

Про астрономічну спадщину Леонарда Ейлера

Безприкладні сторінки життя і наукової творчості Леонарда Ейлера відтворюють цілу епоху, яка характеризується небувалим сплеском досягнень в галузях математики, фізики, філософії, астрономії та ін. Ці досягнення пов'язані з іменами таких видатних вчених як Ньютон, Лаплас, Лагранж, Ейлер, Кант, Даламбер, Клеро, Майєр та ін. Серед названих вчених Ейлер виділяється найбільш інтенсивною астрономічною творчістю – з 72 томів загальних наукових праць Ейлера, 10 повністю відведено астрономічним роботам. За цим показником до Ейлера зміг наблизитись мабуть тільки Лаплас.

Та не лише величезний обсяг робіт Ейлера по астрономії вражає. Не менше вражає їх різноспрямованість та актуальність. Важко переоцінити багатство та глибину тих нових ідей, які вніс в науку і зокрема в астрономію Леонард Ейлер. Важко назвати розділ астрономічної науки, де б геній Ейлера не залишив свій яскравий і вагомий слід.

Ейлер – насамперед геніальний математик, тому всі його роботи з астрономії відзначаються особливими достоїнствами, які притаманні саме математиці. Найбільш численні роботи Ейлера з астрономії присвячені теоретичній астрономії. Відкриті ним нові шляхи досліджень у цьому напрямку визначили більш як на ціле століття наперед хід розвитку астрономічної науки.

Два напрямки астрономічних досліджень Ейлера є безперечно фундаментальними. Вони стосуються рухів Землі, Місяця та великих планет.

Як відомо, за численними тривалими вимірюваннями географічної широти багатьох пунктів на поверхні Землі було помічено, що широти цих пунктів періодично змінюються в межах $0,6''$. Зараз з'ясовано, що це зумовлено періодичним зміщенням тіла Землі відносно осі її добового обертання. В наслідок цього має місце і періодичне зміщення географічних полюсів. Зокрема, північний полюс Землі описує на її поверхні складну криву, не виходячи за межі квадрату зі стороною близько 30м. Існує два періоди коливань географічних широт: 14 – місячний період Чандлера і 12 місячний (річний) період, пов'язаний із

сезонними змінами на Землі. Перший з названих періодів теоретично передбачив саме Ейлер. Зроблений ним висновок є одним з вирішальних у геофізиці. Коли б Земля була б абсолютно твердим тілом, то мав би місце природній період коливань, а саме десятимісячний. Та Ейлер з'ясував, що Земля пластична і зазнає пружних деформацій, внаслідок чого період коливань збільшується до 14 місяців.

Заняття Ейлера астрономією є продовженням його занять механікою. Найвидатнішими його здобутками є роботи з небесної механіки. Тут він зміг реалізувати свої дивовижні здібності обчислювача. За словами французького астронома Араго, "він обчислював так, як людина дихає". Йому одному з перших на той час стали доступними обчислення, які випереджали результати астрономічних спостережень. Це стосується, зокрема, руху Місяця і двох найбільших планет Сонячної системи – Юпітера і Сатурна. Ейлеру вдалося створити теорію збуреного руху Місяця та пояснити періодичність зміщення перигею його орбіти. Пізніше, на основі теорії Ейлера німецький астроном Т. Майєр склав таблиці руху Місяця небувалої на той час точності. Вони давали можливість вирішувати нагальне в ті часи практичне завдання – визначати з необхідною точністю довготу корабля в океані. За ці роботи Ейлера і Майєру було присуджено премію англійського парламенту

Ейлеру не вдалося довести до кінця роботу по створенню повної теорії руху планет, та він досить близько підійшов до своєї омріяної мети – пояснити, виходячи лише із законів Ньютона, у непохитність яких він безгранично вірив, так звані "великі нерівності", проявом яких є систематичне прискорення орбітального руху Юпітера і сповільнення руху Сатурна. Пізніше це вдалося зробити Лапласу.

Нижче зробимо короткий огляд інших напрямків астрономічної діяльності Ейлера з невеличкими коментарями.

1. Розв'язок астрономічної задачі про знаходження за трьома висотами зірки висоти полюсу та схилення зірки.

Цю роботу, надруковану в 1775р., слід розглядати як початок астрономічної діяльності Ейлера. Задача присвячена практичній астрономії. Розв'язок, запропонований Ейлером, є найбільш прямим з точки зору сферичної тригонометрії. Він не враховує реальні умови одержання первинних величин із спостережень. 40 років пізніше Ейлер повернувся до цієї задачі і запропонував новий метод для розв'язку відповідної системи тригонометричних рівнянь.

2. Метод обчислення меридіанної поправки.

Роботу надруковано в 1741 році і присвячена вона спостережувальній астрономії – обчисленню поправки для одержання моменту проходження Сонця через меридіан. Раніше ця поправка обчислювалась лише наближено. У цій роботі Ейлер відзначає важливість

використання аналізу нескінченно малих і пропонує новий метод точного обчислення шуканої поправки.

1. Метод для знаходження градуса географічного меридіана, а також паралелі з астрономічних спостережень.

Робота є істотним внеском у побудову основних геодезичних таблиць, які дають довжину градуса меридіана і паралелі на різних широтах. Раніше такі таблиці було оснований на припущенні про строго сферичну форму Землі. Ейлер же створив таблиці для сфероїда, виведеного ним із астрономічних спостережень.

2. Дослідження фізичних причин морських припливів і відпливів.

Робота одержала премію Паризької академії у 1740 році. Ейлер не лише розвинув так звану статичну теорію припливів, намічену Ньютоном, але і розпочав розробки більш повної динамічної теорії, яка враховує інерцію водяних та повітряних мас та їх коливання.

3. Розробки з теорії незбуреного та збуреного рухів небесних тіл.

Робота стосується переважно обчисленню орбіт комет та великих планет за їх спостереженнями з поверхні Землі. Запропонований Ейлером метод обчислення кометних орбіт пізніше неодноразово застосовувався до вивчення руху багатьох комет. Відкрите тут "рівняння Ейлера", яке характеризує параболічний рух, стало основою всього подальшого прогресу в цьому напрямку астрономічних досліджень. Очевидно, тут розглядається незбурений рух небесних тіл у гравітаційному полі Сонця.

В цій же роботі Ейлер розробляє теорію збуреного руху під впливом гравітаційних полів інших тіл. Як відомо, перші кроки тут було зроблено Д'аламбером і Клеро, та все ж остаточна розробка теорії збуреного руху є заслугою Ейлера. Він запропонував метод варіації елементів, який покладено в основу теорії руху планет. Одночасно з Даламбером Ейлер розпочав роботу над теорією добового обертання Землі, збуреного впливом Місяця та Сонця. Пізніше Ейлер пішов набагато далі, спираючись на створену ним механіку твердого тіла.

4. Мемуар про вплив миттєвого поширення світла на видимі положення небесних тіл.

Тут подано метод для виправлення спостережень небесних тіл від впливу аберації. Пізніше Гаус надав цьому методу форму, у якій вона використовується й зараз.

5. Про рефракцію світла при проходженні крізь атмосферу з врахуванням коливань температури та пружності повітря.

Тут Ейлер одержує диференціальне рівняння проходження світлового променя в земній атмосфері. Він наводить вирази для рефракції, висловлюючи різні гіпотези відносно будови атмосфери.

6. Міркування Ейлера щодо світності Сонця та інших небесних тіл.

Тут подаються точні формули, які виражають освітленість поверхні,

зумовлену однорідною сферою, яка світиться. Ейлер розв'язує задачу про освітлення сферою, що світиться, темної сферичної поверхні. Отримані результати застосовує при обчисленні відносної яскравості Сонця, Місяця та планет.

1. Роботи по теорії руху Місяця з врахуванням збурених прискорень.

Це багаторічна робота по теорії руху Місяця, яка завершилась публікацією фундаментального трактату та нових уточнених таблиць руху Місяця. Ідеї, покладені в основу теорії руху Місяця, пізніше було використано при вивченні руху планет.

2. Загальні питання теорії збуреного руху.

Питанням збуреного руху Ейлер приділяв особливу увагу. Ним розглянута задача трьох тіл, збурений рух та його вивчення за допомогою чисельного інтегрування диференціальних рівнянь, вплив фігури небесних тіл на їх рух, конкретні питання стосовно добового обертання Землі і т. ін. Він детально розглянув задачу трьох і більше тіл і довів, що вона може бути розв'язана лише в окремих випадках. Повного ж розв'язку цієї задачі, на думку Ейлера, не може існувати. Пізніше Лагранж показав, що задачу трьох тіл можна розв'язати лише у двох випадках:

- 1) коли три тіла знаходяться на одній прямій і обертаються, залишаючись на ній, навколо спільного центра маси;
- 2) якщо три тіла розташовані у вершинах рівностороннього трикутника і обертаються навколо загального центра маси так, що трикутник весь час залишається рівностороннім.

Відомо, що у 1912р. фінський математик Зундман одержав теоретичний розв'язок задачі трьох тіл при довільних початкових умовах у вигляді рядів, що сходяться. Та ці ряди настільки складні і сходяться так повільно, що не дозволяють ні обчислити положення тіл у просторі, ні обчислити їх маси і, взагалі, не дозволяють зробити будь-які висновки щодо характеру та властивості руху тіл. Тому формули Зундмана практичного значення так і не набули.

Як бачимо, Леонарда Ейлера можна без сумніву віднести не лише до геніальних математиків, а й до геніальних астрономів, ідеї, розробки і висновки якого мають величезне теоретичне і практичне значення і для сучасної астрономічної науки.

Література

1. Колчинский И. Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г. Астрономы (библиографический справочник). К.: Наукова думка, 1977. – с. 414.
2. Александров Ю.В. Введение в физику планет. К.: Вища школа, 1982. – с. 304.
3. Дебри А. Движение Луны в пространстве // Физика и астрономия Луны. М.: Мир, 1973. - С. 318-340.
4. Сретенский Л.Н. Динамика твердого тела в работах Л. Эйлера //Сб. Леонард Эйлер. Сб. ст. в честь 250-летия со дня рождения Л. Эйлера. М.: 1958. - С. 210-229.
5. Яцкив Я.С. и др. Движение полюсов и неравномерность вращения Земли // Астрономия. Итоги науки и техники. 1976. - Т. 12, с. 102.