора о вихревом зарождении нашего мира, и под влиянием аналогичных представлений Кеплера о вихревой структуре Солнечной системы Декарт создал первую механистическую эволюционную космологию и космогонию, всеобъемлющую картину развивающейся Вселенной. Именно Декарт (а не Кант, как принято считать, — см. о нем ниже) является родоначальником эволюционной космогонии в новое время.

В раннем и откровенном варианте его космогонии — в «Трактате о свете» (1634 год) у Декарта есть еще одна чрезвычайно любопытная с точки зрения современной эволюционной космологии идея. Первоначальное состояние материи, уже разделенной на три основных элемента, описывается им как некий подвижный хаос — состояние непрерывного перехода в результате столкновений одних частиц в другие (!), дробления одних и сцепления других. И только после формирования вихрей частицы начинают разделяться центробежной силой по своим размерам и плотности и упорядочение размещаются в пространстве.

Чрезвычайно своеобразно, с попыткой опереться на наблюдения Декарт описывает процесс формирования планет: из неких менее подвижных, но недостаточно плотных, пористых или ветвистых частиц третьего рода, которые поэтому не отбрасываются далеко от центра, а, сцепляясь, образуют на поверхности центрального огненного тела нечто вроде множества пятен. Эти промежуточные образования затем, под действием центробежной силы, отбрасываются от центрального тела и образуют планеты.

В начале следующего XVIII века эта идея выбрасывания материи солнечных пятен стала основой для объяснения

происхождения комет как членов Солнечной системы. В частности, голландским физиком Гартсокером (1656 – 1725 гг.). По Декарту же кометы формировались на периферии вихря, где, как он полагал, должны были собираться наиболее грубые и большие частицы этого третьего элемента. Действие центробежной силы на эти последние должно было быть столь велико, что часть их могла быть выброшена из своего вихря в соседний и далее. Так что кометы во вселенной Декарта могут переходить из одного вихря в другой. Солнечная система — один из таких вихрей. Звезды — центры других вихревых систем. Таким образом, естественно возникала картина Космоса с множеством «солнечных систем».



*Рис. Вихревая космогония Декарта*

Планеты движутся не самостоятельно, а как у Кеплера, увлекаются общим вихревым движением. Следуя Кеплеру, Декарт утверждал, что движение планет происходит почти в одной плоскости, по эллиптическим орбитам.

Самую древнюю загадку космофизики — природу тяготения — Декарт пытался объяснить как эффект давления в вихре частиц друг на друга. Здесь важно, что впервые тяжесть стала рассматриваться им не как врожденное, а как производное качество, возникающее в результате взаимодействия материальных частиц.

Декарт рассматривал и вопрос о некоем равновесии соседних вихрей, что обеспечивало их сосуществование без смешивания. В то же время, рисуя процесс возникновения осевого вращения формирующихся планет в результате более быстрого движения более далеких частей общего вихря нашей Солнечной системы (твердотельное вращение околосолнечной туманности), — он допускал возникновение меньших локальных вихрей. Так он объяснял возникновение у некоторых планет спутников.

Во вселенной Декарта нет не только пустоты, но и неподвижных точек, все заполнено материей, все движется.

«Я не сомневаюсь, — писал он своему другу физику Мерсенну, — что и звезды всегда несколько изменяют свое взаимное расположение, хотя их и считают неподвижными».

Явление туманностей и вид Млечного Пути он объяснял (явно под влиянием первых телескопических наблюдений Галилея) как собрания звезд, лучи от которых сливаются вместе из-за их огромных расстояний.

Пожалуй, одним из первых Декарт осознал наличие атмосферы около Земли как некоего образования, выделенного из общей мировой среды, мирового эфира. Материя всего вихря составляла у него «большое небо», а материя, вращающаяся вокруг Земли — «малое». Напомним, что прежде воздушное околоземное пространство простирали до Луны (в духе Аристотеля). Вся космофизическая картина и объяснение ряда конкретных явлений (таких загадочных, как приливы и отливы, например) опирались у Декарта на утверждение подвижности Земли.

Эволюционная космогоническая теория Декарта оказала огромное влияние на развитие европейского мировоззрения. Впервые это проявилось в знаменитом сочинении французского писателя Б. Фонтенеля «Беседы о множественности миров» (1686 год).

## Глава 2-5-6

### Марен Мерсенн

Марен Мерсенн (8 сентября 1588 – 1 сентября 1648 гг.) — французский математик, физик, философ и богослов, теоретик музыки. Имеет также серьёзные личные научные заслуги в области математики, акустики и теории музыки.

На протяжении первой половины XVII века был, по существу, координатором научной жизни Европы. Мерсенн вёл чрезвычайно оживлённую переписку (на латинском языке), представляющую громадный исторический интерес. В числе его 78 корреспондентов, кроме Декарта, были Галилей, Кавальери, Бекман, Этьен и Блез Паскали, Роберваль, Торричелли, Ферма, Гюйгенс, Гассенди, Дж. Б. Дони и многие другие. Научная периодика тогда не существовала, и деятельность Мерсенна значительно способствовала быстрому прогрессу физико-математических наук. 17-томное собрание переписки Мерсенна было издано в Париже в 1932 – 1988 годах. Эта переписка имеет огромную научную и историческую ценность.

Став до некоторой степени центральной фигурой, объединяющей учёных разных стран в области физико-математических наук, своей деятельностью Мерсенн выполнял, в ограниченных, конечно, размерах, функции не существовавшей ещё в его время Парижской Академии наук. В течение его продолжительного пребывания в Париже у него еженедельно происходили собрания математиков и физиков, с целью взаимного обмена идеями и мыслями, а также информирования о результатах предпринятых исследований (четверги Мерсенна). Позднее из этого кружка образовалась, при содействии Кольбера, Парижская академия наук (1666 год).

## Марен Мерсенн. Биография

Родился в крестьянской семье, в посёлке Уазе, в департаменте Сарта. Учился в иезуитском коллеже в Ла-Флеш, вместе с Декартом, тесную дружбу с которым Мерсенн пронёс через всю жизнь, и поэтом Жак Валле де Барро.

В 1611 году Мерсенн присоединился к францисканскому ордену «минимов». Далее он продолжил обучение в Париже. В 1613 году был рукоположен в священники, но не прекратил обучения, занявшись математикой, музыкой и философией. Совершил несколько путешествий по Европе, побывал в Италии, Германии, Голландии и других странах. Во время поездок приобретал новые знакомства, завязывал переписку, слушал лекции в местных университетах. Затем Мерсенн вернулся в Париж, поселился в монастыре и последующие десятилетия отдал науке и преподаванию философии.



*Рис. Марен Мерсенн*

Умер в возрасте 60 лет (1648 год) от лёгочного абсцесса. Роль координатора после Мерсенна некоторое время, вплоть до создания в 1666 году Парижской академии, исполнял Пьер Каркави.

### **Научная деятельность**

В наши дни Мерсенн известен более всего как исследователь «чисел Мерсенна», играющих важную роль в теории чисел, криптографии и генераторах псевдослучайных чисел. Однако Мерсенн принимал самое непосредственное и компетентное участие во многих исследованиях и научных дискуссиях XVII века. Произведенными им многочисленными опытами над сопротивлением твердых тел, над истечением жидкостей, над колебанием упругих тел и проч. он содействовал прояснению их свойств и открытию новых законов природы. Мерсенн, один из первых, оценил скорость звука. Он описал две схемы зеркального телескопа (рефлектора), соответствующие схемам Кассегрена и Грегори.

Мерсенн не был профессиональным музыкантом, однако оставил в этой области несколько теоретических работ, представляющих несомненный интерес для музыковедения. В своём труде «Книги гармонии» он дал анализ природы звука, привёл описание музыкальных инструментов, изложил учение о консонансе и диссонансе, музыкальных ладах, о воздействии музыки на человека. Его главное сочинение по теории музыки — «Всеобщая гармония» — опубликовано в 1636—1637 годах (некоторые части издавались ранее и позднее); оно представляет собой свод имеющихся в тот период знаний о музыке, описаны современные автору музыкальные инструменты. Основываясь на его исследованиях по теории музыки, французский математик Жозеф Совёр объяснил феномен обертонов.

Мерсенн также издал перевод на французский язык «Механики» Галилея (1634 год), редактировал издания Евклида, Архимеда и других античных классиков.



## Глава 2-5-7

### Французская академия наук Парижская обсерватория

Французская академия наук — научная организация, основанная в 1666 году Людовиком XIV по предложению министра финансов Жан-Батиста Кольбера, чтобы вдохновлять и защищать французских учёных.

По плану Кольбера 22 декабря 1666 года в библиотеке короля впервые собралась небольшая группа ученых, что и стало основой для организации Французской академии наук. Рабочие встречи проводились два раза в неделю.

Первые тридцать лет существования собрания научного общества были относительно неформальными, поскольку устава или четких правил не было.



*Рис. Людовик XIV в Академии наук в 1671 году*

Официальный статус Академия получила 20 января 1699 года, когда Людовик XIV ввел первые правила. Академия получила название Королевской академии наук. Неофициальное название — Парижская академия наук. Входит в Институт Франции (одна из пяти национальных академий).

Деятельность Академии контролировалась. Правила требовали, чтобы официальные речи и планы кандидатов для избрания «были одобрены правительством до того, как первые будут произнесены, а кандидаты избраны». Но члены Академии ежегодно получали от правительства пенсию.

По Регламенту 1699 года в Академию наук входили четыре класса академиков: почётные, пансионеры, ассоциированные и адъюнкты; все — с одобрения короля. Почётные академики избирались из числа известных математиков или физиков, один из них назначался президентом. Пансионеры обязаны были жить в Париже. Избирались математики, астрономы, механики, анатомы, химики, ботаники (по три члена каждой специальности), секретарь и казначей. Двенадцать ассоциированных академиков представляли те же специальности (по два члена), восемь мест предназначалось для иностранных членов. Научная специализация адъюнктов должна была соответствовать специализации академика-пансионера, за которым они закреплялись.

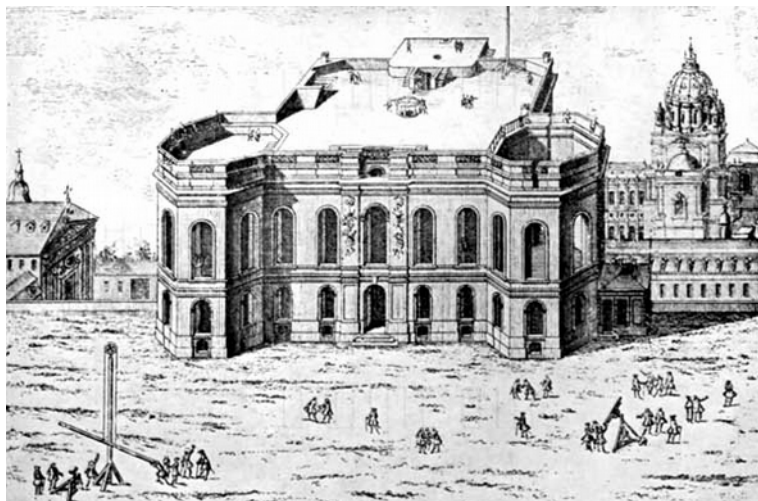
Академия начала издавать отчеты о проделанных его членами работах. В архивах Академии хранятся протоколы заседаний, начиная с 1666 года.

## **Парижская обсерватория**

Среди первых членов Французской академии наук были астрономы Х. Гюйгенс, Дж. Д. Кассини, О. Рёмер.

В 1667 году по указу короля Франции и Наварры Людовика XIV была основана Парижская обсерватория (торжественно открыта им 1 мая 1682 года), которая является самой старой в мире из ныне работающих.

Планировалось, что здесь будут собираться на диспуты ученые со всего мира, но удаленность Парижа не дала этим планам воплотиться в жизнь. И деятельность обсерватории ограничилась наблюдением за звездами.



*Рис. Парижская обсерватория*

Проект здания разработал архитектор Клод Перро, секретарь Кольбера и брат знаменитого сказочника Шарля Перро. Место для строительства определяла целая коллегия ученых-математиков. 21 июня 1667 года, в день летнего солнцестояния, они очертили площадку с расчетом, что Парижский меридиан пройдет по центру обсерватории. Здание построили довольно быстро для того времени, и 1 мая 1682 года король Людовик XIV торжественно открыл Королевскую обсерваторию.

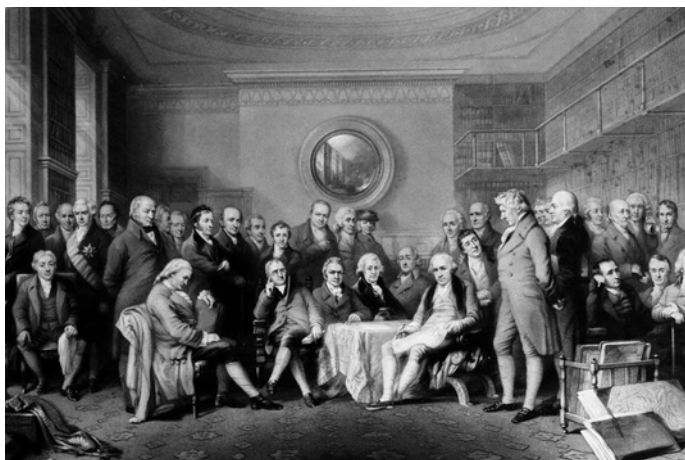
Ни Великая Французская революция, ни войны XIX и XX веков не стали причиной перебоев работы обсерватории.

За долгое время в стенах обсерватории работало множество талантливых ученых, которые оставили после себя открытия, повлиявшие на мировую науку.

## Глава 2-5-8

### Лондонское королевское общество

В Англии островном государстве с воспитанным веками отношением к свободе личности, ее инициативе и стремлению к самостоятельности в 1645 году возникло общество сотрудничающих ученых, так называемая Незримая коллегия, собиравшаяся с 1645 года в Лондоне, а с 1648 года в Оксфорде. Это был частный клуб интеллектуалов-единомышленников, среди которых были Роберт Бойль, Джон Уилкинс и Джон Ивлин. И раньше ученые обменивались своими взглядами и научными трудами. Но времена изменились, потребность в общении выросла, ученых стало больше и следить за развитием наук стало труднее. Решение создать условия, при которых специалисты могли следить за новыми теориями, обсуждать, критиковать, поддерживать и развивать их на постоянной основе, было своевременным.



*Рис. Незримая коллегия. 1660 год*

Собрания Незримой коллегии стали прологом к созданию Королевского общества. Первое формальное заседание тех же лиц, оформленное протоколом, состоялось 28 ноября 1660 года в лондонском Грешем-колледже. Через два года Карл II возвёл общество в степень государственного учреждения. Первое официальное заседание состоялось 22 апреля 1663 года.

Девиз общества: «Nullius in verba» («Ничего со слов») — означает, что доказательством должны служить эксперименты, расчёты, но никак не слова авторитетов. Это выражение было избрано в знак того, что оно будет полагаться только на научные свидетельства, в отличие от средневековой схоластической философии, для которой авторитетами были Аристотель и отцы церкви.

Общество разработало программу исследований, которая включала проблемы, поставленные:

— с одной стороны, практикой — мореплаванием (ориентировка в пространстве и времени, в особенности определение долготы; составление карт), военным делом (изучение движения снаряда в воздухе), металлургией, медициной и так далее;

— с другой стороны — необходимостью выработать научный взгляд на природу, представшую в новом свете в результате коперниканской революции и Великих географических открытий.

С 1663 года общество официально называется — «The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge», современное название — «The Royal Society».

С 1665 года Общество издаёт журнал «Philosophical Transactions of the Royal Society» («Phil. Trans.») — один из старейших научных журналов мира.

Ранее в КИА

Глава 1-5-1. Александрия — культурная столица эллинов

Глава 2-1-5. Первые университеты

Глава 2-5-6. Марен Мерсенн

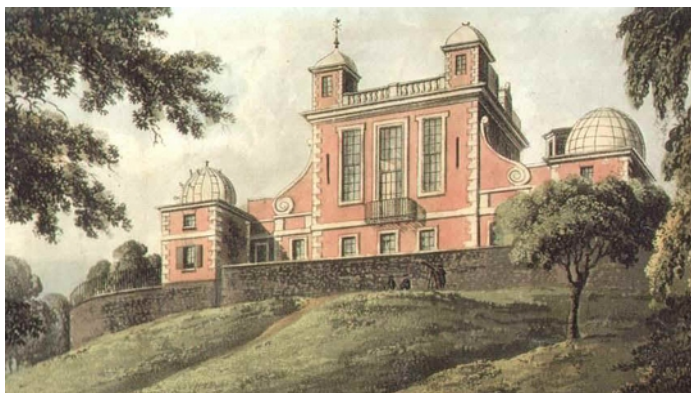
Глава 2-5-7. Французская академия наук

## Глава 2-5-9

### Гринвичская обсерватория

Гринвичская королевская обсерватория организована в 1675 году королём Карлом II для уточнения жизненно важных для мореплавателей координат и вначале размещалась в предместье Лондона Гринвиче. Поясное время исчисляется от проходящего через обсерваторию гринвичского меридиана.

Исторически значимые здания на месте обсерватории существовали ещё со времён короля Эдуарда I. Так, существовавший до XVII в. дворец Плацентия был местом рождения Генриха VIII. Он был расположен ранее на месте обсерватории, как и Замок Гринвич, в котором жили Тюдоры.



*Рис. Гринвичская обсерватория*

В 1674 году сэр Джонас Мур, генеральный инспектор штаба снабжения предложил королю Карлу II построить обсерваторию, в которой будет работать астроном Джон

Флемстид. Дж. Мур сумел убедить короля, и Штаб снабжения был назначен ответственным за строительство.

Однако обеспечивать обсерваторию оборудованием и основными инструментами Мур должен был за свой счёт. Флемстид-Хаус — основная часть обсерватории — стал первым зданием в Великобритании, которое было специально спроектировано и построено для решения научно-исследовательских задач. Проект был разработан Кристофером Реном, вероятно, при участии Роберта Гука. Флемстид-Хаус строился из вторичных стройматериалов на фундаменте башни герцога Хамфри, в результате чего оказался ориентирован с отклонением на  $13^\circ$  от истинного севера (к большому разочарованию астронома Флемстида).

Обсерватория была оснащена самыми совершенными по тому времени инструментами — секстантом в сочетании с двумя телескопами и такого же (7 футов — 2,3 метра) размера квадрантом с двумя телескопами и точной шкалой.



*Рис. Наблюдения в Гринвичской обсерватории*

Главной задачей обсерватории являлось уточнение имевшихся и составление новых таблиц движения небесных тел — в первую очередь Луны — и положений неподвижных звезд. Такие таблицы прежде всего были необходимы, чтобы «находить долготы мест для усовершенствования искусства навигации». Основным методом определения долгот тогда был «метод лунных расстояний». Кроме того составлялись таблицы приливов, определялась также высота звезд, Луны, Солнца и планет в кульминациях. В телескопы обсерватории наблюдать звезды можно было даже днем. Флемстадом и его помощниками были определены положения 3000 звезд, которые расположены в каталоге по возрастающим прямым восхождениям в порядке номеров в созвездии (например, 61 Лебеда). Каталог являлся наиболее точным из существовавших, при его составлении учитывалась рефракция. Из-за сложных отношений между Флемстадом и Королевским обществом он был опубликован лишь в 1725 году под названием «Британская история неба».

В обсерватории находились не только инструменты, используемые Флемстидом в его работе над таблицами звёзд. Со временем, в здании обсерватории был размещён эталон времени.

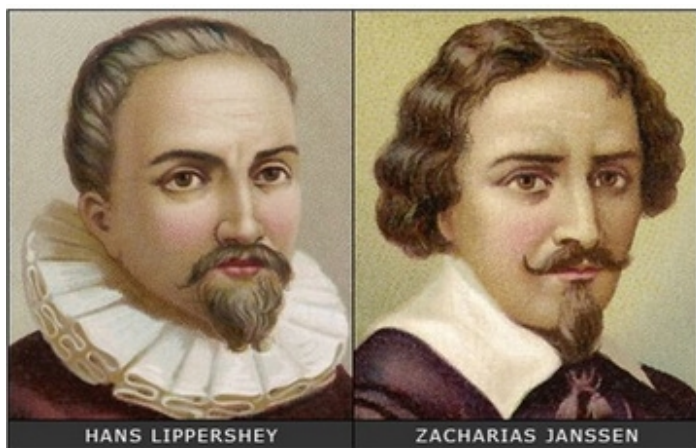
Дж. Мур подарил обсерватории двое часов, созданных Томасом Томпионом. Часы были установлены в Восьмиугольной Комнате — главной комнате здания; высота этой комнаты составляла 20 футов (6 м). Часы были необычной конструкции: маятник располагался над циферблатом. Длина маятника составляла 13 футов (3,96 м), период колебаний — 4 секунды, погрешность хода часов — семь секунд в сутки. Это была первая служба точного времени.



## Глава 2-5-10

### Телескопы XVII века

Известно, что в начале XVII века в Нидерландах жили два талантливых мастера, занимавшиеся изготовлением очков. Их звали Захария Янсен и Иоганн Липперсгей. Янсен даже стал персонажем популярной истории о том, что местный герцог, вдохновлённый его подзорными трубами, заказал у него целую партию этих приспособлений для военных и моряков.



*Рис. Липперсгей и Янсен*

Говорят, что Янсен и Липперсгей конкурировали друг с другом, но дать точную оценку того, кто из них был лучшим мастером, было непросто. Но именно Липперсгей попытался запатентовать изобретение первой подзорной трубы, но поскольку она не была доведена до идеального рабочего состояния, его предложение было отклонено.

Итальянец Галилео Галилей сумел применить на практике известные к тому времени законы оптики. Ему удалось сделать то, что не получилось у его голландских предшественников: усовершенствовать подзорную трубу так, чтобы ею можно было пользоваться для серьёзных наблюдений за небесными объектами. Конечно, первый телескоп Галилея был далёк от совершенства. Увеличение он давал небольшое, а картинка получалась размытой, но для того времени это стало серьёзным прорывом в науке.

Интересно, что сам Галилей называл подзорную трубу «окулярюм». Слово «телескоп» впервые было применено к инструменту итальянским астрономом и математиком Демесиани. В переводе с греческого языка «телескоп» означает «смотря вдаль».

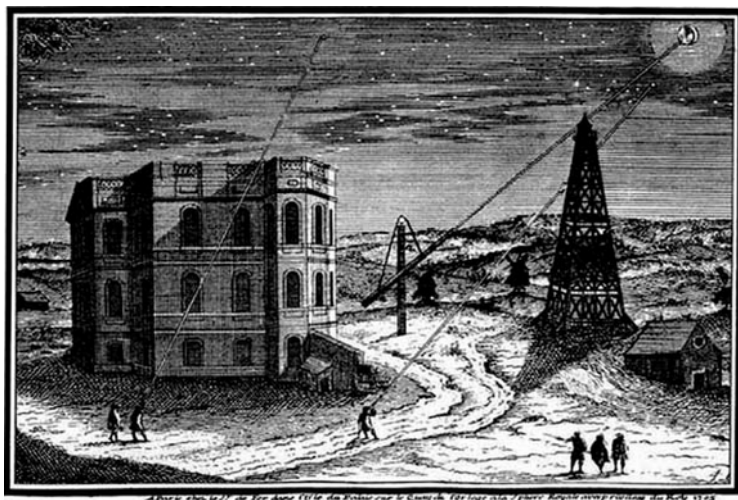
Немецкий астроном Иоганн Кеплер впервые применил двояковыпуклые линзы для объектива и окуляра инструмента. Именно по такому принципу и сейчас конструируют современные рефракторы. В 1613 году его идеи реализовал Х. Шейнер и создал первый рефрактор (с перевернутым, но действительным изображением и большим полем зрения). Ему принадлежит изобретение параллактической монтировки телескопа (1618 год).

В первой половине XVII века рефракторы еще не имели приспособлений для точного наведения и измерения положения светила. С введением таких приспособлений, особенно окулярного нитяного микрометра (независимо изобретен в 1640 году Гаскойнем, затем Гуком и Озу), и кругов отсчета (в 1660—1670-е годы — Озу, Пикар, Шорт) телескопическая астрономия окончательно вытеснила наблюдения невооруженным глазом.

В дальнейшем мастерам удалось создать более мощные трубы с увеличением объектов до 100 крат. При этом, фокусное расстояние телескопа составляло 40 метров. В 1664 году астроном Оз установил своеобразный рекорд, создав телескоп с длиной трубы 98 метров.

Телескопы-рефракторы того времени имели серьёзный недостаток — хроматическую аберрацию. Чтобы избавиться от неё, Ян Гевелий строил телескопы огромных размеров, самый большой из них имел 45

метров в длину. Это был «воздушный телескоп» без трубы и без жёсткой связи объектива и окуляра. Телескоп подвешивался на столбе при помощи системы канатов и блоков. Для управления такими телескопами использовались специальные команды из отставных матросов, знакомых с обслуживанием такелажа.



*Рис. Рефрактор Парижской обсерватории*

Большой вклад в усовершенствование рефракторов внес Ян Гюйгенс. Ему принадлежит создание основ теории зрительных труб («Диоптрика», 1652 год). Он же изобрел сложный (двухлинзовый, состоящий из двух плосковыпуклых линз) окуляр («окуляр Гюйгенса»), исправлявший хроматическую аберрацию, кому и астигматизм (1662 год). Но изображение в нем было мнимым, и окуляр оказался неприменимым для точных измерений с нитяным микрометром.

Олоф Рёмер, которого называли «Северный Архимед», изобрел свыше 50 новых инструментов и приборов, в том числе в 1689 – 1690 годы пассажный инструмент и меридианный круг.

Проблему тяжёлых и громоздких телескопов удалось решить Исааку Ньютону, создателю первых зеркальных инструментов. Их основу составляли вогнутые металлические зеркала, работа которых основывалась на отражении (рефлексии) объектов. Отсюда и произошло название зеркального телескопа — рефлектор.



*Рис. Рефлектор Исаака Ньютона*

Флемстид первым оценил рефлектор Ньютона и преимущества параболического зеркала в нем. Но в практику рефлекторы вошли позже.

### **Комментарий**

Хроматическая аберрация — разновидность аберрации оптической системы, обусловленная зависимостью показателя преломления среды от длины волны проходящего через неё излучения. Показатель преломления синих лучей, как правило, больше, чем красных. Изображения предмета в лучах разного цвета будут находиться на разных расстояниях от задней главной точки. Если наводить на резкость по красным лучам, изображение в синих лучах будет не в фокусе, и наоборот.

## Глава 2-5-11

### Оптические схемы телескопов-рефлекторов

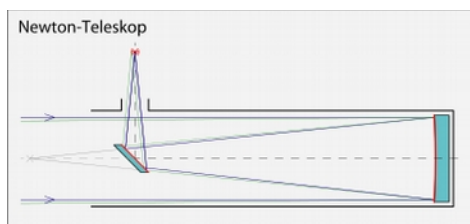
Оптический телескоп — это система, состоящая из объектива и окуляра. Задняя фокальная плоскость первого совмещена с передней фокальной плоскостью второго. В фокальную плоскость объектива вместо окуляра может помещаться фотоплёнка или матричный приёмник излучения. В таком случае объектив телескопа, с точки зрения оптики, является фотообъективом.

Рефлектор — оптический телескоп, использующий в качестве светособирающего элемента зеркало.

Первый рефлектор был построен Исааком Ньютоном в конце 1668 года. Это позволило избавиться от основного недостатка телескопов-рефракторов — значительной хроматической аберрации.

Оптические системы зеркальных телескопов разделяются по типам используемых объективов.

#### Система Ньютона

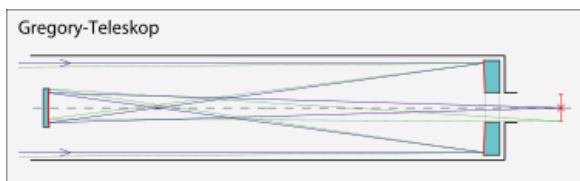


*Рис. Оптическая схема телескопа Ньютона*

Такую схему телескопов изобрёл Исаак Ньютон в 1668 году. Здесь главное зеркало направляет свет на небольшое плоское диагональное зеркало, расположенное вблизи

фокуса. Оно, в свою очередь, отклоняет пучок света за пределы трубы, где изображение рассматривается через окуляр или фотографируется. Главное зеркало параболическое, но, если относительное отверстие не слишком большое, оно может быть и сферическим.

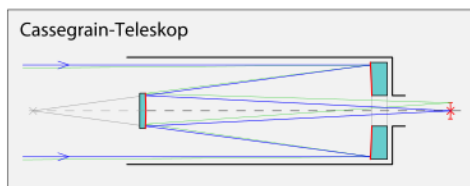
### Система Грегори



*Рис. Оптическая схема телескопа Грегори*

Эту конструкцию предложил в 1663 году Джеймс Грегори в книге *Optica Promota*. Главное зеркало в таком телескопе — вогнутое параболическое. Оно отражает свет на меньшее вторичное зеркало (вогнутое эллиптическое). От него свет направляется назад — в отверстие по центру главного зеркала, за которым стоит окуляр. Расстояние между зеркалами больше фокусного расстояния главного зеркала, поэтому изображение получается прямое (в отличие от перевернутого в телескопе Ньютона). Вторичное зеркало обеспечивает относительно большое увеличение благодаря удлинению фокусного расстояния.

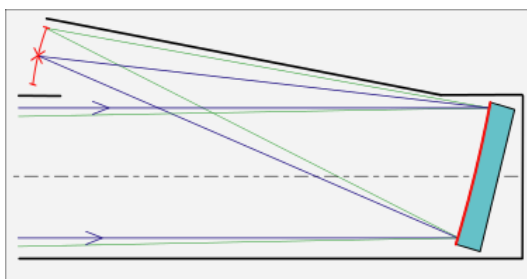
### Система Кассегрена



*Рис. Оптическая схема телескопа Кассегрена*

Схема была предложена Лораном Кассегреном в 1672 году. Это вариант двухзеркального объектива телескопа. Главное зеркало большего диаметра (вогнутое; в оригинальном варианте параболическое) отбрасывает лучи на вторичное выпуклое меньшего диаметра (обычно гиперболическое). По классификации Максудова схема относится к предфокальным удлиняющим — то есть вторичное зеркало расположено между главным зеркалом и его фокусом и полное фокусное расстояние объектива больше, чем у главного. Объектив при том же диаметре и фокусном расстоянии имеет почти вдвое меньшую длину трубы и несколько меньшее экранирование, чем у Грегори. Система неапланатична, то есть несвободна от aberrации комы. Имеет большое число как зеркальных модификаций, включая апланатичный Ричи — Кретьен, со сферической формой поверхности вторичного (Долл — Кирхем) или первичного зеркала, так и зеркально-линзовых.

### Система Гершеля



*Рис. Оптическая схема телескопа Гершеля*

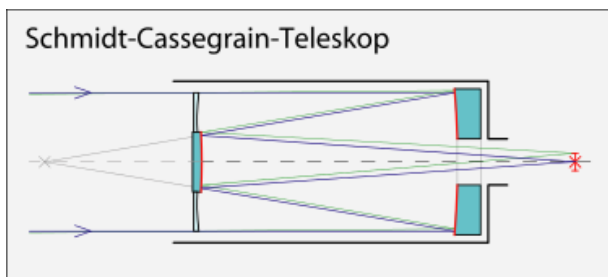
Ещё в 1616 году Н. Цукки предложил заменить линзу вогнутым зеркалом, наклонённым к оптической оси телескопа. Подобный телескоп-рефлектор был сконструирован Уильямом Гершелем в 1772 году (на 10 лет раньше данную оптическую схему реализовал М. В.

Ломоносов). В нём первичное зеркало имеет форму внеосевого параболоида и наклонено так, что фокус находится вне главной трубы телескопа, и наблюдатель не закрывает собой поступающий свет. Недостатком такой схемы является большая кома, но при малом относительном отверстии она почти незаметна.

### Система Шмидта

В 1930 году эстонско-германский оптик, сотрудник Гамбургской обсерватории Бернхард Шмидт установил в центре кривизны сферического зеркала диафрагму, сразу устранив и кому, и астигматизм. Для устранения сферической aberrации он разместил в диафрагме линзу специальной формы, которая представляет собой поверхность 4-го порядка. В результате получилась фотографическая камера с единственной aberrацией — кривизной поля и удивительными качествами: чем больше светосила камеры, тем лучше изображения, которые она даёт, и больше поле зрения.

### Телескоп Шмидта — Кассегрена



*Рис. Схема телескопа Шмидта — Кассегрена*

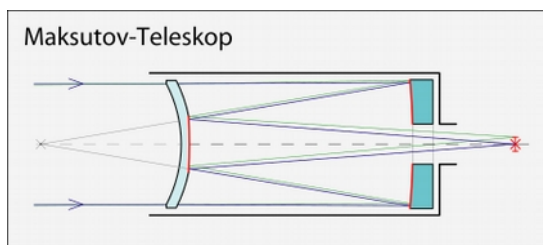
В 1946 году Джеймс Бэкер установил в камере Шмидта выпуклое вторичное зеркало и получил плоское поле. Несколько позже эта система была видоизменена и стала одной из самых совершенных систем: Шмидта —



Кассегрена, которая на поле диаметром 2 градуса даёт дифракционное качество изображения. В качестве вторичного зеркала обычно используется алюминированная центральная часть обратной стороны корректора.

Телескоп Шмидта очень активно используется в астрометрии для создания обзоров неба. Основное его преимущество — очень большое поле зрения, до  $6^\circ$ . Фокальная поверхность является сферой, поэтому астрометристы обычно не исправляют кривизну поля, а вместо этого используют выгнутые фотопластинки.

### Система Максудова



*Рис. Схема телескопа Максудова — Кассегрена*

В 1941 году Дмитрий Максудов нашёл, что сферическую aberrацию сферического зеркала можно компенсировать мениском большой кривизны. Найдя удачное расстояние между мениском и зеркалом, Максудов сумел избавиться от комы и астигматизма. Кривизну поля, как и в камере Шмидта, можно устранить, установив вблизи фокальной плоскости плоско-выпуклую линзу — так называемую линзу Пиацци-Смита.

Проалюминировав центральную часть мениска, Максудов получил менисковые аналоги телескопов Кассегрена и Грегори. Были предложены менисковые аналоги практически всех интересных для астрономов телескопов.

## Глава 2-5-12

### Новая научная реальность

Во второй половине XVII в. окончательно утвердился новый подход к научному познанию. Идеи Френсиса Бэкона и Рене Декарта, сформировавшие новые цели научного поиска и методы, с помощью которых они могут быть достигнуты, оказались плодотворными, понятными и удобными. Научное творчество впервые вставало на прочный фундамент количественного наблюдения и эксперимента. Ученых объединяли общие, более ясно осознаваемые проблемы земной и небесной динамики, понимание важности наблюдательно-экспериментально математического исследования природы.



*Рис. Заседание научного общества*

Научные идеи носились в воздухе и приходили на ум порой нескольким естествоиспытателям одновременно. Повысилась роль взаимного стимулирования через

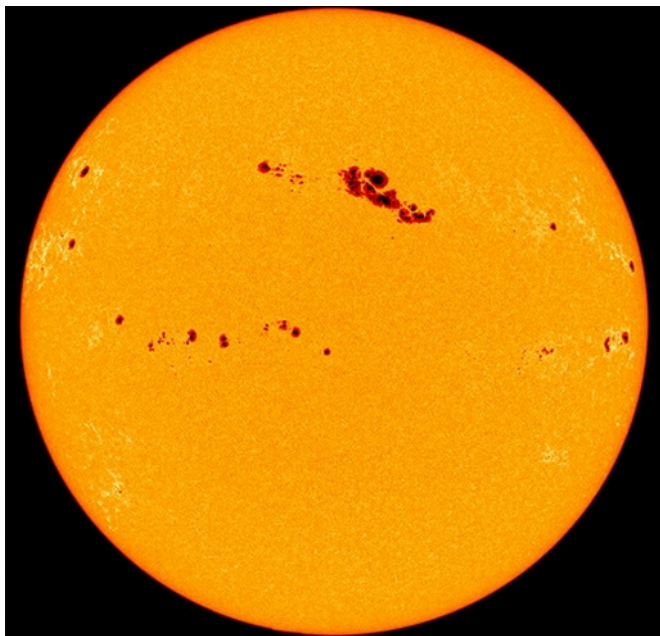
научную переписку, общение ученых в создаваемых в это время научных объединениях. В результате наука как процесс выработки знаний наполнялась «обратными связями» и приобретала характер резко ускоренного нелинейного процесса.

Исследования сосредоточились главным образом в новых «академических» центрах — Королевском обществе и Французском Институте. Крупные университеты — Оксфордский, Кембриджский, Парижский и другие — в этом отношении отошли на второй план. Сильное влияние схоластики на их деятельность привело к тому, что там мало интересовались изучением природы. Конечно, значение университетов для образования и создания духовной культуры сохранилось. Студенты имели возможность по книгам и лекциям профессоров знакомиться с новыми идеями, обладая вместе с тем знанием культуры античности, включая древние языки и историю.

Все эти изменения не могли не сказаться на развитии астрономии. Но самое кардинальное влияние оказало появление нового инструмента познания — телескопа. Границы изучаемой Вселенной значительно расширились, что естественно привело к разделению единой до тех пор астрономии на отдельные направления. Наступило время специализации. У каждого астронома возникли личные предпочтения. Кто-то занялся теорией возникновения Солнечной системы, кто-то наблюдением за планетами, кометами, звездами, измерением времени. Астрономов стали интересовать физические явления.

Но главное, история астрономии перестала быть последовательным процессом. У каждого направления исследования появилась своя история. Иногда они между собой пересекаются и дополняют друг друга, но при этом остаются самостоятельными.

Надо отметить еще одну особенность — время событий перестало играть определяющую роль. Отныне стала важна только информационная значимость новости.



## Часть 2-6

Прогресс наблюдательной астрономии  
в XVII веке

## Содержание

- Глава 2-6-1. Развитие астрономии в 17 веке
- Глава 2-6-2. Наблюдения Солнца. XVII век
- Глава 2-6-3. Йоханнес Фабрициус
- Глава 2-6-4. Христофор Шейнер
- Глава 2-6-5. Джереми Хоррокс
- Глава 2-6-6. Ян Гевелий
- Глава 2-6-7. Джованни Кассини
- Глава 2-6-8. Династия астрономов Кассини
- Глава 2-6-9. Определение параллакса Солнца
- Глава 2-6-10. Джеймс Грегори
- Глава 2-6-11. Жан Пикар
- Глава 2-6-12. Джон Флемстид
- Глава 2-6-13. Atlas Coelestis
- Глава 2-6-14. Христиан Гюйгенс
- Глава 2-6-15. Оле Кристенсен Рёмер
- Глава 2-6-16. Эдмунд Галлей

## Глава 2-6-1

### Развитие астрономии в XVII веке

Развитие экономики, промышленности и торговли вызывали необходимость в получении новых знаний о природе. С бурным развитием мореплавания усилилась потребность в достаточно точных способах определения долгот. Значение науки для духовной и материальной культуры увеличилось, это привело к необходимости организации науки, особенно в Англии и Франции. В условиях централизованного государства создавались особые научные учреждения, где ученые различных специальностей могли объединить усилия для решения практических задач.

Ко второй половине XVII века в политической и экономической жизни Европы произошли большие перемены. Основную роль стали играть Англия, Франция и Нидерланды, освободившиеся от испанского владычества. Те страны, где в идеологии господствующую роль играла католическая церковь, Испания и Италия, свое значение постепенно утрачивали.

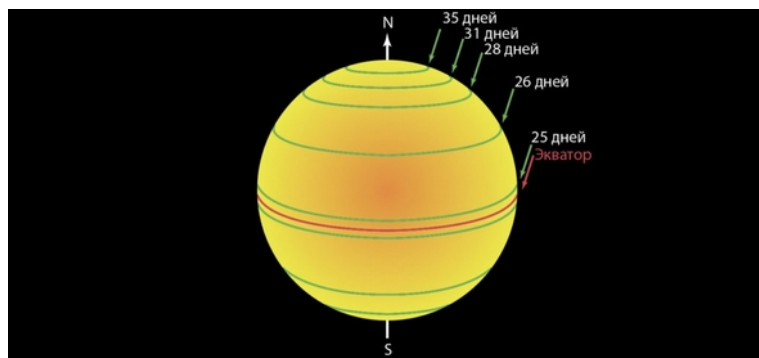
Следует отметить два события 1600 года, которые, как оказалось, приобрели символическое значение: казнь Бруно и опыты с магнитами Уильяма Гилберта. Окончилось время схоластики. Наступила эпоха научных открытий. Познание перестало быть заучиванием догм, разрешенных церковью. Текущие потребности новой промышленности и открытие неизведанных торговых путей оказались важнее привычной идеологии. Для того, чтобы понимать устройство мира, без чего нельзя обеспечить дальнейшее развитие общества, пришлось создать теорию научного познания (Френсис Бэкон и Рене Декарт), новые способы наблюдения (телескопы), научиться рассматривать мир с позиций механики (Иоганн Кеплер, Галилео Галилей, Исаак Ньютон).

## Глава 2-6-2

### Наблюдения Солнца. XVII век

Открытие в 1610 году Йоханнесом Фабрициусом, Христофором Шейнером и Галилео Галилеем солнечных пятен стало первым шагом в изучении строения Солнца.

Затем, в 1611 году, Фабрициус, наблюдая за перемещениями пятен по солнечному диску, обнаружил, что Солнце вращается вокруг своей оси, почти перпендикулярной к плоскости эклиптики, совершая оборот за 25 – 26 дней.



*Рис. Вращение Солнца*

В 1630 году Христофор Шейнер отметил, что появление пятен ограничено зоной, названной им «царской», простирающейся только на  $30^\circ$  к северу и к югу от экватора. Ему первому удалось наблюдать солнечные факелы. Им же установлено, что вращение различных слоев Солнца зависит от широты.

Важным для изучения физики Солнца стал опыт Исаака Ньютона, впервые получившего солнечный спектр.

Однако наладить систематические наблюдения и собрать больше содержательной информации о поверхности Солнца удалось лишь в XVIII веке.

Проведению систематических исследований мешало отсутствие подходящих инструментов. Однако была еще и важная мировоззренческая проблема. Кажущаяся неправильность явления приводила в отчаяние самых усердных наблюдателей. Согласиться с тем, что на идеальном космическом объекте — Солнце — есть изъяны, было очень сложно. Проще было искать посторонние причины.

Так, в 1620 году, некий Жан Тард, каноник в Сарла, рассуждал так: Солнце — глаз Мира, а глаз Мира не может страдать бельмом; следовательно то, что мы видим, ни в каком случае не сор или грязь на поверхности Солнца, а, конечно, множество небольших планет, пролетающих мимо него. Тард дал этой группе небесных тел имя *Borbonia Sidera* (Бурбонские светила). В 1633 году бельгийский иезуит Малапертиус предпочел приписать те же светила к Габсбургскому дому и окрестил их *Austriaca Sidera*.

Надо отметить, что подобного объяснения солнечных пятен одно время придерживался в своем споре с Галилеем Христофор Шейнер, а позже и Уильям Гаскойн, изобретатель микрометра.

Однако большинство людей, способных обсуждать видимые пятна на Солнце (а их было в те времена еще очень немного), видели в солнечных пятнах облака или мусор, плавающий на поверхности Солнца. Первую гипотезу предложил Галилей, а вторую — Симон Мариус, один из претендентов на право считаться первым ученым, применившим телескоп для изучения астрономических объектов. Это последнее предположение казалось особенно удачным после 1618 года, когда появились три яркие кометы, а Солнце было вовсе без пятен. Решено было, что пепел и продукты горения великого солнечного огня, которые обычно наблюдаются, как пятна на поверхности Солнца, на этот раз были случайно выброшены в пространство и стали кометами.



## Глава 2-6-3

### Йоханнес Фабрициус

Йоханнес Фабрициус (8 января 1587 года — около 1615 года) — саксонский астроном. Сын Давида Фабрициуса.



*Рис. Йоханнес Фабрициус*

Первый (или, по крайней мере, одновременно и вполне независимо от Галилео Галилея и Христофора Шейнера) открыл солнечные пятна (1610/1611 гг.), их перемещение по диску солнца и вращение солнца. Его наблюдения изложены в сочинении «De Maculis in Sole observatis, et apparente earum cum Sole conversione, Narratio etc.» («Описание наблюдаемых на Солнце пятен, передвигающихся вместе с Солнцем», 1611 год).

## Глава 2-6-4

### Христофор Шейнер

Христофор (Кристоф) Шейнер (25 июля 1575 — 18 июля 1650 гг.) — немецкий астроном, физик, механик и математик.



*Рис. Христофор Шейнер*

Вступив в 1595 году в орден иезуитов, он был профессором еврейского языка и математики во Фрайбургском и Ингольштадтском университетах, а затем стал ректором иезуитского коллегия в Нейссе (Силезия).

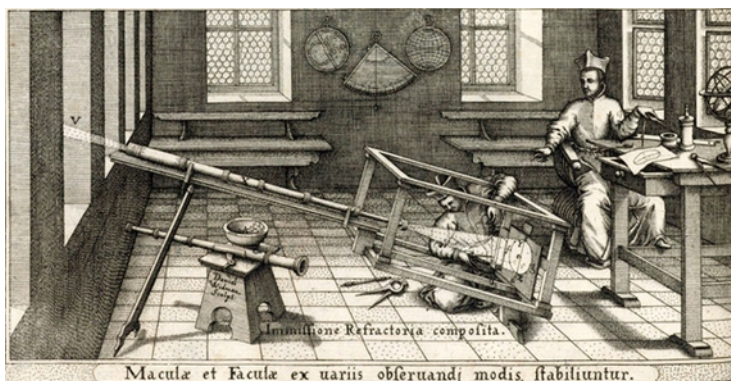
Шейнер известен в первую очередь как астроном. Он первым построил телескоп-рефрактор с двумя выпуклыми стеклами по схеме, разработанной Кеплером, получив перевернутое, но действительное изображение с большим полем зрения. Им же изобретены параллактическая монтировка телескопа (1618 г.) и гелиоскоп (см.

комментарии). Он известен как изобретатель и двух чертежных инструментов — прибора для вычерчивания конических сечений и пантографа.

### Наблюдения за Солнцем

В 1611 Шейнер, независимо от Г. Галилея и И. Фабрициуса, наблюдал и описал солнечные пятна и факелы на Солнце. Ввиду неприязненного отношения своего орденского начальства к открытию солнечных пятен, он опубликовал сообщение об открытии под псевдонимом «Apelles latens post tabulam». Галилей письмом от 4 мая 1612 г. известил Вельзера (банкира и своего покровителя), что он открыл солнечные пятна еще в середине августа 1610 г. и затем не только многим показывал их, но и занимался изучением их движения и изменений. Шейнер вступил с ним в продолжавшийся десятки лет спор.

Шейнер произвел над солнечными пятнами более 2000 наблюдений, причем он не только обратил внимание на пояса солнечной поверхности, в которых появляются пятна, но и открыл наряду с последними еще факелы. Кроме того, он определил положение солнечного экватора и время вращения Солнца около оси (1630 г.).



*Рис. Гелиоскоп Шейнера*

Его взгляды относительно природы солнечных пятен менялись со временем. В начале для спасения, в угоду своему начальству, учения перипатетиков о совершенной чистоте Солнца он высказывал мысль, что пятна — это темные тела, вращающиеся около Солнца. Позднее он пришел к заключению, что пятна — это впадины на солнечной поверхности. Шейнер опубликовал множество сочинений, посвященных своим наблюдениям над Солнцем. В работе 1617 года «*Refractiones coelestes sive solis elliptici phaenomenon illustratum etc.*» он высказал едва ли не впервые правильную мысль о том, что уменьшение вертикального диаметра Солнца и Луны происходит от рефракции.

### Комментарии

Экваториальная (**параллактическая**) монтировка — устройство для установки телескопа так, чтобы одна из его осей была параллельна земной оси и, соответственно, перпендикулярна небесному экватору.

Вследствие вращения Земли, с течением времени, наблюдаемые внеземные объекты смещаются и «убегают» из поля зрения. Экваториальная монтировка призвана скомпенсировать вращение земного шара вращением телескопа в плоскости небесного экватора. Достаточно поворачивать телескоп на один оборот за 24 часа в направлении, противоположном вращению Земли.

**Гелиоскоп.** Был сконструирован в 1611 году Кристофом Шейнером для наблюдений за пятнами на Солнце. Он осуществил разработанную Кеплером схему телескопа, заменив обычное стекло на цветное. Использовались также гелиоскопы с закопченными стеклами, а позднее — посеребренные стекла и темные светофильтры. Гелиоскопы могли применяться для прямого наблюдения за Солнцем или для проецирования изображения Солнца на экране за окуляром. Такой схемой пользовался Галилео Галилей.

## Глава 2-6-5

### Джереми Хоррокс

Пожалуй, самым поразительным и загадочным ученым XVII века в Англии стал молодой парень Джеримайя Хоррокс (он умер в двадцать два года), который успел за свою короткую жизнь сделать так много, что по праву занял важное место в истории астрономии. Его труды высоко ценили Ян Гевелий и Исаак Ньютон.

Джеримайя Хоррокс (1618 — 3 января 1641 гг.) — английский астроном, предсказавший и наблюдавший прохождение Венеры по диску Солнца в 1639 году.

Хоррокс родился в Токстет-Парке, Ливерпуль, Мерсисайд. Его отец был простым фермером, а дядя — часовщиком. Практически всю жизнь Хоррокс был относительно беден.

11 мая 1632 года Хоррокс поступил в Колледж Иммануила, а 5 июля 1632 года был зачислен в Кембриджский университет. В 1635 году он покинул университет, не сдав выпускные экзамены, предположительно из-за нехватки средств на обучение. Распространена точка зрения, что Хоррокс обеспечивал себя, исполняя обязанности священника в деревне Мач-Хуле, недалеко от Престона, Ланкашир, но свидетельств этому нет. По традиции, он проживал в Карр-Хаус, принадлежавшем семье зажиточных фермеров и торговцев Стоунов, обучая их детей. Возможно, Хоррокс был кальвинистом и, как студент Колледжа Иммануила, пуританином, однако подтверждений этому не найдено.

В Кембридже Хоррокс познакомился с работами Иоганна Кеплера, Тихо Браге и других известных астрономов. К 17 годам Хоррокс прочитал большинство астрономических трактатов своего времени, обнаружил в них слабые места и определил новые направления исследований. Он первым показал, что Луна движется

вокруг Земли по эллиптической орбите, написал трактат по кеплеровской астрономии и приступил к изучению силы тяготения с помощью математики. Исаак Ньютон называл работу Хоррокса мостом, соединившим его собственные работы и работы Коперника, Галилея, Браге и Кеплера. Хоррокс убедился, что таблицы Лансберга содержат неточности и предсказанное Кеплером прохождение Венеры возле Солнца в 1639 году на самом деле будет прохождением планеты по диску Солнца. Это предсказание Хоррокс сделал, основываясь на собственных многолетних наблюдениях за Венерой.



*Рис. Дж. Хоррокс наблюдает  
прохождение Венеры по Солнцу*

Хоррокс спроецировал изображение Солнца через простой телескоп на плоскую поверхность, чтобы наблюдать предсказанное событие. Учитывая своё местонахождение, он вычислил, что прохождение Венеры начнется примерно в 3 часа пополудни 24 ноября 1639 года по Юлианскому календарю (4 декабря по Григорианскому календарю). Несмотря на облачную

погоду, первое изображение Венеры, пересекающей солнечный диск, Хоррокс увидел в 15-15 и смог продолжать наблюдения в течение получаса до захода. Прохождение Венеры также наблюдал его друг Уильям Крабтри, находившийся у себя дома.

Наблюдения позволили Хорроксу оценить размеры Венеры, до того считавшейся более крупной и близкой к Земле планетой, а также вычислить приблизительное расстояние от Земли до Солнца. Его оценка — 95 миллионов км или 0,63 а. е. — далека от действительности, но для своего времени была определена с наилучшей точностью.

Трактат Хоррокса «Проход Венеры по диску Солнца» был издан Яном Гевелием на собственные средства в 1662 году. Эта работа, вызвавшая восхищение Лондонского королевского общества через 20 лет после написания, содержала множество свидетельств энтузиазма и романтичности Хоррокса, в том числе шуточные замечания и стихи. Рассказывая о столетии, отделяющем одно прохождение Венеры от другого, Хоррокс писал:

«...Thy return  
Posterity shall witness; years must roll  
Away, but then at length the splendid sight  
Again shall greet our distant children's eyes. »

Решая сложную задачу определения орбиты Луны, Хоррокс верно предположил, что естественный спутник Земли движется по эллиптической, а не круговой орбите и что на форму орбиты влияют как Земля, так и Солнце. Последние месяцы жизни Хоррокс посвятил подробному изучению приливов, пытаясь определить природу влияния на них Луны.

Летом 1640 года Хоррокс вернулся в Токстет-Парк, а 3 января 1641 года скоропостижно скончался по неизвестной причине в возрасте 22 лет.

## Глава 2-6-6

### Ян Гевелий

Ян Гевелий (28 января 1611 – 28 января 1687 гг.) — польский астроном, конструктор телескопов, градоначальник Гданьска. Ученик Петера Крюгера.



*Рис. Ян Гевелий*

Астрономия была любительским занятием Гевелия, а жил он на средства от пивоварения. Свою первую обсерваторию Гевелий построил в 1641 году на средства, унаследованные от отца. Телескопы-рефракторы того времени имели серьёзный недостаток — хроматическую абберацию. Чтобы избавиться от неё, Гевелий строил телескопы огромных размеров, самый большой из них имел 45 метров в длину. Это был «воздушный телескоп»



без трубы и без жёсткой связи объектива и окуляра. Телескоп подвешивался на столбе при помощи системы канатов и блоков. Для управления такими телескопами использовались специальные команды из отставных матросов, знакомых с обслуживанием такелажа.



*Рис. Телескоп Гевелия с фокусным расстоянием 45 м.*

Первым научным трудом Гевелия была «Селенография, или описание Луны», изданная в 1647 году в Гданьске. В ней содержалось детальное описание видимой поверхности Луны. Работа, отпечатанная в собственной типографии автора, содержала 133 гравюры, изображавшие 60 участков лунной поверхности и общий вид Луны в различных фазах. Гевелий предложил названия для объектов на поверхности Луны, отчасти сохранённые до нашего времени, правильно оценил высоту лунных гор, открыл явление оптической либрации.

В «соревновании» с телескопическими угломерные инструменты проигрывали. Одним из последних успехов

«дотелескопических» методов было создание Гевелием каталога положений 1564 звёзд с точностью до 1'. Он использовал и рефракторы, но лишь для рассматривания объектов. К оптическим инструментам для астрометрии в то время относились с недоверием, полагая, что оптика может внести погрешности в измерения. В первой половине XVII в. рефракторы еще не имели приспособлений для точного наведения и измерения положения светила. С введением таких приспособлений, особенно окулярного нитяного микрометра (независимо изобретен в 1640 г. Гаскойнем, затем Гуком и Озу), и кругов отсчета (в 1660—70-е гг. — Озу, Пикар, Шорт) телескопическая астрономия окончательно вытеснила наблюдения невооруженным глазом. XVII век стал первой эпохой развития рефракторов.

Гевелию принадлежат астрономические открытия в разных областях. Он занимался вопросами лунного движения, измерял расстояние от Земли до Луны, период обращения Луны, период собственного вращения Солнца, периоды обращения спутников Юпитера. Занимался наблюдениями двойных и переменных звёзд.

Гевелий открыл четыре кометы и опубликовал в 1668 году трактат «Кометография», где изложил историю наблюдений всех известных в то время комет; показал, что некоторые кометы движутся по параболическим орбитам.

В 1679 году обсерватория Гевелия с рукописями и библиотекой сгорела, удалось спасти только рукописи Иоганна Кеплера. Тем не менее, Гевелий возобновил наблюдения. В 1690 году, уже после смерти мужа, его жена Эльжбета издала знаменитый звёздный атлас «Уранография», основанный на каталоге Гевелия и содержавший великолепные изображения созвездий. В нём Гевелий ввёл несколько новых созвездий.

### **Подробнее в «Краткой истории астрономии»:**

Глава 2-3-6. Петер Апиан

Глава 2-3-10. Атлас Уранометрия

## Глава 2-6-7

### Джованни Кассини

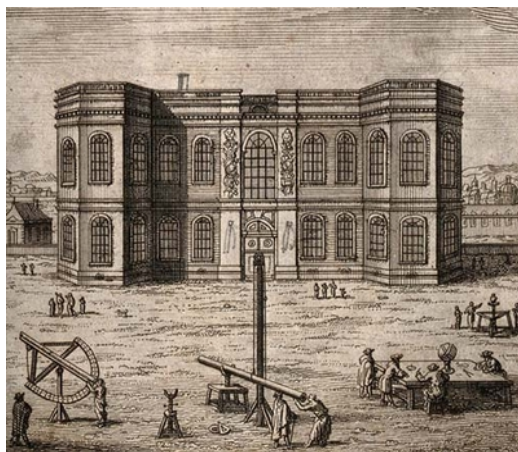
Джованни Доменико Кассини (8 июня 1625 — 14 сентября 1712 гг.) — итальянский и французский астроном и инженер.



*Рис. 120-1. Джованни Доменико Кассини*

Родился в Перинальдо, образование получил в иезуитском коллегиуме в Генуе и в аббатстве Сан-Фруктуозо. В 1644 – 1650 годах работал в обсерватории маркиза Мальвазия в Панцано близ Болоньи, где продолжил астрономическое образование под руководством Дж. Б. Риччоли и Ф. М. Гримальди. В 1650 – 1669 годах — профессор астрономии в Болонском университете. Это место Кассини получил по протекции маркиза Бисмантова. В 1669 году он переселился во Францию, где в 1671 году стал директором только что созданной (1667 год) по указу Людовика XIV Парижской обсерватории и оставался на посту директора до конца

жизни. Обсерватория имела в своём распоряжении мощный для того времени 150-кратный телескоп.



*Рис. Парижская обсерватория в XVIII веке*

В историю астрономии вошёл как талантливый наблюдатель. В Италии выполнил многочисленные позиционные наблюдения Солнца с меридианным инструментом и на основании этих наблюдений составил новые солнечные таблицы, опубликованные в 1662 году. Создал первую точную теорию атмосферной рефракции, основанную на законе синуса. В Болонье, в 1665 году Кассини впервые наблюдал Большое красное пятно Юпитера. В Париже он открыл четыре спутника Сатурна (Япет, Рея, Тетия, Диона), которые в честь короля назвал «звёздами Людовика» (*Sidera Lodoicea*). В 1675 году обнаружил щель в кольцах Сатурна («щель Кассини»). Доказал осевое вращение Юпитера и Сатурна, отметив при этом неравномерное вращение атмосферы Юпитера на разных широтах.

На протяжении 1671 – 1679 годов наблюдал детали лунной поверхности и в 1679 году составил большую карту Луны.

В 1672 году одновременно с Жаном Рише в Французской Гвиане Кассини в Париже проводил

наблюдения Марса. По параллаксу Марса удалось впервые вычислить расстояние до этой планеты. Исходя из этих измерений, Кассини сумел с хорошей точностью определить расстояние от Земли до Солнца: 146 млн. км (по современным данным — 149,6 млн. км).

В 1683 году Кассини дал первое научное описание явления зодиакального света, предложив гипотезу, объясняющую его рассеянием солнечного света на линзообразном скоплении частиц пыли, лежащего в плоскости эклиптики; эта гипотеза является в настоящее время общепринятой.

Кассини руководил экспедиционными работами по измерению дуги меридиана на территории Франции. На основании этих измерений пришел к неправильному заключению, что длина одного градуса меридиана уменьшается к северу, то есть Земля должна быть вытянутым у полюсов сфероидом. (Лишь последующие экспедиции П. Бутера, Л. Годена и Ш. М. ла Кондамина в Перу в 1735 – 1743 годах и П. Л. М. Мопертюи в Лапландию в 1736 – 1737 годах разрешили окончательно вопрос о фигуре Земли.)

Кассини заметил (1672 год), что предсказанные им моменты затмений спутника Юпитера Ио постоянно отклонялись от наблюдаемых в пределах 22 минут. Причину этого открыл коллега Кассини по Парижской обсерватории Олаф Рёмер. Он предположил, что скорость света конечна, и диаметр земной орбиты свет проходит за 22 минуты, откуда он получил первую оценку скорости света: около 220 000 км/сек (по современным данным:  $\approx 299\,792$  км/сек). Кассини, однако, не поддержал гипотезу Рёмера, и она была окончательно признана только спустя полвека, с открытием аберрации.

И в других случаях Кассини придерживался устарелых физических концепций — был противником теории всемирного тяготения, предлагал заменить эллипсы Кеплера кривыми четвёртого порядка (овалами Кассини), Ошибочными были и его взгляды на природу комет.

## Глава 2-6-8

### Династия астрономов Кассини

Указом Людовика XIV первым директором Парижской обсерватории Парижской обсерватории был назначен Джованни Доменико Кассини (1625 – 1712 гг.). Он оставался на посту директора до конца жизни.

Следующим директором стал его сын Жак Кассини.

### Жак Кассини

Жак Кассини (18 февраля 1677 года — 15 апреля 1756 года) — французский астроном, сын Ж. Д. Кассини.



*Рис. Жак Кассини*

Родился в Парижской обсерватории, в 1691 году окончил Мазариниевский коллеж и с этого времени работал в Парижской обсерватории, которую возглавил после смерти отца.

Основные труды посвящены определению фигуры Земли, изучению планет и их спутников, комет. Помогал отцу в астрономических наблюдениях и геодезических измерениях. В 1695 году сопровождал его в поездке по Италии, затем посетил Фландрию, Нидерланды, Англию, где выполнил большое число астрономических и геодезических измерений. В 1700 – 1701 годах участвовал в измерении южной дуги Парижского меридиана; в 1718 году завершил измерение северной части этого меридиана, доведя его до Дюнкерка. В споре о форме фигуры Земли занимал ошибочную позицию, считая её вытянутым сфероидом. Предложил метод определения долготы из наблюдений покрытий звезд и планет Луной. Изучал орбиты спутников планет, строение колец Сатурна. Выполнил много наблюдений комет. Изучал морские приливы. После открытия Э. Галлеем собственных движений звезд первым начал их измерения. Был убежденным картезианцем и противником теории всемирного тяготения, стремился факты наблюдений интерпретировать с помощью теории вихрей.

Член Парижской академии наук (1699 год), член Лондонского королевского общества (1698 год).

## Цезарь Франсуа Кассини

Цезарь Франсуа Кассини (17 июня 1714 — 4 сентября 1784 гг.) — французский астроном и геодезист.

Астроном в третьем поколении, сменил своего отца, Жака Кассини, на посту директора Парижской обсерватории, но особых успехов как астроном не достиг. В 1745 году описал разновидность картографической проекции, названную в его честь «проекция Кассини».

Делом жизни Кассини стало составление первой полной топографической карты Франции, которая была завершена его сыном Жаном-Домиником Кассини IV, напечатана Французской Академией наук в 1744—1793 годах и известна как карта Кассини.



*Рис. Цезарь Франсуа Кассини*

Член Французской академии наук (1735 г.),  
Лондонского королевского общества (1751 г.).

### Жан-Доминик Кассини

Жан-Доминик Кассини (30 июня 1748 года — 18 октября 1845 года) — французский астроном.



*Рис. Жан-Доминик Кассини*



Родился в Парижской обсерватории, сын астронома Цезаря Франсуа Кассини (Кассини III) и Шарлотты Друэн-Вандэль. Учился в колледже дю Плесси в Париже, после чего — в католической школе ораторианцев в Жюйи, департамент Сена и Марна. В 1768 году отправился в путешествие через Атлантический океан в качестве «комиссара по тестированию хронометров», изобретённых Пьером ле Руа. В 1770 году был избран помощником астронома в Королевской академии наук, а в 1785 году стал ассоциированным членом академии.

С 1784 года занимает должность директора Парижской обсерватории, унаследовав эту должность от отца. Участвует в работе по завершению первой подробной карты королевства Франции, начатую его отцом (карта была представлена в Национальное собрание в 1789 года), а также геодезических измерениях Парижского и Гринвичского меридианов.

Во время Великой французской революции Жан-Доминик участвует в работе комиссии академии наук по подготовке перехода на метрическую систему мер. Будучи сторонником монархии, подал в отставку в сентябре 1793 года. По решению революционного комитета города Бове, был осуждён на семь месяцев заключения, которое отбывал с февраля 1794 года по август 1794 года в бенедиктинском монастыре. Выйдя на свободу, Жан-Доминик удалился в свой замок де Тюри, в 1795 году ушёл из Бюро долгот, в 1796 году покинул Институт Франции, но в 1799 году был избран членом секции астрономии новой Академии наук Франции.

После этого он посвятил себя главным образом написанию полемических статей, в которых отстаивал авторитет и вклад в науку династии Кассини. Его воспоминания, «Мемуары для служения истории науки и Королевской Парижской обсерватории» вышли в 1810 году.

Наполеон I, а затем, после Реставрации Бурбонов, Людовик XVIII, высоко оценили заслуги Жана-Доминика, наградив его и назначив достойную пенсию. Его сын Анри Кассини — известный французский ботаник.

## Глава 2-6-9

### Определение параллакса Солнца

Горизонтальный экваториальный параллакс Солнца — это угол, под которым со среднего расстояния Солнца виден экваториальный радиус Земли. Точно определив его, можно оценить среднее расстояние от Земли до Солнца и соответственно получить масштаб Солнечной системы, что позволит уточнить теории движения планет.

Первые весьма грубые оценки параллакса Солнца были сделаны еще Аристархом Самосским, Архимедом и Гиппархом. Результат Птолемея (II н.э.)  $p = 3'$  продержался почти неизменным вплоть до XVI в. и был лишь незначительно изменен Н.Коперником.

Иоганн Кеплер в 1627 году, составляя свои знаменитые «Рудольфовы таблицы», понял, что параллакс Солнца не должен превышать  $1'$ . Он же предложил уточнить эту величину, наблюдая прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца.

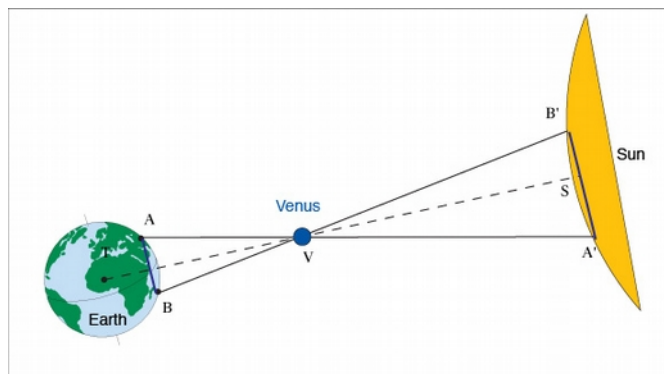


Рис. Определение параллакса Солнца при прохождении Венеры по солнечному диску.

Однако наблюдать эти явления оказалось не просто. Прохождения Венеры — очень редкое явление. Каждые 243 года повторяются четыре прохождения: два в декабре (с разницей в 8 лет), следующие два (опять с разницей в 8 лет) в июне через 121,5 года. Цикл повторяется через 105,5 лет.

Первую попытку определить параллакс Солнца, наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, предпринял Джереми Хоррокс в 1639 году. Параллакс Солнца, по его вычислениям, оказался равным 14". Впрочем, трактат Хоррокса «Проход Венеры по диску Солнца» был издан Яном Гевелием на собственные средства только в 1662 году.

Наблюдение этих явлений убедило ученых в полезности полученных данных для уточнения солнечного параллакса. Дж. Грегори в 1663 году обосновал это теоретически, а Э. Галлей в 1691 – 1716 гг. предложил первый практический метод астрономических наблюдений, на основе которого позднее Ж.Н. Делиль разработал свой усовершенствованный метод.

Первое получившее известность и довольно точное определение солнечного параллакса в новое время было сделано в результате синхронных наблюдений Марса во время его противостояния в 1672 году — еще один способ определения параллакса Солнца — Дж. Кассини и Ж. Пикаром (в Париже) и Ж. Рише (в Кайенне близ экватора): 9,5". Это позволило Кассини в 1673 году оценить расстояние до Солнца (определить значение астрономической единицы) в 140 млн. километров (360 расстояний до Луны) и составить более точные таблицы видимого движения Солнца. Кассини также составил более точные таблицы рефракции, сменившие таблицы Кеплера.

Ранее в КИА

1-5-7. Аристарх Самосский

2-6-5. Джереми Хоррокс

2-6-7. Джованни Кассини

## Глава 2-6-10

### Джеймс Грегори

Джеймс Грегори (ноябрь 1638 года — октябрь 1675 года) — шотландский математик и астроном. Наряду с Валлисом и Барроу — один из основоположников математического анализа, предшественник Ньютона, который высоко ценил Грегори и называл его в числе своих учителей и вдохновителей.



*Рис. Джеймс Грегори*

В 1663 году 25-летний Грегори обратил на себя внимание, опубликовав книгу *Optica Promota*, где впервые описал конструкцию зеркального телескопа. Он обратился к лондонским мастерам, пытаясь заказать изготовление прибора, однако не добился успеха. Первый практически пригодный рефлектор изготовил Ньютон, у

которого схема прибора была более простой, чем у Грегори. Тем не менее 10 лет спустя Роберт Гук сумел построить телескоп по схеме Грегори. Идея Грегори используется и в наши дни. В этой же книге Грегори предложил новый метод измерения расстояния от Земли до Солнца, вскоре с успехом использованный Галлеем.

Джеймс Грегори родился в шотландской деревне Драмоук (Абердиншир), в семье протестантского священника. Его мать принадлежала к клану Андерсон. Учился в Абердине, затем закончил Сент-Эндрюсский университет. Интерес к математике, возможно, проявился у него под влиянием дяди А. Андерсона, ученика Виета.

В 1664 году Грегори приехал в Лондон, познакомился с Гуком, Коллинзом и другими видными учёными. В 1664 – 1668 гг. совершил путешествие в Италию, попутно расширяя свой математический кругозор. Там он ознакомился, в частности, с методом неделимых Кавальери и начал собственные исследования в области применения бесконечно малых.

Важнейшие математические работы Грегори начинаются в 1667 году. Он подготовил статью по математическому анализу, которую послал Гюйгенсу. Тот не ответил, но опубликовал в своём журнале обзор статьи, где часть результатов объявил ошибочными, а относительно верных результатов объявил, что он открыл их раньше, чем Грегори. В дальнейшем Грегори воздерживался от публикации части наиболее выдающихся своих достижений, и они были обнаружены только после его смерти.

В Англии труды Грегори сразу получили высокую оценку. В 1668 году он был избран членом Королевского общества. По ходатайству президента Общества король Карл II учредил в Сент-Эндрюсском университете кафедру математики специально для Грегори, который и занял её в конце 1668 года.

В Сент-Эндрюсе Грегори провёл шесть лет. В 1674 году он перешёл в Эдинбургский университет, однако спустя год скончался.

## Глава 2-6-11

### Жан Пикар

Жан Пикар (21 июля 1620 года – 12 июля 1682 года) — французский астроном и священник, настоятель монастыря. Образование получил в Национальном военном училище (Коллеж Генриха Великого).

Один из первых членов Парижской Академии наук, основанной в 1666 году. Ученик Гассенди (1592 – 1655 гг.), его преемник в Коллеж де Франс (профессор с 1655 года). Был одним из инициаторов создания Парижской обсерватории.

В 1669 – 1670 годах по поручению Парижской Академии измерил длину дуги меридиана между Парижем и Амьеном. По измерениям Пикара длина одного градуса меридиана оказалась равной 111,21 км, то есть всего на 0,03 км больше принятой в настоящее время. Впервые применил для угловых измерений инструменты, снабженные вместо диоптров зрительными трубами с сеткой нитей.

Созданный совместно с А. Озу нитяной микрометр с подвижными нитями Пикар установил на инструментах Парижской обсерватории и использовал для измерения угловых диаметров Солнца, Луны и планет, а также угловых расстояний между близкими звездами.

Высказал мысль, что Земля не имеет точной формы шара. Полученные Пикаром данные о размерах земного шара использовались Ньютоном для подтверждения закона всемирного тяготения.

Впервые предложил использовать маятниковые часы для определения прямых восхождений светил по наблюдению моментов прохождения их через меридиан. Первым в 1668 году производил с успехом наблюдения днем в меридиане и принимал в расчет погрешности

инструмента. Наблюдения Пикара были опубликованы в 1741 году астрономом Лемонье.

В 1672 году совместно с Джованни Кассини (1625 – 1712 гг.) проводил наблюдения Марса во время его противостояния с целью определения параллакса Солнца. Полученный результат (9,5") по своей точности превосходил все предыдущие.

В 1678 году Пикар приступил к изданию первого в истории астрономического ежегодника (на 1679 год).

В 1680 году была издана книга Пикара о его поездке на остров Вен близ Копенгагена и раскопках на месте разрушенной знаменитой обсерватории Тихо Браге «Ураниборг».

В 1935 году Международный астрономический союз присвоил имя Жана Пикара кратеру на видимой стороне Луны.

### **Комментарий**

Теория геометрических методов определения параллакса Солнца разработана в 1677 Э.Галлеем. В их основе лежат астрометрические измерения положений небесных тел относительно звёзд. Измерения могут быть получены одновременно на двух разных обсерваториях, лежащих почти на одном меридиане и достаточно удалённых по широте, либо на одной, но в различные часы суток, используя перемещение наблюдателя в пространстве вследствие суточного вращения Земли.

В качестве небесных тел, чьи измеренные положения использовались для вычисления параллакса Солнца, в разные эпохи брались:

Марс (начиная со 2-й половины XVII века);

Венера и её прохождение по диску Солнца (XVIII век);

Малые планеты Эрос, Икар и Географ (XIX век).

### **Ранее в «Краткой истории астрономии»:**

Глава 1-5-7. Аристарх Самосский

Глава 2-6-5. Джереми Хоррокс

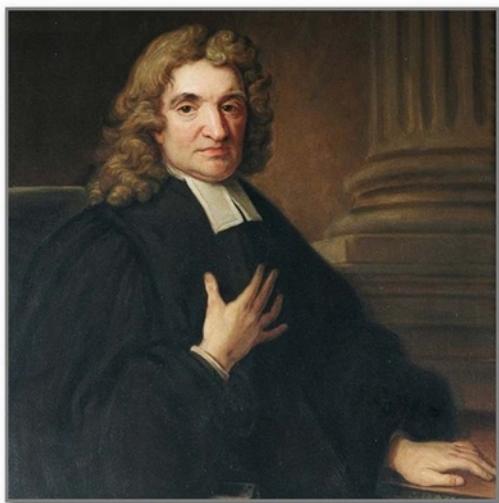
Глава 2-6-7. Джованни Кассини

## Глава 2-6-12

### Джон Флемстид

Джон Флемстид (19 августа 1646 года – 31 декабря 1719 года.) — английский астроном, первый Королевский астроном, основатель и первый директор Гринвичской обсерватории (с 1675 года).

Основные труды Флемстида — таблицы движения Луны (1673 год), каталог положений около 3 тысяч звёзд (1712 – 1725 гг.) и звёздный атлас (опубликован только в 1729 году). Выполнил большое число наблюдений Луны, которые были использованы Исааком Ньютоном, при обосновании закона всемирного тяготения.



*Рис. Джон Флемстид*

Джон Флемстид родился 16 августа 1646 года в деревне Денби (графство Дербишир, Англия). Учился в бесплатной школе в городе Дерби, затем в «Дерби Скул» при церкви



Св. Петра в том же городе, где его отец занимался бизнесом по продаже солода. В руководстве школы в то время были, в основном, пуритане. Джон Флемстид успешно овладел латинским языком, необходимым для чтения литературы в те времена.

Поступление в Кембриджский университет пришлось отложить из-за хронических заболеваний. В эти годы Флемстид помогал своему отцу в бизнесе, у отца же научился арифметике и дробям. Проявлял большой интерес к математике и астрономии. В июле 1662 года с восхищением прочитал «Трактат о сфере» Иоанна Сакробоско, а 12 сентября сам наблюдал частичное солнечное затмение. В начале 1663 года Фламстид прочитал «Искусство создания солнечных часов» (англ. The Art of Dialling) Томаса Фале, что пробудило в нём интерес к солнечным часам.

В августе 1665 года девятнадцатилетний Флемстид написал свою первую научную работу по астрономии, названную «Математические очерки», посвящённую проектированию, изготовлению и использованию квадранта, и включавшую таблицы астрономических данных, рассчитанных для широты города Дерби.

В сентябре 1670 года Джон Флемстид становится студентом «Джизус-Колледжа» в Кембридже. Он имел возможность посещать «Лукасовские лекции» самого Исаака Ньютона.

4 марта 1675 года, согласно королевскому приказу «The King's Astronomical Observator», Флемстид был назначен первым Королевским астрономом, с денежным содержанием в размере 100 фунтов стерлингов в год. В июне того же года другим приказом короля Англии была учреждена Гринвичская королевская обсерватория. В феврале 1676 года он был принят в Лондонское королевское общество. Джон Флемстид и оставался Королевским астрономом вплоть до своей кончины в 1719 году.

Рукописи и научные инструменты Флемстида после его смерти были забраны его вдовой. Рукописи были возвращены много лет спустя, инструменты исчезли.

## Научная работа

Работая Королевским астрономом, Джон Флемстид около сорока лет наблюдал звёзды и тщательно записывал их координаты в свой звёздный каталог, который в итоге стал содержать в три раза больше звёзд, чем звёздный атлас Тихо Браге. Не желая рисковать своей репутацией, публикуя непроверенные данные, Флемстид держал незавершённые записи под печатью в Гринвиче. В 1712 году Исаак Ньютон, который тогда был президентом «Лондонского королевского общества», а также Эдмунд Галлей — каким-то образом заполучили эти записи и опубликовали их без его согласия. Узнав об этом, Джон Флемстид сумел собрать триста из четырёхсот напечатанных экземпляров того каталога и сжёг их, после чего написал своему ассистенту Абрахаму Шарпу: «Если сэр И. Н. был бы восприимчив к этому, я бы сделал ему и др. Галлею большое одолжение».

Авторский вариант звёздного каталога Флемстида (отредактированный его женой Маргарет) был опубликован лишь посмертно, в 1725 году. Он содержал записи астрономических наблюдений Флемстида, а также каталог 2395 звёзд, положения которых на небесной сфере были указаны более точно, чем в любой предшествующей работе по астрономии. Этот каталог считается первым значимым вкладом Гринвичской обсерватории в развитии астрономической науки. Другой известный научный труд этого астронома — «Обозначения Флемстида» — цифровые обозначения звёзд, которые вскоре были опубликованы во французском издании каталога, и продолжают использоваться до сих пор. В 1729 году вдова Флемстида опубликовала (при технической поддержке Джозефа Кроствэйта (Joseph Crosthwait) и Абрахама Шарпа) «Atlas Coelestis».

Флемстид смог точно рассчитать время солнечных затмений 1666 и 1668 годов. Среди его научных достижений — записи шестикратных наблюдений

планеты Уран (правда, он ошибочно принял её за звезду из созвездия Тельца и внёс в каталог под именем «34 Tauri»). Первое наблюдение Урана было им сделано в декабре 1690 года, и оно до сих пор остаётся самым ранним из известных астрономических наблюдений этой планеты.

16 августа 1680 года Флемстид каталогизировал «звезду 3» созвездия Кассиопеи (3 Cassiopeiae), которую другие астрономы потом не обнаружили. Три века спустя американский историк астрономии Уильям Эшворт предположил, что наблюдавшийся Флемстидом объект был последней до настоящего времени сверхновой, вспыхнувшей в нашей Галактике. Сейчас на её месте остался сильнейший источник радиоизлучения за пределами Солнечной системы, известный как 3C 461 или как Кассиопея А. Но положение флемстидовской «3 Cassiopeiae» не точно совпадает с Кассиопеей А, и по расчётам, взрыв этой сверхновой должен был произойти в 1667-м, а не в 1680 году. Поэтому другие историки считают, что это была ошибка Флемстида: и он неправильно записал координаты уже известной звезды.

В 1681 году Флемстид предположил, что две кометы, наблюдавшиеся в ноябре и декабре 1680 года — на самом деле были двумя появлениями одной и той же кометы (Великой кометы 1680 года), которая в первый раз приближалась к Солнцу, а во второй — удалялась от него. Исаак Ньютон сначала спорил об этом с Флемстидом, но потом согласился с ним и предложил теорию о том, что кометы, так же как и планеты, обращаются вокруг Солнца по определённым орбитам — но только сильно вытянутым эллиптическим. Вскоре рассерженный Флемстид узнал, что Ньютон с помощью Эдмунда Галлея получил доступ к записям его наблюдений.

### **Ранее в «Краткой истории астрономии»:**

Глава 2-1-7. «Трактат о сфере» Иоанна Сакробоско

Глава 2-5-8. Лондонское королевское общество

Глава 2-5-9. Гринвичская королевская обсерватория

## Глава 2-6-13

### «Atlas Coelestis»

«Atlas Coelestis» — атлас звёздного неба, основанный на наблюдениях, сделанных Первым королевским астрономом Джоном Флемстидом. Атлас был издан в 1729 году, уже после смерти автора.

«Атлас» имеет самый большой формат из всех изданных к тому времени и включает 26 карт основных созвездий, видимых в Гринвиче, с изображениями в стиле рококо авторства Джеймса Торнхилла. В нём также приведены две планисферы, созданные Абрахамом Шарпом.



*Рис. Карта из «Atlas Coelestis».*

До появления данного атласа в Британии существовал опубликованный в 1725 году каталог «Stellarum inerrantium Catalogus Britannicus» (или просто «British Catalogue» — «Британский каталог») на 2919 звезд.

Одной из основных целей нового издания «Атласа» было желание Джона Флемстида изменить изображение созвездий, принятое Иоганном Байером в его «Уранометрии» (1603 год). У Байера фигуры созвездий,

изображающие людей, часто повёрнуты спиной к зрителю (а не передом, как это велось со времен Птолемея). Это создавало путаницу в тех именах звёзд, где есть характеристика «правый» или «левый». Напомню, что в те годы местоположение звезды указывалось по месту на картинке атласа.

«Atlas Coelestis» был издан только через десять лет после смерти Флемстида его вдовой при помощи Джозефа Кроствэйта (Joseph Crosthwait) и Абрахама Шарпа, став первым подобным изданием, основанным на телескопических наблюдениях.

Публикация имела успех, став основным объектом ссылок профессиональных астрономов на ближайший век. Однако работу критиковали по трём направлениям: цена была высока, размер велик (что делало использование атласа неудобным), и художественное качество было недостаточно высоко (особенно критиковали иллюстрации Торнхилла, в частности, изображение созвездия Водолея). Это привело доктора Джона Бевиса, открывателя Крабовидной туманности, к попытке улучшить атлас; в 1745 году он издал *Uranographia Britannica* — меньших размеров, с внесёнными уточнениями и более художественными рисунками. Однако работа не была издана официально, и на текущий момент известно всего 16 её копий.

В итоге, после дополнительных наблюдений звёзд, проведённых в 1690-е годы, французский инженер Жана Николаса Фортина в 1770-х под контролем астрономов Пьера Ле Монье и Шарля Мессье из Французской академии наук, обновил работу. Новая версия, названная *Atlas Fortin-Flamsteed*, была по формату в три раза меньше оригинала, но сохранила ту же структуру таблиц. Кроме того, было произведено художественное ретуширование ряда иллюстраций — в частности, Андромеды, Девы и Водолея. Названия созвездий были даны на французском языке; кроме того, были добавлены некоторые туманности, открытые после смерти Флемстида.

## Глава 2-6-14

### Христиан Гюйгенс

Христиан Гюйгенс (14 апреля 1629 года – 8 июля 1695 года) — нидерландский механик, физик, математик, астроном и изобретатель. Первый иностранный член Лондонского королевского общества (1663 год), член Французской академии наук с момента её основания (1666 год) и её первый президент (1666 – 1681 годы.)

Один из основоположников теоретической механики и теории вероятностей. Внёс значительный вклад в оптику, молекулярную физику, астрономию, геометрию, часовое дело. Открыл кольца Сатурна и Титан (спутник Сатурна). Изобрёл первую практически применимую модель часов с маятником. Положил начало волновой оптике.



*Рис. 123-1. Христиан Гюйгенс*

Гюйгенс родился в Гааге в 1629 году. Отец его, Константин Гюйгенс, тайный советник принцев Оранских, был замечательным литератором, получившим также хорошее научное образование. Он был другом Декарта, и декартовская философия (картезианство) оказала большое влияние не только на отца, но и на самого Христиана Гюйгенса.

Молодой Гюйгенс изучал право и математику в Лейденском университете, затем решил посвятить себя науке. В 1651 году опубликовал «Рассуждения о квадратуре гиперболы, эллипса и круга». Вместе с братом он усовершенствовал телескоп, доведя его до 92-кратного увеличения, и занялся изучением неба. Первая известность пришла к Гюйгенсу, когда он открыл кольца Сатурна (Галилей их тоже видел, но не смог понять, что это такое) и спутник этой планеты, Титан.

В 1657 году Гюйгенс получил голландский патент на конструкцию маятниковых часов.

В 1661 году Гюйгенс совершил поездку в Англию. В 1665 году по приглашению Кольбера поселился в Париже, где в 1666 году была создана Парижская Академия наук. Гюйгенс стал её первым президентом и руководил Академией 15 лет. В 1681 году Гюйгенс, не желая переходить в католицизм, вернулся в Голландию, где продолжил свои научные исследования. В начале 1690-х годов здоровье учёного стало ухудшаться, он умер в 1695 году. Последним трудом Гюйгенса стал «Космотеорос», в нём он аргументировал возможность жизни на других планетах.

## **Астрономия**

Гюйгенс самостоятельно усовершенствовал телескоп; в 1655 году он открыл спутник Сатурна Титан и описал кольца Сатурна. В 1659-м году он описал всю систему Сатурна в изданном им сочинении.

В 1672 году он обнаружил ледяную шапку на Южном полюсе Марса. Он подробно описал туманность Ориона и

другие туманности, наблюдал двойные звёзды, оценил (довольно точно) период вращения Марса вокруг оси.

Последняя книга Гюйгенса «Космотеорос» была опубликована посмертно в Гааге в 1698 году — это философско-астрономическое размышление о Вселенной.

В этом труде Гюйгенс сделал первую (наряду с Джеймсом Грегори) попытку определить расстояние до звёзд. Если предположить, что все звёзды, включая Солнце, имеют близкую светимость, то, сравнивая их видимую яркость, можно грубо оценить отношение расстояний до них (расстояние до Солнца было тогда уже известно с достаточной точностью). Для Сириуса Гюйгенс получил расстояние в 28000 астрономических единиц, что примерно в 20 раз меньше истинного.

### **Оптика и теория волн**

Гюйгенс участвовал в современных ему спорах о природе света. В 1678 году он выпустил «Трактат о свете» — набросок волновой теории света: ньютоновская «Оптика» с изложением альтернативной корпускулярной теории вышла в 1704 году.

Другое замечательное сочинение он издал в 1690 году; там он изложил качественную теорию отражения, преломления и двойного лучепреломления в исландском шпате в том самом виде, как она излагается теперь в учебниках физики. Сформулировал «принцип Гюйгенса», позволяющий исследовать движение волнового фронта, впоследствии развитый Френелем и сыгравший важную роль в волновой теории света. Открыл поляризацию света.

Ему принадлежит оригинальное усовершенствование телескопа, он изобрел окуляр Гюйгенса, состоящий из двух плосковыпуклых линз (используется и в наши дни).

### **Научная деятельность**

Научную деятельность Христиан Гюйгенс начал в 1651 году сочинением о квадратуре гиперболы, эллипса и



круга. В 1654 году он разработал общую теорию эволю и эвольвент, исследовал циклоиду и цепную линию, продвинул теорию непрерывных дробей.

В 1657 году Гюйгенс написал приложение «О расчётах в азартной игре» к книге его учителя ван Схоотена «Математические этюды». Это было первое изложение начал зарождающейся тогда теории вероятностей. Механика

В 1673 году Гюйгенс опубликовал классический труд по механике «Маятниковые часы». Кроме теории часов, сочинение содержало множество открытий в области анализа и теоретической механики.

В первой части труда Гюйгенс описывает усовершенствованный, циклоидальный маятник, который обладает постоянным временем качания независимо от амплитуды.

Гюйгенс выводит законы равноускоренного движения свободно падающих тел, основываясь на предположении, что действие, сообщаемое телу постоянной силой, не зависит от величины и направления начальной скорости. Выводя зависимость между высотой падения и квадратом времени, Гюйгенс делает замечание, что высоты падений относятся как квадраты приобретенных скоростей. Далее, рассматривая свободное движение тела, брошенного вверх, он находит, что тело поднимается на наибольшую высоту, потеряв всю сообщенную ему скорость, и приобретает её снова при возвращении обратно.

В последней, пятой части своего сочинения, Гюйгенс дает тринадцать теорем о центробежной силе. Эта глава даёт впервые точное количественное выражение для центробежной силы, которое впоследствии сыграло важную роль для исследования движения планет и открытия закона всемирного тяготения.

### **Ранее в «Краткой истории астрономии»:**

Глава 2-5-10. Телескопы XVII века

Глава 2-6-10. Джеймс Грегори

## Глава 2-6-15

### Оле Кристенсен Рёмер

Олаф Кристенсен Рёмер (25 сентября 1644 года – 19 сентября 1710 года) — датский астроном, первым измеривший скорость света (1676 год). Был избран в члены Парижской академии наук.



*Рис. Оле Кристенсен Рёмер*

Рёмер родился в 1644 году в семье купца. Поступил в Копенгагенский университет. Под руководством физика Расмуса Бартолина изучал математику и астрономию, после окончания учёбы в 1671 году, Рёмер помогал французскому астроному Жану Пикару в определении географического положения Ураниборга — обсерватории Тихо Браге. Для этого в течение нескольких месяцев Жан Пикар и Рёмер наблюдали около 140 затмений спутника Юпитера Ио, в то время Джованни Кассини наблюдал те же затмения в Париже. После сравнения времён затмения была рассчитана разница в долготе Парижа и Ураниборга.

Кассини наблюдал спутники Юпитера еще в 1666 – 1668 годах и обнаружил несоответствие в измерениях, которые он приписал конечности скорости света. В августе 1675 года он опубликовал об этом короткую статью. Но позже отказался от этой гипотезы.

В 1672 году Пикар убедил Рёмера отправиться с ним в Париж и продолжить наблюдения спутников Юпитера в качестве помощника Кассини. Рёмеру удалось заметить, что время между затмениями Ио становилось короче, когда Земля и Юпитер сближались, и длиннее, когда Земля удалялась от Юпитера.

Рёмер считал, что время, необходимое свету на преодоление диаметра орбиты Земли около 22 минут (Это несколько больше, чем определено в настоящее время: около 16 минут и 40 секунд). Его открытие было представлено во Французскую академию наук.

Зная (приблизительно) относительные расстояния в Солнечной системе и используя найденный по наблюдениям Марса параллакс Солнца, Рёмер получил (1675 год) значение скорости света, равное 230000 км/сек.

Гипотезу о конечности скорости света окончательно приняли только в 1727 году после сделанных Джеймсом Брэдли измерений так называемой аберрации света. В 1809 году, используя наблюдения Ио, но на этот раз более точные, астроном Деламбр вычислил время, необходимое свету на преодоление расстояния от Солнца до Земли, равное 8 мин и 12 сек. В зависимости от значения, взятого за астрономическую единицу, это дает скорость света чуть более 300 000 км/сек.

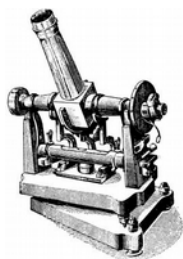
В 1681 году Рёмер стал профессором математики в Копенгагенском университете и занялся устройством местной астрономической обсерватории, благодаря его трудам она заняла видное место в науке. Рёмер изобрел несколько астрономических инструментов: полуденную трубу (пассажный инструмент), меридианный круг, экваториал с часовым кругом и дугой склонений, альтазимут.

С помощью придуманных им инструментов Рёмер произвёл целый ряд исследований: определил склонения и прямые восхождения более 1000 звёзд; в течение 17 или 18 лет вел наблюдения, которые, по его мнению, должны были привести к определению годичных параллаксов неподвижных звёзд.

В 1728 году пожар уничтожил обсерваторию. Ученику и преемнику Рёмера по управлению обсерваторией, Педеру Хорребоу, удалось спасти только незначительную часть рукописей Рёмера.

### Комментарии

**Пассажный инструмент** — в астрономии служит для определения времени прохождения светил через какую-нибудь вертикальную плоскость, обыкновенно меридиан или первый вертикал. Введён в употребление Рёмером в XVII веке. Бывают переносные и постоянные.



*Рис. Пассажный инструмент*

Состоит из трубы, которая может вращаться вокруг горизонтальной оси, лежащей своими цапфами на вилкообразных подставках — лагерьях. Небольшой круг, прикреплённый к той же оси, служит для установки инструмента на звезду. В фокальной плоскости объектива натянуты несколько (от 5 до 15) вертикальных нитей и одна или две горизонтальные. Наблюдения производятся или на слух и глаз, причём наблюдатель сам записывает прохождения через каждую нить, или же прохождения регистрируются с помощью хронографа. В предложенном

для этой же цели механиком Репсольдом механизме, подобном применяемому в микрометре, наблюдатель с помощью микрометрического винта заставляет нить неотступно следовать за звездой. Сетку неподвижных нитей заменяют контакты, расположенные на головке винта, замыкающие гальванический ток в хронографе.

Если пассажный инструмент установлен в меридиане, то им можно находить время (поправку часов), зная прямое восхождение звезды, и обратно: зная поправку часов, определять прямые восхождения звезд.

**Меридианный круг** — астрометрический прибор, предназначенный для определения экваториальных координат светил. Меридианный круг по своей конструкции аналогичен пассажному инструменту, но, в отличие от последнего, снабжен дополнительно разделенным кругом для точных измерений углов в плоскости меридиана.

**Экваториальная (параллактическая) монтировка** — устройство для установки телескопа (или другого астрономического инструмента) так, чтобы одна из его осей была параллельна земной оси (и, соответственно, перпендикулярна небесному экватору).

**Альт-азимутальная (азимутальная) монтировка** — монтировка телескопа, имеющая вертикальную и горизонтальную оси вращения, позволяющие поворачивать телескоп по высоте («альт» от англ. altitude) и азимуту, направляя его в нужную точку небесной сферы.

При астрономических наблюдениях **абберация света** приводит к изменению положения звёзд на небесной сфере вследствие изменения направления скорости движения Земли. Различают годичную, суточную и вековую абберации. Годичная абберация связана с движением Земли вокруг Солнца. Суточная — обусловлена вращением Земли вокруг своей оси. Вековая абберация учитывает эффект движения солнечной системы вокруг центра Галактики.

## Глава 2-6-16

### Эдмунд Галлей

Эдмунд Галлей (8 ноября 1656 года — 25 января 1742 года) — английский астроном, геофизик, математик, метеоролог, физик и демограф. Член Лондонского королевского общества (1678 год), иностранный член Парижской академии наук (1729 год).



*Рис. Эдмунд Галлей*

В русскоязычной традиции исторически утвердилось написание Галлей, хотя сам Галлей произносил свою фамилию примерно как Холи, а в наши дни преобладает произношение, близкое к Хэли или (в США) Хейли.

Эдмунд Галлей родился в небольшой деревушке Хаггерстон (ныне окраина Лондона) в семье зажиточного мыловара. Учился в школе святого Павла, затем, с 1673 года, в Куинз-колледже в Оксфорде.

Ещё в 1676 году, будучи студентом третьего курса Оксфордского университета, Галлей опубликовал свою первую научную работу — «Об орбитах планет» — и открыл большое неравенство Юпитера и Сатурна (у одной планеты — Юпитера — скорость всё время возрастает, у другой уменьшается). Это открытие впервые поставило перед астрономами важнейший для человечества вопрос об устойчивости, долговечности Солнечной системы.

В 1677 году Галлей предложил новый метод определения расстояния до Солнца, то есть величины астрономической единицы. Для этого необходимо было наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца из двух мест, удалённых по широте. (То, что сделал Джереми Хоррокс в 1639 году). Способ Галлея позволил к концу XIX века в 25 раз снизить ошибку при определении солнечного параллакса.

Покинув Оксфорд, Галлей посетил в 1676 году остров Святой Елены в Южной Атлантике с целью изучения звёзд Южного полушария.

В 1679 году Галлей издал «Каталог Южного неба», в который включил информацию о 341 звезде Южного полушария. За особые достижения Галлей был представлен к званию магистра астрономии в Оксфорде и был принят в члены Лондонского Королевского Общества.

В Англии Галлей занялся исследованием силы, которая управляет движением планет. В 1684 году он вывел, что она обратно пропорциональна квадрату расстояния до планеты. Однако определить формы орбит, определяемые действием такой силы, Галлей не смог. Но эта проблема была давно решена Исааком Ньютоном, который, однако, свои результаты публиковать не собирался. Узнав об этом, Галлей убедил Ньютона возобновить исследования и взял на себя расходы по их публикации. Так увидели свет знаменитые «Математические начала натуральной философии» (1687 год). Галлей написал на латыни восторженное посвящение их великому автору.

В 1693 году Галлей обнаружил вековое ускорение Луны, что могло свидетельствовать о её непрерывном приближении к Земле.



*Рис. Фрагмент мировой карты магнитных склонений, составленной Галлеем в 1702 году*

В 1698 – 1700 годы Галлей, приняв под своё командование 6-пушечный пинк HMS Paramour, произвёл множество измерений магнитного склонения во время экспедиции по Атлантическому океану, и в 1701 году составил на основе своих данных первую опубликованную и дошедшую до нас карту магнитных склонений, в которой впервые применил изогоны. Дополнив карту присланными ему данными, в 1702 году он составил аналогичную карту мира, активно использовавшуюся в последующие полвека.

С именем Эдмунда Галлея связан и коренной перелом в представлениях о кометах. В Новое время до Ньютона все считали их чужеродными странниками, пролетающими сквозь Солнечную систему по параболическим орбитам. После того как в 1680 и 1682 годах появились две яркие кометы, Галлей рассчитал и опубликовал в 1705 году орбиты 24 комет и обратил внимание на сходство параметров орбит у нескольких из них, наблюдавшихся в XVI – XVII веках, с параметрами кометы 1682 года. Промежутки времени между появлениями этих комет оказались кратными 75 – 76 годам. В 1716 году он опубликовал подробные расчёты, указал, что это одна и та же комета, и следующее её появление должно произойти в



конце 1758 года. И действительно, она была обнаружена Иоганном Георгом Паличем 25 декабря 1758 года. Возвращение кометы в предсказанный срок стало первым триумфальным подтверждением теории тяготения Ньютона и прославило имя самого Галлея. Эта комета в наши дни называется Halley, 1P или кометой Галлея.



*Рис. Комета Галлея*

В статье 1714 года Галлей сделал весьма смелый вывод, что болиды, до того считавшиеся воспламенёнными земными испарениями, являются скорее результатами встречи Земли со случайными сгустками космической межпланетной материи. Эта идея вдохновила более поздних исследователей и среди них — немецкого астрофизика Эрнста Хладни, родоначальника научной космической теории метеоритов и болидов (1794 год).

В 1718 году Галлей впервые показал условность традиционного названия «неподвижные звёзды». Чтобы уточнить постоянную прецессии, он сравнил современные ему каталоги звёзд с античными, и прежде всего с каталогом Гиппарха из «Альмагеста» Птолемея. На фоне однородной картины закономерного смещения всех звёзд Галлей обнаружил удивительный факт: «Три звезды... Глаз Тельца Альдебаран, Сириус и Арктур прямо

противоречили этому правилу». Так было открыто собственное движение звёзд. Оно получило окончательное признание в 70-е годы XVIII века, после измерения немецким астрономом Тобиасом Майером и английским астрономом Невилем Маскелайном собственных движений десятков звёзд.

Галлей был первым, кто привлёк внимание астрономов к совершенно загадочному тогда объекту — туманностям. В статье 1715 года он утверждал, что это самосветящиеся космические объекты (а не уплотнения небесной тверди, отражающие солнечный свет, как допускали многие). Учёный считал, что таких объектов во Вселенной, «без сомнения», много больше и «они не могут не занимать огромных пространств, быть может, не менее, чем вся наша Солнечная система».

В 1721 году Галлей поддержал представление о фотометрическом парадоксе, высказанную еще Кеплером: если пространство Вселенной содержит бесконечное количество звёзд, то ночное небо не может быть чёрным, а должно светиться целиком. Формулировка Галлея, однако, не совсем правильна: он полагал, что яркость этого свечения должна быть как у Млечного Пути, но на самом деле она должна быть гораздо больше, равной яркости поверхности Солнца, как установил Шезо.

Научные заслуги Эдмунда Галлея были признаны ещё при жизни. С 1703 года он возглавлял кафедру геометрии Оксфордского университета, с 1713 года был учёным секретарём Лондонского королевского общества, с 1720 года — Королевским астрономом, то есть директором Гринвичской обсерватории (которую за свой счёт заново оборудовал инструментами).

Скончался Эдмунд Галлей в Гринвиче 14 (25) января 1742 года. Имя его увековечено в названиях знаменитой кометы, кратера на Луне и кратера на Марсе.

### **Ранее в Краткой истории астрономии**

Глава 2-4-8. Научная деятельность Иоганна Кеплера

Глава 2-5-9. Гринвичская королевская обсерватория



Часть 2-7

Время Исаака Ньютона

## **Содержание**

### Часть 2-7. Время Исаака Ньютона

Глава 2-7-1. Исаак Ньютон

Глава 2-7-2. Начало научной известности (1667—1684 гг.)

Глава 2-7-3. Предшественники Ньютона

Глава 2-7-4.

«Математические начала натуральной философии»

Глава 2-7-5. Оптика и теория света

Глава 2-7-6. Вселенная Ньютона

Глава 2-7-7. Критика теории тяготения

Глава 2-7-8. Черты характера Исаака Ньютона

Глава 2-7-9. Конфликт с Робертом Гуком

Глава 2-7-10. Роберт Гук

Глава 2-7-11. Конфликт с Джоном Флемстидом

Глава 2-7-12. Конфликт с Готфридом Лейбницем

Глава 2-7-13. Готфрид Вильгельм Лейбниц

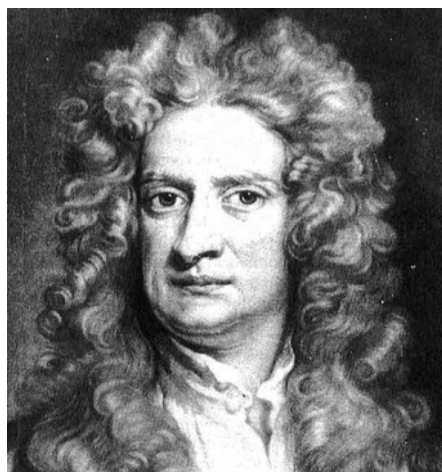
Глава 2-7-14. Лейбниц о пространстве и времени

Глава 2-7-15. Изучение пророчеств

## Глава 2-7-1

### Исаак Ньютон

Сэр Исаак Ньютон (25 декабря 1642 года — 20 марта 1727 года по юлианскому календарю, действовавшему в Англии до 1752 года; или 4 января 1643 года — 31 марта 1727 года по григорианскому календарю) — английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики.



*Рис. Исаак Ньютон*

Автор фундаментального труда «Математические начала натуральной философии», в котором он изложил закон всемирного тяготения и три закона механики, ставшие основой классической механики. Разработал дифференциальное и интегральное исчисления, теорию цвета, заложил основы современной физической оптики, создал многие другие математические и физические

теории. Член (1672 год) и президент (1703 – 1727 годы) Лондонского королевского общества.

Исаак Ньютон родился в деревне Вулсторп, графство Линкольншир в канун гражданской войны. Отец Ньютона, мелкий, но преуспевающий фермер Исаак Ньютон (1606 – 1642 годы), не дожил до рождения сына. Мальчик родился преждевременно, был болезненным, поэтому его долго не решались крестить. И всё же он выжил, был крещён (1 января), и назван Исааком в память об отце. Факт рождения под Рождество Ньютон считал особым знаком судьбы. Несмотря на слабое здоровье в младенчестве, он прожил 84 года.

Ньютон искренне считал, что его род восходит к шотландским дворянам XV века, однако историки обнаружили, что в 1524 году его предки были бедными крестьянами. К концу XVI века семья разбогатела и перешла в разряд йоменов (землевладельцев). Отец Ньютона оставил в наследство крупную по тем временам сумму в 500 фунтов стерлингов и несколько сот акров плодородной земли, занятой полями и лесами.

В 1655 году 12-летнего Ньютона отдали учиться в расположенную неподалёку школу в Грэнтеме. Мальчик показал незаурядные способности, однако в 1659 году мать Анна вернула его в поместье и попыталась возложить на 16-летнего сына часть дел по управлению хозяйством. Попытка не имела успеха — Исаак предпочитал всем другим занятиям чтение книг, стихосложение и особенно конструирование различных механизмов. Школьный учитель Ньютона уговаривал её продолжить обучение необычайно одарённого сына. В 1661 году Ньютон успешно окончил школу и отправился продолжать образование в Кембриджский университет.

Ньютона зачислили в разряд студентов-«сайзеров», с которых не брали платы за обучение. Сайзер был обязан оплачивать своё обучение путём различных работ в Университете, либо путём оказания услуг более богатым студентам. Свидетельств и воспоминаний об этом периоде жизни Ньютона сохранилось очень мало. В эти годы окончательно сложился его характер — стремление достичь

до сути, нетерпимость к обману, клевете и угнетению, равнодушие к публичной славе. У него по-прежнему не было друзей.

В апреле 1664 года Ньютон, сдав экзамены, перешёл в более высокую категорию старшекурсников (scholars), что дало ему право на стипендию и продолжение обучения в колледже. Несмотря на открытия Галилея, естествознание и философию в Кембридже по-прежнему преподавали по Аристотелю. Однако в сохранившихся тетрадах Ньютона уже упоминаются Галилей, Коперник, картезианство, Кеплер и атомистическая теория Гассенди. Судя по этим тетрадам, он продолжал мастерить (в основном научные инструменты), занимался, астрономией, математикой, оптикой, фонетикой, теорией музыки. Сосед по комнате вспоминал, что Ньютон беззаветно предавался учению, забывая про еду и сон; вероятно, несмотря на все трудности, это был именно тот образ жизни, которого он сам желал.

Самостоятельную научную деятельность Ньютон начал с составления масштабный списка (из 45 пунктов) нерешённых проблем в природе и человеческой жизни. В дальнейшем подобные списки не раз появляются в его рабочих тетрадах.

В студенческой записной книжке Ньютона есть программная фраза:

«В философии не может быть государя, кроме истины... Мы должны поставить памятники из золота Кеплеру, Галилею, Декарту и на каждом написать: «Платон — друг, Аристотель — друг, но главный друг — истина».

В канун Рождества 1664 года разразилась Великая эпидемия чумы. 8 августа 1665 года занятия в Тринити-колледже были прекращены, Ньютон уехал домой.

Именно там, в уединении «чумных лет», Ньютон сделал существенную часть своих научных открытий. Из сохранившихся заметок видно, что 23-летний Ньютон уже свободно владел базовыми методами дифференциального и интегрального исчисления, включая разложение функций в ряды и то, что впоследствии было названо

формулой Ньютона — Лейбница. Проведя ряд остроумных оптических экспериментов, он доказал, что белый цвет есть смесь цветов спектра.

Но самым значительным его открытием в эти годы стал закон всемирного тяготения.

Общеизвестна легенда о том, что закон тяготения Ньютон открыл, наблюдая падение яблока с ветки дерева. Впервые об этом упомянул биограф Ньютона У. Стиюкли (книга «Воспоминания о жизни Ньютона», 1752 год):

«После обеда установилась тёплая погода, мы вышли в сад и пили чай в тени яблонь. Он [Ньютон] сказал мне, что мысль о гравитации пришла ему в голову, когда он точно так же сидел под деревом. Он находился в созерцательном настроении, когда неожиданно с ветки упало яблоко. «Почему яблоки всегда падают перпендикулярно земле?» — подумал он».

Популярной легенда стала благодаря Вольтеру.

Другой биограф, Генри Пембертон, приводит рассуждения Ньютона подробнее: «сравнивая периоды нескольких планет и их расстояния до Солнца, он обнаружил, что... эта сила должна снижаться в квадратичной пропорциональности с увеличением расстояния». Другими словами, Ньютон обнаружил, что из третьего закона Кеплера, связывающего периоды обращения планет с расстоянием до Солнца, следует именно «формула обратных квадратов» для закона тяготения. Окончательную формулировку закона тяготения, вошедшую в учебники, Ньютон выписал позднее, после того, как ему стали ясны законы механики.

Эти открытия, а также многие из позднейших, были опубликованы на 20 — 40 лет позже, чем были сделаны. Ньютон не гнался за славой. В 1670 году он писал Джону Коллинзу: «Я не вижу ничего желательного в славе, даже если бы я был способен заслужить её. Это, возможно, увеличило бы число моих знакомых, но это как раз то, чего я больше всего стараюсь избегать». Свой первый научный труд (октябрь 1666 года), излагавший основы анализа, он не опубликовал, его нашли спустя 300 лет.



## Глава 2-7-2

### Начало научной известности (1667—1684 гг.)

Эпидемия чумы утихла. В апреле 1667 года Ньютон возвратился в Кембридж. 1 октября он был избран членом Тринити-колледжа, а в 1668 году стал магистром. Ему выделили отдельную комнату для жилья, назначили оклад (2 фунта в год) и передали группу студентов. Впрочем, его лекции посещались плохо. Ни тогда, ни позже Ньютон не прославился как преподаватель.

В 1669 году в Европе стали появляться математические работы, использующие разложения в бесконечные ряды. Хотя по глубине эти открытия не шли ни в какое сравнение с ньютоновскими, Барроу настоял на том, чтобы его ученик зафиксировал свой приоритет в этом вопросе. Ньютон написал краткий, но достаточно полный конспект этой части своих открытий, который назвал «Анализ с помощью уравнений с бесконечным числом членов». Барроу переслал этот трактат в Лондон. Ньютон просил не раскрывать имя автора работы (но тот всё же проговорился). «Анализ» получил некоторую известность среди специалистов в Англии и за её пределами.

29 октября 1669 года 26-летний Ньютон был избран профессором математики и оптики Тринити-колледжа. На этой должности Ньютон получил оклад 100 фунтов в год, не считая других бонусов и стипендий от Тринити. Он смог больше времени уделять собственным исследованиям.

### Рефлектор Ньютона

Одновременно Ньютон продолжил эксперименты по оптике и теории цвета. Ньютон исследовал сферическую и хроматическую аберрации. Чтобы свести их к минимуму, он построил смешанный телескоп-рефлектор по проекту Дж. Грегори (1663 год). Линзу и вогнутое сферическое

зеркало он отполировал сам. Первая конструкция, разработанная Ньютоном (1668 год) оказалась неудачной, но следующая, с тщательно отполированным зеркалом, несмотря на небольшие размеры, давала 40-кратное увеличение превосходного качества.

Слухи о новом инструменте быстро дошли до Лондона, и Ньютона пригласили показать своё изобретение научной общественности. В конце 1671 – начале 1672 годов прошла демонстрация рефлектора перед королём, а затем и в Королевском обществе. Аппарат вызвал всеобщие восторженные отзывы. Вероятно, сыграла свою роль и практическая важность изобретения: астрономические наблюдения служили для точного определения времени, что в свою очередь было необходимо для навигации на море. Ньютон стал знаменит и в январе 1672 года был избран членом Королевского общества.

Первое время Ньютон дорожил общением с коллегами из Королевского общества, где состояли, кроме Барроу, Джеймс Грегори, Джон Валлис, Роберт Гук, Роберт Бойль, Кристофер Рен и другие известные деятели английской науки. Однако вскоре начались утомительные конфликты, которых Ньютон очень не любил.



*Рис. опыты Ньютона с призмой.*

В частности, разгорелась шумная полемика по поводу природы света. Началась она с того, что в феврале 1672 года Ньютон опубликовал в «Philosophical Transactions» подробное описание своих классических опытов с призмами и свою теорию цвета. Гук, который ранее опубликовал собственную теорию, заявил, что результаты Ньютона его не убедили; его поддержал Гюйгенс на том основании, что теория Ньютона «противоречит общепринятым воззрениям». Ньютон ответил на их критику только через полгода, но к этому времени число критиков значительно увеличилось.

Лавина некомпетентных нападок вызвала у Ньютона раздражение и депрессию. Ньютон попросил секретаря Общества Ольденбурга больше не пересылать ему критические письма и дал зарок не ввязываться в научные споры. В письмах он жалуется, что поставлен перед выбором: либо не публиковать свои открытия, либо тратить время и все силы на отражение недружелюбной дилетантской критики. Он выбрал первый вариант и заявил о выходе из Королевского общества. Ольденбург не без труда уговорил его остаться, но научные контакты с Обществом были надолго сведены к минимуму.

В 1673 году математическими открытиями Ньютона заинтересовался Лейбниц, известный на тот момент как философ и изобретатель. Получив труд Ньютона 1669 года по бесконечным рядам и тщательно изучив его, он далее самостоятельно начал развивать свою версию анализа. В 1676 году Ньютон и Лейбниц обменялись письмами, в которых Ньютон разъяснил ряд своих методов, ответил на вопросы Лейбница и намекнул на существование ещё не опубликованных общих методов (дифференциального и интегрального исчисления). Секретарь Королевского общества Ольденбург просил Ньютона во славу Англии опубликовать свои математические открытия по анализу, но Ньютон ответил, что уже пять лет как занимается другой темой и не хочет отвлекаться. На очередное письмо Лейбница Ньютон не ответил. Первая публикация ньютоновского анализа появилась только в 1693 году, когда вариант Лейбница уже широко распространился.

## Глава 2-7-3

### Предшественники Ньютона

Ко времени начала научной деятельности Ньютона, то есть к 60-м годам XVII века, уже были заложены основы теории движения (Галилей) и выявлены некоторые принципы механического взаимодействия тел (Декарт). Ньютон завершил создание системы классической механики, в основе которой лежат три установленных им закона динамики — закон инерции в наиболее полной его классической формулировке как закон сохранения состояния покоя или равномерного прямолинейного движения; закон пропорциональной зависимости между действующей силой и сообщенным ею ускорением ( $F = ma$ ) и закон равенства действия противодействию. Ньютон завершил также начатое Галилеем и продолженное Декартом создание системы понятий и принципов классической механики.

В астрономии фундаментом для изучения Солнечной системы стали законы Кеплера. Но на протяжении более полувека после их открытия астрономы тщетно пытались установить их физический смысл. Представление о тяготении как о некоей вполне реальной силе появилось еще в XIII веке. Впервые обратный квадратичный закон уменьшения такой силы с расстоянием предсказала Оптико-геометрическая теория Роберта Гроссетета.

В качестве такой силы рассматривался и магнетизм. Именно так попытался объяснить физическую связь между планетами и Солнцем Иоганн Кеплер. Но самого Кеплера и его последователей могла ввести в заблуждение способность этой центральной силы действовать не только в радиальных направлениях, но и тангенциально, перпендикулярно радиусу. Это, видимо, и сформировало первоначальное ошибочное представление о движении планет под действием силы, направленной вдоль орбиты.

Во всяком случае, магнитные «силовые лучи» удерживали планеты возле центрального источника этой силы — Солнца.

Видимо, открытие вращения Солнца способствовало возрождению образа вихревого движения — среда должна была закручиваться вокруг него, увлекая и находящиеся в ней планеты (что вполне отвечало привычной картине движения под действием толкающей или тянущей силы — вихрь «волочил» планеты за собой). Однако выросшая на этой основе вихревая космология Рене Декарта, вдохновившая сначала многих последователей своим эволюционным материалистическим содержанием, во второй половине XVII в. уже показала свое бессилие как чисто качественная гипотеза. Пытаясь проникнуть без достаточных оснований в самую суть, природу тяготения, она давала простор фантазии, но не открывала пути количественного изучения явления.

Астрономы и физики вновь возвращались к обсуждению силы тяготения Солнца (в ее существовании после Кеплера сомнения не было), стремясь установить закон ее проявления, закон феномена тяготения. Ее обсуждали после Кеплера Гассенди, Буйо, Борелли, Гюйгенс, Роберваль, Рэн, Гук, Галлей.

Предположение о существовании исходящей от Солнца силы, управляющей движением планет, высказывал Джереми Хоррокс.

Активно обсуждался вопрос о зависимости силы тяготения от расстояния. Исмаэль Буйо (Буллиальд, 1605 – 1694 гг.) еще в 1645 году утверждал, вслед за Кеплером, что эта сила обратно пропорциональна расстоянию. Но уже в 1665 году другой современник Ньютона Джованни А. Борелли (1608 – 1679 гг.) в своей первой теории движения спутников Юпитера писал о том, что при криволинейном движении тела по орбите оно находится под действием двух сил — центробежной и уравнивающей ее силой притяжения центрального тела. При этом известное понятие центробежной силы получало физическое обоснование: уже в результате поздних работ Галилея и затем Декарта становилось все

более ясно, что она возникает в результате сложения инерциального прямолинейного (в каждой точке орбиты) движения и радиального притяжения центрального тела системы.

Закон криволинейного движения и выражение для центробежной силы открыл в 1673 году Гюйгенс (1629 – 1695 гг.):  $F = mv^2/r$ .

В 1674 году ученый секретарь Лондонского Королевского Общества Роберт Гук (1635 – 1703 гг.) — неистощимый на новые идеи, но не доводивший, однако, большинство из них до детальной разработки, уже писал о том, что движение планет объясняется притяжением их к Солнцу с силой обратно пропорциональной квадрату расстояния.

Вставала главная проблема — по какой кривой должно двигаться тело под действием такой центральной силы?

Один из состоятельных членов Королевского Общества, физик и архитектор Х. Рэн (1632 – 1723 гг.) назначил даже от себя премию в 40 шиллингов своим оппонентам за решение этой задачи. В этом «состязании» принял участие и молодой астроном Э. Галлей (1656 – 1742 гг.). В 1684 году он вывел из третьего закона Кеплера, что сила тяготения Солнца действительно обратно пропорциональна квадрату расстояния. Но траекторию движения под действием такой силы вывести никому не удавалось.

В августе 1684 года Галлей приехал в Кембридж и рассказал Ньютону, что они с Реном и Гуком обсуждали, как из формулы закона тяготения вывести эллиптичность орбит планет, но не знали, как подступиться к решению. Ньютон сообщил, что у него уже есть решение, и в ноябре прислал Галлею готовую рукопись. Тот сразу оценил значение результата и метода и сумел уговорить Ньютона опубликовать свое открытие, сделанное в 1666 году.

## **Ранее в Краткой истории астрономии**

Глава 2-1-8. «О свете или о начале форм»

Глава 2-5-5. Вихревая космогония Декарта

## Глава 2-7-4

### «Математические начала натуральной философии»

«Математические начала натуральной философии» (лат. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*) — фундаментальный труд Ньютона, в котором он сформулировал закон всемирного тяготения и три закона движения, ставшие основой классической механики и названные его именем.

История создания этого труда, самого знаменитого в истории науки наряду с «Началами» Евклида, начинается в 1682 году, когда прохождение кометы Галлея вызвало подъём интереса к небесной механике. Эдмонд Галлей тогда попытался уговорить Ньютона опубликовать его «общую теорию движения». Ньютон отказался. Он вообще неохотно отвлекался от своих исследований ради кропотливого дела издания научных трудов.

Работа над «Началами» продолжалась в 1684—1686 годах. Сначала Ньютон писал в перерывах между алхимическими опытами, которым уделял основное внимание, но постепенно увлёкся и с воодушевлением посвятил себя работе над главной книгой своей жизни.

Публикацию предполагалось осуществить на средства Королевского общества, но в начале 1686 года Общество издало не нашедший спроса трактат по истории рыб, и тем самым истощило свой бюджет. Тогда Галлей объявил, что он берёт расходы по изданию на себя. Общество с признательностью приняло это предложение и в качестве частичной компенсации бесплатно предоставила Галлею 50 экземпляров трактата по истории рыб.

28 апреля 1686 года первый том «Математических начал» был представлен Королевскому обществу. Все три тома, после некоторой авторской правки, вышли в 1687

году. Тираж (около 300 экземпляров) был распродан за 4 года — для того времени очень быстро.

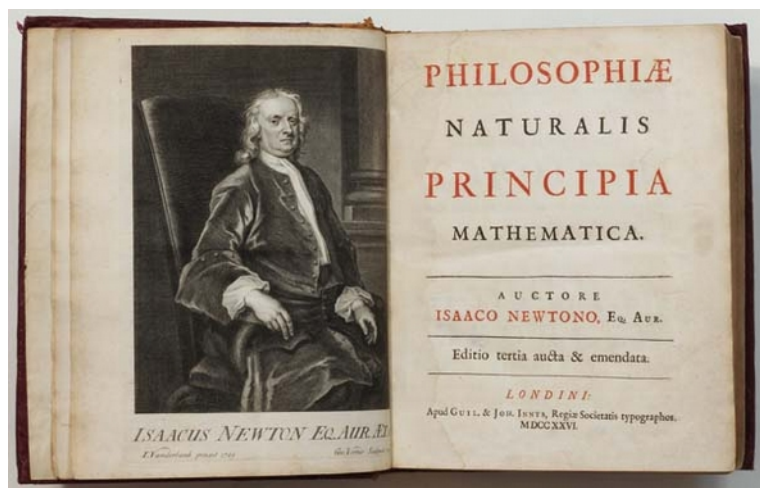


Рис. «Математические начала натуральной философии»

Как физический, так и математический уровень труда Ньютона несопоставимы с работами предшественников. В нём (за исключением философских отступлений) отсутствует аристотелева или декартова метафизика, с её туманными рассуждениями, неясно сформулированными, часто надуманными «первопричинами» природных явлений. Ньютон, например, не провозглашает, что в природе действует закон тяготения, он строго доказывает этот факт, исходя из наблюдаемой картины движения планет: из первых двух законов Кеплера он выводит, что движение планет управляется центральной силой, а из третьего закона — что притяжение обратно пропорционально квадрату расстояния.

Метод Ньютона — создание модели явления, «не измышляя гипотез», а потом уже, если данных достаточно, поиск его причин. Такой подход, начало которому было положено Галилеем, означал конец старой физики. Математический аппарат и общую структуру книги



Ньютон сознательно построил максимально близкими к тогдашнему стандарту научной строгости — «Началам» Евклида.

## Первая книга

В первой главе Ньютон определяет базовые понятия: масса, сила, инерция («врождённая сила материи»), количество движения и др. Постулируются абсолютность пространства и времени, мера которых не зависит от положения и скорости наблюдателя. На основе этих чётко определённых понятий формулируются три закона ньютоновой механики.

**Первый закон.** Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

**Второй закон.** Изменение количества движения пропорционально приложенной силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

**Третий закон.** Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

## Вторая книга

Книга II фактически посвящена гидромеханике. В главе II Ньютон, в виде исключения, использует аналитический подход для доказательства нескольких теорем и провозглашает свой приоритет в открытии «метода флюксий» (дифференциального исчисления):

«В письмах, которыми около десяти лет тому назад я обменивался с весьма искусным математиком г-ном Лейбницем, я ему сообщал, что обладаю методом для определения максимумов и минимумов, проведения касательных и решения тому подобных вопросов, одинаково приложимых как для членов рациональных, так и для иррациональных, причём я метод скрыл,

переставив буквы следующего предложения: «когда задано уравнение, содержащее любое число текущих количеств, найти флюксии и обратно». Знаменитейший муж отвечал мне, что он также напал на такой метод и сообщил мне свой метод, который оказался едва отличающимся от моего, и то только терминами и начертанием формул».

### Третья книга

Книга 3 — система мира, в основном небесная механика, а также теория приливов. В начале книги Ньютон формулирует свой вариант «бритвы Оккама»:

«Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений... Природа ничего не делает напрасно, а было бы напрасным совершать многим то, что может быть сделано меньшим. Природа проста и не роскошествует излишними причинами».

В соответствии со своим методом Ньютон из опытных данных о планетах, Луне и других спутниках выводит Закон всемирного тяготения.

$$F = g \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$$

Для проверки того, что сила тяжести (вес) пропорциональна массе, Ньютон провёл несколько довольно точных опытов с маятниками.

Далее этот закон применяется для описания движения планет. Подробно изложена также теория движения Луны и комет, физические причины приливов. Приведён способ определения массы планеты, причём масса Луны найдена по высоте приливов. Объяснены (с помощью теории возмущений) предварение равноденствий и неправильности (невязки) в движении Луны — как известные в древности, так и семь позднее установленных (Тихо Браге, Флемстид).

## Глава 2-7-5

### Оптика и теория света

Ньютону принадлежат фундаментальные открытия в оптике. Он построил первый зеркальный телескоп (рефлектор), в котором, в отличие от чисто линзовых телескопов, отсутствовала хроматическая аберрация. Он также детально исследовал дисперсию света, показал, что при прохождении белого света через прозрачную призму он разлагается в непрерывный ряд лучей различного цвета вследствие различного преломления лучей разных цветов, тем самым Ньютон заложил основы правильной теории цветов. Ньютон создал математическую теорию открытых Гуком интерференционных колец, которые с тех пор получили название «кольца Ньютона».

В письме к Флемстиду он изложил подробную теорию астрономической рефракции. Но его главное достижение — создание основ физической оптики как науки и разработка её математической базы. Оптические опыты Ньютона на десятилетия стали образцом глубокого физического исследования.

В этот период существовало множество теорий света и цветности; в основном боролись точка зрения Аристотеля («разные цвета есть смешение света и тьмы в разных пропорциях») и Декарта («разные цвета создаются при вращении световых частиц с разной скоростью»). Гук (1665 г.) предлагал вариант аристотелевских взглядов. Многие полагали, что цвет есть атрибут не света, а освещённого предмета.

Всеобщий разлад усугубил каскад открытий XVII века: дифракция (1665, Гримальди), интерференция (1665, Гук), двойное лучепреломление (1670, Бартолин, изучено Гюйгенсом), оценка скорости света (1675, Рёмер). Обобщающей теории светане существовало.

В своём выступлении перед Королевским обществом Ньютон опроверг как Аристотеля, так и Декарта, и убедительно доказал, что белый свет не первичен, а состоит из цветных компонент с разной «степенью преломляемости». Эти-то составляющие и первичны — никакими ухищрениями Ньютон не смог изменить их цвет. Тем самым субъективное ощущение цвета получало прочную объективную базу — в современной терминологии, длину волны света, о которой можно было судить по степени преломления.

В 1689 году Ньютон прекратил публикации в области оптики (хотя продолжал исследования) — по распространённой легенде, поклялся ничего не печатать в этой области при жизни Гука. Во всяком случае, в 1704 году, на следующий год после смерти Гука, выходит в свет (на английском языке) монография «Оптика». В предисловии к ней содержится явный намёк на конфликт с Гуком: «Не желая быть втянутым в диспуты по разным вопросам, я оттягивал это издание и задержал бы его и далее, если бы не настойчивость моих друзей». При жизни автора «Оптика», как и «Начала», выдержала три издания (1704, 1717, 1721 гг.) и множество переводов, в том числе три на латинском языке.

**Книга первая:** принципы геометрической оптики, учение о дисперсии света и составе белого цвета с различными приложениями, включая теорию радуги.

**Книга вторая:** интерференция света в тонких пластинках.

**Книга третья:** дифракция и поляризация света.

Историки выделяют две группы тогдашних гипотез о природе света.

Эмиссионная (корпускулярная): свет состоит из мелких частиц (корпускул), излучаемых светящимся телом. В пользу этого мнения говорила прямолинейность распространения света, на которой основана геометрическая оптика, однако дифракция и интерференция плохо укладывались в эту теорию.

Волновая: свет представляет собой волну в невидимом мировом эфире. Оппонентов Ньютона (Гука, Гюйгенса) нередко называют сторонниками волновой теории, однако надо иметь в виду, что под волной они понимали не периодическое колебание, как в современной теории, а одиночный импульс; по этой причине их объяснения световых явлений были мало правдоподобны и не могли составить конкуренцию ньютоновским (Гюйгенс даже пытался опровергнуть дифракцию). Развитая волновая оптика появилась только в начале XIX века.

Ньютона часто считают сторонником корпускулярной теории света; на самом деле он, по своему обыкновению, «гипотез не измышлял» и охотно допускал, что свет может быть связан и с волнами в эфире.

В трактате, представленном в Королевское общество в 1675 году, он пишет, что свет не может быть просто колебаниями эфира, так как тогда он, например, мог бы распространяться по изогнутой трубе, как это делает звук. Но, с другой стороны, он предлагает считать, что распространение света возбуждает колебания в эфире, что и порождает дифракцию и другие волновые эффекты. По существу, Ньютон, ясно сознавая достоинства и недостатки обоих подходов, выдвигает компромиссную, корпускулярно-волновую теорию света. В своих работах Ньютон детально описал математическую модель световых явлений, оставляя в стороне вопрос о физическом носителе света: «Учение моё о преломлении света и цветах состоит единственно в установлении некоторых свойств света без всяких гипотез о его происхождении». Волновая оптика, когда она появилась, не отвергла модели Ньютона, а вобрала их в себя и расширила на новой основе.

Несмотря на свою нелюбовь к гипотезам, Ньютон поместил в конце «Оптики» список нерешённых проблем и возможных ответов на них. Ряд гипотез оказались пророческими. В частности, Ньютон предсказал:

- отклонение света в поле тяготения;
- явление поляризации света;
- взаимопревращение света и вещества.

## Глава 2-7-6

### Вселенная Ньютона

Одна из крылатых фраз Исаака Ньютона звучит так: «Гипотез не измышляю». Однако в 1690-е гг. в переписке с обратившимся к нему молодым священником Р. Бентли Ньютон обсуждал проблему общей структуры, конечности или бесконечности Вселенной.

Первый его вывод, — Вселенная, в которой властвует гравитация, должна быть бесконечной. Об этом говорит уже наличие множества звезд.

Второй вывод, — невозможным создать все качественное разнообразие из механических движений бескачественных частиц.

Согласно модели Ньютона, все физические явления происходят в трехмерном пространстве, которое описывается евклидовой геометрией. Как утверждал Ньютон: «Само абсолютное пространство, без учета внешних факторов, всегда остается неизменным и неподвижным... Абсолютное, истинное математическое время по своей сущности течет с постоянной скоростью, не подвергаясь внешним воздействиям».

По представлению Ньютона, в неподвижном и неизменном пространстве двигаются материальные частицы — атомы, маленькие, твердые и неразрушимые предметы, из которых состоит вся материя. Отличие представлений Ньютона от представлений Демокрита заключалось в том, что, по Ньютону, между материальными частицами действуют силы взаимодействия, зависящие только от масс и расстояний между частицами.

По мере увеличения точности наблюдений выявлялись отклонения в движении планет от Кеплеровых (так называемое неравенство Юпитера и Сатурна). Это вызывало порой даже сомнения в справедливости закона всемирного тяготения и в устойчивости Солнечной

системы. Ньютон указывал, что эти отклонения — следствия того же закона и что дело здесь в сложном взаимодействии многих взаимно притягивающихся тел, искажающем, «возмущающем» правильное эллиптическое движение планет. Он же высказал мысль, что планетная система может в результате оказаться неустойчивой.

Загадкой оставалось и начало движения планет по орбитам. Для него единственным объяснением этого оставалась божественная сила — «первый толчок», равно как и вмешательство ее для исправления системы (подзавода «мировых часов» — образ принадлежит Лейбницу).

В своей книге «Оптика» Ньютон писал:

«Мне кажется вероятным, что Бог вначале сотворил материю в виде твердых, обладающих массой, цельных, непроницаемых и подвижных частиц, наделенных такими размерами, пропорциями, формами и другими качествами, которые наилучшим образом отвечают той цели, для которой Он сотворил их, и что эти частицы, будучи цельными, несравненно плотнее любого пористого тела, из них составленного; и они настолько плотны, что никогда не изнашиваются и не разбиваются, и ни одна сила не может разделить то, что Бог сотворил единым при своем первотворении».

Утвердилось представление о существовании бесконечного, пустого межзвездного мирового пространства. Между тем сам Ньютон склонялся, скорее, к идее крайней разреженности мировой материи, не вызывающей поэтому заметного торможения планет. В пылу борьбы с идеями Декарта утвердился и жесткий принцип дальнего действия — как передачи действия тяготения через пустоту и мгновенно, то есть с бесконечной скоростью. Ньютон же считал необходимым наличие некоего передатчика этого действия, «агента», допуская, правда, его нематериальную природу.

Возникшая физическая картина мира, созданная на основе гравитационной теории Ньютона и опирающаяся на строгие количественные законы, на два века стала

направляющим и контролирующим фактором в развитии естествознания.

Надо отметить, что в деталях и нюансах отличалась от воззрений ее основателя, потеряв свойственные подлинно научному подходу сомнения, незавершенность знаний. Идеи Ньютона обрели вид абсолютных утверждений, а полученные на основе наблюдений и точных измерений, проведенных в пределах Солнечной системы, законы были перенесены на всю мыслимую Вселенную.

Главным основанием ньютонианской гравитационно-механической картины мира была идея материального единства небесного и земного, то есть мира в целом, который, хотя и создан некогда Богом, но существует и изменяется по естественным законам. В основе всех явлений и процессов лежит механическое движение (ньютонова идея начального божественного толчка и предложенный Лейбницем образ «Мирового Часовщика» уже вскоре покинули эту картину мира как излишние). Универсальной и главной силой в Космосе представлялась гравитация. Физическая картина мира рисовалась с помощью абсолютных категорий: абсолютное пространство и абсолютное время, существующие и без материи, без материальных тел, сами по себе. Бесконечный набор любых величин для любых процессов: допускались любые значения для скорости, направления движений, масштабов материальных тел и их систем.

Астрономическая картина мира дополнилась новыми идеями об устройстве, составе и состоянии Вселенной. Вселенная представлялась бесконечной, по крайней мере, в пространственном отношении. Момент божественного творения стал отвергаться. Сотворение же самой материи представлялось единичным актом, после чего она стала развиваться по своим естественным законам, главным образом, под действием гравитации. По мере накопления наблюдательных сведений о составе, структуре, свойствах ранее известных или вновь открываемых в Космосе объектов формировались все более сложные модели Вселенной на базе гравитации.



## Глава 2-7-7

### Критика теории тяготения

Выход в свет «Начал», заложивший фундамент теоретической физики, вызвал огромный резонанс в научном мире. Наряду с восторженными откликами были, однако, и резкие возражения, в том числе от известных учёных, например со стороны последователей Декарта. Три закона механики особых возражений не вызвали, в основном критиковалась концепция тяготения — свойства непонятной природы, с неясным источником, которое действовало без материального носителя, через совершенно пустое пространство. Лейбниц, Гюйгенс, Якоб Бернулли, Кассини отвергли тяготение и пытались по-прежнему объяснить движение планет декартовскими вихрями или иным способом.



*Рис. Ньютон и яблоко*

## **Из переписки Лейбница и Гюйгенса:**

Лейбниц: Я не понимаю, как Ньютон представляет себе тяжесть или притяжение. Видимо, по его мнению, это не что иное, как некое необъяснимое нематериальное качество.

Гюйгенс: Что касается причины приливов, которую даёт Ньютон, то она меня не удовлетворяет, как и все другие его теории, построенные на принципе притяжения, который кажется мне смешным и нелепым.

Сам Ньютон о природе тяготения предпочитал публично не высказываться, так как экспериментальных аргументов в пользу эфирной или иной гипотезы у него не было. Подозреваемую рядом физиков связь тяготения с магнетизмом Ньютон уверенно отверг, поскольку свойства этих двух явлений совершенно различны. Однако в личной переписке Ньютон допускал, что тяготение имеет сверхъестественную природу.

**Из письма Ньютона от 25 февраля 1693 года к доктору Бентли, автору лекций на тему «Опровержение атеизма»:**

«Непостижимо, чтобы неодушевлённая грубая материя могла без посредства чего-либо нематериального действовать и влиять на другую материю без взаимного соприкосновения, как это должно бы происходить, если бы тяготение в смысле Эпикура было существенным и врождённым в материи. Предполагать, что тяготение является существенным, неразрывным и врождённым свойством материи, так что тело может действовать на другое на любом расстоянии в пустом пространстве, без посредства чего либо передавая действие и силу, это, по моему, такой абсурд, который немислим ни для кого, умеющего достаточно разбираться в философских предметах».

Тяготение должно вызываться агентом, постоянно действующим по определённым законам. Является ли,

однако, этот агент материальным или нематериальным, решать это я предоставил моим читателям».

### **Запись в дневнике Дэвида Грегори, 21 декабря 1705 г.**

«Сэр Исаак Ньютон был со мной и сказал, что он приготовил 7 страниц добавлений к своей книге о свете и цветах [то есть к «Оптике»], в новом латинском издании... У него были сомнения, может ли он выразить последний вопрос так: «Чем заполнено пространство, свободное от тел?» Полная истина в том, что он верит в вездесущее Божество в буквальном смысле. Так же, как мы чувствуем предметы, когда изображения их доходят до мозга, так и Бог должен чувствовать всякую вещь, всегда присутствуя при ней.

Он полагает, что Бог присутствует в пространстве, как свободном от тел, так и там, где тела присутствуют. Но, считая, что такая формулировка слишком груба, он думает написать так: «Какую причину тяготению приписывали древние?» Он думает, что древние считали причиной Бога, а не какое-либо тело, ибо всякое тело уже само по себе тяжёлое».

Критики указывали также на то, что теория движения планет на основе закона тяготения имеет недостаточную точность, особенно для Луны и Марса. Прямое измерение силы притяжения в земных условиях осуществил в 1798 году Генри Кавендиш (1731 — 1810 гг.) с помощью чрезвычайно чувствительных крутильных весов; эти опыты полностью подтвердили теорию Ньютона.

## Глава 2-7-8

### Черты характера Исаака Ньютона

Составить психологический портрет Ньютона трудно, так как даже симпатизирующие ему люди нередко приписывают Ньютону различные качества. Приходится учитывать и культ Ньютона в Англии, заставлявший авторов воспоминаний наделять великого учёного всеми мыслимыми добродетелями, игнорируя реальные противоречия в его натуре. Кроме того, к концу жизни в характере Ньютона появились ранее ему не свойственные добродушие, снисходительность и общительность.



*Рис. Исаак Ньютон*

Внешне Ньютон был невысок, крепкого телосложения, с волнистыми волосами. Он почти не болел, до старости сохранил густые волосы (уже с 40 лет совершенно седые и все зубы, кроме одного. Никогда (по другим сведениям, почти никогда) не пользовался очками, хотя был немного близорук. Почти никогда не смеялся и не раздражался, нет

упоминаний о его шутках. В денежных расчётах был аккуратен и бережлив, но не скуп. Никогда не был женат. Обычно находился в состоянии глубокой внутренней сосредоточенности, из-за чего нередко проявлял рассеянность: например, однажды, пригласив гостей, он пошёл в кладовую за вином, но тут его осенила какая-то научная идея, он помчался в кабинет и к гостям уже не вернулся. Был равнодушен к спорту, музыке, искусству, театру, путешествиям, хотя хорошо умел рисовать. Его помощник вспоминал: «Он не позволял себе никакого отдыха и передышки... считал потерянным всякий час, не посвящённый занятиям [наукой]... Думаю, его немало печалила необходимость тратить время на еду и сон». Со всем сказанным Ньютон сумел соединить житейскую практичность и здравомыслие, ярко проявившиеся в его успешном управлении Монетным двором и Королевским обществом.

Воспитанный в пуританских традициях, Ньютон установил для себя ряд жёстких принципов и самоограничений. И он не склонен был прощать другим то, что не простил бы себе; в этом корни многих его конфликтов (см. ниже). Тепло относился к родственникам и многим коллегам, но близких друзей не имел, не искал общества других людей, держался отстранённо. Вместе с тем Ньютон не был бессердечным и равнодушным к чужой судьбе. Когда после смерти его сводной сестры Анны её дети остались без средств к существованию, Ньютон назначил несовершеннолетним детям пособие, а позже дочь Анны, Кэтрин, взял к себе на воспитание. Постоянно помогал и другим родственникам. «Будучи экономным и расчётливым, он вместе с тем очень свободно обращался с деньгами и был всегда готов помочь другу в нужде, не проявляя при этом навязчивости. Особенно благороден он по отношению к молодёжи». Многие известные английские учёные — Стирлинг, Маклорен, астроном Джеймс Паунд и другие — с глубокой благодарностью вспоминали помощь, оказанную Ньютоном в начале их научной карьеры.

## Глава 2-7-9

### Конфликт с Робертом Гуком

В 1675 году Ньютон прислал Обществу свой трактат с новыми исследованиями и рассуждениями о природе света. Роберт Гук на заседании заявил, что всё, что есть ценного в трактате, уже имеется в ранее опубликованной книге Гука «Микрография». В частных беседах он обвинял Ньютона в плагиате: «Я показал, что господин Ньютон использовал мои гипотезы об импульсах и волнах» (из дневника Гука). Гук оспаривал приоритет всех открытий Ньютона в области оптики, кроме тех, с которыми он был не согласен. Ольденбург тут же известил Ньютона об этих обвинениях, и тот расценил их как инсинуации. На этот раз конфликт удалось погасить, и учёные обменялись примирительными письмами (1676 г.). Однако с этого момента и вплоть до смерти Гука (1703 г.) Ньютон никаких работ по оптике не публиковал, хотя у него накопился огромный материал, систематизированный им в классической монографии «Оптика» (1704 г.).

Другой приоритетный спор был связан с открытием закона тяготения. Ещё в 1666 году Гук пришёл к выводу, что движение планет есть суперпозиция падения на Солнце благодаря силе притяжения к Солнцу, и движения по инерции по касательной к траектории планеты. По его мнению, эта суперпозиция движения и обуславливает эллиптическую форму траектории планеты вокруг Солнца. Однако доказать это математически он не смог и послал в 1679 году Ньютону письмо, где предложил сотрудничество по решению этой задачи. В этом письме было также изложено предположение об убывании силы притяжения к Солнцу обратно пропорционально квадрату расстояния. В ответ Ньютон заметил, что ранее занимался проблемой движения планет, но оставил эти занятия. Действительно, как показывают найденные впоследствии

документы, Ньютон занимался проблемой движения планет ещё в 1665—1669 гг., когда он на основании III закона Кеплера установил, что «стремление планет удалиться от Солнца будет обратно пропорционально квадратам их расстояний от Солнца». Однако представление об орбите планеты как исключительно результате равенства сил притяжения к Солнцу и центробежной силы у него до конца в те годы ещё не выработалось.

Впоследствии переписка между Гуком и Ньютоном прервалась. Гук вернулся к попыткам построения траектории планеты под действием силы, убывающей по закону обратных квадратов. Однако эти попытки также оказались безуспешными. Между тем, Ньютон вернулся к изучению движения планет и решил эту задачу.

Когда Ньютон готовил к публикации свои «Начала», Гук потребовал, чтобы Ньютон в предисловии оговорил приоритет Гука относительно закона тяготения. Ньютон возразил, что Буллиальд, Кристофер Рен и сам Ньютон пришли к той же формуле независимо и раньше Гука. Разгорелся конфликт, немало отравивший жизнь обоим учёным.

Современные авторы отдают должное и Ньютону, и Гуку. Приоритет Гука заключается в постановке задачи о построении траектории планеты благодаря суперпозиции её падения на Солнце по закону обратных квадратов и движения по инерции. Возможно также, что именно письмо Гука непосредственно подтолкнуло Ньютона завершить решение этой задачи. Однако сам Гук задачу не решил, а также не догадался об универсальности гравитации. По словам С. И. Вавилова, если связать в одно все предположения и мысли Гука о движении планет и тяготении, высказанные им в течение почти 20 лет, то мы встретим почти все главные выводы «Начал» Ньютона, только высказанные в неуверенной и мало доказательной форме. Не решая задачи, Гук нашёл её ответ. Вместе с тем перед нами вовсе не случайно брошенная мысль, но несомненно плод долголетней работы. У Гука была гениальная догадка физика, прозревающего в лабиринте

фактов истинные соотношения и законы природы. С подобной редкостной интуицией экспериментатора мы встречаемся в истории науки ещё у Фарадея, но Гук и Фарадей не были математиками. Их дело было довершено Ньютоном и Максвеллом. Бесцельная борьба с Ньютоном за приоритет набросила тень на славное имя Гука, но истории пора, спустя почти три века, отдать должное каждому. Гук не мог идти прямой, безукоризненной дорогой «Математических начал» Ньютона, но своими окольными тропинками, следов которых нам теперь уже не найти, он пришёл туда же.

В дальнейшем отношения Ньютона с Гуком оставались напряжёнными. Например, когда Ньютон представил Обществу придуманную им новую конструкцию секстанта, Гук тут же заявил, что изобрёл такой прибор более 30 лет назад (хотя никогда секстантов не строил). Всё же Ньютон признавал научную ценность открытий Гука и в своей «Оптике» несколько раз упомянул своего, уже покойного, оппонента.

Помимо Ньютона, Гук вёл приоритетные споры со многими другими английскими и континентальными учёными, в том числе с Робертом Бойлем, которого он обвинил в присвоении усовершенствования воздушного насоса, а также с секретарём Королевского общества Ольденбургом, заявив, что с помощью Ольденбурга Гюйгенс украл у Гука идею часов со спиральной пружиной.

Существует легенда о том, что Ньютон уничтожил единственный портрет Гука, некогда хранившегося в Королевском обществе]. В действительности не существует ни единого свидетельства в пользу такого обвинения. Аллан Чепмен, биограф Гука, доказывает, что никакого портрета Гука вообще не существовало (что не удивительно, учитывая дороговизну портретов и постоянные финансовые затруднения Гука). Друг Гука и секретарь Общества Ричард Уоллер опубликовал в 1705 году посмертное собрание работ Гука с отличными иллюстрациями, но без портрета Гука.



## Глава 2-7-10

### Роберт Гук

Роберт Гук (28 июля 1635 года — 3 марта 1703 года) — английский естествоиспытатель и изобретатель. Член Лондонского королевского общества (1663 год).

Гука смело можно назвать одним из отцов физики, в особенности экспериментальной, но и во многих других науках ему принадлежат зачастую одни из первых основополагающих работ и множество открытий.



*Рис. Роберт Гук*

Отец Гука подготавливал его первоначально к духовной деятельности, но ввиду слабого здоровья Роберта и проявляемой им способности к занятию механикой предназначил его к изучению часового мастерства. Однако, молодой Гук проявил интерес к научным занятиям и вследствие этого был отправлен в

Вестминстерскую школу, где успешно изучал языки (латинский, древнегреческий, иврит), но в особенности интересовался математикой и показал большую способность к физике и химии.

Способность его к занятиям физикой и химией была признана и оценена учёными Оксфордского университета, в котором он стал заниматься с 1653 года. Он стал помощником химика Виллиса, а потом известного физика Роберта Бойля.

С 1662 года был куратором экспериментов при Лондонском Королевском обществе (с момента его создания).

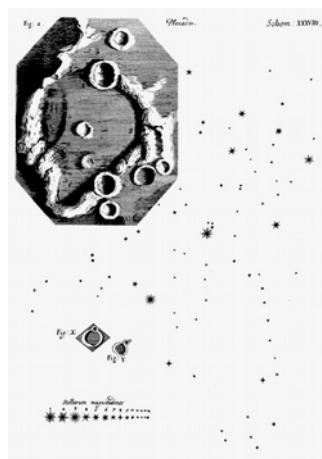
В 1663 году Королевское общество, признав полезность и важность его открытий, сделало его своим членом.

В 1677 — 1683 гг. был секретарём этого общества.

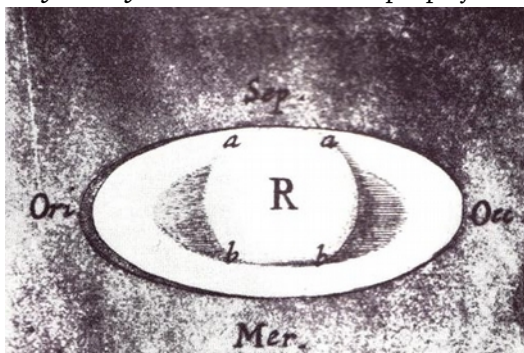
С 1664 года — профессор Лондонского университета (профессор геометрии в Gresham College).

В 1665 публикует книгу «Микрография» с описанием проведенных им микроскопических и телескопических наблюдений, содержащую публикацию существенных открытий в биологии.

С 1667 года Гук читает «Кутлеровские лекции» по механике.



*Рис. Рисунки Луны и Плеяд из «Микрографии» Гука*



*Рис. Рисунок Сатурна, сделанный по наблюдениям Гука*

Роберту Гуку принадлежат следующие открытия:

- открытие пропорциональности между упругими растяжениями, сжатиями и изгибами, и производящими их напряжениями (закон Гука);

- правильная формулировка закона всемирного тяготения (приоритет Гука оспаривался Ньютоном, но, по-видимому, не в части формулировки — сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния; кроме того, Ньютон утверждал о независимом и более раннем открытии этой формулы, которую, однако, до открытия Гуком никому не сообщал);

- открытие цветов тонких плёнок (то есть, в конечном итоге, явления интерференции света);

- идея о волнообразном распространении света (одновременно с Гюйгенсом), экспериментальное обоснование её открытой Гуком интерференцией света, волновая теория света;

- гипотеза о поперечном характере световых волн;

- открытия в акустике, например, демонстрация того, что высота звука определяется частотой колебаний;

- теоретическое положение о сущности теплоты как движения частиц тела;

- открытие постоянства температуры таяния льда и кипения воды.

## Глава 2-7-11

### Конфликт с Джоном Флемстидом

Джон Флемстид, выдающийся английский астроном, познакомился с Ньютоном в Кембридже (1670 г.), когда Флемстид был ещё студентом, а Ньютон — магистром. Однако уже в 1673 году, почти одновременно с Ньютоном, Флемстид тоже стал знаменит — он опубликовал великолепные по качеству астрономические таблицы, за которые король удостоил его личной аудиенции и звания «Королевский астроном». Более того, король распорядился построить в Гринвиче вблизи Лондона обсерваторию и передать её в распоряжение Флемстида. Однако деньги на оснащение обсерватории король посчитал излишними тратами, и почти все доходы Флемстида уходили на постройку инструментов и хозяйственные нужды обсерватории.

Поначалу отношения Ньютона и Флемстида были добросердечными. Ньютон готовил второе издание «Начал» и крайне нуждался в точных наблюдениях Луны для построения и (как он надеялся) подтверждения своей теории её движения; в первом издании теория движения Луны и комет была неудовлетворительна. Это было важно и для утверждения ньютоновской теории тяготения, подвергавшейся на континенте резкой критике картезианцев. Флемстид охотно передавал ему запрошенные данные, и в 1694 году Ньютон с гордостью известил Флемстида, что сравнение расчётных и опытных данных показало их практическое совпадение. В некоторых письмах Флемстид настоятельно просил Ньютона в случае использования наблюдений оговорить его, Флемстида, приоритет; это в первую очередь относилось к Галлею, которого Флемстид не любил и подозревал в научной нечестности, но могло означать и

недоверие к самому Ньютону. В письмах Флемстида начинает сквозить обида:

«Я согласен: проволока дороже, чем золото, из которого она сделана. Я, однако, собирал это золото, очищал и промывал его, и не смею думать, что Вы столь мало цените мою помощь только потому, что столь легко её получили».

Начало открытому конфликту положило письмо Флемстида, в котором он с извинениями сообщал, что обнаружил в части предоставленных Ньютону данных ряд систематических ошибок. Это ставило под угрозу ньютоновскую теорию Луны и вынуждало переделать расчёты, причём доверие к остальным данным также было поколеблено. Ньютон, который терпеть не мог недобросовестности, был крайне раздражён и даже заподозрил, что ошибки были внесены Флемстидом сознательно.

В 1704 году Ньютон посетил Флемстида, который к этому времени получил новые, чрезвычайно точные данные наблюдений, и просил его передать эти данные; взамен Ньютон обещал помочь Флемстиду в издании его основного труда — Большого звёздного каталога. Флемстид, однако, стал тянуть время по двум причинам: каталог был ещё не вполне готов, а Ньютону он больше не доверял и боялся кражи своих бесценных наблюдений. Предоставленных ему для завершения труда опытных вычислителей Флемстид использовал для расчёта положений звёзд, в то время как Ньютона интересовали в первую очередь Луна, планеты и кометы. Наконец, в 1706 году печать книги началась, но Флемстид, страдавший от мучительной подагры и становившийся всё более подозрительным, потребовал, чтобы Ньютон не вскрывал запечатанный типографский экземпляр до окончания печати; Ньютон, которому данные были срочно нужны, пренебрёг этим запретом и выписал нужные величины. Напряжение росло. Флемстид устроил Ньютону скандал за попытку лично внести мелкие корректуры ошибок. Печать книги шла крайне медленно.

Из-за финансовых трудностей Флемстид не уплатил членский взнос и был исключён из Королевского общества; новый удар нанесла королева, которая, видимо, по ходатайству Ньютона, передала Обществу контрольные функции над обсерваторией. Ньютон предъявил Флемстиду ультиматум:

«Вы представили несовершенный каталог, в котором многого не хватает, Вы не дали положений звёзд, которые были желательны, и я слышал, что печать сейчас остановилась из-за их непредоставления. Таким образом, от Вас ожидается следующее: или Вы пришлёте конец Вашего каталога д-ру Арбетноту, или по крайней мере пришлёте ему данные наблюдений, необходимые для окончания, с тем, чтобы печатание могло продолжаться».

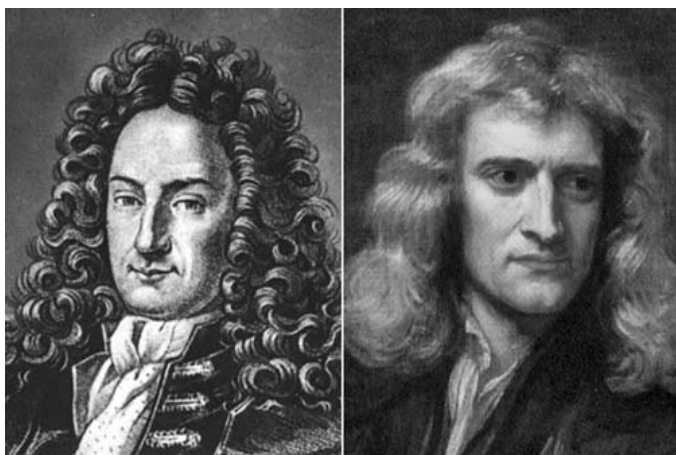
Ньютон также пригрозил, что дальнейшие задержки будут рассматриваться как неподчинение приказу Её Величества. В марте 1710 года Флемстид, после горячих жалоб на несправедливость и козни врагов, всё же передал завершающие листы своего каталога, и в начале 1712 года первый том, под названием «Небесная история», вышел в свет. В нём были все данные, нужные Ньютону, и год спустя переработанное издание «Начал», с гораздо более точной теорией Луны, также не замедлило появиться. Злопамятный Ньютон не включил в издание благодарности Флемстиду и вычеркнул все упоминания о нём, присутствовавшие в первом издании. В ответ Флемстид сжёг все не распроданные 300 экземпляров каталога в своём камине и стал готовить второе его издание, уже по собственному вкусу. В 1719 году он скончался, но усилиями жены и друзей это замечательное издание, гордость английской астрономии, было опубликовано в 1725 году.

Преемником Флемстида в королевской обсерватории стал Галлей, который также немедленно засекретил все результаты наблюдений во избежание кражи данных соперниками. До конфликта с Галлеем дело не дошло, однако на заседаниях Общества Ньютон неоднократно отчитывал Галлея за нежелание поделиться нужными Ньютону данными.

## Глава 2-7-12

### Конфликт с Готфридом Лейбницем

Из сохранившихся документов историки науки выяснили, что дифференциальное и интегральное исчисление Ньютон создал ещё в 1665 – 1666 годы, однако не публиковал его до 1704 года. Лейбниц разработал свой вариант анализа независимо (с 1675 года), хотя первоначальный толчок, вероятно, его мысль получила из слухов о том, что такое исчисление у Ньютона уже имеется, а также благодаря научным беседам в Англии и переписке с Ньютоном. В отличие от Ньютона, Лейбниц сразу опубликовал свою версию, и в дальнейшем, вместе с Якобом и Иоганном Бернулли, широко пропагандировал это эпохальное открытие по всей Европе. Большинство учёных на континенте не сомневались, что анализ открыл Лейбниц.



*Рис. Лейбниц и Ньютон.*

Вняв уговорам друзей, вызывавших к его патриотизму, Ньютон во 2-й книге своих «Начал» (1687 г.) сообщил:

«В письмах, которыми около десяти лет тому назад я обменивался с весьма искусным математиком г-ном Лейбницем, я ему сообщал, что обладаю методом для определения максимумов и минимумов, проведения касательных и решения тому подобных вопросов, одинаково приложимых как для членов рациональных, так и для иррациональных, причём я метод скрыл, переставив буквы следующего предложения: «когда задано уравнение, содержащее любое число текущих количеств, найти флюксии и обратно». Знаменитейший муж отвечал мне, что он также напал на такой метод и сообщил мне свой метод, который оказался едва отличающимся от моего, и то только терминами и начертанием формул».

В 1693 году, когда Ньютон наконец опубликовал первое краткое изложение своей версии анализа, он обменялся с Лейбницем дружескими письмами. Ньютон сообщил:

«Наш Валлис присоединил к своей «Алгебре», только что появившейся, некоторые из писем, которые я писал к тебе в своё время. При этом он потребовал от меня, чтобы я изложил открыто тот метод, который я в то время скрыл от тебя переставлением букв; я сделал это коротко, насколько мог. Надеюсь, что я при этом не написал ничего, что было бы тебе неприятно, если же это случилось, то прошу сообщить, потому что друзья мне дороже математических открытий».

После появления первой подробной публикации ньютонова анализа (математическое приложение к «Оптике», 1704 г.) в журнале Лейбница «Acta eruditorum» появилась анонимная рецензия с оскорбительными намёками в адрес Ньютона. Рецензия ясно указывала, что автором нового исчисления является Лейбниц. Сам Лейбниц решительно отрицал, что рецензия составлена им, но историки сумели найти черновик, написанный его почерком. Ньютон проигнорировал статью Лейбница, но



его ученики возмущённо ответили, после чего разгорелась общеевропейская приоритетная война, «наиболее постыдная склока во всей истории математики».

31 января 1713 года Королевское общество получило письмо от Лейбница, содержащее примирительную формулировку: он согласен, что Ньютон пришёл к анализу самостоятельно, «на общих принципах, подобных нашим». Рассерженный Ньютон потребовал создать международную комиссию для прояснения приоритета. Комиссии не понадобилось много времени: спустя полтора месяца, изучив переписку Ньютона с Ольденбургом и другие документы, она единогласно признала приоритет Ньютона, причём в формулировке, на этот раз оскорбительной в отношении Лейбница. Решение комиссии было напечатано в трудах Общества с приложением всех подтверждающих документов. Стивен Хокинг и Леонард Млодинов в Кратчайшей истории времени утверждают, что в состав комиссии входили только лояльные к Ньютону учёные, а большинство статей в защиту Ньютона были написаны его собственной рукой и потом изданы от имени друзей.

В ответ с лета 1713 года Европу наводнили анонимные брошюры, которые отстаивали приоритет Лейбница и утверждали, что «Ньютон присваивает себе честь, принадлежащую другому». Брошюры также обвиняли Ньютона в краже результатов Гука и Флемстида. Друзья Ньютона, со своей стороны, обвинили в плагиате самого Лейбница; по их версии, во время пребывания в Лондоне (1676 г.) Лейбниц в Королевском обществе ознакомился с неопубликованными работами и письмами Ньютона, после чего изложенные там идеи Лейбниц опубликовал и выдал за свои.

Война не ослабевала до декабря 1716 года, когда аббат Конти (Antonio Schinella Conti) сообщил Ньютону: «Лейбниц умер — диспут окончен».

## Глава 2-7-13

### Готфрид Вильгельм Лейбниц

Готфрид Вильгельм Лейбниц (21 июня (1 июля) 1646 года — 14 ноября 1716 года) — немецкий философ, логик, математик, механик, физик, юрист, историк, дипломат, изобретатель и языковед. Основатель и первый президент Берлинской Академии наук, член Лондонского королевского общества (1673 г.), иностранный член Французской Академии наук.



*Рис. Готфрид Вильгельм Лейбниц*

Важнейшие научные достижения Лейбница:

- независимо от Ньютона создал математический анализ — дифференциальное и интегральное исчисления;
- создал комбинаторику как науку;
- заложил основы математической логики;
- описал двоичную систему счисления с цифрами 0, 1;

— в механике ввёл понятие «живой силы» (прообраз современного понятия кинетической энергии) и сформулировал закон сохранения энергии;

Лейбниц также является завершителем философии XVII века и предшественником немецкой классической философии, создателем философской системы, получившей название монадология. Он развил учение об анализе и синтезе, впервые сформулировал закон достаточного основания (которому, однако, придавал не только логический (относящийся к мышлению), но и онтологический (относящийся к бытию) смысл: «... ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение справедливым, — без достаточного основания, почему именно дело обстоит так, а не иначе...»); Лейбниц является также автором современной формулировки закона тождества; он ввёл термин «модель», писал о возможности машинного моделирования функций человеческого мозга. Лейбниц высказал идею о превращении одних видов энергии в другие, сформулировал один из важнейших вариационных принципов физики — «принцип наименьшего действия» — и сделал ряд открытий в специальных разделах физики.

Готфрид Лейбниц родился в семье профессора философии морали (этики) Лейпцигского университета Фридриха Лейбньюца (по происхождению лужицкий серб).

Образование получил в знаменитой Лейпцигской школе Святого Фомы.

В 1661 году, в возрасте четырнадцати лет, Лейбниц поступил в Лейпцигский университет, где когда-то работал его отец. По уровню подготовки Лейбниц значительно превосходил многих студентов старшего возраста. Именно там он познакомился с работами Кеплера, Галилея и других учёных.

Спустя два года Лейбниц перешёл в Йенский университет, где изучал математику. В 1663 году Лейбниц опубликовал свой первый трактат «О принципе индивидуации», в котором защищал номиналистическое

учение о реальности индивидуального, и получил степень бакалавра, а в 1664 году — степень магистра философии. Диссертацию на соискание степени доктора права Лейбниц защитил в Альтдорфском университете.

Некоторое время Лейбниц жил в Нюрнберге, куда его привлекла информация о знаменитом Ордене розенкрейцеров. Он достал сочинения знаменитых алхимиков и выписал из них самые тёмные, непонятные и даже варварски нелепые выражения и формулы, из которых он составил учёную записку, в которой, по собственному признанию, сам ничего не мог понять. Розенкрейцеры немедленно ввели Лейбница в свою лабораторию, где он стал наёмным алхимиком. За очень короткое время он усвоил всю необходимую информацию. Лейбниц никогда не сожалел о времени, проведённом в Ордене розенкрейцеров и много лет спустя писал:

«Я не раскаиваюсь в этом. Впоследствии я, не столько по собственному влечению, сколько по желанию монархов, не раз предпринимал алхимические опыты. Моя любознательность не уменьшилась, но я сдерживал её в пределах благоразумия».

В 1667 году Лейбниц поступил на службу к Майнцскому курфюрсту, в ведомство его министра Бойнебурга, где оставался до 1676 года, занимаясь политической и публицистической деятельностью. Во время разъездов по всей Европе он подружился с Гюйгенсом, который обучил его математике. В Голландии он встречался со Спинозой и узнал об открытиях Левенгука, которые сыграли важную роль в формировании его естественно-научных и философских воззрений.

В 1666 году Готфрид Вильгельм Лейбниц написал одно из своих многочисленных сочинений — «Об искусстве комбинаторики». Опередив время на два века, 21-летний Лейбниц задумал проект математизации логики. Идеалом для Лейбница было создание такого языка науки, который позволил бы заменить содержательные рассуждения исчислением на основе арифметики и алгебры: «... с

помощью таких средств можно достичь... удивительного искусства в открытиях и найти анализ, который в других областях даст нечто подобное тому, что алгебра дала в области чисел».

### **Личные качества**

Отличительной чертой Лейбница с самых ранних лет была его гениальность, которая не вписывалась в традиционные образовательные схемы. Трудные книги казались ему лёгкими, а лёгкие — трудными. Если глубина изучаемого материала была недостаточна, то мысль Лейбница работала вхолостую. Вспоминая о школе, Готфрид Вильгельм Лейбниц писал главным образом о том, чему научился не в ней, а за её стенами. Он писал:

«Две вещи принесли мне огромную пользу, хотя обыкновенно они приносят вред. Во-первых, я был, собственно говоря, самоучкой, во-вторых, во всякой науке, как только я приобретал о ней первые понятия, я всегда искал новое, часто просто потому, что не успевал достаточно усвоить обыкновенное...»

Лейбниц считается одним из самых всеобъемлющих гениев за всю историю человечества. Его мысль внесла новое во многие существовавшие при нём отрасли знания. Однако в его многосторонности заключался источник и недостатков его деятельности: она была до некоторой степени отрывочна; он гораздо чаще открывал новые пути, чем проходил их до конца; смелости и богатству его планов не всегда отвечало их выполнение в подробностях. Современников Лейбница поражали его фантастическая эрудиция, почти сверхъестественная память и удивительная работоспособность.

Готфрид Лейбниц был человеком разносторонних дарований и неутомимой энергии, он был весьма далёк от того типа уединённого мыслителя, какой представляли собой Декарт и Спиноза. По своему складу он был ближе к английскому лорду-канцлеру Фрэнсису Бэкону — дипломату, политику и светскому человеку.

## Глава 2-7-14

### Лейбниц о пространстве и времени

#### Философия Лейбница

Лейбниц предпринял масштабную попытку «синтеза» античных, схоластических и картезианских идей на основе метода всеохватности и строгости рассуждений. Он не отказывался от схоластики, а, напротив, пытался совместить средневековые трактовки платонизма и аристотелизма с новыми научными методами — физикой, астрономией, геометрией, биологией.

В качестве критерия истины и объективности Лейбниц предложил использовать логическое доказательство. Частично он принимал принцип очевидности Декарта, но отталкивался не от человеческого Я, а от Бога.

По Лейбницу, существующий мир создан Богом как «наилучший из всех возможных миров».

#### Монадология (1714 год)

Согласно Лейбницу, основаниями существующих явлений служат простые субстанции, или монады. Все монады просты и не содержат частей. Их бесконечно много. Монады обладают качествами, которые отличают одну монаду от другой, двух абсолютно тождественных монад не существует. Монады, саморазвёртывающие своё содержание благодаря самосознанию, являются самостоятельными и самодеятельными силами, которые приводят все материальные вещи в состояние движения. По Лейбницу, монады образуют умопостигаемый мир, производным от которого выступает мир феноменальный (физический космос).

Простые субстанции создаются Богом одновременно. Монады не могут претерпеть изменения в своём внутреннем состоянии от действия каких-либо внешних причин, кроме Бога. Монада способна к изменению своего состояния, и все естественные изменения монады исходят из её внутреннего принципа. Деятельность внутреннего принципа, которая производит изменение во внутренней жизни монады, называется стремлением.

Монады, имеющие более отчётливые восприятия, сопровождающиеся памятью, Лейбниц называет душами. При этом, согласно Лейбницу, не существует совершенно неодушевлённой природы. Лейбниц говорит о том, что монады, которые основывают явления «неодушевлённой» природы, на самом деле находятся в состоянии глубокого сна. Минералы и растения — это спящие монады с бессознательными представлениями.

Бесконечный прогресс всей совокупности монад как бы представлен в двух аспектах. Первый — это развитие царства природы, где главенствует механическая необходимость. Второй — это развитие царства духа, где основным законом является свобода и познание вечных истин. Однако разумные души представляют собой отображения самого Божества, или Творца природы.

В каждой монаде в потенциале свёрнута целая Вселенная.

## **Пространство и время**

Лейбниц утверждает, что пространство и время субъективны — это способы восприятия, свойственные монадам. В этом Лейбниц повлиял на Иммануила Канта, в философской системе которого время рассматривается как априорная, то есть доопытная форма чувственного созерцания. Кант писал:

«Время не есть эмпирическое понятие, выводимое из какого-нибудь опыта... Время есть чистая форма чувственного созерцания... Время есть априорное формальное условие всех явлений вообще... Пространство и время, вместе взятые, суть чистые формы всякого

чувственного созерцания, и именно благодаря этому возможны априорные синтетические положения».

Раскрывая содержание понятия времени, Лейбниц он объяснял, что пространство и время — не реальности, существующие сами по себе, а феномены, вытекающие из существования других реальностей. Пространство представляет собой порядок размещения тел, посредством чего они, сосуществуя, обретают определённое местоположение относительно друг друга. Время представляет собой аналогичный порядок, который относится уже к последовательности тел, и что, если бы не было живых созданий, пространство и время остались бы только в идеях Бога.

Лейбниц писал:

«...действие ...малых восприятий гораздо более значительно, чем об этом думают. Именно они образуют не поддающиеся определению вкусы, образы чувственных качеств, ясных в совокупности, но не отчётливых в своих частях. Они заключают в себе бесконечность, — ту связь, в которой находится каждое существо со всей остальной Вселенной. Можно даже сказать, что в силу этих малых восприятий настоящее чревато будущим и обременено прошедшим, что всё находится во взаимном согласии... и что в ничтожнейшей из субстанций взор, столь же проницательный, как взор божества, мог бы прочесть всю историю Вселенной...».

Время будет состоять в совокупности точек зрения каждой монады на самое себя, как пространства — в совокупности точек зрения всех монад на Бога. Гармония производит связь как будущего с прошедшим, так и настоящего с отсутствующим. Первый вид связи объединяет времена, а второй — места. Эта вторая связь обнаруживается в единении души с телом, и вообще в связи истинных субстанций между собой. Но первая связь имеет место в преформации органических тел, или, лучше всех тел...



## Лейбниц и Ньютон

Как и картезианцы, Лейбниц не принимал идеи всемирного тяготения Исаака Ньютона. По мнению Лейбница, «собственно притяжение тел является чудом для рассудка, так как оно необъяснимо их природой».

Лейбниц говорил следующее:

«Было бы странным заблуждением, если бы всей материи придавали тяжесть и считали бы её действенной по отношению ко всякой другой материи, как если бы все тела взаимно притягивались в соответствии со своими массами и расстояниями, то есть обладали бы именно притяжениями в собственном смысле, которые нельзя сводить к результатам скрытого толчка тела. Тяготение чувственно воспринимаемых тел к центру Земли предполагает, напротив, движение какой-то среды в качестве причины. Это же относится и к другим видам тяготения, например, к тяготению планет к Солнцу и друг к другу. Тело естественным образом не может быть приведено в движение иначе, чем посредством другого тела, прикасающегося к нему и таким образом побуждающего его к движению, и после этого оно продолжает своё движение до тех пор, пока соприкосновение с другим телом не воспрепятствует этому. Всякое другое воздействие на тела должно быть рассматриваемо или как чудо, или как чистое воображение».

Тяжесть земных тел и тяготение небесных Готфрид Вильгельм Лейбниц объяснял с помощью движения среды, в частности эфирной, следуя в этом отношении за концепцией вихрей Декарта. Ньютоновский принцип тяготения как действия тел на расстоянии Лейбниц квалифицировал как чудо или «нелепость вроде оккультных качеств схоластиков, которые теперь снова преподносятся нам под благовидным названием сил, но которые ведут нас обратно в царство тьмы».

## Глава 2-7-15

### Изучение пророчеств

Отдельный интерес представляет интерес Исаака Ньютона к библейским пророчествам. Построив теорию Вселенной, в который первичный толчок сделан Богом, он не мог не поинтересоваться Его планами насчет будущего Вселенной.

В начале своего пребывания в Кембридже Ньютон приобрёл книгу Иоанна Слейдана «De Quatuor Monarchiis», в котором сон пророка Даниила толковался применительно к четырём древним царствам — Вавилонскому, Персидскому, Греческому и Римскому. Первые следы этой темы в записях Ньютона можно проследить среди его 12 богословских тезисов, в седьмом из которых было отмечено, что только Отец обладает знанием будущего. Долгое время существовавшее представление о том, что интерес к этой теме, прежде всего к пророчествам Даниила и Апокалипсису, возник у него в преклонные годы, был следствием того, что обобщающий трактат «Observations upon the Prophesies» («Наблюдения о пророчествах») был издан посмертно. Однако после изучения записных книжек Ньютона 1670-х годов стало понятно, что уже тогда он считал этот вопрос важнейшим.

По представлениям Ньютона, пророчества обращены в будущее и должны помочь распознать Антихриста. В этих исследованиях Ньютон первоначально следовал за Джозефом Мидом (1586—1639 гг.) и Генри Мором, с их концепцией великого отступничества христианской церкви, произошедшего около 400 года в правление византийского императора Феодосия II (402—450). Принцип синхронизма Мида предполагал, что через 1260 лет от этого времени произойдёт разрушение царства

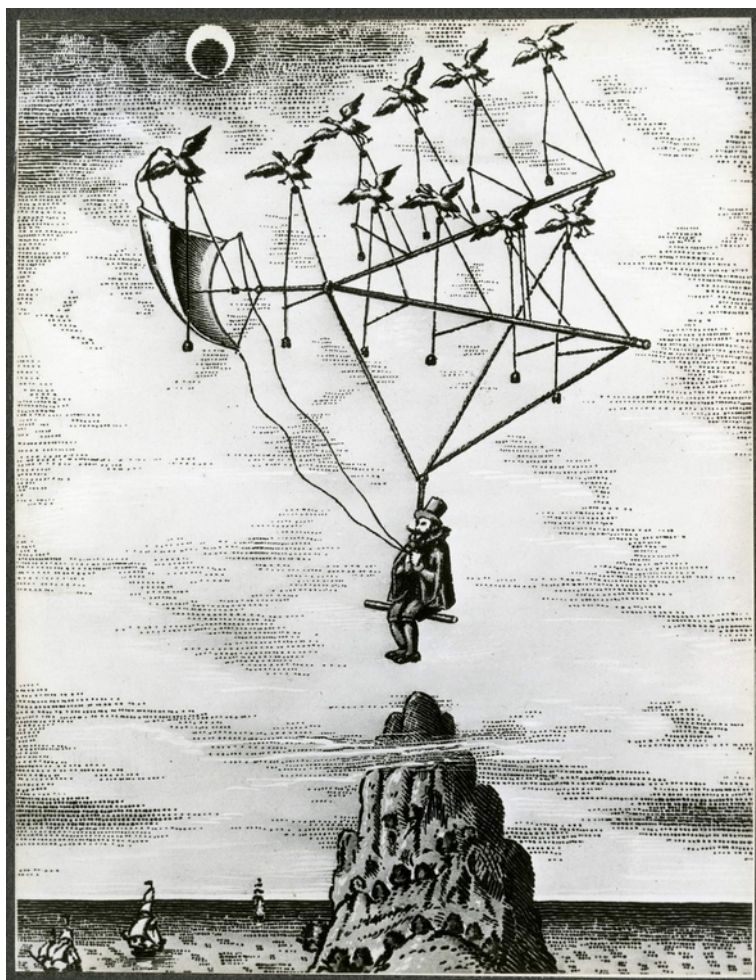
Антихриста и возвращение к истинному апостолическому христианству. То есть это должно было произойти в середине или в конце XVII века, в зависимости от года, от которого отсчитывалось отступничество. При этом, однако, Ньютон не был склонен отождествлять истинную веру с государственной церковью Англии, вкладывая в понятие «отступничества» свой собственный, с годами всё менее понятный, смысл. В поздних рукописях, лёгших в основу печатного издания «Наблюдений», смысл и содержание отступничества уже совершенно непонятны, но в рукописях 1670-х годов это учение о Троице.

Внимание Ньютона было приковано к IV веку, который он считал критическим периодом в человеческой истории, когда человечество прекратило поклонение истинному Богу. Как и его современники-пуритане, в своих расчётах даты Второго пришествия Ньютон относил начало открытия седьмой печати к 380/381 году, когда фактически завершился арианский спор — этот период должен завершиться после того, как прозвучат семь труб. Согласно ранним записям о пророчествах, первые шесть прозвучавших труб соответствовали варварским нашествиям, обрушившимся на Римскую империю.

В отличие от Мида, Ньютон не связывал пророчество о трубах с падением папства и торжеством Реформации. После того, как конец света не состоялся в 1641 году (381 + 1280), появились новые датировки. Так, Уильям Уистон предложил взять за основу год переворота Одоакра в 476 году, что давало 1736 год. В начале 1670-х годов Ньютон не ждал Второго пришествия раньше конца XIX века, исходя из датировки четвёртой трубы 607 годом, когда в Риме восторжествовали идолопоклонцы-тринитарины, а в Византию вторглись варвары-ариане.

Страницы исследований о пророчествах содержат также мысли Ньютона о значимости своих исследований. Помимо чисто догматических отклонений, уход с предначертанного Богом пути привёл, по мнению Ньютона, в современной ему Церкви к торжеству людей алчных и амбициозных. Учёный не строил иллюзий о том, как его выводы будут восприняты обществом, как

образованными, так и невежами, не желающими понимать суть религии, которую они исповедуют. Со свойственной ему методичностью, Ньютон следовал выработанной им системе толкования пророчеств. Он сформулировал 15 правил толкования для устранения произвольности при выборе значений в текстах, допускающих несколько значений. Затем он сопоставлял части Откровения между собой и упорядочивал их согласно их одухотворённости и гармоничности содержащихся в нём видений. Решая задачу соотнесения указаний пророчеств с историческими событиями, Ньютон начал сомневаться в истинности сохранившегося текста Библии. Начав со сравнения текста Откровения, он к концу жизни изучил примерно 20 версий. В результате ещё на ранней стадии своих исследований Ньютон составил сравнение чтений всех доступных ему версий Апокалипсиса, стих за стихом. Одновременно с этим он изучал современные труды историков церкви — кардинала Барония, Филиппа Ключера и Жюль Бушье. После этого, желая досконально изучить и безошибочно восстановить ход событий интересующего его периода, Ньютон обратился к обширному корпусу патристической литературы и позднеантичных историков, языческих и христианских, речам, письмам, правовым источникам. Так, для его хронологических построений было важно, что в 408 году началось вторжение вестготов в Римскую империю, и для уточнения датировки событий Ньютон делал выписки из Орозия, Проспера Аквитанского и Марцеллина Комита. При этом, Орозий датировал вторжение годом ранее, как и Кассиодор, но основываясь на свидетельствах других историков Ньютон доказывал, что смерть римского полководца Флавия Стилихона, традиционно помещаемая после вторжения, наступила именно в 408 году. Скрупулёзно работая с многочисленными источниками, на материале исторических событий V и VI веков Ньютон обосновывал свою концепцию влияния Бога на человеческую историю.



Часть 2-8

Популярная астрономия XVII века

## **Содержание**

Глава 2-8-1. «Человек на Луне». Фрэнсис Годвин

Глава 2-8-2. Джованни Баттиста Риччиоли

Глава 2-8-3. Афанасий Кирхер

Глава 2-8-4. Бернар Ле Бовье де Фонтенель

Глава 2-8-5. О Сотворении мира и Всемирном потопе

Глава 2-8-6. «Священная теория Земли» Томаса Бернета

Глава 2-8-7. Уильям Уистон

## Глава 2-8-1

### «Человек на Луне». Фрэнсис Годвин

«Человек на Луне» — книга английского епископа англиканской церкви Фрэнсиса Годвина (1562—1633 гг.), в которой описано «путешествие утопического открытия». Впервые опубликована под псевдонимом Гонсалес Доминго только в 1638 году.

Некоторые критики считают, что «Человек на Луне», наряду с романом Кеплера, были одними из первых произведений в жанре научной фантастики. Она примечательна своей важной ролью в популяризации так называемой «новой астрономии» — направлении астрономии, сформировавшемся под влиянием Николая Коперника. Она появилась во времена возникновения значительного интереса к Луне, астрономии, математике и механике. И хотя Коперник является единственным упомянутым по имени астрономом, книга также опирается на теории Иоганна Кеплера, Уильяма Гилберта и Галилео Галилея, но, в отличие от Галилея, Годвин предполагает, что тёмные пятна на Луне — это моря, как это было описано в книге Кеплера 1634 года «*Somnium*».

### Краткое содержание

Испанец по имени Гонсалес вынужден бежать из страны после того, как убил человека на дуэли. Заработав себе состояние в Ост-Индии, он решает вернуться в Испанию, но заболевает по пути домой и отправляется выздоравливать на остров Святой Елены. Там он обнаруживает вид диких лебедей — ганса, способных перевозить значительные грузы, и изобретает устройство, позволяющее ему запрячь большую группу этих птиц вместе и летать вокруг острова. Как только Гонсалес

полностью выздоравливает, он продолжает свой путь домой, но английский флот атакует его корабль у берегов Тенерифе. Он использует свою летающую машину, чтобы бежать к берегу, но как только благополучно приземляется, к нему приближаются враждебные туземцы, поэтому он опять вынужден взлететь.



*Рис. «Человек на Луне» Фрэнсиса Годвина*

На этот раз его птицы летят выше и выше, до Луны, которой они достигают после двенадцати дней полёта. Там Гонсалес сталкивается с лунными жителями, людьми высокого роста и христианами по вере, населяющих этот мир, который кажется утопическим раем. За полгода жизни среди них Гонсалес начинает скучать по дому и переживать за здоровье своих птиц, поэтому возвращается на Землю. Он попадает в Китай, где его немедленно арестовывают как мага, но после изучения языка ему удаётся завоевать доверие местного мандарина.



История заканчивается встречей Гонсалеса с группой иезуитских миссионеров, которые отправляют в Испанию письменный отчёт Гонсалеса о своих приключениях.

### **Биография Фрэнсиса Годвина**

Годвин, сын Томаса Годвина, епископа Бата и Уэллса, в 1578 году становится студентом Крайст-черч (Оксфорд), где в 1581 году получил степень бакалавра искусств, а затем в 1584 году магистра искусств; после привлечения к церкви он получил степень бакалавра (1594) и доктора богословия (1596). Достиг популярности (даже на международном уровне) в 1601 году после издания его Каталога епископов Англии после первого появления христианской религии на этом острове, который позволил ему быстро подняться в церковной иерархии. При жизни был известен прежде всего как историк.

### **О заселённости Луны**

Спекуляции на тему заселённости Луны не были новы для западной мысли, но они усилились в Англии в начале XVII века: в 1603 году Филемон Холланд перевёл «Морали» Плутарха, а Эдмунд Спенсер, предложил идею заселённости иных миров, включая Луну. Расширение географических представлений о мире также стимулировало такие мысли. В 1630-х годах появилась публикация перевода «Правдивой истории» Лукиана (1634 г.), которая содержала два описания путешествия на Луну, и новое издание Неистового Роланда Лудовико Ариосто, также с путешествием на Луну. В обеих книгах Луна обитаема. Этой теме придали важное религиозное значение такие авторы, как Джон Донн, который в книге Конклав Игнатия (1611, новые издания в 1634 и 1635 годах) сатирически изобразил «сумасшедшую (lunatic) церковь» на Луне, основанную Люцифером и иезуитами. Спекуляции на тему Луны достигли апогея в конце десятилетия после публикации «Человек на Луне» Годвина (1638) и «Открытие лунного мира» Джона Уилкинса (также 1638, новая редакция 1640).

## Глава 2-8-2

### Джованни Баттиста Риччиоли

Попытки опровергнуть гелиоцентрическую теорию Коперника продолжались до середины XVII века. Одним из таких борцов был Джованни Баттиста Риччиоли (17 апреля 1598 — 25 июня 1671 гг.) — итальянский астроном и теолог, автор труда «Новый Альмагест» (*Almagestum Novum*) — свода астрономических знаний своего времени. Известен тем, что вместе с Франческо Гримальди составил карту Луны и ввёл в практику обозначение лунных кратеров именами учёных.



*Рис. Джованни Риччиоли*

Джованни Риччиоли родился в Ферраре (Италия). В 1614 году Риччиоли вступил в орден иезуитов. С 1620 по 1628 годы он изучал философию и теологию в Парме и Болонье. В это время в Парме преподавал Джузеппе Бианкани (1565 — 1624 гг.). Он познакомил Риччиоли с

новыми астрономическими открытиями: лунными горами и солнечными пятнами, которые наблюдал астрономом иезуит Шейнер (1573 — 1650 гг.).

В 1628 году обучение Риччиоли было закончено, и он был рукоположен. Он хотел стать миссионером, но его просьба была отклонена. Вместо этого он был назначен преподавателем логики, физики и метафизики в Парме. А затем, с 1636 года, преподавал в Болонье.

Годы обучения у Бианкани не прошли даром. Он был вынужден признать, что астрономия привлекает его больше, чем теология. В конце концов, руководство иезуитского ордена официально поручило ему заниматься астрономическими исследованиями.

Риччиоли построил в Болонье обсерваторию. Кроме астрономии он занимался физикой, арифметикой, геометрией и оптикой.

Одной из наиболее значительных работ Риччиоли стал его «Новый Альмагест» (1651 г.), в котором составил каталог звезд, описал пятна на Солнце и движение двойных звезд, вычислил радиус Земли и отношение воды и суши на её поверхности.

Два тома «Нового Альмагеста» составлены из десяти «книг», в которых представлены все направления и достижения астрономии того времени:

1. небесная сфера (экватор, эклиптика, зодиак) и движения небесных тел;
  2. Земля и ее размер, сила тяжести и движение маятника;
  3. Солнце, размер и расстояние до него, его движение;
  4. Луна, ее фазы, размер и расстояние до нее.
- Подробные карты Луны, составленные по наблюдениям с помощью телескопа;
5. Лунные и солнечные затмения;
  6. неподвижные звезды;
  7. планеты и их движения;
  8. кометы и Новые звезды;
  9. структура Вселенной. Сравнение геоцентрической и гелиоцентрической теорий;
  10. математические методы астрономии.



Риччиоли подробно обсуждает 126 аргументов относительно движения Земли вокруг Солнца — 49 за и 77 против. Некоторые исследователи считают, что его книга по тщательности анализа даже превосходит «Диалог о двух системах» Галилея.

Против теории Коперника Риччиоли использовал следующие аргументы: если бы Земля вращалась (и обращалась вокруг Солнца), то была бы заметна разница в полете ядер, выпущенных на запад и на восток, а также в положении звезд в разное время года, а тела, брошенные вертикально вверх, должны были бы падать немного в сторону (точнее, «назад» — против движения Земли).

Риччиоли дал, вероятно, самое раннее описание эффекта Кориолиса, используя его в качестве одного из аргументов против гелиоцентризма. Учёный показал, что вращение Земли должно создавать этот эффект, однако поскольку он не наблюдается, это служит доказательством неподвижности Земли (см. комментарий).

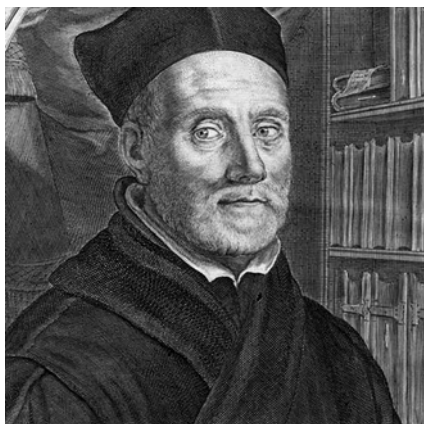
### Комментарий

Часто «эффектом Кориолиса» называют наиболее важный случай проявления силы Кориолиса, — который возникает в связи с суточным вращением Земли. Так как угловая скорость вращения Земли мала (1 оборот в день), эта сила, как правило, мала по сравнению с другими силами. Эффекты становятся заметными только для движений, происходящих на больших расстояниях при длительных периодах времени — это крупномасштабное движение воздуха атмосферы (вихреобразные циклоны) или воды в океане (Гольфстрим). Такие движения, как правило, происходят вдоль поверхности Земли, поэтому для них важна только горизонтальная составляющая силы Кориолиса, заставляющая движущиеся вдоль поверхности Земли объекты отклоняться вправо (по отношению к направлению движения) в северном полушарии и влево в южном. Эффект сильнее около полюсов, так как скорость вращения там больше и уменьшается до нуля у экватора.

## Глава 2-8-3

### Афанасий Кирхер

Афанасий Кирхер (1602 — 1680 гг.) — немецкий учёный-полимат и изобретатель, монах ордена иезуитов, профессор математики и востоковедения Римской коллегии, автор многочисленных трактатов по разнообразным предметам (физика, естественные науки, лингвистика, антикварианизм, теология, математика).



*Рис. Афанасий Кирхер*

При жизни пользовался общеевропейской славой, курировал глобальный проект измерения магнитного склонения, был исповедником и духовником некоторых германских князей, приезжавших в Рим. Известен своими трудами по египтологии, составитель первой грамматики коптского языка и словаря, который оставался основным в течение полутора сотен лет. Занимался археологическими исследованиями и основал в Риме кабинет редкостей,

разросшийся до музея, носившего его имя, — Кирхерианум (1651 г.). Составил «Описание Китайской империи» (1667 г.), которое длительное время являлось важным источником информации о культурах Дальнего Востока.

Все изменилось после его кончины. Принадлежность к Ордену иезуитов и своеобразие взглядов, привели к тому, что в условиях научной революции Кирхер стал символом косности, а пересмотр оценки его роли в науке XVII века начался только в 1980-е годы.

Отец будущего учёного — Йоханнес Кирхер — изучал философию и получил степень по теологии в Майнце. Он так и не принял сана, хотя преподавал богословие в бенедиктинском монастыре Зелигенштадта.

О детских годах Кирхера можно в основном строить предположения. Первоначальное образование он, по-видимому, получил от отца. Афанасий посещал и приходскую школу в Гайзе. В автобиографии он писал, что ещё в детстве глубоко уверовал в заступничество Богоматери, ибо как минимум трижды спасся от неминуемой смерти, в том числе, когда во время купания его затянуло под мельничное колесо. В 10 лет отец отдал Афанасия в иезуитскую семинарию. В этом заведении будущий учёный провёл 6 лет. Юный Кирхер совершенствовался в музыке, математике и латинском языке и приступил к изучению греческого и древнееврейского. В эти годы он ещё не выделялся выдающимися способностями, учителя даже считали его тугодумом. В конце 1616 года его прошение о вступлении в орден было удовлетворено.

В 1624 году Кирхера перевели в иезуитский коллегиум Майнца, именно там Кирхер впервые обратился к астрономии и 25 апреля 1625 года изучал солнечные пятна, зафиксировав 12 больших и 38 второстепенных деталей на диске Солнца. Но астрономия интересовала Кирхера не сама по себе, а в практических целях, чтобы использовать точное знание небесных явлений для обращения язычников. Подобно большинству своих коллег по Ордену иезуитов, Кирхер придерживался космологической системы Тихо Браге, что позволяло

совмещать геоцентризм с новейшими данными наблюдательной астрономии.

В 1630 году была опубликована первая печатная работа Кирхера — *Ars magnetica*, посвящённая свойствам магнита. Изначально это была магистерская работа его студента Швайхарта, но после того, как она вызвала интерес у учёного сообщества, в 1631 году Кирхер переработал её в книгу.

### Учение о магнетизме

Кирхер считал, что идея Уильяма Гилберта «абсурдна, гнусна и нечестива», он утверждал, что Земля лишь в некоторых местах проявляет магнитные свойства. Для опровержения Гилберта он воспользовался следующим аргументом: если магнит, с которым экспериментировал англичанин, был способен притянуть железный предмет весом 1 фунт, то магнит величиной с Землю должен был иметь силу притяжения 3 октиллиона фунтов (точнее, 3 073 631 468 480 000 000 000 000 000). С точки зрения обыденной логики, это сделало бы совершенно невозможным использование подков для лошадей, мулов и доспехов, включая металлическую посуду на кухне самого Гилберта. Кроме того, Земля-магнит не могла бы удерживаться неподвижно в центре Вселенной.

Кирхер разделял идею Роберта Фладда о симпатической магнитной силе, пронизывающей всю Вселенную и действующей через притяжение и отталкивание, симпатию и антипатию на духовном и физическом уровне. Вселенским магнитом является Бог; именно магнетизмом объясняется рост всех живых существ, в том числе растений. Солнце и Луна также воздействуют на земные явления посредством магнетических флюидов.

Кирхер принял участие в грандиозном проекте использования магнетизма для определения долготы: для этого следовало распространить инструкции по всем миссионерским станциям Ордена иезуитов, чтобы выяснить, существует ли корреляция между магнитным склонением и положением небесных светил. Кирхер



деятельно взялся за организацию наблюдений, причём его корреспонденты проводили измерения в Гоа, Макао, Маниле и Сан-Паулу. В Рим прибывали результаты наблюдений более чем из 100 мест, то есть Кирхер стал информационно-координационным центром для наблюдений всего иезуитского ордена. Никакой пользы для вопроса определения долготы из наблюдений извлечь не удалось, но отца Афанасия заинтересовал феномен магнетизма, которому он посвятил трёхтомный трактат «Магнит, или Искусство магнетизма» (1641 год). Как обычно у Кирхера, в трактате обсуждалось множество посторонних вопросов, включая отношение магнетизма к романтической любви, а также впервые вводился термин «электромагнетизм».

В первой половине XVII века, когда схоластика уже не сопрягалась с опытным знанием, а механика как основа естественной философии не успела завоевать своих позиций, естествознание, основанное на магнетизме составляло свою, отдельную ветвь естествознания. Магнетизм был тесно связан с оккультизмом — причина его возникновения и носитель не были известны, однако они явно были материальными, а не духовными, ибо последствия его действия были доступны для органов чувств. Иоганн Кеплер считал, что именно магнитные силы определяли движения планет. Магнетизм был также частью распространённого в среде гуманистов увлечения естественной магией. Магнитная философия включала в себя не только физику, но и ботанику с зоологией, поскольку растения, следующие за ходом Солнца в небесах, были зримым проявлением небесного магнетизма. Это «доказывалось» тем, что в какую бы сторону ни было обращено высаженное семя, побеги всегда стремятся к Солнцу, а пересаженные кустарники лучше приживались, если выдерживалась их первоначальная ориентация по линии север — юг.

## Глава 2-8-4

### Бернар Ле Бовье де Фонтенель

Бернар Ле Бовье де Фонтенель (1657 – 1757 гг.) — французский писатель и учёный, племянник Пьера Корнеля.

Разнообразное и богатое творческое наследие Фонтенеля включало художественные произведения (идиллии, стихи, трагедии и пр.), литературно-критические труды и научно-популярные сочинения.



*Рис. Бернар Ле Бовье де Фонтенель*

Родился в аристократической семье Руана. Получил образование под руководством иезуитов; избрал юридическую карьеру, но после первой же неудачи отказался от неё и решил заняться литературой. Написал несколько пьес, очень посредственных и не имевших

успеха; в 1683 году выпустил «Диалоги мертвых древних и новейших лиц», в которых уже отразилось до известной степени его мирозерцание; три года спустя обратил на себя общее внимание сочинением «Рассуждение о множественности миров».

Убеждённый картезианец, Фонтенель был более писателем-популяризатором, чем учёным. «Рассуждение» (1686 г.) в очень изящной и лёгкой форме разговоров, происходивших по вечерам под открытым небом между автором и маркизой, ранее ничего не слышавшей о предмете, излагают важнейшие сведения о Земле, Луне, планетах, неподвижных звёздах как о солнцах в среде собственных планетных систем. Автор нередко пользуется в своих объяснениях вихрями Декарта. Причём многие авторы, писавшие о Фонтенеле, упрекали его за чрезмерную преданность духу и букве физики Декарта и тогда, когда развитие науки показало неправомочность «теории вихрей» в декартовском толковании. Как популяризатор, он с особенным вниманием останавливается на интересном для светских людей вопросе об обитаемости других миров.

Вопрос этот решается им утвердительно как для Луны, так и для других планет: Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. Успех книга имела огромный: она переведена почти на все европейские языки и имела множество изданий во Франции, из которых особенно замечательным было вышедшее в 1800 году с примечаниями Лаланда.

На русском языке книга Фонтенеля в переводе кн. Антиоха Кантемира, сделанном в 1730 году, появилась в печати в 1740 году. Переводчик присоединил от себя предисловие и примечания. В 1802 году был опубликован новый перевод княгини Е. А. Трубецкой. В романе А. С. Пушкина «Евгений Онегин» Фонтенель назван в числе философов XVII–XVIII вв., книги которых составляли библиотеку Онегина. В «Арапе Петра Великого» Ибрагим изображён в парижском обществе эпохи Регентства «на ужинах, одушевленных молодостью Аруэта и старостью Шолье, разговорами Монтескье и Фонтенеля».

## Глава 2-8-5

### О Сотворении мира и Всемирном потопе

Большинство ученых во времена Ньютона, включая и его самого, были людьми набожными и верили пусть не всегда ортодоксально, сползая порой в болото магии и алхимии, зато нередко глубоко и искренно.

В науке («истинной философии») они видели лучшую защиту христианской веры от вылазок атеистов. Отыскивая следы божьего творения.

Их мировоззренческое кредо ярко выразил издатель ньютоновых «Математических начал натуральной философии» Роджер Котс в предисловии ко 2-му изданию этого великого труда:

«Истинной философии подобает выводить природу вещей из причин действительно существующих и изыскивать те законы, которыми Великий творец установил прекраснейший порядок сего мира. <...>

Законы надо искать не в сомнительных допущениях, а распознавать при помощи наблюдений и опытов. <...>

Всякая здравая и истинная философия должна основываться на изучении совершающихся явлений, которое, если мы не будем упорствовать, приведет нас к познанию тех начал, в коих с наибольшей ясностью проявляется высочайшая мудрость и всемогущество всемоудрейшего и всемогущего Творца. <...>

Автором открыто и представлено изящнейшее строение системы мира <...>.

Теперь мы в состоянии ближе рассматривать величие природы и предаваться сладостному созерцанию, в большей степени преклоняться и почитать Творца и Господа вселенной, а это и есть истинный плод философии.

<...> Поэтому превосходнейшее сочинение Ньютона представляет вернейшую защиту против нападок

безбожников, и нигде не найти лучшего оружия против нечестивой шайки, как в этом колчане».



*Рис. Всемирный потоп*

Неудивительно, что к началу XVIII столетия появилась так называемая «дилювиальная теория», согласно которой наблюдаемые научные факты подлежали эмпирическому изучению и объяснению естественными причинами, которые должны были соответствовать библейским откровениям о Сотворении мира и Всемирном потопе. Например, сторонники дилювиальной теории считали, что ископаемые остатки животных и растений, созданы в течение шести дней творения, имели примерно один возраст и образовались в результате Всемирного потопа.

Поиски «естественных причин» потребовали создания космогонических теорий, которые объясняли бы факт образования Земли (и других планет) и случившегося Всемирного потопа.

## Глава 2-8-6

### «Священная теория Земли» Томаса Бернета

В 1681 году появилась книга преподобного Томаса Бернета (1632 — 1715 гг.) «Священная теория Земли, содержащая описание происхождения Земли и всех общих изменений, которым она подверглась и которым должна будет подвергнуться до скончания всех вещей».



*Рис. Том Бернет*

Бернет был весьма образованным и свободомыслящим англиканским богословом. Он не занимался испытанием природы, не изучал горные породы и окаменелости, а рассуждал, опираясь на здравый смысл и аллегорическое толкование Священного Писания. По его убеждению, «никакая истина, касающаяся мира природы, не может

быть врагом религии; для Истины не может быть врага в виде Истины; Бог не может разделиться в самом себе». Опираясь на Моисееву Книгу Бытия и принципы рациональной физики и астрономии, Бернет попытался создать «библейскую геологию». Он писал:

«Очевидно, мы живем не в том мире, в котором жили первые люди <...>. Чтобы сделать лучше одному человеку, десять должны работать и терпеть нужду <...>. Земля не снабжает нас пищей, но множеством забот и трудов <...>. Воздух нередко нечист или заражен». Как это случилось? Какие цепочки естественных причин обусловили переход Земли из блаженного райского состояния к ее нынешнему жалкому прозябанию в виде «маленькой, грязной планеты»?

Что ждет нашу бедную Землю в будущем? Свою «библейскую геологию» Бернет начинает с вопроса, откуда взялись воды Всемирного потопа? Он отвергал мнение, что Потоп мог быть местным событием, преувеличенным воображением Моисея.

Такое допущение унизило бы авторитет Священного Писания. Не допускал Бернет и чудесного сотворения дополнительной воды Творцом — такая апелляция к чуду сразу поставила бы его построения вне науки.

По представлениям Бернета, изначальная Земля вышла из первозданного хаоса в виде правильной сферы. Все слагающие ее вещества были упорядочены в соответствии с их плотностью: тяжелые камни и металлы образовывали центральное сферическое ядро, над ним была более легкая вода, и все это покрывалось легкой газовой оболочкой. Последняя состояла в основном из воздуха, в котором витали мелкие твердые частицы. Последние со временем оседали гладким слоем над водной оболочкой.

«На этой гладкой Земле, — патетически пишет Бернет, — прошли первые сцены мира и первые поколения рода человеческого. Она имела красоту молодости и цветущей природы, свежая и плодоносная, и не было ни складки, ни рубца, ни разлома на всем ее теле; ни пород, ни гор, ни пустых пещер, ни внутренних каналов, а одна лишь плоская поверхность и ровность повсюду».

Обитатели этой первичной, благословенной Земли не знали времен года: земная ось была ориентирована вертикально, и эдемский сад, находившийся в средних широтах, весь год дышал весенней свежестью и прохладой. Так продолжалось 1600 лет. Уничтожение земного рая произошло естественным образом вслед за грехопадением первых людей, а затем всего человечества. Вначале из-за слабых дождей Земля начала высыхать и трескаться. Солнечное тепло выпарило часть воды под твердым поверхностным слоем земной оболочки. Пар поднялся по трещинам и образовал облака, из которых полились дожди. Они шли, как повествует Моисей, сорок дней и сорок ночей, но этого было бы недостаточно для Всемирного потопа: большая часть вод поднялась из водной бездны под твердой корой. Потоки дождя запечатали трещины, по которым испарявшаяся вода уходила наверх. Образовался закрытый нагревающийся котел без отводного клапана. Когда давление паров превысило прочность земной оболочки, она взорвалась, образовав вихри потоков, приливные волны, разрывы и перемещения твердых обломков. Так образовались горы и впадины океанических бассейнов. Силой чудовищного взрыва земная ось была сбита к ее нынешнему положению. Когда вода вновь ушла в свои подземные вместилища, поверхность Земли представляла собой «гигантские и страшные руины, <...> изломанную и перепутанную кучу тел <...> ». И вот мы влачим жалкое существование на «грязной, маленькой планете», в ожидании ее преображения, как обещано в Священном Писании и следует из законов физики.

В последние апокалиптические дни разом извергнутся все вулканы Земли. Богатая углем Англия вспыхнет как факел. Но первым огонь Божественного возмездия охватит дом Антихриста — резиденцию папы в Риме. После страшного апокалиптического пожара взметнувшиеся в воздух земные частицы будут осаждаться на Землю, образуя вновь совершенную сферу без рельефа. И тогда произойдет обещанное второе пришествие Христа и начнется Его тысячелетнее Царствие.



В 1680 году в связи с выходом латинского издания «Священной теории...» Бернет обменялся несколькими письмами с Исааком Ньютоном. Его интересовало, в частности мнение последнего о форме Земли. Ньютон ответил, что, судя по аналогии с другими планетами, она шарообразная, причем эффектом вращения Земли можно пренебречь. В этих письмах, сохранившихся до наших дней, Бернет весьма откровенно высказался в том смысле, что библейское повествование о сотворении Земли является чисто «идеальным». Ньютон ответил, что рассказ Моисея является весьма разумным описанием событий с точки зрения человека, наблюдавшего их с Земли. По его мнению, Солнце и планеты образовывались в качестве местных сгущений материи из первоначального хаоса, возможно, под воздействием тяготения. В то же время Ньютон считал, что для возникновения вращательного движения Земли, вероятно, понадобилось божественное вмешательство.

Ньютон, кроме того, отметил, что астрономия не допускает изменений в положении земной оси, которые предположил Бернет.

Уильям Уистон, вначале принявший теорию Т. Бернета, после выступления Исаака Ньютона изменил свою точку зрения. В изданной им «Новой теории Земли» (1696 г.) он подверг идеи Бернета резкой критике.

И все же «Священная теория...» пользовалась большим успехом. Сам король Англии Вильгельм III Оранский был столь горячим почитателем этой книги, что приказал перевести ее с латинского языка на английский и издать для широкой публики. По мнению Ч. Лайеля, даже «Мильтон в своей поэме не увлекался так сильно воображением, как увлекся Бернет при описании картин творения и Потопа, Рая и Хаоса. <...> Слог «Священной теории ...» Бернета красноречив, и вся книга вызывает необыкновенную изобретательность ума. В сущности, она не что иное, как прекрасный исторический роман, каковым впоследствии Бюффон и назвал ее. При жизни автора она считалась за сочинение глубоко ученое и была воспета Аддисоном и Стилом.

## Глава 2-8-7

### Уильям Уистон

Уильям Уистон (1667 – 1752 гг.) — английский математик, теолог, учёный-энциклопедист, историк. Окончил Клэр Колледж Кембриджского университета (бакалавр 1690 г., магистр 1695 г.).



Рис. Уильям Уистон

Уильям Уистон первым попытался объяснить формирование Земли как тела естественными причинами, на основании теории тяготения, если не, то, по крайней мере, формирование ее как обитаемой планеты. По его гипотезе Земля вначале была кометой, обращавшейся вокруг Солнца, не имея осевого вращения. Такое вращение (а с ним и предпосылку возникновения жизни на планете) она якобы получила от косого удара в

нее другой кометы! Это была первая попытка объяснить возникновение вращения Земли не божьим участием.

Впрочем, продолжение гипотезы носило религиозный характер: третья комета при встрече с Землей накрыла ее своим «парообразным» хвостом, вызвав, конечно, за грехи людей, всемирный потоп, а четвертая (имелось в виду ожидавшееся через 575 лет возвращение кометы 1680 г.) должна была в результате удара о Землю вообще привести к концу света...

Несмотря на это, Уильяма Уистона следует признать родоначальником катастрофического направления в планетной космогонии, хотя он говорил о возникновении Земли, его идея должна была распространяться на всю Солнечную систему. Сочинение Уистона с изложением этой гипотезы «Новая теория Земли от ее начального состояния до конца всех вещей...» (1696 г.) получило широкую известность и несколько раз переиздавалось в разных странах.

## ХРОНОЛОГИЯ

### VIII - XVII века

**VIII – IX века.** «Каролингское возрождение». При дворе императора обширного Франкского государства Карла Великого и его наследников содержалось ученое общество.

**1080 год.** Толедские таблицы. Аз-Заркали.

Первые университеты в Западной Европе.

Болонский университет (1088 г.).

Оксфорд (1096 г., официально 1167 г.).

Парижский университет (между 1150 и 1170 годами).

Кембридж (1209 год).

**XII – XIII века.** Схоластика. систематизация католического учения путем объединения его с упрощенной и препарированной космологией Аристотеля (Фома Аквинский, Италия).

**1230 год.** «Трактат о сфере» (Tractatus de sphaera) Джона Холливуда (Сакробоско)

**1252 год.** Альфонсовы таблицы движения планет и астрономической энциклопедии. Кастилия. Испания.

Концепция «метафизики света» в трактате Роберта Гроссетеста (1170 – 1253 гг.) «О свете или о начале форм».

**Середина XV века** — Николай Кузанский (Германия, Рим): антиаристотелевская космология — утверждение безграничности и ацентричности Вселенной, движения Земли в пространстве, неощутимого в силу принципа относительности (и равноправия ее в этом отношении с любым другим космическим телом — первая формулировка принципа однородности Вселенной), идея

вещественного единства Вселенной и широкой распространенности жизни в ней (опубл. в 1514 г.).

**1471 год.** Планетные таблицы астронома и математика Региомонтана. Нюрнберг. Германия.

**1471–1475 годы** — начало деятельности обсерватории Региомонтана — Вальтера в Нюрнберге и создание наблюдательной школы Вальтера (существовала до XVII века).

**1492 год**

Падение старейшего из сохранившихся каменного метеорита (близ Энзисгейма, Германия, около 127 кг). Перенос начала календарного года на Руси с 25 марта на 1 сентября;

Плавание Христофора Колумба с использованием таблиц Региомонтана.

**Конец XV — начало XVI веков** — Леонардо да Винчи: правильное объяснение пепельного света Луны; космология, содержащая идеи единства материальной Вселенной (подлунного и надлунного миров), множественности центров тяготения (все небесные тела — тяжелые), нецентрального положения Земли.

**1515 год.** Первое изложение системы мира Коперника в его «Малом комментарии». Польша.

**1528 год.** Первое в Европе измерение длины градуса меридиана. Ж. Фернель. Франция.

**1540 год.** «Первый рассказ» И. Ретика об учении Коперника.

**1543 год.** «О вращении небесных сфер». Н. Коперник.

**1551 год.** — первые гелиоцентрические «Прусские таблицы» (Э. Рейнгольд).

**1561 год.** Обсерватория ландграфа Вильгельма IV Гессен-Кассельского, впервые с вращающейся крышей и использованием нового изобретения — маятниковых часов И. Бюрги (Германия).

**1576 – 1597 годы.** Создание Тихо Браге двух богато оснащенных обсерваторий на острове Вэн. Дания.

**1582 год.** Введение григорианского календаря в ряде стран Европы (подготовленного советником папы Григория XIII Христофором Клавием).

**1577 год.** Первое ставшее известным доказательство космической (надлунной) природы комет (параллакс кометы 1577 года меньше шестой доли лунного. — Тихо Браге).

**1582.5(15).X.** Введение григорианского календаря (проект Л. Лиллио, ошибка — 1 день за 3280 лет).

**1583 год.** Система мира Тихо Браге (распространение в рукописи — 1588 год; опубликована в 1603 году); введение Скалигером (Франция) непрерывного счета времени в днях «юлианского периода» (7980 лет).

**1584 год.** Издание в Лондоне сочинения Джордано Бруно «О бесконечности, вселенной и мирах».

**1596 год.** Открытие первой переменной (Миры Кита, — Д. Фабриций. Фрисландия; название дал независимо открывший ее Я. Гевелий).

**1584 год.** «О бесконечности, вселенной и мирах». Джордано Бруно. Италия.

**1600 год.** Джордано Бруно сожгли на костре.

**1600 год.** Уильям Гильберт издал книгу «De magnete, magneticisque corporibus etc.», в которой описал электрические свойства тел и свои опыты над магнитами.

**1603 год.** Звездный атлас «Уранометрия» с обозначением ярких звезд греческими буквами. Иоганн Байер. Германия.

**1604 год.** «Сверхновая Кеплера» в Змееносце (независимо открыта также Галилеем и Д. Фабрицием).

**1608 год.** Изобретение зрительной трубы (И. Липперсгейм, Я. Мециус, З. Янсен, Голландия).

**1609 – 1610 годы.** Первые телескопические наблюдения. Открытие гор на Луне, фаз Венеры, спутников Юпитера, установление звездной природы Млечного Пути. Галилей. Италия.

**1609 год.** «Новая изыскивающая причины астрономия, или физика неба...» Кеплера с двумя первыми планетными законами, начало революционного переворота в механике неба.

**1611 год.** Изобретение схемы рефрактора (Кеплер).

**1611 год.** Обнаружение вращения Солнца по видимому перемещению солнечных пятен по солнечному диску. Фабрициус. Голландия.

**1612 год.** Открытие (невооруженным глазом) туманности Андромеды (С. Марий, Германия).

**1613 год.** Изготовление первой астрономической (кеплеровой) трубы (Шейнер).

**1616.5.III** — включение труда Коперника в «Индекс» запрещенных церковью книг.

**1614 – 1617 годы.** Метод триангуляции и его применение к градусным измерениям. Снеллиус. Голландия.

**1619 год.** Третий (гармонический) закон движения планет. И. Кеплер.

**1620 год.** «Новый Органон». Френсис Бэкон.

**1627 год.** «Рудольфинские таблицы» Кеплера.

**1630 – 1632 годы.** Формирование вихревой космогонии и материалистической космологии Декарта (сокращенная публикация в «Началах философии», 1644 г., полная — в «Трактате о свете», 1664 г.).

**1631 год.** Первое наблюдение предвычисленного Кеплером прохождения Меркурия по диску Солнца (П. Гассенди, Франция).

**1630 год.** Обнаружение периода вращения Солнца от гелиографической широты. Шейнер. Германия.

**1632 год.** «Диалог о двух главнейших системах мира». Галилео Галилей. Италия.

**1633 год.** Суд над Галилеем.

**1635 год.** Издание латинского перевода «Диалога» Галилея в Голландии.

**1637 год.** «Рассуждение о методе». Рене Декарт.

**1638 год.** «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению...» — соч. Галилея, совершившее переворот в механике; первая попытка экспериментально измерить скорость света (Галилей).



**1638 год.** Описание фантастического полета на Луну (на лебедях), включавшее идею невесомости на больших высотах (Ф. Годвин, «Человек на Луне»).

**1639 год.** Первое измерение солнечного параллакса и по прохождению Венеры по диску Солнца (И. Хоррокс, Англия).

**1641 год.** Сооружение обсерватории Гевелия с «воздушной трубой» в 45 м (Польша, Гданьск).

**1647 год.** «Селенография» Яна Гевелия. Польша.

**1652 год.** Открытие затмений спутников Юпитером (Дж. Ходиерна, Сицилия).

**1655 – 1659 года.** Изобретение маятниковых часов, открытие первого спутника Сатурна (Титана), открытие колец Сатурна. Хр. Гюйгенс. Голландия.

**1661 – 1701 годы.** Звездный каталог (1564 звезды). Точность  $\pm 2'$ . Впервые даны  $\alpha$  и  $\delta$ . Гевелий. Польша.

**1662 год.** Первые опыты разложения солнечного света призмой. И. Ньютон. Англия.

**1663 год.** Изобретение и описание рефлектора (Дж. Грегори, Англия); внесение в папский «Индекс» всех соч. Декарта.

**1664 год.** «Трактат о свете» Декарта (полное изложение его космогонии).

**1665 год.**

Открытие вращения у планеты — Юпитера (9 ч 56 мин, Дж.Д. Кассини, Италия).

Открытие «красного пятна» Юпитера (Р. Гук, Дж.Д. Кассини).

Первая теория движения спутников Юпитера (Дж. Борелли, Италия).

Идея двух возможных путей образования лунных кратеров: ударом постороннего тела и в результате извержений лунных вулканов (Гук, опубл. в 1667 — «Микрография»).

**1666 год.** Открытие вращения Марса (24 ч 37 мин, Дж.Д. Кассини).

**1668 год.** Первый зеркальный телескоп. Ньютон. Англия.

**1671 год.** Открытие Парижской обсерватории. Первый директор Д. Кассини.

**1671-1673 годы.** Первое определение параллакса Солнца. (9"5) по наблюдениям Марса в противостояниях. Д. Кассини, Ж. Рише. Франция.

**1673 год.** Первый том «Небесного строения». Ян Гевелий. Польша.

**1675 год.** Определение скорости света. О. Ремер. Дания.

**1675 год.** Открытие деления кольца Сатурна «щелью Кассини». Франция.

**1675 год.** Основание Гринвичской обсерватории. Первый директор Д. Флемстид. Англия.

**1677 год.** Первая попытка космического объяснения болидов (как близко проходящих комет, — Дж. Валлис, Англия).

**1678 год.** Первый каталог южного неба. Э. Галлей. Англия.

**1687 год.** Звездный каталог 1564 звезды. Ян Гевелий. Польша.

**1687 год.** «Математические начала натуральной философии». И. Ньютона с обоснованием закона всемирного тяготения. Англия.

**1689 год.** Первый меридианный инструмент. О. Ремер.

**1693 год.** Формулировка трех законов вращения Луны. Д. Кассини. Франция.

# Использованная литература

## ТОМ 2

### Литература по истории астрономии Используется во всех томах КИА.

1. В.Г. Горбачкий, Лекции по истории астрономии, Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002
2. Программа кандидатского экзамена по дисциплине «История и методология астрономии», разработанная Институтом истории естествознания и техники (ИИЕТ) РАН им. С.И. Вавилова и Государственным астрономическим институтом им П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ
3. А. Паннекук. История астрономии / Перевод Н.И. Невской, Наука, Москва, 1966
4. Берри, Артур. Краткая история астрономии , 1904
5. А. И. Еремеева, Ф. А. Цицин. История астрономии. Учебник. МГУ. 1989.
6. Агнесса Кларк. Общедоступная история астрономии в XIX столетии, 1913
7. Струве Отто, Зебергс В. Астрономия XX века, Мир, 1968
8. Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г. Астрономы: Биографический справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев: Наукова думка, 1986.
9. Википедия

## Первоисточники (переводы)

Роберт Гроссетест. О свете, или О начале форм. // Вопросы философии. 1995. № 6.

Браге Т. Автобиография // ИАИ. 1984. Вып. 17. С. 337 – 396.

Бруно Дж. Диалоги. М., 1949. С. 163—294 (О причине, начале и едином); 295 – 448 (О бесконечности, Вселенной и мирах).

Коперник Н. О вращениях небесных сфер. М., 1964.

Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира: птолемеевой и коперниковой. М. – Л., 1948.

Галилео Галилей. Избранные труды в двух томах. — М.: Наука, 1964.

Декарт Р. Космогония. Два трактата. М. – Л., 1934.

Кант И. Всеобщая естественная история и теория неба // Соч. Т. 1. М., 1963. С. 115 – 262.

Николай Орем. Трактат о соизмеримости или несоизмеримости движений неба // ИАИ. 1960. Вып. 6. С. 317 – 386.

Веселовский И. Н., Белый Ю. А. Коперник, 1473—1543. — М.: «Наука», 1974.

Ньютон, И. Лекции по оптике. — М. : Изд. АН СССР, 1946. — 298 с. — (Классики науки).

Ньютон, И. Математические начала натуральной философии / Пер. с лат. и примеч. А.Н. Крылова. — М. : Наука, 1989. — 688 с. — (Классики науки).

Ньютон, И. Замечания на книгу пророка Даниила и Апокалипсис св. Иоанна. — Петроград: Новое время, 1915.

Фрэнсис Бэкон: Сочинения в двух томах / Сост., общая ред. и вступит. статья - А. Л. Субботин (пер. Н. А. Фёдорова, Я. М. Боровского). — М.: АН СССР, Ин-т философии, изд-во соц.-эк. лит-ры "Мысль", 1971.

## Дополнительная литература

Койре А. // У истоков классической науки. М., 1968. С. 27.

Гурштейн А.А. Проблема общенаучных революций и революции в астрономии // ВАФ. С. 158—168.

Еремеева А.И. Астрономическая картина мира и научные революции // ВАФ. С. 169—179.

Гайденко В. П., Смирнов Г. А. Западноевропейская наука в средние века. — Москва: Наука, 1989. — 352 с. — (Библиотека всемирной истории естествознания)

Моно Р. Леонардо да Винчи и астрономия // Мироведение. 1935. Т. 24; № 5. С. 303 – 308.

Белый Ю. А. Иоганн Мюллер (Региомонтан). 1436—1476. М.: Наука, 1985.

Белый Ю. А. Тихо Браге. — М.: Наука, 1982. — 229 с. — (Научно-биографическая литература).

Карсавин Л. П. Джордано Бруно. — СПб.: Наука, 2016. — (Слово о сущем; т. 115).

Белый Ю. А. Иоганн Кеплер. — М.: Наука, 1971

Шмутцер Э., Шютц В. Галилео Галилей. — М.: Мир, 1987. — 140 с.

Штекли А. Э. Галилей. — М.: Молодая гвардия, 1972. — 383 с. — (Жизнь замечательных людей).

Субботин А. Л. Фрэнсис Бэкон. — М.: Мысль, 1974. — 175 с. — (Мыслители прошлого).

Матвиевская Г.П. Рене Декарт. М., 1976.

Пикар Жан // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / под ред. А. М. Прохорова — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969.

Гурштейн А. А. Звезды Парижа (Роман-хроника из жизни астрономов времен Людовика XIV). — 2016.

Вавилов С.И. Исаак Ньютон. Изд. 4. М.: Наука, 1989. 272 с.