

ПЬЕР СИМОН ЛАПЛАС

ИЗЛОЖЕНИЕ
СИСТЕМЫ МИРА



ПЕРЕВОД

В. М. ВАСИЛЬЕВА

ИЗДАНИЕ ПОДГОТОВИЛИ

В. М. ВАСИЛЬЕВ и А. А. МИХАЙЛОВ



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1982

СЕРИЯ «КЛАССИКИ НАУКИ»

Серия основана академиком С. И. Вавиловым

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Б. Н. Делоне, И. Е. Дзялошинский (заместитель председателя),
А. Ю. Ишлинский, П. Л. Капица (председатель), С. П. Капица,
Б. М. Кедров, И. Л. Кунянц, А. Н. Колмогоров,
С. Р. Микулинский, А. А. Михайлов, Л. С. Полак,
Я. А. Смородинский, В. А. Энгельгардт, А. Л. Яншин

УДК 52

Изложение системы мира. Лаплас П. С. Л., «Наука», 1982, 376 с.

В этой книге П. С. Лаплас — знаменитый французский математик и астроном (1749—1827) в популярной форме излагает содержание своего фундаментального труда — пятитомного «Трактата по небесной механике» и на основе закона всемирного тяготения объясняет все наблюдаемые движения планет и спутников солнечной системы. В конце он приводит свою космогоническую гипотезу и дает очерк истории астрономии.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей науки, в частности астрономии и физики.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

академик А. А. Михайлов

ЛАПЛАС И ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ АСТРОНОМИИ

Пьер Симон Лаплас жил и работал в то тревожное для Франции время, когда страна переживала ряд важных политических преобразований. Феодальный абсолютизм, установившийся при правлении Генриха IV и Людовиков XIII и XIV, был уничтожен буржуазной революцией 1789—1794. Его сменила провозглашенная Конвентом республика, затем диктатура якобинцев, Директория, военная диктатура Наполеона Бонапарта и после его разгрома русскими войсками снова монархия, возглавляемая Бурбонами. На фоне таких политических событий Лаплас создавал свои труды.

Пьер Симон Лаплас родился 23 марта 1749 г. в Нормандии, в Бомоне на Оже (Beaumont-en-Auge) в семье фермера.

Свои школьные годы Пьер-Симон провел в Бомоне, где учился в бенедиктинском коллеже конгрегации св. Мора. Там давалось в основном светское образование. Лаплас проявил блестящие способности к литературе и богословию. Литературу он любил всю жизнь, особенно Расина, ставшего его любимым поэтом, стихи которого он ценил наравне с открытиями Ньютона и часто читал паизусть отрывки из его трагедий. Юный Лаплас вначале предполагал посвятить себя церкви и в молодости отличался в теологических спорах, чем обратил на себя внимание некоторых влиятельных лиц, которым он обязан своим воспитанием. По воспоминаниям людей, близко знавших Лапласа, он и в зрелые годы в домашней обстановке любил спорить о религии. Однако, по всей вероятности, Лаплас не был верующим человеком. Во всяком случае, в его научных трудах нельзя найти и следов религиозного мировоззрения. Зато в них неоднократно упоминаются «заблуждения и предрассудки», сковывающие человеческий разум.

Окончив коллеж, Лаплас некоторое время учился и одновременно преподавал в военной школе в Бомоне, а затем поступил в университет в городе Кане (Caen), чтобы подготовиться к карьере священника. Там он изучил философию. Но вскоре один из преподавателей университета Каню (Canu) открыл в нем необыкновенные математические способности и направил его в Париж, снабдив рекомендательным письмом к Даламберу, бывшему тогда на вершине своей славы и влияния. Даламбер не принял молодого провинциала и несколько раз уклонялся от встречи с ним. Но когда Лаплас снова пришел к нему, принеся вместо рекомендаций свою работу по высшей математике, великий ученый был восхищен. Вскоре он выхлопотал Лапласу место преподавателя в Королевской военной школе в Париже и открыл ему доступ в Академию наук. Для двадцатилетнего честолюбивого юноши начались годы напряженной работы. Последующее двадцатилетие было самым плодотворным в его научной деятельности.



P. S. LAPLACE.

Пьер Симон Лаплас.
Гравюра на меди Тони Гутьера.

* * *

Лаплас был человеком скрытым. О его детстве и юности известно очень немного. О них он не любил рассказывать и ничего не написал. Биографы Лапласа объясняют это тем, что прославленный ученый, ставший к тому же аристократом и сановником, стыдился своего происхождения и бедности, которую ему пришлось испытать смолоду. Высказывались даже предположения, что происхождение и юность Лапласа связаны, быть может, с какой-то тайной. Уехав в Париж, Лаплас прервал отношения со своими провинциальными родственниками, не виделся с ними до самой смерти и, по-видимому, ни разу не побывал на родине. Лаплас не любил говорить и писать о себе, о своих мыслях и чувствах; он не оставил мемуаров, а в своей переписке с учеными касался только научных вопросов. Он жил в бурное время, режимы и правительства менялись неоднократно, а Лаплас всегда был в фаворе. Наверное, скрытность все же была постоянной чертой его характера.

Двадцатилетний Лаплас приехал в Париж блестяще и разносторонне образованным человеком, знакомым с трудами передовых философов своего времени, владеющим самыми современными математическими методами — вот все, что известно о нем. Руководил ли кто-нибудь специально образованием Лапласа или он был всем обязан только себе, своим способностям, энергии и любознательности — неизвестно.

Получив место преподавателя в Парижской военной школе, Лаплас отдал все свое время науке, он направил свои усилия по пути, от которого уже никогда не отклонялся, так как нерушимое постоянство в выполнении задуманного всегда было характерной чертой его гения. Он посвятил себя астрономии и решил все в ней улучшить и уточнить. Вся его жизнь, посвященная этой грандиозной задаче, является пример настойчивости и целеустремленности.

* * *

Труды Галилея, Гюйгенса, Ньютона дали мощный толчок развитию механики. Математический анализ, разработанный Лейбницем и Ньютоном, которые создали основы дифференциального и интегрального исчислений, бесконечно расширил возможность научного изучения природы.

Законы эллиптического движения планет были открыты Кеплером. Ньютон объяснил их исходя из сформулированного им принципа всемирного тяготения. Ничего не зная о природе силы тяготения (она, по сути дела, не известна и сейчас), Ньютон, основываясь на законах тяготения, создал математическую теорию, связавшую воедино движения планет, их спутников, комет, падение тел и явление морских приливов. Он создал понятие возмущающей силы третьего тела, изменяющей движения двух взаимно притягивающихся тел, объяснил неравенства лунного движения — эвекцию, вариацию и годичное уравнение. Исходя из своей теории, Ньютон предположил, что Земля должна быть сжата у полюсов, и пока-

зал, что предварение равноденствий, известное еще с древности, должно быть следствием этого сжатия. Он создал также первую научную теорию приливов, происходящих в результате притяжения водной массы Луной и Солнцем.

Наука в XVIII в. быстро развивалась, причем наиболее впечатляющими были успехи астрономии и небесной механики. Закон всемирного тяготения дал незыблемую основу для изучения движений небесных тел и послужил стимулом для бурного развития новых разделов математики. Славная плеяда ученых — младших современников Ньютона и живших после него — продолжала работать над проблемами, поставленными его теорией. Измерения градусов меридиана на разных широтах подтвердили мысль Ньютона о том, что Земля сжата у полюсов; об этом же говорили и закономерные изменения силы тяжести, определенной в различных точках земной поверхности из наблюдения качающихся маятников. Были разработаны способы расчета орбит комет и предсказания времени их возвращения к Солнцу. «Своевременное» появление кометы Галлея, предсказанное расчетами его и Клеро, произвело на современников не меньшее впечатление, чем в древности солнечные и лунные затмения, предсказанные античными астрономами. В честь Галлея, кометы названной его именем, и Клеро слагались песни и оды. Многие задачи небесной механики были разрешены в трудах Эйлера, Клеро, Даламбера, Лагранжа и других математиков, причем ими же параллельно создавался математический аппарат, необходимый для решения этих задач. К середине XVIII в. у многих ученых окрепло убеждение, что сложность движения тел в солнечной системе зависит только от их многочисленности, а закон, управляющий ими, — один: все скрыто в формуле всемирного тяготения. Если какое-либо явление не подчиняется принципу всемирного тяготения или противоречит ему, значит, допущены ошибки в наблюдениях или наблюдения неверно истолкованы. Но это надо было еще доказать.

В континентальной Европе, особенно во Франции, теории Ньютона пришлось поначалу преодолевать влияние картезианства. Но во времена, к которым относится начало научной деятельности Лапласа, учение Ньютона уже получило всеобщее признание и во Франции. Лаплас с самого начала стал убежденным последователем и продолжателем Ньютона. Его даже называли «Французским Ньютоном».

* * *

Напряженно и продуктивно работая в Париже, Лаплас одну за другой представляет в Академию наук статьи по «чистой» и прикладной математике, по математической физике и проблемам небесной механики. Он возвращается к задачам, решенным его предшественниками неточно или с недостаточной полнотой, и ставит и решает новые задачи. В лаборатории Лавуазье Лаплас занимается физикой. По-видимому, это был первый и последний случай, когда Лаплас непосредственно столкнулся с физическим экспериментом по изучению теплоты и электричества

(к математической физике он вернется еще раз во второй половине своей жизни). Некоторые из математических методов, предложенных Лапласом, применяются до сих пор и носят его имя. Весьма велик его вклад в разработку теории вероятностей, которую он пытался применить не только к научным наблюдениям и опытам, но и к событиям гражданской и политической жизни. Но делом всей жизни Лапласа, в котором полностью проявился его колоссальный талант, стала небесная механика.

Нерешенных проблем в небесной механике оставалось немало. Лаплас поставил своей задачей доказать, что законами всемирного тяготения можно объяснить все движения небесных тел, вплоть до самых малых подробностей. Если Лаплас и терпел когда-нибудь неудачи на этом пути, это осталось неизвестным. О своих неудачах он рассказывать не любил, а успехов было множество. Применив более совершенные, чем его предшественники, методы математического анализа, Лаплас разрешил долго тревожившую умы задачу так называемого векового ускорения среднего движения Юпитера и замедления движения Сатурна. Оказалось, что эти эффекты имеют не вековой, а периодический характер и зависят от взаимного притяжения этих планет, определяемого их положением. В других работах Лаплас показал, что элементы движения планет могут лишь колебаться около своей средней величины в некоторых узких пределах. Отсюда вытекало, что все неравенства в движениях планет — периодические и, следовательно, солнечная система устойчива. Земле не грозит опасность упасть на Солнце или отдалиться от него. Устойчивость солнечной системы поддерживается взаимным влиянием ее членов и не требует периодической корректировки извне, как то предполагал Ньютона, а за ним и Эйлер. Славу этого фундаментального вывода с Лапласом делит другой великий математик XVIII в. — Лагранж, пришедший к аналогичному выводу.

* * *

Лагранж и Лаплас были коллегами, неоднократно им случалось работать над одними и теми же проблемами. Они вдохновляли друг друга, но друзьями не были, даже друзьями-соперниками.

* * *

Лаплас разработал теорию движения спутников Юпитера и довел ее до высокой степени точности, так что, наблюдая затмения этих спутников, стало возможным определять долготу места наблюдения, о чём когда-то мечтал Галилей. Необыкновенно простые соотношения между движениями первых трех спутников Юпитера и между их долготами получили в астрономии название «Законов Лапласа». Он показал, что эти соотношения являются следствиями гравитационного взаимодействия между спутниками и что возмущения, которые возникают в этой системе, ею же гасятся. Для Лапласа Юпитер с его спутниками был как бы

уменьшенной копией солнечной системы, в которой действуют те же закономерности, но, благодаря меньшим размерам модели, все события развиваются гораздо быстрее.

* * *

Луна обращается вокруг Земли по эллипсу, то сближаясь с нею, то удаляясь; однако это движение только в первом приближении происходит по законам Кеплера. Солнце и планеты возмущают лунное движение. Элементы движения Земли вокруг Солнца тоже непостоянны — они подвержены возмущениям со стороны других планет и Луны. Все эти изменения движения Земли косвенным образом сказываются на лунном движении. Поэтому движение Луны получается очень сложным, оно подвержено многим неравенствам. Долго не удавалось построить удовлетворительную теорию движения Луны и составить достаточно точные лунные таблицы. И здесь огромная заслуга принадлежит Лапласу.

Вековое ускорение среднего движения Луны, открытое Галлеем, долгое время не находило объяснения. Это ставило под сомнение точность закона Ньютона. Лаплас, однако, установил, что то, что называли вековым ускорением Луны, оказывается не вековым, а периодическим и зависит от периодических изменений эксцентриситета земной орбиты, вызванных возмущающими влияниями других планет. Так как главный источник возмущений лунного движения — Солнце, то по величине возмущений, зависящих от Солнца, Лаплас рассчитал расстояние от Земли до Солнца с такой же точностью, с какой это было вычислено по наблюдениям за прохождениями Венеры по солнечному диску.

Поскольку фигура Земли не является сферической, то в уравнениях, описывающих притяжение Луны Землей, притяжение Земли нельзя просто заменить притяжением материальной точки. В формулы, представляющие движение Луны, должны войти члены, зависящие от величины сжатия Земли. Эту величину Лаплас вычислил по движениям Луны с точностью, близкой к той, с какой она была определена в результате многочисленных экспедиций, предпринятых в отдаленные страны для измерения градуса дуги меридиана. По величине сжатия Лаплас рассчитал упругость вещества, из которого состоит Земля, а также нарастание его плотности с глубиной.

Первые догадки о том, что морские приливы и отливы связаны с движениями Солнца и Луны, восходят к античности. Кеплер дал верную интерпретацию этого явления в той мере, в какой он подошел к пониманию принципа тяготения. Первую научную теорию приливов создал Ньютон. Бернулли, Эйлер, Маклорен, Даламбер развили и уточнили ее. Следующий большой шаг был сделан Лапласом.

В его распоряжении находился обширный материал, собранный за десятилетия непрерывных наблюдений над приливами в Брестском порту и математически обработанный учеником Лапласа Буваром с применением методов теории вероятностей, значительно улучшенных самим Лапласом. Таким материалом прежде никто не располагал. Теория Лапласа

стала самой полной и точно соответствовала наблюдениям. Лаплас создал динамическую теорию приливов, где рассматривались не только вариации силы, с которой водная масса притягивается Солнцем и Луной, но и вынужденные колебания водной массы. Занимаясь теорией приливов, Лаплас имел в виду и практическую пользу, которую могла бы принести такая теория судоводителям и лоцманам.

Невозможно перечислить все, чем небесная механика и ее математический аппарат обязаны Лапласу. Свои результаты, разбросанные в многочисленных статьях и сообщениях (некоторые из них не были опубликованы) он объединил в пятитомном «Трактате о небесной механике» (1799—1825 гг.), в котором подвел итоги всему развитию этой науки до начала XIX в. Но «Трактат» — это не только обзор; в нем Лаплас высказал в завершенной и окончательной форме многие мысли, которые в его статьях были изложены, по его мнению, недостаточно четко.

* * *

В 1773 г. Лаплас был принят в Академию наук адъюнктом (нижний ранг в тогдашней королевской Академии), а в 1785 г. стал «пенсионером», т. е. «полным» академиком. В 1788 г. он женился на Шарлотте де Курти. У них было двое детей — сын, впоследствии генерал-артиллерист, и дочь, умершая сравнительно рано. По воспоминаниям друзей Лапласа, в семейной жизни он был счастлив. Госпожа Лаплас была красивая женщина с живым и мягким характером, глубоко уважавшая своего гениального мужа и старавшаяся создать дома условия для его научных занятий. Молодые ученые, с которыми Лаплас охотно общался во второй половине жизни (многие из них потом стали знаменитыми), находили в его доме самый радушный прием, а госпожа Лаплас была их доброй покровительницей.

Лаплас стоял в стороне от революционных событий, разразившихся во Франции в 1789 г. Некоторое время он принимал участие в работе комиссии по установлению новой системы мер и весов, созданной в 1790 г под председательством Лагранжа, но в бурном 1793 г. вместе с Лавуазье был выведен из нее за «недостаток республиканских добродетелей и ненависти к королям». Лавуазье погиб на гильотине, а Лаплас переехал с семьей в городок Мелен, недалеко от Парижа, где было спокойнее. В Мелене Лаплас написал «Изложение системы мира» — популярный очерк небесной механики в традициях французских просветителей, явившийся, по-видимому, прообразом его будущего «Трактата о небесной механике». «Изложение системы мира» вышло в свет в 1796 г. и было переведено на многие европейские языки. Написанная четко и ясно, рукой одного из творцов небесной механики книга без единого чертежа и математического уравнения знакомила читателя с самыми сложными проблемами этой науки. Ее заключали исторический очерк развития астрономии и примечания, в последнем из которых Лаплас представил свою, ставшую впоследствии знаменитой, гипотезу о происхождении солнечной системы.

Осенью 1794 г. Лаплас вернулся в Париж и принял участие в организации Нормальной школы (*École normale supérieure*) — высшего учебного заведения, которое должно было готовить высококвалифицированных преподавателей для школ и высших учебных заведений. Она должна была стать основным звеном в реформе образования, задуманной революционными деятелями Конвента. Франция остро нуждалась в большом количестве образованных людей, а старая система учебных заведений была неудовлетворительной: в ней наука была оторвана от преподавания. В Нормальной школе к преподаванию привлекали крупнейших ученых. Лаплас читал там курс математики. Из учеников Нормальной школы и созданной тогда же с участием Лапласа Политехнической школы вышли прекрасные специалисты и известные ученые, многие из которых были слушателями Лапласа.

В 1795 г. Лаплас был в числе первых членов и организаторов «Бюро долгот» (*Bureau des Longitudes*) — учреждения, основанного для ежегодного издания астрономических эфемерид — *«Connaissance des Temps»* и *«L'Annuaire du Bureau des Longitudes»*. Впоследствии он стал его президентом, участвовал в Комиссии мер и весов и помогал установлению десятичной системы. Когда в 1795 г. был основан Институт Франции,* заменивший распущенные в 1793 г. королевские академии, он занял в нем видное место. В этом же году Лаплас возглавил депутатию, представившую Совету пятисот отчет о состоянии наук. Тогда же вышло первое издание *«Изложения системы мира»* Лапласа, которое он посвятил этому Совету.

После опубликования его *«Небесной механики»* Лаплас приобрел всемирную известность великого ученого, стал членом английского Королевского общества и вошел в большинство европейских академий.

* * *

Определение географической широты не представляет особых трудностей для наблюдателя, вооруженного соответствующими приборами. Определение долготы значительно сложнее. Нужды мореплавания, географии, картографии настойчиво требовали разрешения этой проблемы. В течение XVIII в. в результате многочисленных экспедиций была определена фигура Земли, были разработаны методы определения долготы по положению Луны на небосводе, по затмениям спутников Юпитера.

* Институт (*L'Institut de France*) объединил пять академий: 1) Французскую Академию, основанную в 1635 г. Ришелье (40 членов) и во времена Лапласа редактировавшую *«Энциклопедию»*; 2) Академию надписей и литературы, основанную в 1663 г. Кольбером (40 членов); 3) Академию нравственных и политических наук, основанную Конвентом в 1795 г. (40 членов) и изучавшую вопросы философии, политической экономии, права, общей истории и др.; 4) Академию наук, основанную в 1666 г. Кольбером (65 членов) для изучения физики, математики, химии и др.; 5) Академию художеств (40 членов), разные секции которой были основаны Мазарини и Кольбером и объединены вместе в 1795 г. Ее членами были художники, граверы, музыканты, архитекторы.

EXPOSITION DU SYSTÈME DU MONDE;

PAR M. LE MARQUIS DE LAPLACE.

Pair de France; Grand Officier de la Légion d'honneur; l'un des quarante de l'Académie française; de l'Académie des Sciences; Membre du Bureau des Longitudes de France; des Sociétés royales de Londres et de Göttingue; des Académies des Sciences de Russie, de Danemark, de Suède, de Prusse, des Pays-Bas, d'Italie, etc.

SIXIÈME ÉDITION.

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES,
QUAI DES AUGUSTINS, N° 55.

1835

Титульный лист труда П. С. Лапласа
«Изложение системы мира», с которого сделан
перевод настоящего издания.

Создание хронометра, позволившего «хранить» в пути точное время пункта, принятого за начальную точку отсчета долгот, открыло перед мореплавателями новые возможности. Были усовершенствованы астрономические навигационные приборы.

Специальным декретом Парижская обсерватория была передана в распоряжение Бюро долгот, на которое была возложена задача издавать морской астрономический ежегодник, улучшать астрономические и геодезические таблицы, совершенствовать навигационные приборы и проводить специальные курсы для астрономов, моряков, геодезистов. В этой работе Лаплас принимал самое деятельное участие.

* * *

Во Франции, как и в других странах, существовала своя, исторически сложившаяся, достаточно сложная и неудобная система мер и весов, к тому же не унифицированная — в одних областях государства охотнее пользовались одними мерами, в других — другими. Соотношения между мерами были сложными, пересчет из одних единиц в другие — труден; этим часто злоупотребляли недобросовестные люди. То же, в той или иной степени, относилось и к денежной системе. Надежных эталонов мер и весов не существовало. По настоятельным просьбам представителей третьего сословия Учредительное собрание создало Комиссию мер и весов и поставило перед ней задачу — выработать единобразную и рациональную систему единиц мер и весов. Работа по установлению новой метрической (десятичной) системы мер и весов под руководством Лапласа, бывшего ее неутомимым пропагандистом, была закончена в 1799 г. Метрическая система мер, принятая впервые во Франции, как и предсказывали ее создатели, в дальнейшем распространилась по всему миру; в большинстве государств она принята официально, но и там, где сохранилась своя, архаическая система мер, наряду с нею используется и метрическая.

В качестве единиц длины и веса были приняты естественные величины, которые, по мысли создателей системы, всегда могут быть найдены в случае, если эталоны будут по тем или иным причинам утрачены или испорчены. Единицей длины стал метр — одна десятимиллионная доля четверти Парижского меридиана, а единицей веса стал грамм — вес кубического сантиметра дистиллированной воды в пустоте при 4° тепла по стоградусной шкале. Весьма тщательно были изготовлены металлические эталоны метра и килограмма. Тогда же стала десятичной и французская денежная система. Франк весил 5 граммов и мог быть использован при взвешиваниях.

* * *

Когда генерал Бонапарт, вернувшись в Париж после победоносной Египетской кампании, произвел государственный переворот (18 брюмера — 9 ноября 1799 г.) и стал консулом, он на другой же день сделал Лапласа министром внутренних дел.

Бонапарт был членом Института Франции по секции механики; он интересовался математикой, занимался астрономией (под руководством Лаланда), написал статью по баллистике; он был атеистом, увлекался сочинениями Руссо. В Институте многие считали молодого генерала «своим» человеком. Лапласа он знал еще с тех времен, когда учился в военной школе, где Лаплас был экзаменатором. Бонапарту было важно заручиться поддержкой ученых института, чье влияние во Франции было в то время весьма велико. Наконец, он, по-видимому, верил в трезвый практический ум Лапласа.

Первое, что сделал Лаплас, став министром, — в тот же вечер ис-просил пенсию вдове своего друга Байи, астронома и бывшего мэра Парижа, казненного якобинцами.

На министерском посту Лаплас продержался недолго. Через полтора месяца Бонапарт передал эту должность своему брату Люсиену, а много лет спустя, в своих мемуарах, продиктованных в изгнании, на острове св. Елены, дал язвительную оценку деятельности Лапласа в роли министра: «Первоклассный геометр, Лаплас вскоре заявил себя администратором совершенно посредственным; первые его шаги на этом поприще убедили нас, что мы в нем обманулись. Замечательно, что ни один из вопросов практической жизни не представлялся Лапласу в его истинном свете. Он везде искал чего-то, идеи его отличались загадочностью и, наконец, он был насквозь проникнут духом бесконечно малых, который вносил даже в администрирование».*

В 1799 г. неудача Лапласа на министерском посту была компенсирована избранием его сенатором, затем вице-президентом и президентом Сената. Он стал богатым человеком. Император Наполеон сделал его графом империи и кавалером высших орденов. Лаплас заседал в Сенате и посвящал свои книги Наполеону — сначала первому консулу, потом императору. Все это не помешало ему в 1814 г., проголосовать за отречение Наполеона, когда войска союзников подошли к Парижу и Наполеон потерял свое могущество. Лаплас не явился в Париж и в период «ста дней» в 1815 г., когда Наполеон на короткое время вернулся себе власть. Может быть, этими обстоятельствами отчасти объясняется нелестный отзыв Наполеона о Лапласе.

Лаплас жил тогда в Аркёйле (Arcueil) под Парижем, в собственном доме, находящемся рядом с домом его друга и коллеги по институту известного химика Бертолле. Вокруг Лапласа и Бертолле группировались молодые ученые, многие из которых потом стали знаменитыми: Био, Араго, Гей-Люссак, Пуассон, Кювье, Малю и другие. Было организовано «Аркёйльское научное общество», выпустившее несколько томов научных трудов. Тесное общение ученых разных направлений оказалось плодотворным. Впоследствии члены «Аркёйльского общества» не раз вспоминали удивительную физическую интуицию Лапласа, его умение выбрать математические методы для решения той или иной задачи, мощь его анализа. И сам Лаплас увлекся физическими проблемами и

* Фесенков В. Г. Лаплас. М.—Л. Госиздат, 1925, с. 24.



Пьер Симон Лаплас.

Бронзовая памятная медаль, гравированная Коши (Архив Парижской обсерватории).

подверг математическому анализу явления капиллярности, преломления света (в том числе двойного лучепреломления в кристаллах) и движения звука в воздушной среде.

Став сановником, Лаплас продолжал много работать. Один за другим выходят тома его «Трактата о небесной механике». В 1812 г. выходит в свет «Аналитическая теория вероятностей», переизданная через два года с предисловием «Опыт философии теории вероятностей». Это предисловие потом не раз переиздавалось отдельно.* В эти годы Лаплас

* Имеется русский перевод: *Лаплас П. С. Опыт философии теории вероятностей.* М., 1908.

становится членом большинства иностранных академий. Его труды, собранные воедино в «Небесной механике» и «Теории вероятностей», убедили ученый мир в величии таланта их автора.

После реставрации Бурбонов Лаплас был осыпан милостями. Это была дань его научной славе и награда за политическое благородство. Современники Лапласа шутили: «Хотя голова его обращена к звездам, ноги твердо стоят на земле». Он был пожалован титулом маркиза, званием пэра Франции и орденом Почетного легиона высшей степени (*Grand-croix*). Его назначили президентом Бюро долгот и председателем комиссии по реорганизации Политехнической школы. «Разряды» Института Франции снова стали, как до революции, называться академиями, и Лаплас занял видное место в Академии наук. В 1816 г. он был избран членом Французской Академии за литературные достоинства «Изложения системы мира»; такой чести удостаивались лишь очень немногие ученые-естественники.

Лаплас скончался в 1827 г. в возрасте 78 лет. В предсмертном бреду он говорил об исследованиях, которые нужно провести, и опытах, которые необходимо поставить. Его последними словами были: «То, что мы знаем — немного; то, чего же не знаем, — огромно».

* * *

Интерес к научному наследию Лапласа был велик, и вскоре после его смерти возникла необходимость в новом издании его трудов. Вдова и сын Лапласа собирались продать нормандское имение, чтобы переиздать его произведения. Но министр народного просвещения внес в Палату депутатов предложения издать труды Лапласа за счет государства. По докладу Араго Палата приняла законопроект, а король Луи-Филипп издал соответствующий закон,* текст которого гласит следующее:

**Закон
во дворце Нёйи 15 июня 1842 года**

Луи-Филипп, король Франции всем сущим и будущим шлет привет. Мы предложили, палаты пэров и депутатов приняли, мы приказали и приказываем следующее:

Статья первая

Статс-секретарю, министру народного просвещения открыть для использования в 1842 г. специальный и экстраординарный кредит в сорок тысяч франков для переиздания научных трудов Лапласа, члена Института.

* *Laplace P. S. Traité de mécanique céleste. Œuvres complètes de Laplace. T. 1. Paris, Imprimerie royale, 1843, p. 1.*

Статья вторая

Один экземпляр нового издания «Небесной механики», «Изложения системы мира» и «Аналитической теории вероятностей» будет направлен в главный город каждого департамента, во все города, имеющие публичные библиотеки, и в специальные школы.

Статья третья

Часть кредита в сорок тысяч франков, которая не сможет быть использована в отчетном 1842 году, будет перенесена в бюджет следующего года. Сумма для расходов, разрешенных настоящим законом, будет выделена из ресурсов, предназначенных для бюджета 1842 г. законом от 25 июня 1841 г.

Настоящий закон, обсужденный, обдуманный и принятый палатой пэров и палатой депутатов и санкционированный сегодня нами, будет выполняться как закон Государства.

Предписываем нашему двору и трибуналам, префектам, административным учреждениям и всем другим, чтобы они хранили и поддерживали статьи этого закона и заставляли хранить, соблюдать и поддерживать их и, чтобы сделать их общезвестными, опубликовали бы их и регистрировали везде, где в этом будет необходимость.

А чтобы это было непоколебимо и неизменно, мы и приказали поставить нашу печать.

Дано в Нёйли, 15 июня 1842 г.

Подписано: Луи-Филипп.

По приказу короля
статьс-секретарь, министр народного просвещения, магистр университета:

Подписано: Вильемэн (Villemin)

Большая печать.

В семитомное издание 1842 г. вошли только «итоговые» произведения Лапласа: «Трактат о небесной механике» (т. I—V), «Изложение системы мира» (т. VI) и «Аналитическая теория вероятностей» (т. VII). В 1878—1912 гг. было предпринято новое издание трудов Лапласа, на этот раз полное, в 14 томах, куда, кроме книг, ставших классическими, вошли его статьи, опубликованные в научных изданиях.

* * *

Лаплас был оптимистом в своем мировоззрении и в научных трудах. Он доказал, что солнечная система устойчива и никогда не распадется, что Луна не упадет на Землю, а Юпитер — на Солнце. Из его расчетов следовало, что Земля не остынет в недалеком будущем, как того опасались многие, и что Северный полюс не переместится в Европу. Его взгляды на будущее человечества были также оптимистичны: он выра-

жал уверенность в могуществе человеческого разума и в том, что проповедование, распространяясь все шире и шире, когда-нибудь восторжествует не только над невежеством и заблуждениями, но и над национальной рознью.

Непрерывные и блестательные успехи небесной механики привели многих ученых XVIII в., в том числе и Лапласа, к убеждению, что небесная механика с ее простыми и ясными построениями, имеющими столько подтверждений и выводов, есть как бы заключительная стадия естествознания. Для Лапласа астрономия была решением огромной механической задачи, где элементы небесных движений являются произвольными постоянными; все движения небесных тел подчинены системе дифференциальных уравнений; если правильно проинтегрировать эти уравнения, точно определив произвольные постоянные, можно получить полную картину движения всех небесных тел в прошлом и будущем.

Преодолев значительные математические трудности, Лапласу удалось доказать, что те «неправильности» движений планет, которые считались несовместимыми с законами тяготения, оказались вытекающими из этих законов. «Такова судьба этого блестящего открытия, т. е. законов Ньютона, что всякое затруднение, которое тут возникало, превращалось в его торжество, и это является вернейшим доказательством его соответствия действительности»,* — писал Лаплас. Он неоднократно повторял ту мысль, что, несмотря на все трудности, человеческий разум побеждает. Здесь Лаплас, мыслитель XVIII в., верен своим учителям — Вольтеру и другим энциклопедистам, которые считали, что человеческий ум отягощен и связан предрассудками, но когда ему удастся рассеять этот туман, когда он «поднимется» до простой и рациональной картины, он победит; единственная цель науки — искать эту рациональную простоту. Они предполагали, что вся физика сводится к решению механических задач, что все разнообразие явлений можно уложить в систему уравнений, охватывающих движения всех частиц. В этом заключалась программа механистической физики. В первой половине XIX столетия подобные иллюзии разделяли многие. Слишком грандиозно было создание Ньютона и его последователей, чтобы не отозваться в других областях человеческих знаний, не отразиться на общем мировоззрении. Подобные мысли и настроения вдохновляли Лапласа — автора «Аналитической теории вероятностей». Он писал: «Современные события имеют с событиями предшествовавшими связь, основанную на очевидном принципе, что никакой предмет не может начать быть без причины, которая его произвела... Воля, сколь угодно свободная, не может без определенного мотива породить действия, даже такие, которые считаются нейтральными... Мы должны рассматривать современное состояние вселенной как результат ее предшествовавшего состояния и причину последующего. Разум, который для какого-нибудь данного момента знал бы все силы, действующие в природе, и относительное расположение ее составных частей, если бы он, кроме того, был достаточно обширен, чтобы подверг-

* См. наст. изд., с. 147.

иуть эти данные анализу, обнял бы в единой формуле движения самых огромных тел во вселенной и самого легкого атома; для него не было бы ничего неясного, и будущее, как и прошлое, было бы у него перед глазами... Кривая, описываемая молекулой воздуха или пара, управляемая столъ же строго и определенно, как и планетные орбиты: между ними лишь та разница, что налагается нашим неведением».

Детерминизм Лапласа вошел в поговорку. «Лапласовский ум» как идеал аналитического ума стал понятием нарицательным.

* * *

Труды Лапласа по теории вероятностей были, как он писал, развитием двух теорий, опубликованных им в молодости в сообщениях Академии наук: «Теории производящих функций» и «Теории приближенных формул для функций больших чисел». Лаплас пересмотрел многое из того, что было сделано его предшественниками, работавшими в этой области математики: сделал более простыми и ясными доказательства в ряде теорем, уточнил их или сделал более общими другие теоремы. Особенно много нового внес Лаплас в теорию ошибок.

Лаплас широко применял методы теории вероятностей в своих научных трудах. Примером тому может служить его работа о морских приливах, в которой каждую среднюю величину пришлось подвергать особенно тщательной вероятностной оценке, так как на высоту приливов очень сильно влияют подобные факторы, не поддающиеся количественной оценке, т. е. случайные. Он писал: «...эта теория заслуживает внимания философов, показывая, как в конце концов устанавливается закономерность даже в тех вещах, которые кажутся нам обязанными случаю, причем обнаруживаются скрытые, но постоянные причины, от которых зависит эта закономерность. Именно на закономерности средних результатов, выступающей при большом числе событий, основаны различные предприятия, такие как пожизненная рента, пенсии, страхование и близкие к нему вопросы, а также оспопрививание и голосование на выборных собраниях. Все они не представляют никаких трудностей для их объяснения, если следовать моей теории».*

* * *

Нигде в своих сочинениях Лаплас не упоминает о боге или духе. Его научные представления насквозь материалистичны. В «Изложении системы мира» он не забыл рассказать об осуждении Галилея судом инквизиции, а коснувшись попыток Лейбница и Д. Бернулли математи-

* *Laplace P. S. Théorie des probabilités. Œuvres complètes. T. 7. Paris, Imprimérie royale, 1847, p. VI.*

чески обосновать акт творения мира, Лаплас замечает: «Я упоминаю об этом только для того, чтобы показать, до какой степени предрассудки, воспринятые в детстве, могут вводить в заблуждение самых великих людей».

Хорошо известен следующий рассказ о Лапласе. Получив от Лапласа экземпляр «Изложения системы мира», Наполеон как-то сказал ему: «Ньютон в своей книге говорил о боге, в Вашей же книге я не встретил имени бога ни разу». Лаплас ответил: «Гражданин первый консул, в этой гипотезе я не нуждался».

* * *

Лапласу принадлежит гипотеза о происхождении солнечной системы. По-видимому, он не придавал ей особенно большого значения; она была опубликована в качестве последнего, седьмого примечания к «Изложению системы мира». Как и Ньютон, Лаплас остерегался гипотез и не раз высказывал мысль, что следует относиться с недоверием к тому, что не является результатом наблюдения и вычисления. Нет необходимости пересказывать здесь эту гипотезу — она изложена Лапласом кратко и ясно. Идея о происхождении солнечной системы из вращающейся раскаленной туманности, постепенно сжимающейся под действием сил тяготения, получила всеобщее признание современников. С минимальным количеством допущений Лаплас объяснил все особенности строения солнечной системы в соответствии с тогдашним уровнем знаний о ней и вселенной в целом. Около ста лет гипотеза Лапласа господствовала в космогонии под названием «небулярной гипотезы Канта—Лапласа», поскольку сходные мысли высказывались ранее И. Кантом.*

Трудно переоценить значение «небулярной гипотезы» для научного мировоззрения людей XIX в. Энгельс писал: «В 1755 г. появилась „Всеобщая естественная история и теория неба“ Канта. Вопрос о первом толчке был устранен; Земля и вся солнечная система предстали как нечто *ставшее во времени...* Если Земля была чем-то ставшим, то чем-то ставшим должны были быть также ее теперешнее геологическое, географическое, климатическое состояние, ее растения и животные, и она должна была иметь историю не только в пространстве..., но и во времени... Сочинение Канта осталось без непосредственного результата до тех пор, пока, долгие годы спустя, Лаплас и Гершель не развили его содержание и не обосновали его детальнее, подготовив таким образом постепенно признание „небулярной гипотезе“».^{**}

* Книга, в которой Кант изложил свою космогонию, выпущенная анонимно, в научный обиход не вошла и осталась неизвестной Лапласу. Из своих предшественников Лаплас упомянул только Бюффона, автора, по-видимому, первой материалистической и эволюционной гипотезы о происхождении солнечной системы. Сочинение Бюффона было опубликовано в 1745 г. Бюффона заставили отречься от своей гипотезы.

** Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 20. М., 1961, с. 350, 351.

Мы видим, что идея эволюции солнечной системы зародилась примерно тогда же, когда и идея эволюции животного и растительного мира (Ж. Бюффон, К. Вольф). Различные положения гипотезы Канта—Лапласа в разное время подвергались критике. Предпринимались и многочисленные попытки «спасти» ее, видоизменив в некоторых деталях. Элементы лапласовской гипотезы сохранились и во многих современных гипотезах о происхождении солнечной системы.

* * *

Лаплас был великим продолжателем идей Ньютона. Ему довелось завершить решение многих важных проблем небесной механики. «Если бы можно было завершить науку о небе, — писал о Лапласе Фурье, — он бы ее завершил».* Но завершить астрономию невозможно, и у Лапласа были достойные продолжатели.

Одним из наиболее ярких триумфов послелапласовской астрономии было открытие Галле в 1846 г. планеты Нептуна. Леверье и, независимо от него, Адамс рассчитали, где следует искать это небесное тело, возмущающее движение Урана.

Уже в XX в., 13 марта 1930 г., К. Томбо таким же методом по вычислениям П. Ловелла обнаружил Плутона — наиболее удаленную из известных в настоящее время планет.

На методах классической небесной механики, разработанных Лагранжем и Лапласом, были основаны знаменитые таблицы движения планет, вычисленные Леверье в середине прошлого столетия. В ряде случаев этими методами, частично усовершенствованными, астрономы пользуются и теперь.

Вопросами устойчивости солнечной системы занимались также многие ученые. Пуассон и Пуанкаре подтвердили выводы Лапласа о том, что солнечная система устойчива; во всяком случае надолго.

Леверье и Ньюкомб доказали, что движение Меркурия не полностью подчиняется законам небесной механики: в движении его перигелия имеется избыток, не объяснимый возмущениями со стороны других планет. Но по теории относительности Эйнштейна так оно и должно быть. Явление, необъяснимое с точки зрения классической механики, стало одним из доказательств справедливости теории относительности. Так классическая небесная механика передала эстафету науке XX в.

В наше время космонавтики, телевидения и радио, мало кто не слышал о существовании во Вселенной так называемых черных дыр. Ни Ньютон, открывший законы всемирного тяготения, ни Лаплас, конечно, не имели о них никакого представления. Однако Лаплас, рассматривая действие притяжения очень больших масс, заинтересовался вопросом о том, какова должна быть масса звезды, притяжение которой не позволит ни одному лучу света от нее оторваться, или, в современ-

* Fourier J. B. J. Elogie historique de Laplace. Paris, 1829.

ных терминах, — каковы должны быть масса и плотность звезды, чтобы вторая космическая скорость для нее была больше скорости света? В результате своих вычислений, Лаплас пришел к выводу: «Светящаяся звезда с плотностью, равной плотности Земли, и диаметром в 250 раз больше диаметра Солнца, не даст ни одному световому лучу достичь нас из-за своего тяготения; поэтому возможно, что самые яркие небесные тела во Вселенной оказываются по этой причине невидимыми».* Этот вывод делает честь гениальности Лапласа и прекрасно характеризует его удивительную проницательность.

* Газ. «Ленингр. правда», 1980, 21 декабря.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ И ЭЛЕМЕНТЫ ОРБИТ ПЛАНЕТ И ИХ СПУТНИКОВ

На основании рекомендаций, представленных Комиссией 4 Международного астрономического союза (МАС) XVI и XVII Генеральным ассамблеям МАС (август 1976 г., Гренобль, Франция; август 1979 г., Монреаль, Канада), для практического использования во всех астрономических исследованиях начиная с 1984 г. предложена следующая новая система постоянных.

Система астрономических постоянных МАС (1976, 1979 гг.)

Единицы

Единицами длины, массы и времени в международной системе единиц СИ являются *метр* (м), *килограмм* (кг) и *секунда* (с).

Астрономическая единица времени есть временной интервал в одни сутки (D), содержащий 86 400 с. Интервал, содержащий 36 525 суток, есть одно Юлианское столетие.

Астрономической единицей массы является масса Солнца (S).

Астрономической единицей длины является такая длина (A), для которой гауссова гравитационная постоянная (*k*) принимает значение, равное 0.01720209895, если за единицы измерения выбраны астрономические единицы длины (расстояния), массы и времени. Размерность *k*² совпадает с размерностью гравитационной постоянной Кавендиша *G*, т. е. равна $L^3 M^{-1} T^{-2}$.

Определяющие постоянные

1. Гауссова гравитационная постоянная $k = 0.01720209895$.

Основные постоянные

2. Скорость света $c = 299\,792\,458 \text{ м с}^{-1}$.
3. Световой промежуток для единичного расстояния (абберрационное время) $\tau_A = 499.004782 \text{ с}$.
4. Экваториальный радиус Земли $a_e = 6\,378\,140 \text{ м}$.
5. Динамический коэффициент формы для Земли $J_2 = 0.00108263$.
6. Геоцентрическая гравитационная постоянная $GE = 3.986005 \times 10^{14} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$.
7. Гравитационная постоянная Кавендиша $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$.
8. Отношение массы Луны к массе Земли $\mu = 0.01230002 = 1/81 \cdot 30$.

9. Общая прецессия по долготе в Юлианское столетие в стандартную эпоху 2000.0 $\rho = 5029.^{\circ}0966$.
10. Наклон эклиптики к экватору в стандартную эпоху 2000.0 $\varepsilon = 23^{\circ}26'21.^{\circ}448$.
11. Постоянная нутации в стандартную эпоху 2000.0 $N = 9.^{\circ}2109$.

Производные постоянные

12. Единичное расстояние $c\tau_A = A = 1.49597870 \cdot 10^{11}$ м.
13. Параллакс Солнца $\arcsin(a_e/A) = \pi_\odot = 8.^{\circ}794148$.
14. Постоянная aberrации в стандартную эпоху 2000.0 $\alpha = 20.^{\circ}49552$.
15. Сжатие Земли $\alpha = 0.00335281 = 1/298.257$.
16. Гелиоцентрическая гравитационная постоянная $A^3 k^2 / D^2 = GS = 1.32712438 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \text{с}^{-2}$.
17. Отношение массы Солнца к массе Земли $(GS)/(GE) = S/E = 332946.0$.
18. Отношение массы Солнца к массе системы Земля+Луна $(S/E)/(1+\mu) = 328900.5$.
19. Масса Солнца $(GS)/G = S = 1.9891 \cdot 10^{30}$ кг.

Обратные значения масс планет в единицах массы Солнца

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 20. Меркурий 6 023 600, | Сатурн 3498.5, |
| Венера 408 523.5, | Уран 22 869, |
| Земля+Луна 328 900.5, | Нептун 19 314, |
| Марс 3 098 710, | Плутон 3 000 000. |
| Юпитер 1047.355, | |

Таблица 1

Элементы планетных орбит. Эпоха: $JD 2444600.5 = 1980$, Декабрь 27.0

Планеты	1950.0			Большая полуось орбиты	Среднее угловое движение (°/сутки)	Эксцентриситет орбиты	Средняя долгота планеты в плоскости орбиты
	наклон орбиты к эклиптике	долгота узла на эклиптике	долгота перигелия				
	i	Ω	π				
Меркурий	7.00196	47.6997	76°7251	0.3870986	4.092341	0.2056249	272°30548
Венера	3.39390	76.1440	131.055	0.7233285	1.602143	0.0067988	215.28621
Земля+Луна	0.00402	174.9	102.0742	0.9999875	0.9856277	0.0166927	95.20319
Марс	1.84750	49.0772	335.3425	1.5236272	0.5240661	0.0934465	315.60008
Юпитер	1.30687	99.9978	14.3057	5.204847	0.08304229	0.0477601	176.73128
Сатурн	2.48817	113.1588	95.0297	9.576070	0.03326482	0.0545662	176.76104
Уран	0.77120	73.8637	173.5594	19.27782	0.01164466	0.0505097	230.87774
Нептун	1.77602	131.1810	52.443	30.13366	0.005958508	0.0054711	262.34136
Плутон	17.13868	109.5791	222.6716	39.87437	0.003914388	0.2557291	210.53733

Таблица 2

Элементы орбит спутников планет. Эпоха: JD 2444600.5=1980, Декабрь 27.0

Планета	Спутники	Сидерический период обращения (1)	Максимальная элонгация на среднем противостоянии	Большая полуось орбиты	Эксцентрикитет орбиты	Наклон орбиты к экватору центральной планеты	Движение узла по фундаментальной плоскости ($^{\circ}$ /год)	
			P					
			D° макс					
1	2	3		4	5	6	7	8
Земля	Луна	27.321661	—	384.400	0.054900489	$18.28 \div -28.58$	19.34	
Марс	I Фобос II Деймос	0.31891023 1.2624407	25" 10'2"	9.378 23.459	0.015 0.0005	1.0 0.9 \div 2.7	158.8 6.614	
Юпитер	I Ио II Европа III Ганимед IV Каллисто V Амальтея VI Гималия VII Элара	1.769137786 3.55118104 7.15455296 16.6890184 0.49847905 250.5662 259.6528	2 18" 3 40 5 51 10 18 59 1°02 46" 1 04 11	322 671 1070 1883Б 181 11480 11740	0.004 0.009 0.002 0.007 0.003 0.15798 0.20719	0.04 0.47 0.21 0.51 0.40 27.63 24.77	7.4 30 137 560 914.6	
Юпитер	VIII Пасифая IX Синопе X Лисифея XI Карме XII Ананке XIII Леда	735 (R) 758 (R) 253 692 (R) 631 (R) 238.72	2 08'26 2 09 31 1 04 50 2 03'31 1 55'52 1 00 39	23500 23700 11860 22600 21200 11094	0.378 0.275 0.13029 0.20678 0.16870 0.14672	145 153 29.02 164 147 26.70		
Сатурн (3)	I Мимас II Энцелад III Тефифда IV Диона V Рей VI Титан VII Гиперион VIII Япет IX Феба	0.942421813 1.370217855 1.887802160 2.736914742 4.517500436 15.94542068 21.2766088 79.3301825 550.48 (R)	30 38 48 1'01 1 25 3 17 3 59 9 35 34'51	182.52 238.02 294.66 377.40 527.04 1221.83 1481.1 3561.3 12951	0.0202 0.00452 0.00000 0.002230 0.00100 0.029192 0.104 0.02828 0.16326	1.53 0.00 1.86 0.02 0.35 0.33 0.43 14.72 177 (4)	365.0 156.2 (2) 72.25 30.85 (2) 10.16 0.5213 (2)	
Сатурн	X Янус	0.75	26	159				
Уран	I Ариэль II Умбриэль III Титания IV Оберон V Миранда	2.52037932 4.1441765 8.7058703 13.4632423 1.4134840	14" 20 33 44 10	190.81 265.83 436.05 583.08 129.79	0.0033 0.0011 0.0018 0.0006 <0.01	0 0 0 0 <0.01	17°	
Нептун	I Тритон II Нереида	5.8768441 (R) 359.881	17" 4'21	355.25 5512	<0.01 0.7483	160° 27.6 (5)	61°	
Плутон	I Харон	6.3867 (?)	$<1''$	17				

П р и м е ч а н и я .

(1) Для спутников Сатурна — тропический период.

(2) Скорость увеличения долготы линии апсид.

(3) За последнее время с помощью космических кораблей открытого еще 6 спутников Сатурна, элементами орбит которых мы не располагаем (прим. перев.).

(4) Относительно эклиптики.

(5) Относительно экватора эпохи 1950.0.

КАНТ О ПЕРЕМЕННОСТИ СУТОЧНОГО ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

В 1752 г. Берлинская Академия наук объявила премию за решение задачи, связанной с вопросами, претерпела ли Земля с первых моментов своего возникновения некое изменение в своем вращении вокруг оси, вызывающем смену дня и ночи, какова тому изменению причина и как можно его обнаружить. Тема конкурса была опубликована в нескольких научных журналах и известных газетах. Объявление о конкурсе было известно и Канту, который оставил в это время должность домашнего учителя и, возвратившись в 1754 г. в Кенигсберг, вскоре начал печатание своей известной «Всеобщей естественной истории и теории неба». Исследования Канта, часть результатов которых была включена в этот труд, несомненно охватывали и работу над темой, предложенной Берлинской Академией наук. Однако Кант не послал написанное им рассуждение на эту тему в Академию, а опубликовал его в 1754 г. в виде наброска ответа на вопрос, заданный Академией наук в Берлине. В нем Кант прямо указывает на существование внешней причины, постепенно уменьшающей вращение Земли и стремящейся свести его на нет в течение неизмеримо долгого времени, причем впервые в истории науки Кант связывает эту причину с притяжениями Луны и Солнца, под влиянием которых воды океанов, покрывающие Землю, по крайней мере, на одну треть, пребывают в непрестанном движении, направленном в сторону, противоположную суточному вращению. Кант объясняет далее, что притяжение Луны, составляющее большую часть этого влияния, создает в водах океанов большую волну, из-за которой они стремятся стечь в точки, лежащие под Луной как с ближайшей к ней стороны, так и с противоположной, одновременно подымаясь. А так как эти точки подъема океанских вод перемещаются с востока на запад, то они сообщают мировому океану постоянное течение во всем его объеме именно в этом направлении. Поскольку это течение направлено против вращения Земли, то оно, по мнению Канта, и является причиной непрерывного увеличения периода осевого вращения Земли. Приливы как причины течения в океане в восточно-западном направлении и его воздействия на берега Кант подробно изучал по обширному труду Бюффона «Всеобщая история природы». Прежде чем взяться за числовые оценки этого эффекта, Кант замечает, что для философа было бы непростительным промахом считать малое влияние недостойным внимания, тогда как оно, постоянно накапливаясь, может исчерпать сколь угодно большое количество. Кант находит, что для уничтожения суточного вращения Земли потребовалось бы 2 млн. лет, если предположить скорость морского течения неизменной и плотности Земли и океанских вод одинаковыми. На этой основе Кант заключает, что в течение умеренных периодов, когда это замедление еще не достигло зна-

чительной величины, например по истечению 2 тыс. лет, продолжительность года должна уменьшиться на $8\frac{1}{2}$ ч. Кант высказал идеи, связанные с более быстрым осевым вращением Луны в прошлом и с будущей историей Земли, сделав вывод о том, что Луна представляет более молодое небесное тело, ставшее спутником Земли, когда последняя уже перешла из жидкого состояния в твердое: в противном случае Землю постигла бы та же участь, что и Луну (т. е. равенство периодов осевого вращения и орбитального обращения), из-за притяжения Луны. Особое внимание привлекает к себе идея Канта о замедлении вращения Луны, находившейся в жидким состоянии, из-за приливного трения. К проблеме связанного вращения Луны Кант возвратился намного позже под влиянием работы Шрётера.

Проблемами вращения Земли Кант, по-видимому, занимался еще в середине 70-х годов. Об этом свидетельствует так называемый разрозненный листок, входивший в рукопись «Размышления о физической географии». Рассматривая теорию Эйлера, связанную с постепенным уменьшением длины года, не подтвержденную, однако, наблюдениями, Кант указывает на предположение Эйлера о возможном одновременном уменьшении скорости осевого вращения Земли по неизвестной причине. Кант упоминает в качестве такой причины процесс постепенного уплотнения Земли: ее частицы все более сближаются, радиус уменьшается. Кант замечает, что уменьшение диаметра Земли на одну миллионную часть через год способно изменить продолжительность суток на полминуты. Этого более чем достаточно, чтобы за несколько столетий обнаружить изменение меры длины года. Наряду со сжатием земли Кант считает ускоряющим фактором также смещение более тяжелых масс внутри Земли к центру. К сожалению, из весьма кратких заметок Канта нельзя узнать, придерживался ли он в это время своей прежней точки зрения на причину замедления земного вращения. Очевидно лишь то, что его работы не были известны, и в 1783 г. та же конкурсная тема была предложена Петербургской Академией наук; премии были присуждены Геннерту и Фризи, причем последний был уже лауреатом премии Берлинской Академии наук 1756 г. Реакция Канта на обе премированные работы, отстаивавшие равномерность суточного вращения Земли, не известна. Лишь в XIX в. вновь был поставлен вопрос о последствиях приливного трения.

ЛИТЕРАТУРА

Труды Лапласа

- Exposition du système du Monde. Ed. 1—5. Paris, 1796—1824; ed. 6. Paris, 1835;
Ed. 7. Bruxelles, 1827; Ed. 8. Paris, 1849; Ed. 9. Paris, 1846.
Traité de mécanique céleste. T. 1—2. Paris, 1798—1799; t. 3, 1803; t. 4, 1805; t. 5,
1825; t. 1—5, 1842.
Théorie analytique des probabilités. Paris, ed. 1, 1812; ed. 2, 1814; ed. 3, 1820; ed. 4,
1842.
Oeuvres complètes de Laplace. Traité de mécanique céleste. T. 1—5. Paris, Gauthier-
Villars, 1878—1904.
Exposition du système du Monde. T. 6. Paris, Gauthier-Villars, 1884.
Théorie des probabilités. T. 7. Paris, Gauthier-Villars, 1886.
Mémoires extraits des Recueils de l'Académie des Sciences. T. 7—12. Paris, Gauthier-
Villars, 1891—1898.
Mémoires extraits de la Connaissance des Temps. T. 13. Paris, Gauthier-Villars, 1904.
Correspondance et Mémoires divers. Tables générales. T. 14. Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Труды Лапласа, переведенные на другие языки

- Лаплас П. С. Изложение системы мира. Т. 1—2. СПб., 1861.
Лаплас П. С. Опыт философии теории вероятностей. М., 1908.
Laplace P. S. Mechanik des Himmels. Berlin, 1800—1802.
Laplace P. S. Philosophischer Versuch über Wahrscheinlichkeiten. Heidelberg, 1819.
Laplace P. S. Treatise of Celestial Mechanics. Boston, 1829—1839.

О Лапласе и его трудах

- Андроновы А. и Е. Лаплас. М., 1930.
Воронцов-Вельяминов Б. Лаплас. М., 1937.
Идельсон Н. И. Три годовщины.—Русский астрон. календарь. Нижний Новгород,
1927.
Фесенков В. Г. Лаплас. М.—Л., 1925.
Andoyer H. L'Œuvre scientifique de Laplace. Paris, 1922.
Arago F. D. Notices scientifique. Paris, 1843.
Bauer E. Laplace et la physique. Études d'Astron., 1950.
Biot J. B. Une anecdote relative à M. Laplace.—J. savants, 1850, février.
Danjon A. Pierre-Simon Laplace. Etudes d'Astron., 1950.
Darmois G. Laplace, probabiliste et statisticien. Etudes d'Astron., 1950.
Daru. Discours de M. le comte Daru, prononcé aux funérailles de M. marquis de Laplace,
le 7 mars 1827. Inst. Royal de France, Acad. française. Paris, 1827.
Fourier J. B. J. Éloge historique de M. marquis de Laplace. Paris, 1829.
Lemaître G. Laplace et la Mécanique céleste. Études d'Astron., 1950.
Poisson S. D. Discours de M. Poisson, prononcé aux funérailles de M. le marquis de
Laplace. Inst. Royal de France, Acad. Royal des Sciences. Paris, 1827.
Poincaré H. Leçons sur les Hypothèses cosmogoniques. Paris, 1911.

Пьер Симон Лаплас
ИЗЛОЖЕНИЕ СИСТЕМЫ МИРА

Утверждено к печати
Редакционной коллегией серии «Классики науки»

Редактор издательства *Т. И. Сушкина*
Художник *Д. С. Данилов*
Технический редактор *Г. А. Бессонова*
Корректоры *Е. А. Гинстлинг, Л. Я. Комм*
и *Л. А. Привалова*

ИБ № 8648

Сдано в набор 16.02.82. Подписано к печати 31.05.82.
М-26495. Формат 70×90^{1/8}. Бумага типографская № 2.
Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Печ. л. 23^{1/8}+
+1 вкл. (1/8 печ. л.). Усл. печ. л. 27.63. Усл. кр.-отт.
28.95. Уч.-изд. л. 28.91. Тираж 5800. Изд. № 8216.
Тип. зак. № 1153. Цена 2 р. 30 к.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука»
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

можно предварительно заказать
в магазинах конторы «Академкнига»

Для получения книг почтой
заказы просим направлять по адресу:

117192 Москва, В-192, Мичуринский пр., 12

Магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»;

197345 Ленинград, П-345, Петрозаводская ул., 7

Магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига»

или в ближайший магазин «Академкнига»,

имеющий отдел «Книга — почтой»;

480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);

370005 Баку, ул. Джапаридзе, 13;

320005 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 («Книга — почтой»);

734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 («Книга — почтой»);

375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;

664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289;

252030 Киев, ул. Ленина, 42;

252030 Киев, ул. Пирогова, 2;

252142 Киев, пр. Вернадского, 79;

252030 Киев, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);

277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 («Книга — почтой»);

343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1;

660049 Красноярск, пр. Мира, 84;

443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 («Книга — почтой»);

191104 Ленинград, Литейный пр., 57;

199164 Ленинград, Таможенный пер., 2;

199004 Ленинград, 9 липия, 16;

220012 Минск, Ленинский пр., 72 («Книга — почтой»);

103009 Москва, ул. Горького, 8;

117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;

630076 Новосибирск, Красный пр., 51;

630090 Новосибирск, Академгородок, Морской пр., 22 («Книга — почтой»);

142292 Пущино Московской обл., МР «В», 1;

620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);

700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;

700100 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;

700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);

634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;

450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);

450025 Уфа, Коммунистическая ул., 49;

720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);

310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).



БЕР СИМОН
ЛАПЛАС

ИЗЛО-
ЖЕНИЕ
СИСТЕМЫ
МИРА

