

Бессель, Кант и закон тяготения

1984 год — год 200-летия со дня рождения Фридриха Вильгельма Бесселя — одного из самых выдающихся астрономов XIX столетия, создателя новой высокоточной измерительной астрономии. Наша задача — сопоставить имена астронома-практика Бесселя и мыслителя-теоретика Канта, попытаться найти общие истоки идей и задач, питавшие труды Бесселя и космогонические умозрения Канта.

Широкие научные интересы Бесселя касались разнообразных вопросов естествознания. Кроме фундаментальных работ в области практической астрономии, он выполнил глубокие исследования в геодезии, гравиметрии, математике.

Философ Кант был далек от практических занятий астрономией, но общие вопросы происхождения и строения Вселенной всегда вызывали его живой интерес. Им он посвятил ряд работ «докритического» периода, из которых важнейшая — «Всеобщая естественная история и теория неба» (1755). «...Астроном, который читал эту работу, если он и не подпишется под всеми заключенными в ней спекуляциями, не расстанется с нею, не испытая живейшего восхищения гением и зачастую пророческими взглядами ее автора»¹. Эта оценка кантовского труда тем более весома, что она исходит от астронома-профессионала, выдающегося представителя этой науки В. Я. Струве (1793—1864) — основателя и первого директора Пулковской обсерватории.

Важнейшим идейным источником, питавшим прогресс астрономии XVIII века, было учение Ньютона и в первую очередь — закон всемирного тяготения, который объяснял многие наблюдаемые в Солнечной системе явления. И все же, несмотря на очевидные успехи Ньютоновой механики, признание к ней, особенно на континенте, пришло далеко не сразу. И дело здесь было не только в консерватизме оппонентов Ньютона. В новой теории, как и во всяком живом учении, оставались и нерешенные проблемы и даже противоречия.

Какова природа тяготения? Каким образом оно передается через пустоту? Если небесные тела движутся только под действием взаимного притяжения и инерции, то какая сила сообщала им эти движения? Почему тождественны инертная и тяготеющая массы? Чем объяснить движение перигелия орбиты Меркурия, прямо противоречащее закону тяготения? Эти вопросы механика Ньютона оставляла без ответа, что давало повод его противникам ставить под сомнение истинность закона тяготения в целом.

Сложившаяся в науке XVIII века обстановка выдвинула перед астрономией грандиозную задачу: основываясь на законе

тяготения, предвычислить движения небесных тел и проверить теоретические расчеты наблюдениями. Эта задача имела принципиальное значение для естествознания, ибо ее решение призвано дать ответ на вопрос: является ли Ньютонов закон точным и действительно универсальным, можно ли на его основе объяснить все наблюдаемые во Вселенной движения? Две стороны этой проблемы — вычислительная и наблюдательная — стали мощным стимулом развития как математики и небесной механики, так и практической астрономии. Вообще, интеллектуальные усилия, направленные на выяснение нерешенных вопросов Ньютонова учения, служили могучим фактором прогресса естествознания в последующие столетия. Именно на этом пути возникла космогоническая гипотеза Канта, а позже появилась теория относительности.

С фундаментальными задачами астрономии XVIII столетия тесно переплетались чисто практические, вызванные к жизни развитием промышленности и торговли: определение истинной фигуры Земли для целей картографии; изучение ее вращения вокруг оси, с которым связано измерение точного времени; разработка способов точного определения географических координат как на суше, так и на море.

Пути решения всего многообразия теоретических и прикладных задач астрономической науки вели в конечном итоге к наблюдениям неба, к главной задаче всей практической астрономии — задаче точного определения положений звезд. Иными словами — к созданию устойчивой координатной системы, к которой можно отнести движение планет и комет, измерение точного времени, определение географических координат, азимутов. Такая координатная система задается списком точных положений выбранных «неподвижных» звезд — звездным каталогом. Достигнутая в каталогах начала XIX века точность в несколько дуговых секунд не могла удовлетворить требованиям обновленной теории, построенной на строгой механике Ньютона. «С Ньютоном теория сделала громадные успехи и стала впереди наблюдения. Теперь наблюдение прилагает все усилия, чтобы стать на один уровень с теорией»², — писал Бессель.

Бессель сумел обобщить все лучшее, что было создано практической астрономией предыдущего столетия, и заложил прочный фундамент новой высокоточной измерительной астрономии. К тому времени, когда он пришел в науку, вопрос об истинности закона тяготения, так волновавший его коллег в предыдущем столетии, утратил свою остроту. Этот закон получил многочисленные подтверждения всем ходом развития астрономии, и связанные с ним нерешенные теоретические проблемы как бы отошли в тень, не выпадая тем не менее из поля зрения науки XIX в.

Закон тяготения внес струю свежих идей в космогонию — науку о происхождении Солнечной системы. Первым, кто со

всей последовательностью применил в этой области открытия Ньютона, был Иммануил Кант. Отношения кантовской теории с Ньютоновой механикой строятся и на утверждении, и на отрицании. С одной стороны, конструктивный элемент учения Ньютона — закон тяготения — принимается Кантом в качестве одного из оснований мироустройства. С другой стороны, отрицание Кантом Ньютонова догмата первичного божественного толчка как первопричины движений в Солнечной системе служит исходным пунктом кантовской идеи эволюции.

Идея всемирного тяготения, действующего безусловно везде и повсюду во всей Вселенной, импонировала философии Канта, в которой природа трактовалась как мир необходимости в противоположность морали как миру свободы. «Каверзные» вопросы о природе тяготения и его дальном действии вообще не рассматривались Кантом как препятствие к применению закона тяготения в масштабах всей Вселенной. По его мнению, притяжение, «по-видимому, представляет собой самый первичный закон природы, которому подчинена вся материя» (1, 313). Это написано в 1755 г. Позже, в 1763 г., Кант высказывается по этому поводу еще более определенно, считая вообще ненужной даже постановку вопроса о природе тяготения: «Сила, с которой они (небесные тела. — *К. Л.*) притягиваются, есть, по всей видимости, одна из присущих материи основных сил, а потому *не должна и не может быть объяснена*» (1, 478) (курсив наш. — *К. Л.*). Дальнейшее тяготению свойство: «Притягательная сила Солнца воздействует не только на узкий круг планетного мира. По всей видимости, это воздействие распространяется бесконечно далеко...» (1, 143).

Отрицание ньютоновского догмата о первоначальном толчке, наряду с учетом важнейших особенностей строения Солнечной системы (движение по почти круговым орбитам, одноподправленность всех известных вращательных движений планет, спутников и Солнца; почти компланарная конструкция всей системы, громадные «пустые» пространства между небесными телами), приводит Канта к двум принципиально новым положениям: во-первых, к идее механической эволюции по строго установленным законам природы как единственному возможному способу достижения наблюдаемого состояния Солнечной системы; во-вторых, к необходимости рассматривать, наряду с силой притяжения, силы отталкивания. Суть первого положения состоит в том, что отсутствие в нынешнюю эпоху какой-либо материальной среды в межпланетном пространстве лишь означает, что наблюдаемое состояние не было таким от века, но сложилось в результате длительной эволюции.

Движитель этой эволюции Кант видит в противоборстве сил притяжения и отталкивания. Совокупное действие этих сил порождает криволинейные движения частиц материи, переходя-

щие в круговые. Как следствие возникают центробежные силы, противодействующие слиянию тел из-за взаимного притяжения, и потребность во внешнем первоначальном толчке устраняется.

Таким образом, оставляя за создателем весьма проблематический акт творения материи, Кант воссоздает детальную картину эволюции изначального пылевого хаоса к состоянию стройной планетной системы под действием исключительно сил природы.

В XVIII в. еще не наступило время для решения космогонической проблемы, и кантовская гипотеза не стала научной теорией. Однако центральная идея Канта об образовании Солнечной системы из протопланетного газо-пылевого облака путем длительной эволюции стала достоянием большинства современных космогонических гипотез³.

Во «Всеобщей естественной истории и теории неба» Кант также излагает свои взгляды на строение звездной Вселенной. В соответствии с ними Вселенная устроена как иерархическая система, управляемая силами тяготения и простирающаяся беспредельно в пространстве. Звезды — это далекие солнца, центры других планетных систем. Вся совокупность звезд образует Млечный путь — систему более высокого порядка, в которой Солнце — лишь рядовой член. Эта система вращается около своего центра. Млечный путь — не единственное образование такого рода: туманные пятнышки эллиптической формы, наблюдаемые в телескоп, — это такие же гигантские, отдаленные на невообразимые расстояния звездные системы. Они, вероятно, объединяются в связанные притяжением образования более высокого порядка.

В объяснении устройства Большой Вселенной Кант не отступает от принятого им методологического принципа: как и Солнечная система, все звенья космической иерархии формируются, развиваются и гибнут, чтобы возродиться снова под действием одних и тех же сил притяжения и отталкивания.

Эти мысли были высказаны Кантом в то время, когда науки под названием «звездная астрономия» еще не существовало. Тем поразительнее проникательность кантовского гения. «Знающие Канта только как умозрительного философа, конечно, удивятся, когда узнают, что он, вовсе не будучи астрономом-специалистом, был однако основателем теории звездной системы, которая с некоторыми изменениями остается почти общепризнанной и поныне»⁴. Так в последней четверти XIX в. писал выдающийся американский астроном С. Ньюкомб (1835—1909), и с этой оценкой трудно не согласиться.

Итак, первый опыт последовательного применения закона тяготения для объяснения происхождения и строения Вселенной оказался очень плодотворным. Кантовская космогония положила начало последовательности космогонических гипотез

«небулярного» направления. Вслед за Кантом, но независимо от него, гипотезу об образовании Солнечной системы из вращающегося раскаленного облака материи выдвинул в 1796 г. П. С. Лаплас (1749—1827). Представления о строении Млечного пути получили развитие в работах И. Г. Ламберта (1728—1777).

Качественно новый этап в изучении звезд начался деятельностью английского астронома В. Гершеля (1738—1822), посвятившего много лет непосредственным телескопическим исследованиям звездной Вселенной. В России крупнейшим исследователем мира звезд стал один из основателей звездной астрономии В. Я. Струве, современник и коллега Бесселя, с которым его связывали не только общие научные интересы, но и теплые дружеские отношения.

* * *

Бессель родился 22 июля 1784 г. в небольшом городке Миндене на северо-западе Германии⁵. Четырнадцать лет он поступил учеником в большой торговый дом в Бремене, где, готовясь к карьере коммерсанта-мореплавателя, начал самостоятельно изучать астрономию и математику.

В 1804 г. Бессель выполнил свою первую научную работу: расчет элементов орбиты кометы Галлея по старым наблюдениям 1607 г. Он показал рукопись знаменитому астроному Г. Ольберсу (1758—1840), который также жил в Бремене. Ольберс очень лестно отозвался об этой работе и опубликовал ее в астрономическом журнале. За этой публикацией скоро последовали другие. В 1806 г. в частной обсерватории И. Шретера (1745—1816) в городке Лилиентале близ Бремена освободилось место помощника наблюдателя. Благодаря стараниям Ольберса на это место был приглашен Бессель. Однако Шретер мог предложить своему помощнику не более 100 талеров годового жалованья. Бессель «предпочел бедность и звезды» и окончательно связал свою жизнь с наукой о небе.

Спустя годы Ольберс скажет, что наибольшая его заслуга перед астрономией состоит в том, что на его долю выпало первому оценить, направить и поощрить гений Бесселя.

Имя Бесселя все чаще появляется на страницах научных изданий, и не удивительно поэтому, что, когда прусское правительство приняло решение о строительстве новой обсерватории в Кёнигсберге, молодой астроном был приглашен на должность ее директора и профессора Кёнигсбергского университета⁶. 12 ноября 1813 г. Бессель выполнил свое первое наблюдение в только что открытой обсерватории. Она была скромной по размерам и оснащению, но, как писал русский астроном А. Н. Савич (1811—1883), была «одна из первых, которые были построены согласно с истинными требованиями науки»⁷. Новая обсерватория должна была содействовать решению как

фундаментальных проблем астрономии, так и прикладных задач, связанных с потребностями картографии, геодезии, навигации. Инструментальная база обсерватории стараниями директора Бесселя постоянно расширялась и совершенствовалась. Со временем здесь были установлены прекрасные инструменты, с помощью которых Бессель выполнил свои важнейшие научные работы.

Жизнь Бесселя в Кёнигсберге не была богата внешними событиями. Исполнение обязанностей директора обсерватории и астронома-наблюдателя, теоретические исследования, чтение лекций по астрономии и математике в университете — вот круг дел, заполнявших его повседневность. Иногда его навещали приезжие астрономы, желая познакомиться с выдающимся исследователем, услышать его суждения о тех или иных астрономических явлениях или методах. Время от времени ему приходилось выезжать по делам службы в Берлин или другие города. Бессель был дружен с основателем кёнигсбергской школы теоретической физики, выдающимся ученым Ф. Э. Нейманом (1798—1895); с 1826 г. его коллегой по университету стал замечательный математик К. Г. Я. Якоби (1804—1851). В обсерватории Бесселя в 1834 г. проводил наблюдения двойных звезд знаменитый путешественник и естествоиспытатель, автор монументального труда «Космос» А. Гумбольдт (1769—1859). Бессель имел учеников и помощников. Наиболее одаренным из них был Ф. В. Аргеландер (1799—1875), впоследствии составивший широко известный звездный каталог «Боннское обозрение». Учеником Бесселя был также польский астроном Я. Барановский (1800—1879), будущий директор Варшавской обсерватории и первый переводчик с латинского на польский язык знаменитой книги Н. Коперника (1473—1543) «О вращении небесных сфер».

Русский астроном К. Д. Покровский так характеризует личность Бесселя: «Любовь к истине и справедливости, отсутствие гордости и зависти, непреклонная воля и в то же время мягкость и добродушие составляли основные черты его характера... Наружность Бесселя совершенно не соответствовала его могучему духу. Это был человек небольшого роста, тщедушный и слабый, хотя в общем здоровый. В последние годы своей жизни он имел вид глубокого старца, но стоило только с ним заговорить, как все изменялось: неподвижные черты лица оживали, глаза загорались, а на губах появлялась приветливая, мягкая улыбка, что вместе с ясной и звучной речью свидетельствовало, насколько силен дух в этом слабом теле»⁸. Здоровье Бесселя стало со временем изменять ему. Он умер после тяжелой болезни 17 марта 1846 г. в возрасте неполных 62 лет.

Бессель был тесно связан с русской наукой. Расцвет его научной деятельности совпадает по времени с периодом становления российской точной астрономии, наиболее ярким пред-

ставителем которой был В. Я. Струве. Научные работы Струве в Дерпте (ныне гор. Тарту ЭССР), его деятельность по строительству и оснащению Пулковской обсерватории — главной обсерватории России — были постоянно предметом внимания Бесселя. Струве, называвший Бесселя «первым астрономом нашего времени», чрезвычайно высоко ценил его научный авторитет и неоднократно посещал знаменитого ученого в Кёнигсберге⁹. Бессель также с большой симпатией относился к своему выдающемуся современнику.

Бесселевы принципы высокоточных астрономических наблюдений и их обработки были положены в основу работ Пулковской обсерватории, которая достигла на этом пути выдающихся успехов.

Важнейшим актом, свидетельствующим о признании в России исключительных научных заслуг тогда еще молодого астронома, явилось избрание его в 1814 г. почетным иностранным членом Петербургской Академии наук. Этой академией в 1846 г. был издан звездный каталог по результатам 12-летних наблюдений Бесселя.

Об уважении к памяти выдающегося ученого в русском обществе свидетельствует отклик на его кончину русской печати. В 1847 г. журнал «Современник», который в то время издавали Н. А. Некрасов и И. И. Панаев, поместил большую статью «Жизнь и труды кёнигсбергского астронома Бесселя». Имя Бесселя уже в то время было достаточно широко известно в России. Заказанный в 1839 г. для новой обсерватории в Пулкове портрет Бесселя и поныне украшает ее круглый зал.

Научное наследие Бесселя составляет около 400 работ. Созданные им новые методы исследования и полученные с помощью этих методов результаты — большой вклад ученого в развитие астрономии.

Говоря о путях, которыми Бессель шел к решению основной задачи практической астрономии своего времени — повышению точности наблюдения, — следует прежде всего назвать Бесселеву теорию инструментальных ошибок. Он подчеркивал, что каждый инструмент создается дважды: сначала из латуни и стали мастером, затем на бумаге в виде формул и расчетов — астрономом. Астроном должен исчерпывающим образом изучить ничтожные отклонения реального инструмента от его математического идеала и уметь учесть эти отклонения при обработке наблюдений. Бессель исследовал источники личных ошибок наблюдателя и предложил способы их компенсации.

Однако полученные даже предельно точным наблюдением и исправленные с учетом инструментальных и личных ошибок координаты звезд — это еще сырой материал. Чтобы результат наблюдения имел ценность в иное время и в другом месте, он должен быть освобожден от влияния целого ряда факторов, зависящих от географического положения обсерватории и ча-

стных обстоятельств наблюдения. Иными словами, наблюдение должно быть редуцировано. Вместо бытовавшего прежде случайного набора формул и методов Бессель выработал простые симметричные редуцированные формулы, которые используются и поныне в астрономической практике. В окончательном виде Бесселева теория редукиции была опубликована в 1830 г. Входящие в редуцированные формулы параметры — Бесселевы числа — регулярно публикуются в астрономических альманахах, в том числе и в издаваемом АН СССР «Астрономическом ежегоднике СССР».

Для повышения качества результатов наблюдений Бессель широко применил теорию вероятностей и метод наименьших квадратов. Таким образом, теория ошибок наблюдений, универсальная теория редукиций и их основа — современный математический аппарат — составили тот арсенал средств, который дал возможность Бесселю с помощью новейшей астрономической техники основать новую позиционную астрономию XIX—XX столетий.

Работа над новыми методами практической астрономии не была для Бесселя самоцелью — она велась им постоянно в процессе решения конкретных задач науки. Бессель был великим тружеником. Славу и признательность поколений астрономов снискали в первую очередь те его труды, которые были плодом многолетней черновой работы, с которыми не связывались надежды на сенсационные открытия и эффектные результаты.

В 1813 г. Бессель завершил огромный вычислительный труд по обработке лучшего позиционного материала XVIII столетия — наблюдений Дж. Баддея, выполненных в Гринвиче в 1750—1762 гг. Результатом этой работы стал каталог точных положений 3222 звезд на 1755 г., изданный в Кёнигсберге в 1818 году под названием «Fundamenta Astronomiae» («Основания астрономии»). Эта книга стала одной из важнейших научных работ Бесселя. «Самая существенная сторона этой выдающейся работы заключается в том, что, представляя собой свод громадного запаса вполне надежных сведений о положении звезд на небесном своде около 1755 г., она отодвигала, так сказать, начало точной астрономии почти на полстолетия назад: можно теперь было (после обработки Бесселя) считать, что точные измерения начались еще с 1755 года»¹⁰, — так оценивает труд Бесселя историк астрономии А. Кларк.

Для укрепления оснований новой астрономии, заложенных переработкой наблюдений Баддея, Бессель задумал грандиозное по своим масштабам предприятие: определить положения всех звезд до 9-й величины в поясе склонений от -15° до $+45^\circ$. Эта работа дала бы после каталогов Баддея и Пиацци новую надежную координатную опору работам астрономов. Двенадцать лет потребовало выполнение этой программы: на-

чатые в 1821 г. наблюдения были завершены только в 1833 г. О колоссальном объеме проделанного труда свидетельствует число выполненных Бесселем наблюдений — 75 011! По словам А. Н. Савича, известного русского астронома, звездный каталог, составленный по этим наблюдениям и изданный в Петербурге, «принадлежит к числу замечательнейших изданий, которыми обогатилась в последнее время астрономия»¹¹. Каталог Бесселя стал новым вкладом в уточнение задаваемой положениями звезд координатной системы, без которой немыслимы никакие астрономические исследования.

Бессель работал также над решением научных задач, имевших важное значение не только для астрономии, но и для естествознания в целом. Самой замечательной из них была задача измерения звездного годичного параллакса, то есть того ничтожно малого угла, на который должны смещаться положения звезд, наблюдаемых с Земли, вследствие ее движения вокруг Солнца. Эта задача имела две стороны. Во-первых, зная годичный параллакс звезды, можно легко вычислить ее расстояние, то есть постичь глубину звездной Вселенной. Во времена Бесселя именно эта цель была главной. Во-вторых, наличие параллактического смещения звезды с годовым периодом служит прямым доказательством движения Земли вокруг Солнца.

История астрономии со времени выхода в свет коперниковского труда «О вращениях небесных сфер» (1543 г.) изобилует бесплодными попытками решения задачи о параллаксе. Слишком далеки от нас звезды и слишком мал параллактический угол, чтобы его можно было измерить с помощью несовершенных инструментов XVI—XVIII веков. Неудача, постигшая на этом пути и самого искусного наблюдателя XVI в. датского астронома Тихо Браге (1546—1601), послужила через три столетия поводом для следующего замечания С. Ньюкомба: «Быть может, для Коперникова учения было счастьем то, что астрономические инструменты Тихо Браге были еще столь несовершенны. Если бы он нашел, что годичный параллакс неподвижных звезд не достигает и одной секунды, что, следовательно, они по меньшей мере в 200 000 раз дальше от Земли, чем Солнце, — весь астрономический мир, еще не созревший для столь широкого полета космической мысли, остолбенел бы от удивления и пришел бы под конец к выводу, что прав был Птолемей, а не Коперник...»¹²

И хотя позже гелиоцентрическая система обрела веские аргументы в свою пользу в законах Кеплера и в механике Ньютона, стремление решить задачу о параллаксе не иссякало. Лишь применение новых методов и инструментов вместе с глубокой интуицией исследователей, сумевших выбрать для измерений действительно близкие звезды, увенчало первым успехом 300-летние усилия астрономов.

В 1838 г. Бессель опубликовал измеренный им на гелиометре параллакс звезды β в созвездии Лебедя. Правильность результата в $0,3''$ подтвердила вторая серия из 402 наблюдений, завершенная в 1840 г. Несколько раньше, в 1837 г., В. Я. Струве опубликовал полученный им параллакс звезды α Лиры (Веги), а в 1839 г. об измерении параллакса звезды α Центавра сообщил Т. Гендерсон (1798—1844). Ближайшие звезды оказались на колоссальных расстояниях, превышающих в сотни раз расстояние Земли от Солнца.

За открытие параллакса Бессель был награжден золотой медалью Лондонского Королевского астрономического общества.

Измерение масштаба звездной Вселенной — одно из самых замечательных научных достижений кенигсбергского астронома.

Работы Бесселя, получившие образное название «астрономии невидимого», были непосредственно связаны с проверкой закона тяготения. Исследуя собственные движения звезд, он обнаружил, что у звезд Сириус и Прокцион оно отличается от равномерного прямолинейного. Это противоречило представлениям современников Бесселя о движении звезд. Для объяснения столь необычного факта Бессель выдвинул столь же необычную идею: «...Прокцион и Сириус составляют каждый систему двойных звезд, куда входит по одной видимой и одной невидимой звезде»¹³. Иными словами, движения этих звезд возмущаются притяжением невидимых спутников. Бессель даже приближенно вычислил на основании закона тяготения период оборота невидимого спутника Сириуса — около 50 лет. Предположение Бесселя было настолько неожиданным, что вызвало возражения многих авторитетных астрономов. «Если неправильность движения Сириуса реальна, это открытие будет, бесспорно, одним из самых важных, которое когда-либо сделано в звездной астрономии, и одним из наиболее прекрасных, которыми наука обязана великому кенигсбергскому астроному»¹⁴, — писал В. Я. Струве. Работа Бесселя была доказана только после его смерти: спутник Сириуса был действительно открыт в 1862 г., спутник Прокциона — в 1896 г. Оба спутника оказались белыми карликами — сверхплотными звездами, израсходовавшими в термоядерных реакциях запас водородного «горючего». Спутник Сириуса стал первой известной астрономии звездой этого типа.

Универсальность закона тяготения Ньютона получила еще одно подтверждение в мире далеких звездных объектов.

Гений Бесселя прикоснулся и к другой, более ранней истории, развязка которой также стала триумфом теории тяготения Ньютона — речь идет об истории открытия Нептуна. Наблюдения Урана, открытого В. Гершелем в 1781 г., показали, что его орбита все более отклоняется от предвычисленной по

закону тяготения. «Вероятная причина этих возрастающих разностей была предметом многих толков среди астрономов,— писал С. Ньюкомб,— и некоторые из них, надо думать, угадали истинную причину, хотя и не высказывали ее. По крайней мере, как кажется, вполне определенных взглядов, за одним исключением, выражено не было. Этим исключением был Бессель»¹⁵. Действительно, уже в 1824 г. в письме к петербургскому астроному Ф. И. Шуберту (1758—1825) он высказывает мысль о том, что «нарушение» закона тяготения можно объяснить существованием невидимой планеты: «Если астрономам удастся соединить с ньютоновской системой все небесные явления, то само собой разумеется, что нет никаких оснований для сомнения; однако я не думаю, что удастся привести в согласие с нею движение Урана (если только не пожелают принять еще одну неизвестную и более далекую планету)»¹⁶.

Бессель не смог лично заняться этой задачей. В 1838 г. он разработал детальный план поисков новой планеты, однако обстоятельство помешало его выполнению. Восьмая планета Нептун была открыта в сентябре 1846 г.— через полгода после смерти Бесселя.

Эти работы «испытывали на прочность» закон тяготения в целом. Но Бесселя интересовали и некоторые тонкие явления, связанные с законом Ньютона. Так, в 1828 г. он предпринял серию опытов, призванных проверить тождественность инертной и тяготеющих масс с точностью, превышающей точность экспериментов Ньютона. Результаты Бесселя подтвердили пропорциональность массы и веса. Об актуальности этой проблемы свидетельствует тот факт, что подобные опыты с еще большей точностью и с тем же результатом снова ставились венгерским физиком Р. Этвешем (1848—1919) в 1909—1910 гг., и американским физиком Р. Дикке в 1964 г.

Трудно указать область позиционной астрономии, в которой бы Бессель не сказал новое слово. Теория движения комет, спутников планет и колец Сатурна, либрации Луны, теория рефракции, гравиметрические исследования — вот далеко не полный перечень задач, решением которых занимался Бессель.

Однако его разносторонняя натура не ограничивалась работами только астрономического характера. Градусное измерение, выполненное им в 30-е годы прошлого века, вместе с результатами других подобных исследований (В. Я. Струве), позволили Бесселю в 1841 г. вывести с большой точностью фигуру Земли — так называемый эллипсоид Бесселя, служивший много десятилетий геодезистам Европы и России в качестве основы для картографических работ. Только в 1946 г. в СССР эллипсоид Бесселя был заменен более точным эллипсоидом Ф. Н. Красовского (1878—1948). В Западной Европе Бесселев эллипсоид использовался до 60-х годов, то есть до начала спутниковых исследований фигуры Земли.

Знаменитым ученым были выполнены также многие не столь трудоемкие исследования в области геодезии и гравиметрии.

Имя Бесселя прочно вошло и в историю математики, хотя этой наукой он занимался лишь в той мере, в какой это было необходимо для решения прикладных задач. Тем не менее список математических работ Бесселя содержит 20 наименований. Математикам хорошо известны Бесселевы функции и дифференциальное уравнение Бесселя, его интерполяционная формула, исследования по способу наименьших квадратов.

«Ф. В. Бессель — один из замечательнейших астрономов XIX века, сделавший для методики точных наблюдений и для звездной астрономии столь же много, как и его великие современники во Франции по теоретической астрономии и небесной механике. От него идет целая эпоха меридианной астрономии, и работы многих обсерваторий долгие годы развивались по путям, проложенным Бесселем»¹⁷, — так писал о выдающемся ученом советский астроном и историк науки Н. И. Идельсон (1885—1951). Но значение Бесселя в истории естествознания не ограничивается его вкладом в конкретные науки — астрономию, геодезию, физику, математику. Бессель — один из строителей современного научного мировоззрения: он формировал строгие представления о фигуре Земли и ее движении, он показал, сколь ничтожны ее размеры в масштабах звездного мира, он способствовал доказательству всеобщности законов природы во Вселенной.

По-разному волновали проблемы мироустройства философа Канта и астронома Бесселя. Воображение первого охватывало всю мыслимую Вселенную, рисовало грандиозные космические процессы мироздания. Вера во всеобщность механических законов питала неверие Канта в сопричастность божества к формированию планетных и звездных систем. Философ не искал оснований для своей космогонии в математическом расчете или физическом эксперименте. Бессель — представитель иного времени и иного направления в естествознании. Для него источник знания — только строгий расчет и только эксперимент. Его слова: «...опорой системы является не что иное, как ее согласие с наблюдениями»¹⁸ — можно взять эпиграфом ко всему его научному творчеству.

Кант был пионером в подлинно научной космогонии, Бессель — творцом новой высокоточной астрономии. В наши дни фундаментальные проблемы происхождения и устройства Вселенной тесно переплетаются с задачами точной позиционной астрономии.

* * *

Научное наследие мыслителя Канта и астронома Бесселя стало достоянием общечеловеческой культуры. Изучение строе-

ция Солнечной системы неразрывно связало имена двух этих мужей науки.

¹ Струве В. Я. Этюды звездной астрономии. М., 1953, с. 16.

² Цит. по: Берри А. Краткая история астрономии. М.—Л., 1946, с. 212.

³ Более обстоятельно космогония Канта обсуждается в работе: Лавринович К. К. Космогоническая гипотеза И. Канта — сущность и методология. — В кн.: Кантовский сборник. Калининград, 1982, вып. 7, с. 43—54.

⁴ Ньюкомб С., Энгельман Р. Астрономия в общепонятном изложении. Спб., 1896, с. 531—532.

⁵ См.: Лавринович К. К. Фридрих Вильгельм Бессель. — Историко-астрономические исследования, 1984, вып. 17, с. 283—322.

⁶ Anger. Erinnerung an Bessel's Leben und Wirken. Danzig, 1846.

⁷ Савич А. Н. Обзорение славнейших астрономических обсерваторий Великобритании и Германии. — Современник, 1842, т. 25, с. 82.

⁸ Покровский К. Д. Памяти Бесселя. — Северный вестник, 1896, кн. 7, отд. 1, с. 57.

⁹ См.: Струве В. Я. Указ. соч.

¹⁰ Кларк А. Общедоступная история астрономии в XIX столетии. — Одесса, 1913, с. 54.

¹¹ Савич А. Н. Новый каталог Бесселя. — Журнал министерства народного просвещения, 1847, ч. 55, отд. 2, с. 152.

¹² Ньюкомб С., Энгельман Г. Указ. соч., с. 55.

¹³ Цит. по: Кларк А. Указ. соч., с. 70.

¹⁴ Струве В. Я. Указ. соч., с. 165.

¹⁵ Ньюкомб С., Энгельман Г. Указ. соч., с. 375—376.

¹⁶ Научное наследство. Естественнонаучная серия. М.—Л., 1948, т. 1, с. 798.

¹⁷ Там же, с. 829.

¹⁸ Там же, с. 798.

С. В. КОРНИЛОВ

Кант и эволюционизм

Идея эволюции, несомненно, принадлежит веку девятнадцатому, хотя именно в предыдущем, XVIII столетии было положено начало эмбриологии, сравнительной анатомии, палеонтологии, физиологии растений и животных, не говоря уже об антропологии — то есть создан тот фундамент фактов и исследований, на котором только и могла возникнуть теория эволюции. Поэтому изучение идей Канта, на первый взгляд, ничего не может дать современному эволюционисту. Эта точка зрения достаточно распространена в литературе, поскольку в работах по истории биологии Кант, как правило, даже не упоминается. Действительно, учение Дарвина, с которого берет начало современное понимание эволюции, базируется на иных принципах и идеях, чем те, что связаны с именем немецкого философа. Однако более глубокий анализ способен показать, что взгляды кенигсбергского мыслителя содержат не просто отрицание эволюции органического мира, но являются в ряде случаев