

НАБЛЮДАЯ ЗА ПЛАНЕТАМИ

Устный журнал
7–11 классы



**Денис Геннадьевич ЛЕКОМЦЕВ,
студент физико-математического
факультета Орловского
государственного университета**

ЦЕЛИ

Ознакомление учащихся с биографией великого учёного Иоганна Кеплера.

Развитие интереса к предметам «физика» и «астрономия» на примере биографических данных знаменитых учёных.

Воспитание познавательного интереса.

Расширение знаний учащихся, неформальное общение преподавателя и учащихся.



ОБОРУДОВАНИЕ

Компьютер, экран, проектор или интерактивная доска.

Портреты учёных-астрономов.

Модели правильных Платоновых тел: куб, тетраэдр, додекаэдр, октаэдр и икосаэдр.

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА

Ведущие (1) и (2)

Чтец



440 лет со дня рождения
Иоганна Кеплера
(1571–1630)

27 ДЕКАБРЯ 2011 ГОДА

ВЕДУЩИЙ (1): Коперник «сдвинул Землю» — поставил её в один ряд с другими планетами. Но всё же его система ещё оставалась загромождённой «эпиклами» и «эксцентрами». Как сказал позже выдающийся английский физик Джеймс Клерк Максвелл: «Необходимо было вымести эту паутину с неба». Эту непростую работу на основании точных многолетних наблюдений великого астронома Тихо Браге выполнил великий «законодатель неба» Иоганн Кеплер.

Альберт Эйнштейн писал о Кеплере...

ЧТЕЦ: «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 непонятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения!»

ВЕДУЩИЙ (2): В двух десятках километров на запад от Штутгарта — главного города земли Баден-Вюртемберг (Германия), среди живописных холмов невдалеке от лесистого Шварцвальда расположился небольшой провинциальный городок Вайль-дер-Штадт всего с шестью тысячами жителей. Многое напоминает здесь о давно минувших днях — древние городские стены, средневековые дома, старинная ратуша и церковь с тремя шпилями. На центральной площади памятник — на высоком постаменте застыл с циркулем в руке немолодой человек в старинной одежде.

ВЕДУЩИЙ (1): Рассказывают, что, когда в начале 1945 года к городку подошли французские войска, командование решило подвергнуть Вайль-дер-Штадт мощному артиллерийскому обстрелу, думая,

На с. 42 опубликован портрет Иоганна Кеплера (копия с утерянного оригинала 1610 г. в бенедиктинском монастыре в Кремсе).



Памятник Иоганну Кеплеру в Вайль-дер-Штадте. Скульптор Август фон Крелинг. В нишах постамента статуй: Николай Коперник, Тихо Браге, Михаэль Мёстлин (учитель Кеплера в Тюбингене) и Джобст Бюрги (производитель астрономических инструментов и математик). Рельефы изображают Уранию (музу астрономии) и сцены из жизни Иоганна Кеплера

что за крепкими стенами нашли убежище немецко-фашистские солдаты. Однако огонь так и не был открыт: командир отменил артиллерийский налёт, узнав, что перед ним родной город Кеплера. Это



Вайль-дер-Штадт

обстоятельство спасло городок от значительных разрушений и сохранило его древний облик.

ВЕДУЩИЙ (2): Иоганн Кеплер, истинный основатель и отец новой астрономии, родился 27 декабря 1571 года, через 28 лет после смерти Николая Коперника. Местом его рождения было местечко Магсштадт, расположенное в расстоянии одной мили от городка Вайль в Швабии, или Бюргенбергском герцогстве. Кеплер происходил из старой дворянской фамилии, так как один из предков его посвящён был в рыцарское звание около полутораста лет тому назад при императоре Сигизмунде. Кеплеры занимались исключительно военной службой, но до значительных отличий не дослуживались и, в конце концов, очень обеднели. Отец будущего великого астронома, Генрих Кеплер, был малограмотным человеком и служил в войсках бюргенбергского герцога простым солдатом; он был сыном Себальда Кеплера, имевшего двенадцать детей и занимавшего в Вайле должность головы, или бургомистра. Об этом своём дедушке Кеплер говорил, что он имел значительное состояние, но любил роскошь и мотовство, так что детям оставил очень немного.

ВЕДУЩИЙ (1): Генрих Кеплер женат был на Катерине Гульденман, дочери деревенского трактирщика из селения Этлинген, женщине без всякого образования, не умевшей ни читать, ни писать; воспитывалась она у своей тётки, которая сожжена была впоследствии как колдунья. По общему мнению всех биографов Кеплера, родители его не были достойны такого великого сына.

Отец стремился завести своё дело, но всякий раз неудачно. Семья часто переезжала из города в город. Мать Кеплера была неграмотной, но знала толк в целебных травах.

ВЕДУЩИЙ (2): Детские годы Иоганна прошли в гнетущей бедности на фоне склок родителей. Он родился семимесячным и был очень слабым ребёнком. В пятилетнем возрасте заболел оспой и чуть не умер. На

теле у него на всю жизнь остались язвы. Из-за болезни печени и желудка он вынужден был всё время соблюдать диету, его часто терзала лихорадка, мучили сильные приступы головной боли. Кроме того, он имел врождённые недостатки зрения — сильную близорукость и монокулярную полиопию — болезнь, при которой, глядя на определённый объект, например на Луну, человек видел не одно, а несколько изображений. И всё же Кеплеру отчасти повезло — болезненность спасла его от огородных работ и занятий ремеслом. Вместо этого его отдали учиться, проча карьеру пастора.

Из своего детства Кеплер запомнил два ярких события. В возрасте шести лет он впервые увидел комету...

ЧТЕЦ: «Я много слышал о комете до этого, и мать вывела меня на возвышенность, чтобы я поглядел на неё. В девять лет родители позвали меня на улицу, чтобы показать затмение Луны. Она казалась совсем красной».

ВЕДУЩИЙ (1): Надо отметить, что комету 1577 года наблюдал и описал датский астроном Тихо Браге, к которому Кеплер впоследствии приехал работать над теорией движения планет.

Перешедший в лютеранство герцог Бюргенберга заботился о хорошем образовании для лютеранских священников, что могло бы помочь им побеждать католиков в диспутах. Благодаря этому Кеплер бесплатно получил хорошее образование.

С 1583 года Иоганна решили основательно учить. Он оказался в этом году в Бюргенбергском училище, откуда осенью следующего года его перевели в Адельбергский монастырь, в котором он оставался два года. Здесь юноша изучал богословие, труды Аристотеля, философов Древней Греции и Древнего Рима, риторику, математику и музыку. Устав семинарии был строг. Зимой занятия начинались в 5, а летом в 4 часа утра.

ВЕДУЩИЙ (2): В 1586 году на экзамене Иоганн удостоен был публичной похвалы и переведён в лютеранское духовное училище



○ Монастырь Маульбронн ордена цистерцианцев на юго-западе Германии на окраине городка Маульбронн в земле Баден-Вюртемберг. Основан в 1147 г.

высшего разряда при Маульброннском монастыре. Маульброннское училище содержалось за счёт герцога Вюртембергского и готовило молодых людей к поступлению в высшую семинарию при Тюбингенской академии.

Кеплер пробыл в Маульбронн три года, после чего был переведён как подававший особые надежды в Тюбингенскую семинарию в сентябре 1589 года. Здесь 11 августа 1591 года в числе других 14 человек он получил звание учителя и поступил в академию. В семинарии Кеплер учился отлично. Главными предметами считались здесь латинский и модный тогда греческий языки. Латинским языком будущий учёный владел впоследствии как родным и писал большие латинские поэмы, казавшиеся знатокам удивительными по изяществу и отделке стиха; да и все сочинения его написаны языком цветистым и литературным, а вовсе не сухим и учёным, для которого достаточно знать лишь немногие слова и термины. Сочинения Кеплера испещрены также греческими словами, выражениями и эпиграфами, что вошло в моду со временем возрождения греческой литературы и служило признаком тогдашнего либерализма.



○ Михаэль Мёстлин

ВЕДУЩИЙ (1): В Тюбингенском университете Кеплер продолжил изучение математики, астрономии, греческого и древнееврейского языков, риторики, поэзии, этики и философии Аристотеля. Под влиянием профессора математики Михаэля Мёстлина (Мэстлина) Кеплер увлёкся астрономией. Позже он писал об этом...

ЧТЕЦ: «Уже к тому времени, когда я внимательно следовал в Тюбингене преподаванию знаменитого Мёстлина, я ощутил, насколько несовершенно со многих точек зрения употребительное до сих пор представление о строении мира. Поэтому я был так сильно восхищён Коперником, о котором мой учитель очень часто упоминал на своих лекциях, что не только часто защищал его взгляды в студенческих диспутах, но и сам тщательно подготовил диспут на тему, что первое движение (вращение небесной сферы неподвижных звёзд) происходит от вращения Земли... я постепенно, отчасти из лекций Мёстлина, отчасти из собственных соображений, собирая все достоинства, которыми Коперник превосходит Птолемея с математической точки зрения».

ВЕДУЩИЙ (2): Во время учёбы на факультете искусств Кеплер заинтересовался астрологией. В ту эпоху она была очень популярна и с её помощью объясняли многие взаимосвязи между явлениями. Кеплер стал большим мастером в составлении гороскопов. Это умение не раз спасало его от полной нищеты. Через два года он сдал магистерский экзамен и начал учёбу на теологическом факультете.

ВЕДУЩИЙ (1): Кеплер очень часто вступал в богословские споры, стремясь давать новое, оригинальное толкование местам Библии, и писал сочинения в том же роде, горячо отстаивая свои взгляды. Но ко времени Кеплера в лютеранстве

выработалась уже известная ортодоксия, и на его мнения мало-помалу начали смотреть как на ересь. Отношение к нему изменилось, и Кеплер ясно понял, что доступ к высшим духовным должностям будет для него закрыт навсегда и что ему предстоит быть деревенским пастором где-нибудь в глухи, без всякой надежды на перемену судьбы. Вероятно, эта несправедливость сильно задела самолюбие юноши и послужила одной из причин того, что он решил оставить богословскую карьеру и искать иной.

ВЕДУЩИЙ (2): По окончании курса, в 1593 году, на двадцать втором году жизни Кеплер получил блестящий аттестат, удостоверявший его красноречие и выдающиеся способности, но не был признан способным служить во славу Церкви. Его назначили преподавателем коллегии, или гимназии, в Граце (Австрия) по предметам «математика» и «нравственная философия», с жалованьем 150 гульденов* в год.

В одном из писем Мёстлину он писал по этому поводу...

ЧТЕЦ: «Я хотел стать теологом и долго пребывал в мучительном беспокойстве. Теперь я, однако, вижу, что при усердии могу прославить Бога и в астрономии».

ВЕДУЩИЙ (1): В обязанности Кеплера в Граце входило чтение лекций по математике и составление календарей. Также помимо своих основных обязанностей он читал курс астрономии и писал свою первую книгу «Космографическая тайна» (полное название «Предвестник космографических сочинений, содержащий космографическую тайну относительно удивительных отношений между Небесными Орбитами, а также истинные и должные основания для их Числа, Величины и Периодических Движений»). Грац был маленьkim захолустным городком, в котором протестанты подвергались

гонениям. Один из его высокопоставленных друзей так охарактеризовал обстановку в провинции...

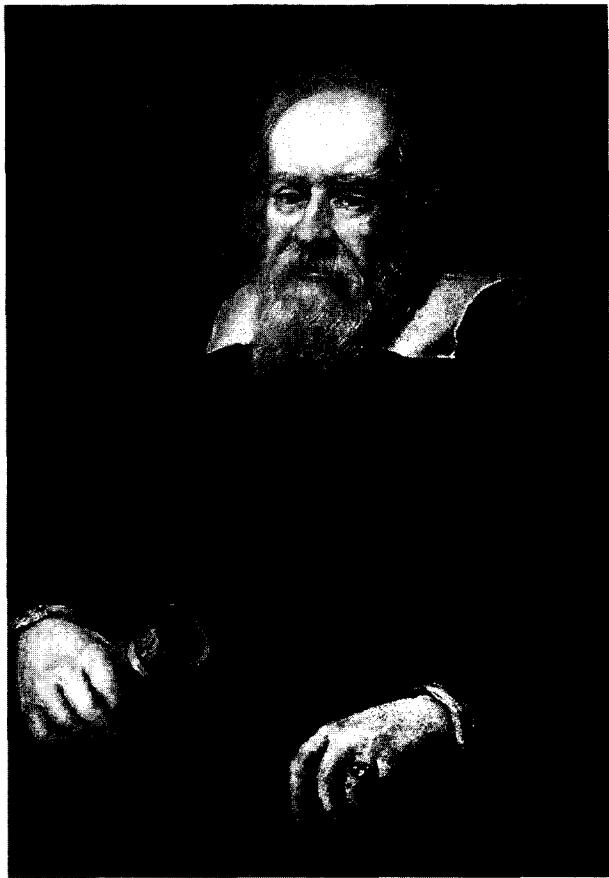
ЧТЕЦ: «Знать проявляла поразительное невежество во всём, обладала варварской точкой зрения в своих суждениях, ненавидела науку и ничем меньше не интересовалась, чем учёными...»

ВЕДУЩИЙ (2): Но первой изданной Кеплером книгой был не научный труд, а календарь для общего употребления на 1595 год, в котором числа считались по новому стилю, введённому в католических землях 12 лет тому назад. На преподавателей математики и астрономии в то время почти всюду возлагалась обязанность составления таких календарей. Впоследствии издание календарей давало Кеплеру средства существования, так как высокое жалованье придворного астролога было выплачено лишь в размере $\frac{1}{20}$ от назначенного. По поводу составления календарей и астрологических предсказаний Кеплер писал...

ЧТЕЦ: «Чтобы ищущий истину мог свободно предаваться этому занятию, для него необходимы по меньшей мере пища и помещение, у кого нет ничего — тот раб всего, а кому охота идти в рабы? Если я сочиняю календари и альманахи, то это, без сомнения, — прости мне, Господи, — великое рабство, но оно в настоящее время необходимо. Избавь я себя хоть на короткое время от этого — мне пришлось бы идти в рабство ещё более унизительное. Лучше издавать альманахи с предсказаниями, чем просить милостью. Астрология — дочь астрономии, хотя и незаконная, и разве не естественно, чтобы дочь кормила свою мать, которая иначе могла бы умереть с голоду...»

ВЕДУЩИЙ (1): В таких условиях в 1596 году «Космографическая тайна» увидела свет. В этой книге Кеплер принимает выводы Коперника о центральном положении Солнца в планетной системе и пытается найти связь между расстояниями планетных орбит и радиусами сфер, в которые в определённом порядке вписаны и вокруг

* Гульден — историческая монета (первоначально из золота, затем из серебра), а также валютная единица многих стран.



Портрет Галилео Галилея. Художник Юстус Сустерманс. 1636 г.

которых описаны правильные многогранники. Несмотря на то что этот труд Кеплера являлся образцом схоластического мудрствования, он принёс автору известность и послужил поводом для начала переписки с Галилео Галилеем и, самое главное, привлёк внимание знаменитого датского астронома Тихо Браге. Галилей скептически отнёсся к самой схеме Кеплера, но Тихо Браге отдал должное самостоятельности мышления молодого учёного, знанию им астрономии, искусству и настойчивости в вычислениях и выразил желание встретиться с ним.

Встреча выдающегося наблюдателя неба Тихо Браге и блестящего теоретика и вычислителя Иоганна Кеплера имела исключительное значение для дальнейшего развития астрономии.

ВЕДУЩИЙ (2): В конце 1595 года Кеплер познакомился в Граце с двадцатирёхлетнюю вдовою, красавицей Варварой Мюллер фон Шулен, благородной и образованной женщиной. Но прежде чем выйти за него, будущая жена его потребовала, чтобы Кеплер доказал благородство своего происхождения, потому что как дворянка она могла быть женой только дворянина. Кеплер с этой целью нарочно ездил в своё отчество — Вюртемберг, где ему как вюртембергскому стипендиату нужно было получить также и разрешение вступить в брак. Свадьба состоялась в 1597 году, 27 апреля, «при неблагоприятном виде неба», как замечает Кеплер. Жене его принадлежал дом в Граце и поместье в Штирии, оказавшееся значительно меньше, чем Кеплер предполагал раньше.

В это же время начались преследования протестантов, эрцгерцог Фердинанд Габсбург решил очистить австрийские провинции от протестантской ереси — всем лютеранам Граца пришлось срочно покинуть город. Иезуиты добились, чтобы для Кеплера было сделано исключение, однако обстановка продолжала оставаться напряжённой, и Кеплер вместе с семьёй был вынужден искать пристанище в другом месте.

ВЕДУЩИЙ (1): К счастью, тогда же Кеплер получил приглашение от Тихо Браге стать его помощником для наблюдений неба и астрономических вычислений. Незадолго до этого сам Тихо Браге был вынужден оставить свою родину — Данию и выстроенную там, на острове Вен, лучшую в мире обсерваторию, где он в течение четверти века вёл астрономические наблюдения. Это произошло потому, что в 1597 году умер покровитель Тихо Браге — датский король Фредерик II. Его преемник Христиан IV посчитал астрономию лишь дорогостоящей причудой и прекратил финансирование обсерватории.

Тихо Браге переехал в Прагу, являвшуюся тогда столицей Священной Римской



○ Тихо Браге. Средневековый портрет работы неизвестного художника



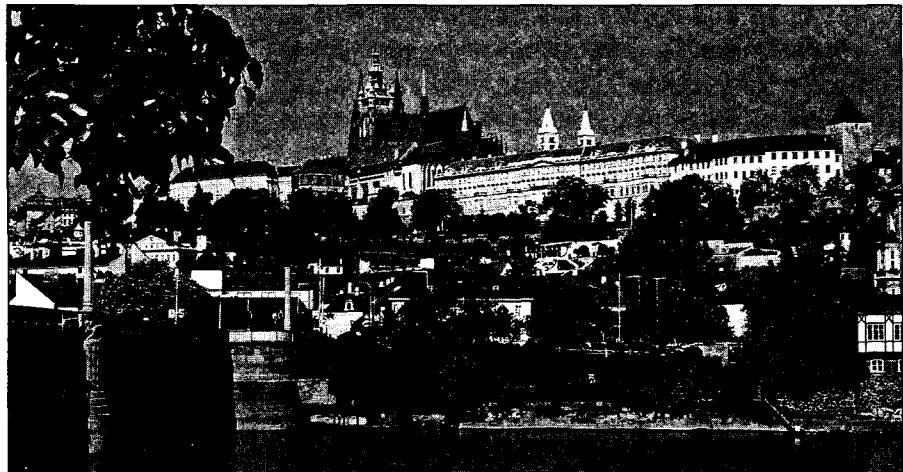
○ Рудольф II Габсбург. Художник Джозеф Хайнц (Хайнц) Старший. 1592 г.

империи, под покровительство Рудольфа II. К сожалению, в Праге отношение к великолепному астроному было не намного лучше, чем при дворе короля Христиана IV. Вначале Браге попытался устроиться в замке Бенатек (Бенатки-на-Изере) под Прагой, а потом его обсерватория переехала в Пражский Град (кремль).

ВЕДУЩИЙ (2):
В феврале 1600 года Кеплер прибыл в Бенатек. Браге взял его в помощники и поручил обработку данных наблюдений Марса. Будущее показало, что эта планета была лучшим объектом для исследований. Дело в том, что её орбита в отличие от орбиты Земли имеет заметный эксцентриситет,

то есть существенным образом отлична от окружности. Период обращения Красной планеты гораздо меньше, чем у Юпитера и Сатурна, а условия наблюдения гораздо лучше, чем у Венеры и Меркурия.

ВЕДУЩИЙ (1): Воодушевившись, Кеплер посчитал, что сможет решить проблему



○ Пражский Град — крепость Праги (аналог кремля), резиденция правителей

Марса за восемь дней, но он смог справиться с этой задачей лишь за восемь лет. Отношения между двумя великими астрономами поначалу не сложились. Кеплер в пути заболел лихорадкой и прохорвал целых семь месяцев, так что по прибытии в Прагу совершенно был не в состоянии заниматься работой. Браге помогал Кеплеру деньгами, как в дороге, так и по прибытии на место. Может быть, под влиянием болезни Кеплер отнёсся к Браге очень недружелюбно. Они начали ссориться буквально сразу после приезда Кеплера к Тихо Браге. Кеплеру показалось, что Тихо Браге держался высокомерно, а сам Кеплер был весьма раздражителен. Впрочем, сотрудничество астрономов было недолгим. В октябре 1601 года Тихо Браге умер. Кеплеру было присвоено звание «императорского математика» и установлена плата 500 гульденов в год (в 6 раз меньше, чем платили Тихо Браге). К тому же за все двадцать лет своей службы он получил всего $\frac{3}{4}$ одного годичного заработка, так как казна оскудела во время войны. Жил Кеплер со своей семьёй в бедности, зарабатывая преподаванием математики, составлением календарей и гороскопов. В таких условиях

Иоганн Кеплер закладывал основы современной астрономии, но, по крайней мере, при дворе Рудольфа II его никто не преследовал за протестантские убеждения и приверженность теории Коперника.

ВЕДУЩИЙ (2): Многолетние наблюдения Тихо Браге были высшим достижением дотелескопической астрономии и превосходили по точности всё, что было получено ранее. После смерти Тихо Браге Кеплеру не без труда удалось вытребовать дневники наблюдений у семьи покойного. Его догадка о том, что орбиты планет описываются пятью Платоновыми телами, высказанная в «Космографической тайне», не подтверждалась наблюдениями Тихо Браге. Также она не давала объяснения существования Луны, равно как и вскоре открытых в 1609 году Галилеем четырёх больших спутников Юпитера. Несмотря на это, Кеплер не отступил от решения научной задачи. В письме к Галилею он задумывался над тем, сколько спутников должна иметь та или иная планета.

ЧТЕЦ: «Я немедленно начал думать, как увеличить число планет, не отказываясь от моей «Космографической тайны», согласно которой пять правильных тел Евклида не позволяют обращаться вокруг Солнца более чем шести планетам... Я настолько далёк от того, чтобы не верить в существование четырёх обращающихся вокруг Юпитера планет, что жду не дождусь, когда у меня появится телескоп, чтобы определить Вас, если получится, с открытием двух спутников вокруг Марса, а также, как, похоже, требует пропорция, шести или восьми вокруг Сатурна и, возможно, по одному вокруг Меркурия и Венеры».

ВЕДУЩИЙ (1): Марс действительно имеет два спутника — Фобос и Деймос. Это



Иоганн Кеплер беседует с Рудольфом II.
Иллюстрация из «Британники»

маленькие луны неправильной формы, с Земли их можно увидеть только в большой телескоп как очень слабые светящиеся точки. Поэтому гениальная догадка Кеплера подтвердилась только в 1877 году. Меркурий и Венера не имеют спутников. Юпитер имеет, по крайней мере, 63 спутника, самые крупные из которых — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто — были открыты Галилеем. Вокруг Сатурна обращается 62 известных на данный момент спутника. Титан — самый крупный из них, а также второй по размерам спутник в Солнечной системе (после спутника Юпитера — Ганимеда), который превосходит по своим размерам планету Меркурий.

ВЕДУЩИЙ (2): Перед Иоганном Кеплером стояла трудная задача — построить реальные пути планет вокруг Солнца на основе загадочных петлеобразных перемещений планет на фоне неподвижных звёзд. Все философы и астрономы Античности — Пифагор, Аристотель, Архимед, Птолемей — и вслед за ними все европейские астрономы, включая Коперника, Галилея и Тихо Браге, предполагали, что планеты движутся по круговым орбитам.

ВЕДУЩИЙ (1): Пифагор полагал, что Земля имеет шарообразную форму и какой-то огонь, но не Солнце, является центром Вселенной, около которого Земля вращается по кругу, причём Солнце, Луна и планеты обладают собственным движением, отличным от суточного движения неподвижных звёзд.

ВЕДУЩИЙ (2): Аристотель учил, что Земля шарообразна и является центром Вселенной, которая состоит из ряда концентрических сфер, движущихся с различными скоростями и приводимых в движение крайней сферой неподвижных звёзд. Шарообразны и небесный свод и все небесные светила. Шарообразность небесных светил Аристотель выводил из того ложного взгляда, что так называемая сфера является наиболее совершенной формой. Звёзды, по Аристотелю, неподвижно укреплены на

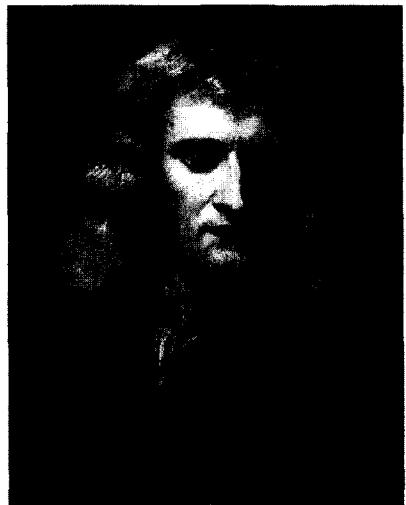
небе и обращаются вместе с ним, а «блуждающие светила» (планеты) движутся по семи концентрическим кругам. Причиной небесного движения является Бог.

ВЕДУЩИЙ (1): В середине системы мира Архимеда находится Земля, вокруг неё обращаются Луна и Солнце. Орбиты трёх ближайших планет — Меркурия, Венеры и Марса — очерчены вокруг него. Радиусы планетных орбит кратны между собой и относятся как 1:2:4. По данным Архимеда, относительное (по сравнению с расстоянием от Земли до Солнца) значение радиуса орбиты Меркурия составляет 0,36 (в действительности 0,39, ошибка 8%), орбиты Венеры 0,72 (совпадает с действительным), Марса 1,44 (в действительности 1,52, ошибка 5%). Расчёты Архимеда, относящиеся к другим планетам, оказались неверными. Интересной особенностью системы мира Архимеда является пересечение орбит Сатурна и Юпитера с орбитой Марса. Это представление является неверным, но оно говорит о том, что Архимед представлял себе планеты как отдельные тела, летящие в пространстве.

ВЕДУЩИЙ (2): Птолемей, собрав все сделанные наблюдения планет, убедился после внимательного их разбора, что пути этих светил представляют эпициклоиды, то есть кривые линии, описываемые точкой, движущейся по окружности круга, центр которого движется по другой окружности. Вопрос только в том, действительно ли планеты описывают эти сложные, снабжённые петлями кривые, или пути их только кажутся такими вследствие тех или других неизвестных причин.

Птолемей допустил возможность движения планет по кругам, около центров, ничем не занятых, пустых, не имеющих в себе никакого тела, причём центры эти в свою очередь, и тоже по кругам, движутся уже около Земли, остающейся в виде неподвижного шара в центре мироздания.

Теория эта вполне объясняла прямое и обратное движение планет, равно как и их остановки. Объяснение это, в сущности,



Николай Коперник.
Неизвестный художник. 1580 г.

Прижизненный портрет
Иоганна Кеплера. Неизвестный
художник. Около 1619 г.

Исаак Ньютона.
Художник Г. Кнеллер. 1689 г.

сводилось к следующему: если человек с лампой в руке, находясь на таком расстоянии, что нам видна одна только лампа, пойдёт вперёд, обрачиваясь постоянно вокруг себя, то мы увидим, что свет будет иногда останавливаться, а иногда двигаться вперёд или назад, хотя в целом постоянно будет продвигаться вперёд.

Итак, Птолемею впервые удалось решить задачу, перед которой останавливались в бессилии величайшие мыслители древности. Поэтому совершенно понятно то удивление после его открытия, которое возникло у современники и, в особенности, у потомков. Он разгадал тайну, над которой тщетно ломало голову такое множество людей и поколений. Немудрено, что личность Птолемея казалась впоследствии человечеству божественной.

ВЕДУЩИЙ (1): Согласно гелиоцентрической системе мира Коперника центром нашей планетной системы является Солнце. Вокруг него обращаются (в порядке удалённости от Солнца) планеты Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн. Единственным небесным телом, которое обращается вокруг Земли, является Луна.

Дальнейшее развитие теория Коперника получила в работах Кеплера и Ньютона, из

которых первый открыл кинематические законы движения планет, а второй обнаружил силу, которая управляет этими движениями — силу всемирного тяготения.

ВЕДУЩИЙ (2): Сначала Кеплер пытался объяснить наблюдения, представляя Землю и Марс движущимися по круговым орбитам вокруг Солнца. После года упорного труда он был уверен, что нашёл правильные характеристики круговой орбиты Марса. Его результаты согласовались с десятью наблюдениями Тихо Браге с точностью до двух угловых минут. Как известно, 60 угловых минут составляют 1 градус, так что 2 угловые минуты — вполне допустимая погрешность для наблюдений без телескопа.

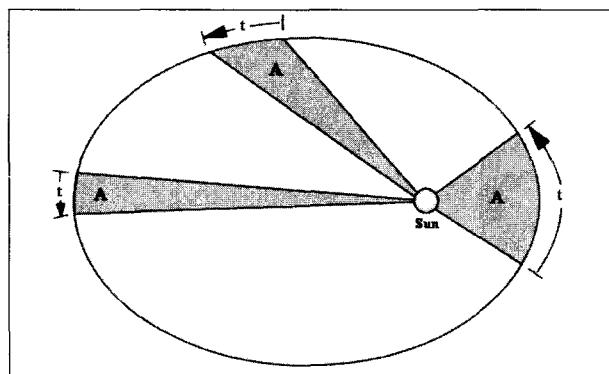
ВЕДУЩИЙ (1): Однако затем учёного постигло разочарование. Два следующих наблюдения давали отличие в 8 угловых минут. Такая величина составляет всего четверть диска Луны. Любой из астрономов до Кеплера посчитал бы такую ошибку несущественной. Сам Кеплер отмечал по этому поводу...

ЧТЕЦ: «Нам же, благодаря милосердию Божию, дан в лице Тихо Браге такой добросовестный наблюдатель, что в его наблюдениях ошибки в 8 минут, характерная для Птолемеева наблюдения, попадается лишь

для того, чтобы мы с благодарностью оценили эту милость и воспользовались ею... Таким образом, эти 8 минут указали путь к обновлению всей астрономии».

ВЕДУЩИЙ (2): Кеплер пришёл к заключению, что найденная им схема не отвечает действительности. Другим источником ошибки могло быть неверное описание орбиты Земли. Поэтому учёный решил заняться уточнением характера движения Земли. Для того чтобы найти последовательное положение Земли, нужны как минимум две неподвижные точки, измеряя углы, под которыми они видны, можно вычислить местоположение планеты. Роль одной такой точки могло играть Солнце. Но вторую точку найти было не так просто. Звёзды для этой цели не подходят, так как находятся слишком далеко, и измерение их параллакса находилось далеко за пределами возможностей астрономии XVII века.

ВЕДУЩИЙ (1): Иоганн Кеплер нашёл очень изящный выход из этого, казалось бы, безвыходного положения. В качестве второй неподвижной точки он использовал Марс. Вначале кажется, что это абсурдное решение, ведь Марс — планета, а значит, он движется. Однако его движение хорошо известно. Задолго до Кеплера было установлено, что по отношению к звёздам Марс совершает оборот за 687 земных суток. Таким образом, если взять какое-то положение Марса, то через 687 суток он вернётся в ту же точку своей орбиты. Естественно, что

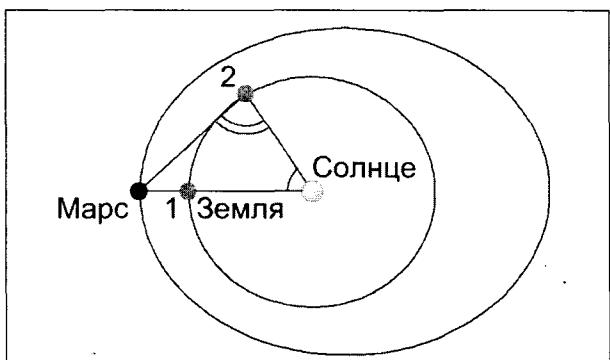


Второй закон Кеплера — закрашенные площади равны и проходятся за одинаковое время

Земля при этом займёт относительно его совершиенно другое положение.

ВЕДУЩИЙ (2): Такой подход к решению проблемы позволил Кеплеру уточнить орбиту Земли и скорость планеты на различных участках орбиты. Вскоре стало ясно, что за равные промежутки времени планета проходит равные площади секторов орбиты. Так в начале 1602 года была сформулирована зависимость, позже получившая название второго закона Кеплера (он был открыт раньше первого закона). В современной формулировке закон гласит, что радиус-вектор планеты в равные промежутки времени описывает равные площади. Отсюда следовало, что с увеличением расстояния от Солнца скорость планеты убывает. Поэтому, считая справедливым закон Аристотеля о пропорциональности силы и скорости, Кеплер пришёл к выводу, что «движущая сила», исходящая от Солнца, тоже должна убывать с увеличением расстояния до планеты.

Для того чтобы определить данную зависимость, учёный решил воспользоваться гипотетической аналогией между «распространением» силы тяжести и распространением света. Уменьшение освещённости, как установил сам Кеплер в 1604 году, происходит пропорционально квадрату расстояния от источника света. Аналогичная зависимость от расстояния должна быть характерна и для сил тяготения. Но, по рассуждениям Кеплера, силы тяготения между планетами и Солнцем действуют не в трёхмерном



Схема, использованная Иоганном Кеплером для изучения орбиты Земли. Рисунок Д. Г. Лекомцева

пространстве, а лишь в плоскости планетных орбит. Следовательно, они должны изменяться обратно пропорционально не квадрату, а первой степени расстояния. Весьма вероятно, что эта ошибка Кеплера на несколько десятилетий задержала появление закона всемирного тяготения.

ВЕДУЩИЙ (1): Опираясь на вычисленные им положения Земли и Солнца, Кеплер смог вычислить и положение Марса. Новая неожиданность поджидала учёного. Орбита Красной планеты явно не вписывалась в круг. Следующие три года Кеплер потратил на поиски формы орбиты Марса. Вначале он рассмотрел и затем отбросил овал, кривую, состоящую из четырёх дуг окружностей. Ещё год Кеплер потратил на овоид, фигуру, имеющую форму яйца. И наконец, пришёл к выводу, что орбита Марса представляет собой эллипс.

Однако поначалу и эллиптическая орбита не согласовалась с результатами наблюдений. Но в начале 1605 года Кеплер догадался расположить Солнце в фокусе эллипса. Это была победа! На эллипс легли все вычисленные из наблюдений точки орбиты.

ВЕДУЩИЙ (2): Полученное решение соответствовало и закону площадей (второй закон Кеплера). В современной формулировке первый закон Кеплера звучит так: каждая планета обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Эллипс — это пропорционально сжатая окружность. Роль центра в эллипсе выпол-

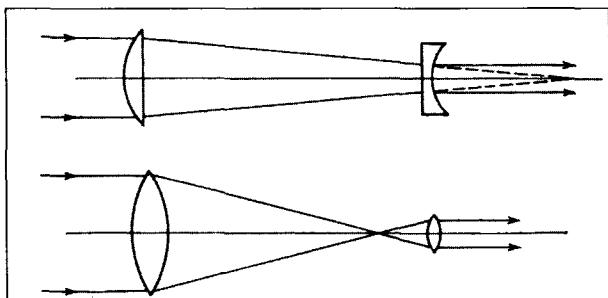
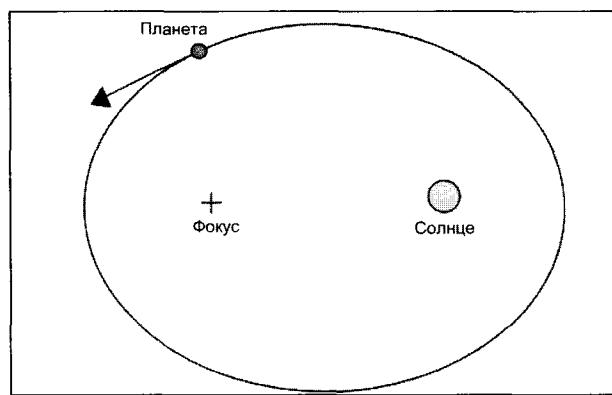


Схема телескопов Галилея (вверху) и Кеплера.
Рисунок Д. Г. Лекомцева

няют два фокуса. Надо отметить, что большинство планет обращаются по гораздо менее вытянутым орбитам. И если бы в своё время Тихо Браге посоветовал исследовать движение, например, Венеры, то Кеплер мог бы и не открыть истинной формы планетных орбит.

ВЕДУЩИЙ (1): В это же время Кеплер занимался оптикой. Накануне появления телескопа он предвидел, какое значение для астрономии будут иметь совершенные оптические инструменты. С помощью линзы он наблюдал Луну в тёмном помещении, получив на экране её чёткое изображение размером с крупную монету. Свои мысли и опыты Кеплер изложил в книге «Комментарии к Вителлию, или Оптическая часть астрономии», вышедшей в 1604 году. В этой книге учёный, в частности, доказал, что интенсивность света обратно пропорционально квадрату расстояния от источника света, указал на существование солнечной короны как протяжённой атмосферы Солнца. Однако, по его мнению, явление короны, наблюдаемое при полном солнечном затмении, могло быть результатом наличия атмосферы на Луне. Кеплер открыл явление полного внутреннего отражения, описал анатомическое строение глаза, действие очковых линз и ещё до построения первых телескопов (а не зрительных труб), дал их математическое обоснование. Он предложил при построении телескопов использовать комбинацию двух двояковыпуклых линз. По сравнению с телескопом Галилея телескоп Кеплера имеет большее поле зрения и объекты в нём



Первый закон Кеплера

видны одинаково ясно по всему полю зрения. Правда, телескоп Кеплера даёт перевёрнутое изображение, поэтому он неудобен для наблюдения объектов на поверхности Земли. Для наблюдения космических объектов ориентация изображения не важна, поэтому уже к 1640 году «Кеплерова труба» полностью вытеснила телескоп Галилея из обсерваторий, и именно по этому принципу созданы современные оптические телескопы.

ВЕДУЩИЙ (2): Первый и второй законы Иоганна Кеплера стали достоянием науки в 1609 году, когда в Гейдельберге увидел свет его труд «Новая астрономия, причинно обусловленная, или Физика неба, изложенная в исследованиях о движении звезды Марс, по наблюдениям благороднейшего мужа Тихо Браге».

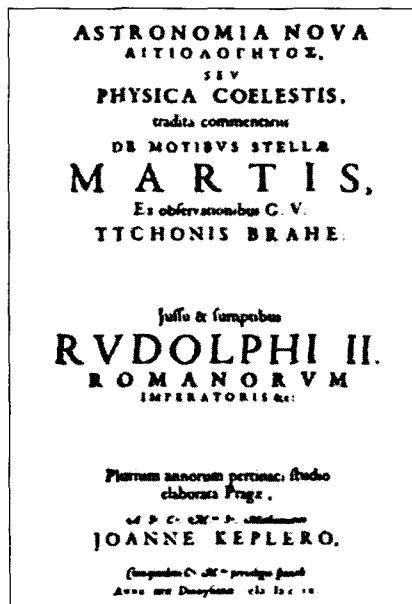
Через год, в марте 1610 года, вышло сочинение Галилея «Звёздный вестник», оповестившее мир о новых астрономических открытиях, совершённых при помощи телескопа. В частности, об открытии четырёх объектов, вращающихся вокруг Юпитера (самых крупных из его спутников). Кеплер и Галилей лично не были знакомы, но ценили друг друга и некоторое время переписывались.

ВЕДУЩИЙ (1): Галилей отправил экземпляр своей книги Кеплеру. Учёный написал ответ и опубликовал его, назвав «Разговор со Звёздным вестником», в котором выразил полное доверие тщательности галилеевских наблюдений. Кеплер предложил для «звёзд» Юпитера и для Луны новое название — «спутник».

• Во многом Кеплер видел дальше Галилея.

Большинство мыслей Кеплера Галилей не смог оценить или не захотел принять. Он обошёл молчанием законы Кеплера. Не принял он и гениальную догадку Кеплера о связи морских приливов с тяготением Луны. Тем не менее поддержка Кеплера была очень важна для самого Галилея. Однако впоследствии переписка двух великих учёных прервалась. Слишком разные оказались у них характеры. Кеплер обладал буйной фантазией и аналитическим умом, склонным к поискам математических закономерностей. У Галилея преобладал образный, но трезвый взгляд на вещи. В конце жизни Галилей писал...

ЧТЕЦ: «Я всегда ценил Кеплера за свободный (пожалуй, даже слишком) и острый ум, но мой метод мышления отличен от его, и это имеет место в наших работах об общих предметах. Только в отношении движения небесных тел мы иногда сближались в некоторых схожих, хотя и немногих концепциях... но этого нельзя обнаружить и в одном проценте моих мыслей».



Титульный лист книги Иоганна Кеплера «Новая астрономия, причинно обусловленная, или Физика неба, изложенная в исследованиях о движении звезды Марс по наблюдениям благороднейшего мужа Тихо Браге»



Памятник Тихо Браге и Иоганну Кеплеру. Скульптор О. Вайце. Прага, Градчаны

ВЕДУЩИЙ (2): Кеплер прожил в Праге с 1600 по 1612 год. В 1611 году после отречения от короны его покровителя Рудольфа II положение учёного значительно ухудшилось. Он попытался занять место на кафедре математики в Тюбингенском университете, но лютеранская консистория отказалась ему в этом на том основании, что он в своё время не согласился подписать «формулу согласия» — своеобразный кодекс лютеранства. В том же 1611 году, в феврале, умер от оспы восьмилетний сын Кеплера, а в июле — жена.

ВЕДУЩИЙ (1): В апреле 1612 года Кеплер переехал в город Линц — столицу Верхней Австрии. Там его снова принуждали подписать «формулу согласия». Кеплер согласился сделать это, но с оговоркой, что он не верит, будто в момент причастия Христос каким-то образом присутствует в хлебе и вине. В итоге Кеплера исключили из лютеранской общины, и его положение ещё более ухудшилось. В Линце учёный женится вторично: на Сусанне Рейттингер — сироте и бесприданнице, дочери столяра. Она оказалась под стать своему мужу, с достоинством переносила все невзгоды, преследовавшие Кеплера, поддерживала его в трудный час. А бед в жизни Иоганна Кеплера было немало. Из семерых детей трое умерли в раннем детстве. Мать Кеплера обвинили в колдовстве, и шесть лет он спасал её от костра.

ВЕДУЩИЙ (2): Но, как и раньше, все жизненные проблемы не могли помешать Кеплеру заниматься любимым делом. В 1615 году он выпустил сравнительно небольшую по объёму, но весьма ёмкую по содержанию книгу — «Новая стереометрия

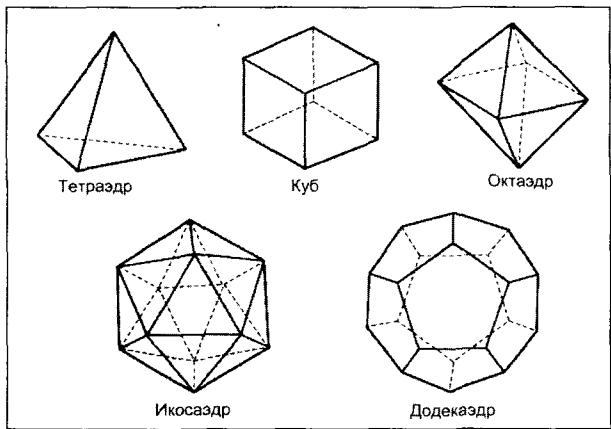


Фронтиспис и титульный лист «Рудольфовых таблиц», подготовленных Иоганном Кеплером по наблюдениям Тихо Браге

винных бочек», в которой нашёл объём более 90 тел вращения, подчас довольно сложной формы. Там же были рассмотрены задачи на максимум и минимум, вплотную подводившие к другому разделу математики бесконечно малых — дифференциальному исчислению.

ВЕДУЩИЙ (1): Живя в Линце, Кеплер продолжает работу, завещанную ему Тихо Браге: составление астрономических таблиц по его наблюдениям. Среди прочего эти таблицы должны были содержать расчёт положения планет на много лет вперёд. Тихо Браге обещал своему покровителю императору Рудольфу II назвать их в его честь «Рудольфовыми таблицами». Продолжая работу над этими таблицами, Кеплер столкнулся с огромным объёмом вычислений. Для того чтобы облегчить себе работу, он обратился к вопросам теории и практики логарифмов.

В 1614 году вышла работа замечательного шотландского математика и астронома Джона Непера «Описание таблиц логарифмов». Кеплер самостоятельно построил теорию логарифмов на чисто арифметической базе и составил близкие к Неперовым, но



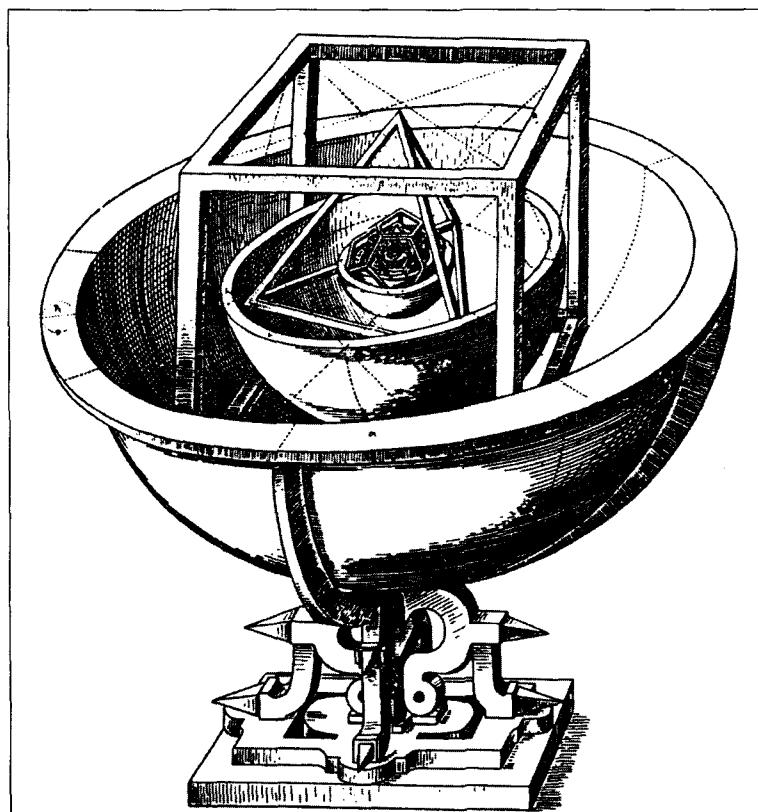
Пять правильных Платоновых тел — правильные многогранники

более точные таблицы логарифмов, впервые изданные в 1624 году и переиздававшиеся до 1700 года. «Рудольфовы таблицы» планетных движений он смог завершить в 1627 году только благодаря новому средству вычислений.

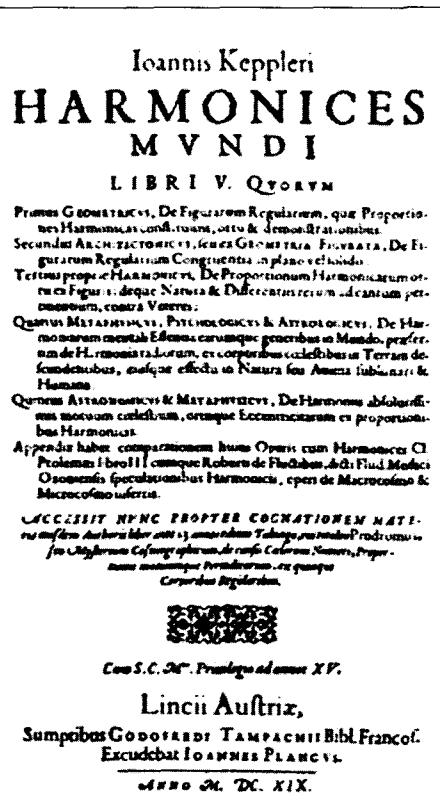
ВЕДУЩИЙ (2): Ещё в своей первой книге — «Космографической тайне» — Кеплер пытался найти математические законы геометрии Солнечной системы. В то время астрономы знали шесть планет, а в геометрии только пять правильных многогранников. Кеплер решил, что многогранники должны определять размеры пяти промежутков между орбитами планет. Он вписал сферу орбиты Сатурна в куб, в орбиту Юпитера — тетраэдр, в орбиту Марса — додекаэдр, в орбиту Земли — икосаэдр, а в орбиту Венеры — октаэдр.

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

Иоганн Кеплер подытожил свои размышления о числовых и геометрических соотношениях, господствовавших в мире, в книге «Гармония мира», вышедшей в 1619 году. В пятой, заключительной части был



Модель Солнечной системы из книги Иоганна Кеплера «Космографическая тайна»



Титульный лист книги Иоганна Кеплера «Гармония мира»

сформулирован третий закон Кеплера. Опираясь на законы, открытые при анализе движения Марса, учёный смог вычислить размеры орбит остальных планет, что и позволило найти соотношение между периодами обращения планет и размерами их орбит. Вот что сам Кеплер писал по этому поводу...

ЧТЕЦ: «...Она (мысль) зародилась в моём уме 8 марта этого 1618 года, но была неудачно подсчитана и потому отброшена как ложная; но, когда я 15 мая возвратился к ней, принявши с новым увлечением, она наконец победила слепоту моего ума; это было столь великой наградой и моей семнадцатилетней работы над наблюдениями Браге, и направленного согласно с нею размышления, что я сперва готов был думать, будто сплю и предвосхищаю искомое среди данных. Но в высшей степени верно и точно, что отношение между периодами обращения каких-нибудь двух планет как раз равняется полуторной степени отношения их средних расстояний, то есть радиусов орбит...»

ВЕДУЩИЙ (1): Сегодня для нас более привычна следующая формулировка

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

Третий закон
Кеплера. Рисунок
Д. Г. Лекомцева

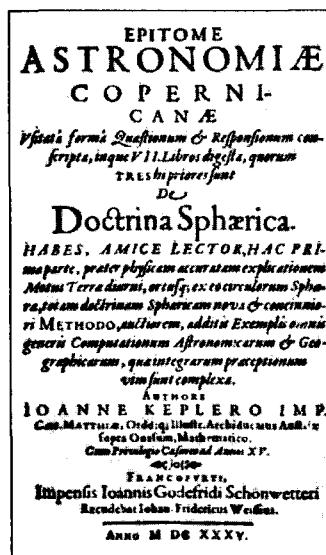
третьего закона Кеплера: квадраты звёздных периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.

В эти же годы тремя частями в 1618, 1620 и 1621 годах вышла книга Иоганна Кеплера «Очерки Коперниковой астрономии» (*Epitome astronomiae Copernicanae*). Это был первый

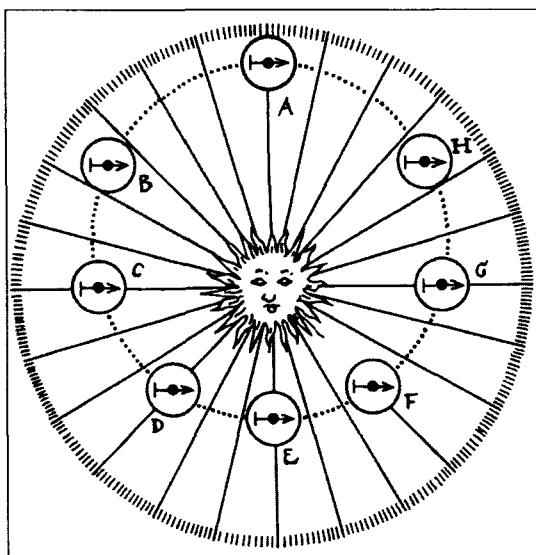
учебник по астрономии, написанный в форме вопросов и ответов. В «Очерках...» центральное место в планетной системе, естественно, занимает Солнце. Планеты же обращаются вокруг него по эллиптическим орбитам. В этот главный труд жизни Кеплер включил описание всех своих открытий в астрономии.

Здесь Кеплер высказывает суждение о том, что «наш мир с его Солнцем является одним из неисчислимых миров». Он также пишет, что Млечный Путь — это кольцо звёзд, вблизи плоскости которого расположено Солнце с планетами. Кеплер также применил свои законы не только для планет, но и для Луны и для недавно открытых Галилеем четырёх спутников Юпитера.

ВЕДУЩИЙ (2): Всю жизнь Кеплер открыто отстаивал учение Коперника. Надо отметить, что «Очерки...» были изданы, когда книга Коперника «О вращениях небесных сфер» уже попала в ватиканский «Список запрещённых книг». Примерно тогда же учитель Кеплера Мёстлин — коперниканец по убеждениям — выпустил учебник по астрономии, основанный на представлениях Аристотеля и Птолемея. Стоит ли удивляться, что уже



Титульный лист книги
Иоганна Кеплера
«Очерки Коперниковой
астрономии»



Представление Иоганна Кеплера
о действии на планету силы со стороны
Солнца. Иллюстрация из книги «Очерки
Коперниковой астрономии»

в 1619 году «Очерки...» тоже оказались в «Списке запрещённых книг» и были исключены оттуда только в 1835 году.

ВЕДУЩИЙ (1): В 1626 году толпа окружила дом Кеплера в Линце, угрожая «еретику» самосудом. Кеплеру вновь пришлось переехать в Прагу в поисках покровителя. Стоило ему перейти в католицизм, и император Фердинанд II обеспечил бы ему будущее, но Кеплер этого не сделал. Ему удалось получить место у императорского военачальника Альбрехта Валленштейна, который хотел иметь собственного астролога.

В это время в Европе бушевала Тридцатилетняя война, и Кеплер был вынужден скинуться по Европе вместе с полководцем. Так в 1628 году он оказался в небольшом городке Сагане (ныне Польша). Осенью 1630 года Кеплер, чтобы попытаться получить жалованье, положенное ему как первому математику императора Священной Римской империи, которое не выплачивалось ему в течение многих лет, отправился верхом в город Регенсбург, где Фердинанд II собрал германских князей. В дороге учёный пристудился и тяжело заболел лихорадкой. Болезнь быстро прогрессировала, и 15 ноября 1630 года на пятьдесят девятом году жизни великий астроном умер.

ВЕДУЩИЙ (2): Регенсбургские друзья Кеплера — начальник гимназии Остертаг и пастор Серпилий — похоронили его на кладбище церкви Святого Петра. Неизвестно, положили ли даже на его могилу плиту с сочинённой им самим эпитафией; впрочем, некоторые утверждают, что ему был сооружён надгробный памятник со следующей латинской



Альбрехт (Войтех Вацлав)
фон Валленштейн (Вальдштейн).
Художник Антонис Ван Дейк. 1629 г.

надписью, написанной пастором Серпилием:

«На сем месте покоится тело благородного дворянина и знаменитого учёного Иоганна Кеплера, состоявшего в течение 30 лет математиком при трёх императорах: Рудольфе II, Матвее и Фердинанде II, раньше же бывшего на службе штирийских вельмож с 1594 по 1600 г., а впоследствии — на службе Австрийских штатов с 1612 по 1628 г.; прославившегося во всём христианском мире своими сочинениями, считаемого всеми учёными в числе первых светил астрономии и написавшего собственноручно следующую эпитафию:

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras;

Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

Во Христе мирно почил в лето от Р. Х. 1630, ноября 5, на 59-м году своей жизни».

Приведённая в этой надписи эпитафия значит: «Я измерял небо, а теперь меряю подземный мрак; ум принадлежал небу — здесь же телесная оболочка».

ВЕДУЩИЙ (1): Новое время непрерывных войн, долгое время терзавших Германию, памятник этот был разрушен, и от него не осталось никакого следа, и лишь наконец в 1808 году приступили к сооружению достойного памятника великого человека монумента. Только тогда был построен в его честь храм, в котором установлен был бюст Кеплера из каррарского мрамора. На пьедестале в виде барельефов изображён гений Кеплера, снимающий покрывало с лица Урании, которая подаёт ему астрономическую трубу, изобретённую им, а в другой руке держит свиток с начертанным на нём эллипсом Марса. Монумент поставлен в Ботаническом саду, «в 70 шагах от места, где покоятся кости



ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Адельбергский монастырь. Основан в 1178 г. Волкнандом фон Штауфеном в земле Баден-Вюртемберг. В 1556 г. монастырь был преобразован в протестантскую гимназию под руководством Кристофа Биндера. Школа просуществовала до 1648 г. Её самый известный ученик — математик и астроном Иоганн Кеплер (учился в 1584—1586).

Аристотель (384—322 до н. э.), древнегреческий философ и учёный, ученик Платона, воспитатель Александра Македонского.

Архимед из Сиракуз (около 287—212 до н. э.), древнегреческий математик, физик, механик и инженер. Сделал множество открытий в геометрии. Заложил основы механики, гидростатики, автор ряда важных изобретений.

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

Галилео Галилей (15 февраля 1564, Пиза — 8 января 1642, Арчетри), итальянский физик, механик, астроном, философ и математик, оказавший значительное влияние на науку своего времени. Галилей первым использовал телескоп для наблюдения небесных тел и сделал 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.

Евклид (Эвклид) (около 300 до н. э.), древнегреческий математик. Мировую известность приобрёл благодаря сочинению по основам математики «Начала».

Клавдий Птолемей (Птоломей) (около 90—160), древнегреческий астроном, астролог, математик, оптик, теоретик музыки и географ. В период с 127 по 151 г. жил в Александрии, где проводил астрономические наблюдения.

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

Кеплера», как сказано в описании монумента. Гефер в своей «Истории астрономии» справедливо замечает, что если бы Кеплер при жизни располагал теми деньгами, которых стоит воздвигнутый ему памятник, то он, может быть, прожил бы ещё несколько лет к великой пользе науки.

ВЕДУЩИЙ (2): Работы Иоганна Кеплера сыграли важнейшую роль в развитии учения Коперника. Им была подготовлена почва для открытия Ньютона закона всемирного тяготения. Именно законы Кеплера явились основой и экспериментальным подтверждением новой небесной механики, созданной Исааком Ньютона. Его законы и сейчас сохраняют своё значение. Их используют не только для расчёта движения естественных небесных тел, но и для расчёта траекторий космических кораблей.

ВЕДУЩИЙ (1): За свою жизнь Кеплер не имел никаких громких титулов, учёных степеней и знаков отличия; основатель новой астрономии, он никогда не называл себя даже и астрономом; со временем окончания своего учения в Тюбингене и до конца жизни характеризовал своё звание неизменно одним словом — «математик», подписываясь всегда «Mathematicus Johannes Keplerus».

Девизом Иоганна Кеплера было: «Бездействительность — смерть для философии: так будем же жить и трудиться».

ЛИТЕРАТУРА



Климишин, И. А. Открытие Вселенной. — М.: Наука, 1987.

Паннекук, А. История астрономии. — М.: Наука, 1966.

Предтеченский Е. А. Иоганн Кеплер. Его жизнь и научная деятельность. — 1891 г. — (Жизнь замечательных людей. Биографическая библиотека Ф. Павленкова). Интернет-сайт: <http://lib.rus.ec/b/168940>.

Самин, Д. К. 100 великих учёных. — М.: Вече, 2003.

Энциклопедия для детей. Т. 16. Физика. Ч. 1. — М.: Аванта+, 2003.

Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия. — М.: Аванта+, 1998.

Максвелл Джеймс Клерк (13 июня 1831, Эдинбург — 5 ноября 1879, Кембридж), британский физик и математик. Шотландец по происхождению. Член Лондонского королевского общества (1860). Максвелл заложил основы современной классической электродинамики (уравнения Максвелла), ввёл в физику понятия тока смещения и электромагнитного поля, получил ряд следствий из своей теории (предсказание электромагнитных волн, электромагнитная природа света, давление света и другие). Он является одним из основателей кинетической теории газов, установил распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). Максвелл одним из первых ввёл в физику статистические представления, показал статистическую природу второго начала термодинамики («демон Максвелла»), получил ряд важных результатов в молекулярной физике и термодинамике (термодинамические соотношения Максвелла, правило Максвелла для фазового перехода «жидкость — газ» и другие). Он является пионером количественной теории цветов, автором принципа цветной фотографии. Среди других работ Максвелла — исследования по устойчивости колец Сатурна, теории упругости и механике (фотоупругость, теорема Максвелла), оптике, математике.

Мёстлин (Мэстлин) Михаэль (1550—1631) — немецкий учёный, математик и астроном, учитель Кеплера.

Монастырь Маульбронн — хорошо сохранившийся средневековый монастырский комплекс ордена цистерцианцев на юго-западе Германии. Расположен на окраине городка Маульбронн в земле Баден-Вюртемберг. Основан в 1147 г. по указу Папы Евгения III. В XVI в. в Маульброннском монастыре учился Иоганн Кеплер. С 1993 г. монастырь входит в список Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО.

Непер Джон (1550—1617), шотландский барон (восьмой лэрд Мерчистона), математик-любитель, один из изобретателей логарифмов, первый публикатор логарифмических таблиц. В 1614 г. опубликовал на латинском языке сочинение под названием «Описание удивительной таблицы логарифмов» (*Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*). В нём было краткое описание логарифмов и их свойств, а также 8-значные таблицы логарифмов синусов, косинусов и тангенсов, с шагом 1'. Термин «логарифм», предложенный Непером, утвердился в науке. Теорию логарифмов Непер изложил в другой своей книге — «Построение удивительной таблицы логарифмов» (*Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio*), изданной посмертно в 1619 г. его сыном.

Ньюто́н Исаак (25 декабря 1642 — 20 марта 1727 по юлианскому календарю, действовавшему в Англии до 1752 г.; или 4 января 1643 — 31 марта 1727 по григорианскому календарю), английский физик, математик и астроном, один из создателей классической физики. 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 исчисление, теорию цвета и многие другие математические и физические теории.

Пифагор Самосский (570 — 490 до н. э.), древнегреческий философ и математик, создатель религиозно-философской школы пифагорейцев.

Эйнштейн Альберт (14 марта 1879, Ульм, Вюртемберг, Германия — 18 апреля 1955, Принстон, Нью-Джерси, США), физик-теоретик, один из основателей современной теоретической физики, лауреат Нобелевской премии по физике 1921 г., общественный деятель-гуманист. Жил в Германии (1879—1893, 1914—1933), Швейцарии (1893—1914) и США (1933—1955). Почётный доктор около 20 ведущих университетов мира, член многих Академий наук, в том числе иностранный почётный член Академии наук СССР (1926).

Эйнштейн — автор более 300 научных работ по физике, а также около 150 книг и статей в области истории и философии науки, публицистики и других. Он разработал несколько значительных физических теорий:

- Специальная теория относительности (1905). В её рамках — закон взаимосвязи массы и энергии: $E = mc^2$.
- Общая теория относительности (1907—1916).
- Квантовая теория фотоэффекта и теплоёмкости.
- Квантовая статистика Бозе — Эйнштейна.
- Статистическая теория броуновского движения, заложившая основы теории флюктуаций.
- Теория индуцированного излучения.
- Теория рассеяния света на термодинамических флюктуациях в среде.

Эйнштейн также предсказал «квантовую телепортацию» и гиromагнитный эффект Эйнштейна — де Хааза. С 1933 г. работал над проблемами космологии и единой теории поля. Активно выступал против войны, против применения ядерного оружия, за гуманизм, уважение прав человека, взаимопонимание между народами.

Эйнштейну принадлежит решающая роль в популяризации и введении в научный оборот новых физических концепций и теорий. В первую

очередь это относится к пересмотру понимания физической сущности пространства и времени и к построению новой теории гравитации взамен ньютоновской. Эйнштейн также вместе с Планком заложил основы квантовой теории. Эти концепции, многократно подтверждённые экспериментами, образуют фундамент современной физики.

Тюбингенская академия (ныне университет) Эберхарда и Карла — один из старейших немецких университетов, находится в Тюбингене (земля Баден-Вюртемберг). Основан в 1477 г. вюртембергским графом Эберхардом V (он же Эберхард Бородатый, с 1495 г. вюртембергский герцог Эберхард I). Процветанию университета значительно способствовал герцог Карл Эйген, имя которого в 1769 г. было включено в название университета.

Фердинанд I (1503 — 1564), король Венгрии и Богемии с 1526 г., император Священной Римской империи с 1556 г. (формально с 1558), родоначальник младшей (австрийской) ветви дома Габсбургов. Также был эрцгерцогом Австрии (1522 — 1564).

Фредерик II (1534 — 1588), король Дании и Норвегии с 1 января 1559 г.; из династии Ольденбургов.

Кристиан IV (1577 — 1648), король Дании и Норвегии с 4 апреля 1588 г.; сын Фредерика II.

Рудольф II (1552 — 1612), король Германии (римский король) с 27 октября 1575 г. по 2 ноября 1576 г. Сын Максимилиана II и Марии Габсбург. Избран императором Священной Римской империи со 2 ноября 1576 г. (в последние годы фактически лишен власти). Король Богемии с 6 сентября 1575 г. по 23 мая 1611 г. (под именем Рудольф II). Король Венгрии с 25 сентября 1572 г. по 25 июня 1608 г. Король Чехии в 1575 — 1611 гг. Эрцгерцог Австрийский с 12 октября 1576 г. (под именем Рудольф V).

Валленштайн (Вальдштейн) Альбрехт (Войтех Вацлав) фон (1583 — 1634), герцог Фридландский и Мекленбургский, имперский генералиссимус, выдающийся полководец Тридцатилетней войны.

Тридцатилетняя война (1618 — 1648) — один из первых общеевропейских военных конфликтов, затронувший в той или иной степени практически все европейские страны (в том числе и Россию), за исключением Швейцарии. Война началась как религиозное столкновение между протестантами и католиками Германии, но затем переросла в борьбу против гегемонии Габсбургов в Европе.

Гефер Эдмунд Франц Андреас (1819 — 1882), немецкий писатель.

АБ

Додекаэдр (от греч. — «двенадцать» и «грань»), двенадцатигранник — правильный многогранник, составленный из 12 правильных пятиугольников. Каждая вершина додекаэдра является вершиной трёх правильных пятиугольников.

Икосаэдр (от греч. — «двадцать» и «грань, лицо, основание») — правильный выпуклый многогранник, двадцатигранник, одно из Платоновых тел. Каждая из 20 граней представляет собой равносторонний треугольник. Число рёбер равно 30, число вершин — 12. Икосаэдр имеет 59 звёздчатых форм.

Куб (правильный гексаэдр) — правильный многогранник, каждая грань которого представляет собой квадрат. Частный случай параллелепипеда и призмы.

Овоид (лат. «яйцо» и греч. «подобный») — замкнутая гладкая выпуклая кривая, имеющая только одну ось симметрии. В инженерных приложениях это, как правило, коробовая кривая, состоящая из большой полуокружности и ещё трёх дуг окружностей. Овоид является частным случаем овала (с точки зрения общего определения данной кривой) и не является «ovalом» в инженерном понимании (гладкой выпуклой кривой с двумя перпендикулярными осями симметрии).

Октаэдр (от греч. — «восемь» и «основание») — один из пяти выпуклых правильных многогранников, так называемых Платоновых тел.

Параллакс (от греч. — «смена, чередование») — изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона в зависимости от положения наблюдателя.

Тетраэдр (от греч. — «четырёхгранник») — многогранник с четырьмя треугольными гранями, в каждой из вершин которого сходятся по 3 грани. У тетраэдра 4 грани, 4 вершины и 6 рёбер.

Эксцентр — окружность, центр которой не совпадает с центром Земли.

Эллипс — геометрическое место точек M Евклидовой плоскости, для которых сумма расстояний до двух данных точек F_1 и F_2 (называемых фокусами) постоянна и больше расстояния между фокусами. Окружность является частным случаем эллипса.

Эпипицикл — понятие, используемое в древних и средневековых теориях движения планет, включая геоцентрическую модель Птолемея. Согласно этой модели планета равномерно движется по малому кругу, называемому эпипициклом, центр которого, в свою очередь, движется по большому кругу, который называется деферентом.

СЛОВАРИК