

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-4>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/143TVN415.pdf>

DOI: 10.15862/143TVN415 (<http://dx.doi.org/10.15862/143TVN415>)

УДК 521.11

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Россия, г. Пермь¹

Профессор

Доктор технических наук

E-mail: soni.81@mail.ru

Федотов Петр Викторович

ООО «Научно-технический центр технического регулирования»

Россия, г. Саратов

Инженер

E-mail: klk50@mail.ru

О соотношении методов расчета движения планет по Птолемею и Кеплеру (часть 1)

¹ 410022, г. Саратов, ул. Азина, д. 38 «В», кв. 4

Аннотация. В статье показано, что полное отвержение системы Птолемея было большой научной ошибкой. Эта ошибка была сделана не по научным доводам и аргументам, а из «политических» соображений в борьбе с засильем Церкви. Несмотря на то, что в современной научной и учебной литературе говорится, что теория Коперника-Кеплера призвана уточнить расчеты, проводимые по теории Птолемея, на самом деле все наоборот.

Метод расчетов «по Птолемею» является непревзойденным по точности до сих пор. Птолемей в своих расчетах предвосхитил методы гармонического анализа Фурье, и разложение сложного движения планет на простые (круговые) эпициклы - это схема разложения в ряд периодических функций. Единственно, что в системе Птолемея противоречит современным научным данным, так это геоцентризм. Но, в действительности, геоцентризм не мешает, достаточно объявить, что перенос «центра Мира» с Солнца на Землю всего лишь перенос системы отсчета от одной системы координат, связанной с Солнцем, к другой системе координат, связанной с Землей. Подобные переносы систем координат хорошо известны и не вызывают возражений.

В статье показано, что система расчетов Кеплера не является ни более простой, ни более точной, по сравнению с системой расчетов «по Птолемею».

Ключевые слова: система Птолемея; гармонический анализ; расчет по Кеплеру; геоцентризм; точность расчетов; Солнце; Земля

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кочетков А.В., Федотов П.В. О соотношении методов расчета движения планет по Птолемею и Кеплеру (часть 1) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015)
<http://naukovedenie.ru/PDF/143TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/143TVN415

Самые давние и самые стойкие мифы в астрономии – это мифы, связанные с Птолемеем².

Наиболее известен фундаментальный труд Клавдия Птолемея «Альмагест». В нем Птолемей не только дает методы расчета движения планет, но и для практических нужд приводит расчетные таблицы. Расчеты Птолемея оказались настолько точными, что необходимость уточнения потребовалась только примерно через 600-700 лет.

Т.к., в настоящее время большинство грамотных людей знают, про работы Птолемея только то, что Птолемей придерживался геоцентрической системы. Якобы, Коперник открыл гелиоцентрическую систему, полностью отринув Птолемея, мы попытаемся развеять некоторые современные мифы, которые бытуют в астрономии.

Широкий круг читателей обычно связывает с именем Птолемея так называемую «систему мира Птолемея», где в центре расположена Земля, а вокруг нее по круговым орбитам обращаются Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. При этом пять планет движутся не непосредственно вокруг Земли, а по малым кругам – эпициклам, центры которых обращаются вокруг Земли по другим кругам – деферентам.

Геоцентрическая система Птолемея противопоставляется гелиоцентрической системе Коперника, который совершил поистине революционный переворот, поставив в центр нашей планетной системы Солнце и низведя Землю до положения рядовой планеты, и якобы устранил эпициклы, показав, что они были нужны лишь для представления движения Земли вокруг Солнца.

Эта упрощенная схема, глубоко укоренившаяся среди многих лекторов, учителей, студентов и даже научных работников, на самом деле, в лучшем случае неточна, а кое в чем ошибочна.

«Те иллюстрации, которые изображают в книгах «систему Птолемея», это лишь грубые эскизы, отражающие только некоторые признаки его системы: центральное положение Земли и наличие деферентов и эпициклов. Но Земля у Птолемея не совпадала с центрами деферентов, а положение эпициклов и самих планет на них зависело от положения Солнца; в теории планетных движений Птолемея фигурировали и другие круги, о которых в учебниках и популярных книгах обычно не пишут (эквант, эксцентр)» [2].

К этому можно добавить, что в сознании современных учеников, учителей, студентов и даже научных работников глубоко укоренился миф, что система расчетов Птолемея неточна, и только Кеплер смог поднять технику астрономических расчетов до современного уровня. На самом деле все наоборот.

О системе Птолемея

Для того, чтобы частично исправить эти пробелы современной науки, рассмотрим вопросы астрономических расчетов движения планет по системе Птолемея.

Первый миф, который необходимо развеять, это миф, что система Птолемея была сложной и запутанной, и при этом еще и неточной. На самом деле все наоборот. Для

² Конечно в рамках одной статьи, мы не сможем рассмотреть все мифы, связанные с именем Птолемея, в частности миф, что Птолемей не является автором Альмагеста, а является плагиатором или, что в Истории такого человека не существовало, а «Птолемей» - некий собирательный образ. Эта статья не про Птолемея, а про астрономию.

нахождения позиции Солнца и планет на небесной сфере по методике Птолемея, необходимо было только владеть элементарной математикой (четыре арифметических действия). В своей книге Альмагест, для объяснения методов расчетов Птолемей вводит основные понятия сферической геометрии, но для практических расчетов приведены расчетные таблицы. По этим таблицам расчеты ведутся только с применением четырех действий арифметики. Данные в таблицах приведены на различные сроки, от 18-летнего периода до $1/360$ долей секунды³[8]. Т.о., рассчитав, сколько прошло времени от начального периода в формате 18 лет, простых лет, дней, часов, минут, сек, $1/60$ с, $1/360$ с⁴, по соответствующим таблицам вычисляются главные движения Солнца и планет и поправки к главному движению, путем умножения табличных данных на время от начального периода. После этого полученные величины складываются, и в результате получаем искомое положение планеты на небе.

Слова о том, что расчеты по системе Птолемея слишком сложные и непонятные как минимум не верны. Хотя бы потому, что наблюдатели (астрономы) находятся на Земле и движения планет они видят относительно Земли, а не из космоса. Это при взгляде из космоса гелиоцентрическая система проста: вот в центре Солнце, а вокруг по почти круговым орбитам обращаются планеты. А при наблюдении с Земли движения более сложные, и не только прямые, но иногда и попятные, совершенно не зря слово «планеты» в переводе на русский язык означает «блуждающие».

Вот эта кажущаяся простота гелиоцентрической системы приводит к тому, что в гелиоцентрической системе, сначала рассчитываются положение планет на гелиоцентрической орбите планет и Земли, а потом методами сферической геометрии пересчитываются в видимые положение планет при наблюдении их с Земли. Расчеты по гелиоцентрической системе, минимум, в два раза сложнее расчетов геоцентрической системе.

Имеется в виду классическая гелиоцентрическая система Коперника–Кеплера, в самой современной ОТО это еще сложнее, т.к. в этом случае придется решать не просто задачу n -тел, а уравнения задачи n -тел в тензорном виде, с учетом конечной величины скорости гравитации и искривления пространства–времени в гравитационных полях.

О сравнительной точности расчетов по Птолемею говорит тот факт, что таблицы расчетов служили по несколько столетий. Так «толедские таблицы», созданные примерно в 1080 г., на основе пересчетов более ранних таблиц на географические координаты Толедо⁵, были заменены «альфонсийскими таблицами», созданными в период 1252–1270 гг., тоже в Толедо. На смену Альфонсовым пришли Прусские таблицы, оставшиеся неизвестными большей части Европы, и лишь в 1627 г. Кеплер опубликовал Рудольфовы таблицы, ставшие новым стандартом для астрономов.

Итак, Толедские таблицы просуществовали почти 200 лет, Альфонсовы – 350 лет, оставаясь достаточными точными для практики, а это было время Великих географических открытий, когда мореплаватели определяли собственное местоположение и путь домой исключительно «по звездам».

³ Расчеты в Альмагесте велись в 60-ричной системе, принятой в Египте.

⁴ $1/360 = 0,0027(7)$ секунды. Это уже говорит о точности расчетов на основе системы Птолемея.

⁵ Т.е., практически без изменений были применены более ранние таблицы арабских астрономов, но с учетом изменения географических координат.

Для сравнения «В настоящее время по решению МАС принята система экваториальных координат FK5 для равноденствия J2000.0 (до этого стандартными эпохами были B1900.0, B1950.0, и другие)⁶» [6].

За сто лет начальная эпоха менялась три раза. И при этом менялись не только начальные эпохи, уточнялись параметры движения массы астрономических тел и т.д., а при смене эпохи J2000.0 кардинально поменялись методы расчетов. Начиная с DE/LE200 (лаборатория JPL НАСА США) расчеты ведутся согласно уравнениям ОТО.

Точность расчетов координат планет у Птолемея $1/43200$ угл. секунд [3, с. 286]. Такая высокая точность расчетов нужна была, чтобы накопленная ошибка за время движения планет и Солнца, за несколько столетий, не превышала допустимой погрешности в несколько угл. минут.

Для сравнения, современные эфемериды Солнца, Луны и планет приводят с точностью $0,01''$, время указывается с точностью 1 с.

Точность практических наблюдений, естественно была ниже, т.к. это зависит от точности астрономических инструментов. Но во времена Птолемея она была не хуже долей градуса [8].

Разница расчетов Птолемея и Кеплера в первую очередь состояла в том, что методика расчетов Птолемея – кинематическая, в системе Птолемея нет места силам гравитации. Система расчетов Кеплера наоборот полностью основана на законе всемирного тяготения Ньютона, т.е. методы Кеплера – динамические.

Это главная причина, почему И. Ньютон был активным сторонником теории Кеплера. Поддержка такого титана в науке, как Ньютон, сыграло не последнюю роль в утверждении в науке законов Кеплера.

В этом и состоит принципиальная разница методик «по Птолемею» и «по Кеплеру». Расчеты по методике Кеплера состоит в том, что рассчитываются параметры орбит исходя из взаимодействия сил, но т.к. данный метод решения требует знания точного решения задачи n-тел, которая не решена до сих пор, то естественно, что решение может быть осуществлено только приближенно, и потому содержит ошибки.

Поэтому, для повышения точности расчетов необходимо, чтобы промежуток времени от начальной эпохи и моментов времени в который надо определить координаты небесного тела был как можно меньше, поэтому и по мере удаления времени начальной эпохи от настоящего времени астрономическое сообщество переносит дату начальной эпохи. Сущность методики Птолемея состоит в том, чтобы определить средние движения за максимально длительный период, и т.о. усреднить все возможные ошибки. «Действительно, погрешность, получающаяся вследствие ненадежности самих наблюдений, даже если они и проводились старательно, будет небольшой и приблизительно постоянной как для долговременных, так и для кратковременных наблюдений. Будучи распределенной, на

⁶ Буквы перед годом обозначают счет времени юлианскими (J) или бесселевыми годами (B), например J2000 означает «начальная эпоха 1.01.2000 г.» (прим. авт.)

Бесселев год (назван по имени немецкого астронома XIX века Ф. Бесселя) — тропический год, за начало которого принимается момент времени, когда средняя долгота Солнца, уменьшенная на постоянный коэффициент аберрации (20,496 угловой секунды), в точности равна 280° . Начало бесселева года приходится на один и тот же момент времени для любого пункта Земли. Продолжительность бесселева года равна продолжительности тропического и в сутках может быть выражена формулой $T_0 = 365,24219879 - 0,00000614T$, где T — число столетий, прошедших с 1900 г.

небольшое количество годов, она даст большую годовичную погрешность. Если же мы сравниваем наблюдения за большой промежуток времени, то, распределив ее на большее количество годов, получаем меньшую погрешность» [8 с. 79].

В соответствии со сказанным, Птолемей пользуется ранними наблюдениями Гиппарха, сделавшим наблюдения за 300 лет до автора Альмагеста. Сравнительная точность методов Кеплера и Птолемея привели к тому, что даже после того, как книга Кеплера была выпущена, еще, почти, 200 лет астрономы продолжали пользоваться методикой Птолемея пока математики не подготовили методы решения системы динамических уравнений движения.

Известны изыскания великих астрономов 19 в. Гаусса, Леверье, Араго, Бесселя, Гершеля и Эйри. Практически каждый из них пытался разработать свой метод решения уравнений, и решали уравнения небесной механики каждый своим методом.

Больше всего на этом поприще преуспел Леверье. Он изобрел метод решения систем уравнения, носящий имя изобретателя.

История падения теории Птолемея началась не с Кеплера, а с Коперника, хотя, вопреки устоявшему мнению сам Коперник не был никогда противником Птолемея. Более того, он был достойным учеником и последователем Птолемея.

Опять встречаемся с тем, что про Коперника большинство образованных людей знают только то, что он предложил гелиоцентрическую систему Мира и вроде бы тем самым опроверг геоцентрическую систему Птолемея. На самом деле это не совсем так.

Геоцентрическая система Мира Птолемея появилась не на пустом месте. До открытия Ньютоном закона всемирного тяготения не было никаких доказательств, какая из планет находится в центре Системы, Солнце, Земля или любое другое небесное тело.

Вопреки расхожему мнению, Коперник не придумал гелиоцентрическую систему Мира, а почерпнул её у древних ученых, в первую очередь у Аристарха Самосского. Гелиоцентрическая система Мира, наряду с геоцентрической, известна с глубокой древности. И была известна Птолемею. «В *основном* труде Коперника «О вращениях небесных сфер» (1543, рус. пер., 1964) давно и прочно забытая древняя идея гелиоцентризма (*Аристарх Самосский, 3 в. до н.э.*) возрождается, развивается, доказывается и обосновывается в качестве *научной истины*» [6].

Основным возражением против гелиоцентрической системы было отсутствие годовичного параллакса звезд⁷. Первые успешные попытки наблюдения годовичного параллакса звёзд были выполнены В.Я. Струве [19] результаты опубликованы в 1837 г. Однако научно достоверные измерения годовичного параллакса были впервые проведены Ф.В. Бесселем [10] в 1838 г. Приоритет открытия годовичного параллакса звёзд признается за Бесселем.

Возражение против суточного вращения Земли было снято Фуко в 1851 г.

Таким образом, только в первой половине 19 в. наконец появились научные доказательства в пользу гелиоцентрической системы.

⁷ Угол, под которым со звезды видна большая полуось земной орбиты, перпендикулярная направлению на звезду.

Ближайшая звезда Проксима Центавра имеет параллакс 0,7687", т.е. далеко за пределами точности античной и средневековой астрономии.

Даже в средние века, уж тем более, во времена Птолемея никаких доказательств в пользу гелиоцентрической системы не было⁸. Девиз «Гипотез не измышляю» был сказан намного позднее, чем жил Птолемей, но именно этот девиз был «путеводной звездой» в творчестве Птолемея. Лучшее тому подтверждение – это история схемы с эквантом. Когда Птолемей уяснил, что догматы равномерного вращения противоречат опытным данным, то смело отказался от догматов и применил схему расчетов больше соответствовавшую фактам, чем своим же догмам.

Как уже сказано, система Птолемея кинематическая, и переход от одной точки начала координат (Земли) к другому началу координат (Солнцу) никак не опровергает уравнений движения. Коперник в своей работе «Малый комментарий» изданной в 1540 г., писал: «...обратив на это внимание, я часто размышлял, нельзя ли найти какое-нибудь более рациональное сочетание кругов, которым можно было бы объяснить все видимые неравномерности, причем каждое движение само по себе было бы равномерным, как этого требует принцип совершенного движения⁹» [12].

«К тому времени, когда Коперник взялся за проблему движений планет, арабские астрономы, стремясь повысить точность теории Птолемея, добавили к ней несколько эпициклов, и в таком усовершенствованном варианте этой теории для описания движения Солнца, Луны и пяти известных тогда планет требовалось уже семьдесят семь кругов. Многие астрономы, в том числе и Коперник, считали теорию Птолемея до неприличия сложной» [9].

Далее Коперник пишет: «Когда я приступил к этой весьма, конечно, трудной и почти неразрешимой задаче, то у меня все же сложилась мысль, как этого можно добиться при помощи меньшего числа сфер и более удобных сочетаний по сравнению с тем, что было сделано раньше, если только согласится с некоторыми нашими требованиями, которые называются аксиомами. Они следуют ниже в таком порядке.

Первое требование. Не существует одного центра для всех небесных тел или сфер.

Второе требование. Центр Земли не является центром мира, но только центром тяготения и центром лунной орбиты.

Третье требование. Все сферы движутся вокруг Солнца, расположенного как бы в середине всего, так, что около Солнца находится центр мира.

Четвертое требование. Отношение, которое расстояние между Солнцем и Землей имеет к высоте небесной тверди, меньше отношения, чем радиуса Земли и её расстоянию до Солнца, так, что по сравнению с высотой небесной тверди оно будет неощутимым.

Пятое требование. Все движения, замечающиеся у небесной тверди, принадлежат не ей самой, но Земле. Имен Земля с ближайшими к ней стихиями вся вращается в суточном движении вокруг неизменных своих полюсов, причем твердь и самое высшее небо остаются все время неподвижными.

Шестое требование. Все замечаемые нами у Солнца движения не свойственны ему, но принадлежат Земле и нашей сфере, вместе с которой мы вращаемся вокруг Солнца, как и всякая другая планета; т.о. Земля имеет несколько движений.

⁸ Доводом в пользу гелиоцентрической системы служило следующее «объяснение»: как охотники во время ночных привалов собираются вокруг костра, так и планеты кружатся вокруг центрального огня, коим является Солнце.

⁹ Совершенным движением считались равномерное движение по прямой, либо равномерное движение по кругу.

Седьмое требование. Кажущиеся прямые и попятные движения планет принадлежат не им, но Земле. Т.о., одно это ее движение достаточно для объяснения большого числа видимых в небе неравномерностей» [12].

«Возможность перехода к гелиоцентризму (подвижности Земли, обращающейся вокруг реального тела — неподвижного Солнца, расположенного в центре мира) Коперник совершенно справедливо усмотрел в представлении об относительном характере движения, известном еще древним грекам, но забытом в средние века. Неравномерное петлеобразное движение планет, неравномерное движение Солнца Коперник, как и Птолемей, считал кажущимся эффектом. Но Коперник представил этот эффект не как результат подбора и комбинации движений по условным вспомогательным окружностям, а как результат перемещения самого наблюдателя. Иначе говоря, этот эффект объяснялся тем, что наблюдение ведется с движущейся Земли. Допущение подвижности Земли было главным новым принципом в системе Коперника» [16, с. 188]. Коперник же считал, что человек воспринимает движение небесных тел так же, как и перемещение различных предметов на Земле, когда он сам находится в движении. Наблюдателю, находящемуся на Земле, кажется, что Земля неподвижна, а Солнце движется вокруг нее. На самом же деле, это Земля движется вокруг Солнца и в течение года совершает полный оборот по своей орбите.

Т.е., неравномерные и попятные движения планет, действительные движения по Птолемею, у Коперника стали кажущимися, а действительным стало переносное движение Земли. Распространен миф, что система Коперника стала проще, а потому и была с радостью воспринята астрономами. Это совсем не так. Проще стал только расчет орбит планет, но ... только относительно Солнца, но никак не относительно Земли. Все наблюдательные данные астрономы имеют в относительно Земли, и результаты расчетов они должны получить в той же геоцентрической системе. По методу Коперника, было необходимо, сначала методами сферической геометрии пересчитать исходные данные в гелиоцентрическую систему координат, затем рассчитать орбиты планет, что было легче, чем в системе Птолемея, но затем, ... опять методами все той же сферической геометрии пересчитать результаты расчетов обратно в геоцентрическую систему.

Т.к., по методу Птолемея расчеты велись в геоцентрической системе, то не было необходимости в промежуточной (гелиоцентрической) системе координат.

Из этого сравнения, следует, что система Коперника не была проще, не была она также и точнее. Переход от Птолемея к Копернику означает не более чем переход от одной системы координат с началом в точке O_1 к другой системе координат с началом в точке O_1^{10} . Как известно из курса теоретической механики такие переходы не могут повысить точность расчетов, поэтому подобные переходы осуществляются исключительно с целью удобства при решении практических задач. А в случае наблюдательной астрономии таких удобств не наблюдается.

С именем Николая Коперника связан следующий миф современности, принято соединять гелиоцентрическую систему Коперника и обращение планет по эллиптическим орбитам Кеплера в одну кучу. На самом деле, Коперник оставил эпициклоиды Птолемея, но перенес центр Вселенной с Земли на Солнце. Выражаясь современным языком, он только перенес СО от Земли, на Солнце. В результате, в системе Мира Коперника, вместо 69-ти эпициклов Солнца и планет (по Птолемею) осталось 39 эпициклов Земли и планет (по Копернику).

¹⁰ Надо помнить, что во всех расчетах Коперник повторил методы расчетов Птолемея, кроме эпициклов, которые отсутствовали в гелиоцентрической системе Коперника.

Не это самое главное, главное в том, что Коперник не смог не только уточнить расчеты Птолемея (хотя и воспользовался методом эпициклоид), но не смог даже повторить расчеты, хотя бы с точностью, достигнутой в системе Птолемея. Точность астрономических расчетов Коперника была намного ниже, чем вычисления «по Птолемею». Именно низкая точность получаемых результатов и сложность расчетов (превосходящая сложность расчетов «по Птолемею»), а не засилье Церкви, было главным препятствием на пути распространения гелиоцентрической системы. Гелиоцентрическая система окончательно победила в науке, только после открытия закона Всемирного тяготения Ньютоном. Только после этого гелиоцентризм получил научное обоснование и был признан, как научная истина.

Так, что теория Коперника не могла стать причиной падения учения Птолемея, хотя и подготовила почву.

Истинным «революционером» стал Джордано Бруно.

«Большую роль в формировании взглядов Бруно сыграло его знакомство с идеями Николая Кузанского, который утверждал, что ни одно тело не может быть центром Вселенной в силу ее бесконечности. Объединив гелиоцентризм Коперника с идеями Николая Кузанского об изотропности, однородности и безграничности Вселенной, Бруно пришел к концепции множественности планетных систем в бесконечной Вселенной» [16, с. 191].

Дальнейшая трагическая судьба Джордано Бруно и его сожжение на костре в 1600 г. имела, сначала, неприятные последствия для гелиоцентрической системы Коперника, а затем трагические последствия для работы Птолемея. И здесь живет очередной миф, якобы Джордано Бруно сожгли на костре за его научно-просветительские взгляды, на самом деле его сожгли за его непримиримую критику церковников, за их воровство, любовь к роскошной и распутной жизни, а научные взгляды Бруно, были только фоном. Именно они больше всего пострадали. Обычные методы всех правящих казнокрадов, обвиняя в научной ереси, очернить человека и тем самым «опровергнуть» его взгляды на власть преобладающих.

История развивалась следующим образом: после сожжения Бруно, он получил «венiec мученика» невинно пострадавшего от мракобесия Церкви. И на волне мученичества Бруно, стали распространяться его идеи, в том числе и гелиоцентризм Коперника. И через 16 лет, т.е. в 1616 г.¹¹ книга Коперника была запрещена, хотя до этого, она совершенно свободно распространялась среди ученых, что еще больше подогрело интерес к гелиоцентризму. Идеи гелиоцентризма Коперника, наравне с идеями множественности миров Бруно и Кузанского стали символами Гуманизма и Просвещения. Соответственно геоцентрическая система Птолемея – символом ретроградства и мракобесия в науке. Последнее и определило судьбу наследия Птолемея.

Судьба незавидная, но надо понимать, что судьбу методов Птолемея решила не научная ценность, а именно символика. Эти методы были отброшены не потому, что они были хуже, чем расчеты «по Кеплеру», а потому, что за них выступала Церковь. Как говорили древние «Карфаген должен быть разрушен», его и разрушили.

«В 1750 г. петербургская академия объявила тему для очередной премии: «Показать, согласны ли все неравенства, которые наблюдаются в движении Луны, с ньютоновской теорией, оказать, согласны ли все неравенства, которые наблюдаются в движении Луны, с ньютоновской теорией и какой должна быть истинная теория всех этих неравенств, чтобы по ней можно было со всей точностью определять место Луны на любое время» [7, с. 205]. Такая постановка вопроса не была случайной или надуманной «Как раз в те годы (1747–1748

¹¹ Через 73 года после первого издания труда Коперника в 1543 г.

гг.) три великих математика – Клеро, Эйлер и Даламбер – высказали свои сомнения в отношении достаточности закона всемирного тяготения для объяснения всех особенностей движения Луны и планет» [7, с. 205].

Приведенные цитаты ясно показывают, что даже через 150 лет после «открытия» законов Кеплера, птолемеевские расчеты были точнее, чем расчеты «по Кеплеру».

Эта ситуация продолжалась вплоть до самого начала 20 в.

Дополнительную литературу по теме можно посмотреть в работах [8-26].

Выводы

1. Метод расчета Птолемея движения Солнца и планет, видимых с Земли, являлся чисто эмпирическим. В методике Птолемея полностью отсутствует теория гравитации.
2. Метод расчета Птолемея основывался на разложении сложно-периодического движения на ряд простых синусоидальных движений. Другими словами метод Птолемея можно представить как разложение сложной функции в ряд простых функций вида $A_i \cdot \sin(\omega_i t + \varphi_{i0})$.
3. Метод Птолемея совершенно индифферентен принятой теории гравитационного взаимодействия. Независимо от вида принятого в науке вида закона тяготения, методика расчетов методом разложения на простые периодические движения остается неизменным.
4. Применение метода Птолемея не отрицает необходимости определения точного вида закона гравитационного взаимодействия (закона тяготения), а только, образно выражаясь, «выносит за скобки» этот вопрос. Оставаясь неизменным при любых изменениях и дополнениях, вносимых учеными в вопросы тяготения.
5. Метод расчетов Птолемея напоминает метод разложения функции в ряд Фурье, тем не менее, имеет существенное отличие. В ряд Фурье входят различные гармоники одного и того же колебания, в ряде Птолемея колебания свободные и, в принципе, могут быть не связаны никакими соотношениями.
6. Метод Птолемея сохраняет точность на более длительный промежуток времени, чем метода Ньюкома потому, что разложение сложной периодической функции в ряд простых периодических функций, всегда точнее, чем разложение той же функции в ряд алгебраических функций первого порядка.
7. Единственное возражение против применения методов Птолемея состоит в том, что согласно Птолемею Земля находится в центре вселенной, а Солнце, планеты и звезды вращаются вокруг Земли. Это возражение легко снимается, если принять, что Земля является не центром Мира, а точкой отсчета выбранной системы координат для расчета движения небесных тел.
8. Принятие за систему отсчета Землю предпочтительнее при проведении расчетов видимых положений Солнца и планет относительно наблюдателя расположенного на Земле. Это предпочтительнее, т.к. отпадает необходимость рассчитывать положения планет сначала в гелиоцентрической системе координат, а затем пересчитывать эти данные в геоцентрическую систему отсчета.

9. При интерпретации движений планет, полученных согласно методике Птолемея, не следует забывать, что в ней получаются не действительные движения планет, а кажущиеся движения. Так, в ряды разложения сложных движений на равных входят не только движения планет, но и члены, отражающие движение самой Земли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Standish E.M. and Williams J.G. Chapter 8:Orbital Ephemerides of the Sun, Moon, and Planets // Интернет-ресурс: <http://iau-comm4.jpl.nasa.gov/XSChap8.pdf>.
2. Бронштэн В.А. Клавдий Птолемей. – М.: Наука. 1988. – 240 с.
3. Бронштэн В.А. Как движется Луна? – М.: Наука. 1990. – 208 с.
4. Визгин В.П. Релятивистская теория тяготения – М. Наука. 1985. – 352 с.
5. Голубов Б.Н., Геворкян С.Г. Гравитационный эффект техногенного смещения оси вращения Земли и геологические следствия уточнения закона всемирного тяготения // Современные глобальные изменения природной среды / Под ред. Н.С. Касимова и Р.К. Клиге. Т.3: Факторы глобальных изменений. – М.: Научный мир, 2012. – С. 244 - 266.
6. Зигель К.Л. Лекции по небесной механике. – М.: ИЛ. 1959. 300 с.
7. Идельсон Н.И. Этюды по истории небесной механики. – М.: Наука. 1975 – 496 с.
8. Клавдий Птолемей. Альмагест / Перевод с древнегреческого И.Н. Веселовского – М.: Наука. 1998. – 672 с.
9. Клайн М. Математика. Поиск истины. – М.: Мир. 1988. – 295 с.
10. Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г. Бессель Фридрих Вильгельм // Астрономы. Биографический справочник. – Киев: Наукова думка, 1977. – 512 с.
11. Коперник Н. // Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия. 1983.
12. Коперник Н.О вращениях небесных сфер. – М.; Наука, 1964. – 654 с.
13. Кочетков А.В., Федотов П.В. От Ньютона до параметризованного постньютоновского формализма: нули и единицы / А.В. Кочетков, П.В. Федотов // Пространство и Время. — 2013. №4 (14). С. 81-85.
14. Лаврентьев М.М., Гусев В.А., Еганова И.А., Луцет М.К., Фоминых С.Ф. О регистрации истинного положения Солнца // Докл. АН СССР. 1990. С.Т. 315. №2. С. 368 - 370.
15. Маркеев А.П. Задача трех тел и её точные решения // Соросовский образовательный журнал. 1999. №9.
16. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2004. 622 с.
17. Небесная механика // Большая советская энциклопедия: В 30 т. – М.: Советская энциклопедия. 1969-1978.
18. Савченко В.Н., Смагин В.П. Начала современного естествознания. Концепции и принципы. Ростов-на-Дону: Феникс. 2006. 324 с.
19. Струве В.Я. Этюды звездной астрономии. – М.: Академия наук СССР. 1953. – 235 с.
20. Теория движения Луны. // Интернет-ресурс: <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager.cgi?id=33&num=495>.
21. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. М.: Гос. изд. тех.-теор. лит., 1955. – 504 с.

22. Эпоха каталога, эпоха равноденствия, динамическое равноденствие. // Интернет-ресурс: <http://www.astronet.ru/db/msg/1190817/node20.html>.
23. Кочетков А.В., Федотов П.В. Общая теория относительности и параметрический постньютоновский формализм // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. №4. [Электронный ресурс]. URL: http://naukovedenie.ru_45tvn313.
24. Кочетков А.В., Федотов П.В. Оценка проявления исторического менталитета в современной механике и физике. / А.В. Кочетков, П.В. Федотов // Пространство и Время. 2013. №2 (12). С. 62–71.
25. Кочетков А.В., Федотов П.В. Проявления исторического мышления в современной физике (Лекции для непрофессионалов). – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т. 2001. 176 с.
26. Кочетков А.В., Федотов П.В. Проблемы гармонизации радикальных противоречий в аксиоматике естественных наук. – М.: Машиностроение. 2015. 320 с.

Рецензент: Кокодеева Наталия Евсегнеевна, доктор технических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

Kochetkov Andrej Viktorovich
Perm national research polytechnical university
Russia, Perm
E-mail: soni.81@mail.ru

Fedotov Petr Viktorovich
JSC Research Center of Technical Regulation
Russia, Perm
E-mail: klk50@mail.ru

About a ratio of methods of calculation of the movement of planets on Ptolemaeus and Kepler (part 1)

Abstract. In article it is shown that full rejection of system of Ptolemaeus was a big scientific mistake. This mistake was made not on scientific arguments and arguments, and for "political" reasons in fight against domination of Church. In spite of fact that in modern scientific and educational literature it is said that Copernicus-Keplera's theory is urged to specify the calculations which are carried out according to Ptolemaeus's theory, actually all on the contrary. The method of calculations "according to Ptolemaeus" is unsurpassed on accuracy still. Ptolemaeus in the calculations anticipated methods of the harmonious analysis of Fourier, and decomposition of the difficult movement of planets on simple (circular) epicycles is a scheme of decomposition in a row of periodic functions. Only that in Ptolemaeus's system contradicts modern scientific data, so it is geocentrism. Actually geocentrism doesn't disturb, it is enough to declare that transfer of "center of World" from the Sun to Earth only transfer of a reference system from one system of coordinates connected with the Sun to other system of coordinates connected with Earth. Similar transfers of systems of coordinates are well-known and don't cause objections. In article it is shown that the system of calculations of Kepler isn't neither simpler, nor more exact, in comparison with system of calculations "according to Ptolemaeus".

Keywords: ptolemaeus's system; harmonious analysis; calculation for Kepler; geocentrism; accuracy of calculations; Sun; Earth.

REFERENCES

1. Standish E.M. and Williams J.G. Chapter 8:Orbital Ephemerides of the Sun, Moon, and Planets // Internet-resurs: <http://iau-comm4.jpl.nasa.gov/XSChap8.pdf>.
2. Bronshten V.A. Klavdiy Ptolemey. – M.: Nauka. 1988. – 240 s.
3. Bronshten V.A. Kak dvizhetsya Luna? – M.: Nauka. 1990. – 208 s.
4. Vizgin V.P. Relyativistskaya teoriya tyagoteniya – M. Nauka. 1985. – 352 s.
5. Golubov B.N., Gevorkyan S.G. Gravitatsionnyy effekt tekhnogenno smeshcheniya osi vrashcheniya Zemli i geologicheskie sledstviya utochneniya zakona vseirnogo tyagoteniya // Sovremennye global'nye izmeneniya prirodnoy sredy / Pod red. N.S. Kasimova i R.K. Klige. T.3: Faktory global'nykh izmeneniy. – M.: Nauchnyy mir, 2012. – S. 244 - 266.
6. Zigel' K.L. Lektsii po nebesnoy mekhanike. – M.: IL. 1959. 300 c.
7. Idel'son N.I. Etyudy po istorii nebesnoy mekhaniki. – M.: Nauka. 1975 – 496 s.
8. Klavdiy Ptolemey. Al'magest / Perevod s drevnegrecheskogo I.N. Veselovskogo – M.: Nauka. 1998. – 672 s.
9. Klayn M. Matematika. Poisk istiny. – M.: Mir. 1988. – 295 s.
10. Kolchinskiy I.G., Korsun' A.A., Rodriges M.G. Bessel' Fridrikh Vil'gel'm // Astronomy. Biograficheskiy spravochnik. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 512 s.
11. Kopernik N. // Filosofskiy entsiklopedicheskiy slovar'. – M.: Sovetskaya entsiklopediya. 1983.
12. Kopernik N.O vrashcheniyakh nebesnykh sfer. – M.; Nauka, 1964. – 654 s.
13. Kochetkov A.V., Fedotov P.V. Ot N'yutona do parametrizovannogo postn'yutonovskogo formalizma: nuli i edinitiy / A.V. Kochetkov, P.V. Fedotov // Prostranstvo i Vremya. — 2013. №4 (14). S. 81-85.
14. Lavrent'ev M.M., Gusev V.A., Eganova I.A., Lutset M.K., Fominykh S.F. O registratsii istinnogo polozheniya Solntsa // Dokl. AN SSSR. 1990. S.T. 315. №2. S. 368 - 370.
15. Markeev A.P. Zadacha trekh tel i ee tochnye resheniya // Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. 1999. №9.
16. Naydysh V.M. Kontseptsii sovremennogo estestvoznaniya. Izd. 2-e, pererab. i dop. – M.: Al'fa-M; INFRA-M, 2004. 622 s.
17. Nebesnaya mekhanika // Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya: V 30 t. – M.: Sovetskaya entsiklopediya. 1969-1978.
18. Savchenko V.N., Smagin V.P. Nachala sovremennogo estestvoznaniya. Kontseptsii i printsipy. Rostov-na-Donu: Feniks. 2006. 324 s.
19. Struve V.Ya. Etyudy zvezdnoy astronomii. – M.: Akademiya nauk SSSR. 1953. – 235 s.
20. Teoriya dvizheniya Lunny. // Internet-resurs: <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager.cgi?id=33&num=495>.
21. Fok V.A. Teoriya prostranstva, vremeni i tyagoteniya. M.: Gos. izd. tekhn.-teor. lit., 1955. – 504 s.

22. Epokha kataloga, epokha ravnodenstviya, dinamicheskoe ravnodenstvie. // Internet-resurs: <http://www.astronet.ru/db/msg/1190817/node20.html>.
23. Kochetkov A.V., Fedotov P.V. Obshchaya teoriya otnositel'nosti i parametricheskiy postn'yutonovskiy formalizm // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2012. №4. [Elektronnyy resurs]. URL: http://naukovedenie.ru_45tvn313.
24. Kochetkov A.V., Fedotov P.V. Otsenka proyavleniya istoricheskogo mentaliteta v sovremennoy mekhanike i fizike. / A.V. Kochetkov, P.V. Fedotov // Prostranstvo i Vremya. 2013. №2 (12). S. 62–71.
25. Kochetkov A.V., Fedotov P.V. Proyavleniya istoricheskogo myshleniya v sovremennoy fizike (Lektsii dlya neprofessionalov). – Saratov: Sarat. gos. tekhn. un-t. 2001. 176 s.
26. Kochetkov A.V., Fedotov P.V. Problemy garmonizatsii radikal'nykh protivorechiy v aksiomatike estestvennykh nauk. – M.: Mashinostroenie. 2015. 320 s.