



НЕБЕСНА МЕХАНІКА — наука, що вивчає рухи небесних тіл. До них належать планети, комети, зорі, метеорити, астероїди тощо. У найширшому розумінні Н. м. — це класична механіка, закони якої використали для пояснення рухів небес. тіл під дією сил різноманіт. природи. Найважливішою з них є взаємне гравітац. притягання (див. Гравітація). Вплив ін. сил враховують лише в окремих задачах: це атмосферне гальмування для супутників, сила світлового тиску для супутників та дріб. пилових часток, електромагнітні сили для метал. чи заряджених часток за наявності електромагніт. поля. Історично склалося так, що термін «Н. м.» зазвичай вживають, вивчаючи рухи тіл у межах Сонячної системи, при цьому тіла вважають точковими, а єдина сила, на яку зважають, це гравітац. притягання. Досліджуючи рух штуч. супутників вживають переважно термін «астродинаміка», причому список сил, які враховують, стає значно ширшим. Розв'язують 2 гол. задачі — отримання ефемериди (таблиці положень небес. тіла на небі для заданих моментів часу) з метою планування спостережень та визначення орбіти (знаходження елементів орбіти та їх змін із часом) за спостереженнями. Для останньої в рад. наук. літературі закріпилася назва теор. астрономія, що нині виходить з ужитку. Певне відношення до Н. м. має балістика — наука про рух тіл, зазвичай військ. призначення, в атмосфері. Дещо ширшою дисципліною є динам. астрономія, що охоплює Н. м., астродинаміку, а також вивчає обертання, припливи, розподіл мас небес. тіл, а також рухи зір та газів у галактиках тощо.

Коріння Н. м. сягають часів Стародав. Греції, коли астроном. спостереження за планетами — яскравими зореподіб. об'єктами, що блукають по небу, та фантаст. пояснення особливостей їх руху призвели до виникнення астрології. Грец. учений Птолемей (Александрія, 140 р. до н. е.) сформулював першу систему світу, в якій Земля розташ. в центрі Всесвіту, а Місяць та Сонце з усіма планетами обертаються довкола неї. Ця система вимагала колових рухів із додатк. надбудовами у вигляді епіциклів та деферентів. Так, планета мала рухатися по колу, центр якого в свою чергу рухався ще ін. колом. Маючи достатню кількість таких додатк. тіл вдавалося точно прогнозувати рух планет. М. Коперник у своїй праці «De revolutionibus orbium coelestium» («Про обертання небесних сфер», 1543) запропонував ін. систему світу, поставивши в центр Всесвіту Сонце. Земля стала звичай. планетою, що обертається разом з ін. планетами довкола Сонця коловою орбітою. Пояснювати рухи небес. тіл стало простіше. Він також визначив розміри Соняч. системи, його оцінка досить близька до сучасної. Астроном. спостереження за

рухами планет астронома Т. Браге (виконував їх упродовж 20-ти р. у 2-й пол. 16 ст. із найвищою на той час точністю) склали спостереж. фундамент для створення математично ціліс. теорії руху планет. Нім. учений Й. Кеплер, який був його секр., використовуючи ці спостереження емпірично отримав 3 закони планет. рухів: орбіти планет є еліпсами із Сонцем у фокусі; радіус-вектор планети замітає однак. площі за однак. час; відношення квадрата періоду обертання до куба великої півосі є сталою величиною. Закони Кеплера виконуються точно лише для умов. випадку, коли в цілому світі є тільки 2 тіла. Лише І. Ньютон зміг математично строго доказати закони Кеплера. Другий та перший закони отримують із закону збереження моменту імпульсу за умови, що діюча сила обернено пропорційна квадрату відстані. Це дозволило англ. вченому сформулювати закон всесвіт. тяжіння. Подальший розвиток Н. м., особливо з появою диференц. числення (І. Ньютон, Г.-В. Лейбніц), нерозривно пов'язаний із теор. механікою, теорією диференц. рівнянь та алгеброю. Важливими були роботи А. Пуанкаре, Дж. Лагранжа, С. Пуассона, Л. Ейлера. Задачу про рух 2-х тіл у полі взаєм. притягання вдається розв'язати повністю, довівши її до кінц. точних формул. Спроби знайти аналог. формули для руху навіть 3-х тіл зустрілися з принцип. труднощами. Тому в Н. м. розглядаються збурена задача 2-х тіл, частк. задача 3-х тіл, а також наближені методи, що дозволяють розв'язати задачу про рух багатьох тіл із достатньою для спостережень точністю. При цьому елементи орбіти стають функціями часу, а формули задачі 2-х тіл залишаються придатними. Найвищим результатом Н. м. є (диференц.) рівняння Лагранжа-Ейлера, що пов'язують збурюючу силу з відповід. змінами елементів орбіти. Збурюючі сили можуть мати довільне походження, що робить рівняння універсальними. Важливим етапом у розвитку методів Н. м. було відкриття 1830 планети Нептун, зроблене не завдяки спостереженням, а завдяки обчисленням у лаб. 2-ма гол. методиками Н. м. — аналітичною (У. Левер'є, Франція) та чисельною (Дж. Адамс, Англія). З розвитком обчислюв. техніки все більше задач розв'язують методами чисел. Н. м., інтегруючи диференц. рівняння чисельно, напр., методом Адамса. Розвиток Н. м. в Україні неможливо відокремити від розвитку астрономії загалом. Практично всі галузі спостереж. астрономії використовують результати Н. м. Наприкінці 19 ст. визнання отримала київ. школа М. Хандрикова. Відомою є кометна школа С. Всехсвятського, представниками якої було запропоновано пояснення рухів комет у Соняч. системі через вулканізм супутників Юпітера. Для роз-

виту теорії обертання Землі (динам. астрономія) важливе значення мала школа Є. Федорова та Я. Яцківа (Астрономічна обсерваторія Головна). Спостережні програми за супутниками та кометами проводять в Астрономічних і медико-екологічних досліджень Міжнародному центрі (В. Тарадій). Укр. космічну програму виконують у Космічних досліджень Інституті. У 20 ст. укр. спеціалісти успішно працювали на розвиток рад. косміч. програми. Серед найвизначніших досягнень варто відзначити проект «Вега» — політ рад. зонда до комети Галлея. Курси з Н. м. читають у Київ. та Харків. університетах.

Рекомендована література

1. Хандриков М. Очерк теоретической астрономии. К., 1883;

2. Брауэр Д., Клеменс Дж. Методы небесной механики / Пер. с англ. Москва, 1964;
3. Субботин М. Ф. Введение в теоретическую астрономию. Москва, 1968;
4. Богородский А. Ф. Всемирное тяготение. К., 1971;
5. Эскобал П. Определение орбит / Пер. с англ. Москва, 1972;
6. Александров Ю. Небесна механіка. Х., 2004;
7. G. Beutler. Methods of Celestial Mechanics. Springer, 2005;
8. O. Montenbruck, E. Gill. Satellite orbits. Springer, 2005;
9. Чолій В. Визначення орбіт. К., 2008;
10. Його ж. Вступ до небесної механіки. К., 2018.

В. Я. Чолій

Бібліографічний опис:

Небесна механіка / В. Я. Чолій // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2021. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-72670>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України (докладніше).