

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Штефан Н.І. , Гнатейко Н.В., Федоров В.М.

**ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА В ІСТОРИЧНОМУ РОЗВИТКУ**

**Методичні вказівки**

для самостійної роботи студентів

**спеціальності:** 113 «Галузеве машинобудування»

**спеціалізацій:** «Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв»; «Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперових виробництв»

всіх форм навчання

Київ - 2016

Теоретична механіка в історичному розвитку. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів спеціальності: 113 «Галузеве машинобудування», спеціалізацій: «Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв»; «Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперових виробництв» всіх форм навчання / Укл.: Н.І. Штефан, Н.В. Гнатейко, В.М. Федоров – К.: НТУУ «КПІ», 2016 - 35 с.

Гриф надано Вченою радою ФАКС НТУУ «КПІ»

Навчальне електронне видання

## **ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА В ІСТОРИЧНОМУ РОЗВИТКУ**

### **Методичні вказівки**

для самостійної роботи студентів

**спеціальності:** 113 «Галузеве машинобудування»

**спеціалізацій:** «Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв»; «Інжиніринг, обладнання та технології целюлозно-паперових виробництв»

всіх форм навчання

Укладачі: Наталія Іллівна Штефан, канд. техн. наук, доц.

Нонна Валентинівна Гнатейко, канд. техн. наук, доц.

Володимир Миколайович Федоров, канд. техн. наук, доц

Відповідальний редактор: О.М.Алексейчук, канд. техн. наук, доц.

Рецензент: А.Р.Степанюк, канд. техн. наук, доц. кафедри МАХНВ ІХФ

## **ВСТУП**

Для створення єдиного навчально-методичного комплексу забезпечення дисципліни "Теоретична механіка" логічним є представлення такої його складової, яка, в першу чергу, ознайомить студентів з самим предметом теоретичної механіки, з її основними поняттями, гіпотезами, аксіомами, фундаментальними законами, а також деякими аспектами її історичного розвитку. При цьому у студента сформується і загальне бачення дисципліни, що також є важливим, особливо при самостійній роботі, якій в теперішній час надається величезна роль у світлі положень Болонського процесу.

Такою складовою є представлені методичні вказівки "Теоретична механіка в історичному розвитку". Важливим є те, що для розширення світогляду та загального рівня освіченості студента цікавим буде прослідкувати історичний розвиток механіки, а також ознайомитися з найважливішими внесками в її розвиток відомих вчених, починаючи з часів до н. е.

Вважаємо, що саме ці методичні вказівки є першим кроком у вивченні теоретичної механіки.

Методичні вказівки орієнтовані на студентів всіх форм навчання.

## **1. Предмет теоретичної механіки**

Механіка - одна з найдавніших наук природознавства. Як відомо, природознавство вивчає різноманітні властивості матерії та різні форми її існування. У механіці особливе значення набуває форма матерії у вигляді речовини. З неї складаються всі фізичні тіла. Крім того, в механіці ми зустрічаємося з тією формою матерії, яку називають полем. Різні взаємодії між фізичними тілами передаються за допомогою полів.

Уже на ранніх стадіях античної науки ( VI ст. до н.е.) можна знайти зачатки таких розділів як кінематика та статика, які розроблялись з точки зору проблеми сутності руху - однієї з фундаментальних проблем давньогрецької філософії. Кінематика рухів тоді знаходилась повністю в рамках астрономії, а основними питаннями статички були розрахунки виграшу в силі, що досягався за допомогою різних механічних пристроїв та виведення умов рівноваги при зважуванні й плаванні тіл.

Перші викладення загальних понять механіки знаходяться у творах давньогрецького філософа, вченого - енциклопедиста Арістотеля ( 384- 322 рр. до н.е. ) - учня відомого філософа - ідеаліста Платона ( 428- 348 рр. до н.е. ).

Уперше наукове обґрунтування механіки з'являється у творі сіракузького геометра і математика Архімеда ( 287- 212 рр. до н.е. ) - одного з найвидатніших учених античності. Сформулювавши ряд аксіом про рівновагу важеля, Архімед зробив першу спробу аксіоматизації механіки.

Речовина і поле - нерозривно пов'язані між собою форми матерії, об'єктивно існуючі у просторі та часі. Простір і час - це форми існування матерії, об'єктивно реальні форми буття; вони внутрішньо нерозривно пов'язані з рухом матерії у просторі й час. У свідомості людини в результаті її тривалої практичної діяльності у понятті простору знайшли своє відображення найзагальніші властивості матеріальних тіл мати протяжність ( геометрична

форма матеріального тіла), займати певне положення у просторі і розташовуватись певним чином один відносно одного; у понятті часу відображена властивість матеріальних процесів мати певну тривалість, йти слідом один за одним у певній послідовності і розвиватися за етапами і стадіями.

Види руху матерії різноманітні. У широкому значенні слова під рухом матерії розуміють будь - які зміни, що відбуваються при теплових, хімічних, електромагнітних, внутрішньоатомних та інших процесах. Теоретична механіка обмежується вивченням механічної форми руху матерії.

*Механічний рух* - найпростіша форма руху матерії, яка зводиться до простих переміщень з часом фізичних тіл з одного положення у просторі в інше.

Вивчаючи найпростіші форми руху фізичних тіл , механіка ґрунтується лише на таких елементарних властивостях цих тіл, як протяжність і речовинність ( маса речовини і її розподіл у даному геометричному об'ємі) .

*Система наук про найпростіші форми руху матерії складає загальну механіку. Серед різних розділів загальної механіки особливе місце посідає теоретична механіка.*

**Теоретична механіка** - це наука про найзагальніші закони механічного руху, головною метою якої є пізнання кількісних закономірностей, що спостерігаються у природі, та механічних рухів, "сконструйованих" людиною і створення на основі цього відповідних розрахункових алгоритмів.

Історія розвитку теоретичної механіки переконує у тому, що вона є однією з наукових основ сучасної техніки. Знання законів механіки та її методів дозволяє вивчати й науково пояснювати важливі явища оточуючого нас світу, передбачати хід процесів у нових задачах науки і техніки, сприяє подальшому розвитку природознавства в цілому.

На законах теоретичної механіки базується механіка континуума: теорія пружності, пластичності, гідродинаміки, динаміка газів і т.д. Методи

теоретичної механіки дозволяють з однакових позицій описувати динаміку і процеси управління не тільки механічних, а й електромеханічних систем та ряд явищ у електродинаміці, електроніці, радіотехніці, хімії, біології і т.д. Отже, теоретична механіка є фундаментом усієї системи природничих наук.

Основи теоретичної механіки закладені великим англійським вченим І. Ньютоном (1642- 1727) у його безсмертній праці "Математические начала натуральной философии" (1687 р). Тут І. Ньютон сформулював основні поняття класичної механіки, її аксіоматику, а також ряд фундаментальних теорем небесної механіки та закон всесвітнього тяжіння. Вперше переклад з латинської на російську мову цього твору здійснив у 1915 р. та видав у 1936 р. академік О. М. Крилов ( 1863- 1945). Так, математик і механік Ісаак Ньютон завершив встановлення основних законів динаміки, що було розпочате за часів геніального італійського вченого Г. Галілея ( 1564- 1642).

Фундамент теоретичної механіки складає невелика кількість гіпотез, пов'язаних із введенням ньютонівських уявлень про простір і час (так звані абсолютні простір і час), понять інерціальної системи відліку, сили й маси, а також закони ( закони Ньютона) , здобуті в результаті спостережень повільних рухів макроскопічних тіл. Тому теоретичну механіку називають також класичною механікою, на відміну від інших напрямів в механіці ( як релятивістська та квантова механіки) , які засновані на інших просторово-часових уявленнях.

Зауважимо, що макроскопічними називаються тіла, маса яких набагато більша за масу атомів, з яких вони складаються. Атоми, електрони і т.д. називаються мікроскопічними тілами.

Повільними, або нерелятивістськими, рухами називаються рухи тіл зі швидкостями набагато меншими за швидкість світла в вакуумі ( 300 000 км/ с ). Рухи, швидкість яких наближається до швидкості світла у вакуумі, називаються швидкими, або релятивістськими.

Механіка, яка вивчає рухи макроскопічних тіл, називається

релятивістською. Механіка, що застосовується до рухів мікроскопічних тіл, називається квантовою.

Згідно з ньютонівськими уявленнями про простір і час визначається їх об'єктивна реальність як форма існування матерії, проте одночасно постулюється "абсолютність" цих понять: вони розглядаються окремо один від одного і окремо від матеріальних об'єктів, що перебувають у русі.

Введення абсолютного простору засноване на припущенні, що у реальному фізичному просторі механічні явища не залежать ні від місця спостереження, ні від напрямку руху матеріальних об'єктів. Перша обставина встановлює властивість однорідності простору, тобто незмінність характеристик простору при переході від однієї його точки до іншої (всі точки простору рівноправні між собою); друга з наведених обставин визначає властивість ізотропності простору в значенні однаковості властивостей простору в різних його напрямках. Абсолютний простір приймається тривимірним і передбачається його параметризація, наприклад, через декартову систему координат, так що кожній точці абсолютного простору відповідають три просторові координати  $x, y, z$ . Геометричною моделлю цього простору є евклідова геометрія.

За Ньютоном постулюється абсолютний час. Тим самим стверджується, що одне й те саме механічне явище в одному й тому самому місці, але в різні моменти часу проходить однаково. Вважається можливим встановити одночасність будь-яких двох подій на будь-яких об'єктах незалежно від швидкості руху цих об'єктів відносно місця спостереження. Час вважається однорідним, що означає однаковість розвитку і зміни даного механічного явища, незалежно від того, в який момент часу воно відбулося (це дає змогу довільно вибирати початок відліку часу). Припускається можливість визначати і вимірювати інтервали між окремими проміжками часу.

Незалежність властивостей абсолютних простору і часу пов'язані з прийнятою в класичній механіці гіпотезою про миттєву передачу взаємодії між

тілами через певний порожній простір. Зауважимо, що за сучасними уявленнями миттєвих взаємодій не існує і ніякі взаємодії не можуть поширюватись зі швидкістю, що перевищує швидкість світла у вакуумі; причому всі взаємодії відбуваються лише за допомогою тих чи інших полів (наприклад, гравітаційних, електромагнітних) .

У класичній механіці рухи матеріальних об'єктів розглядаються за допомогою моделей реальних фізичних тіл: матеріальна точка, система матеріальних точок і абсолютно тверде тіло.

*Матеріальна точка* - це найпростіша модель матеріального об'єкта, розмірами якого, в умовах даної задачі , можна знехтувати, і яка, як і об'єкт, має властивості інертності й здатність взаємодіяти з іншими матеріальними тілами ( саме до такої моделі І. Ньютон сформулював основне положення класичної механіки) .

*Системою матеріальних точок* ( механічною системою) називається така сукупність матеріальних точок, положення і рух яких взаємозв'язані.

*Абсолютно твердим тілом* ( твердим тілом) називається така система матеріальних точок відстані між якими у процесі руху залишаються незмінними.

На підставі ньютонівських уявлень про час і простір вводиться поняття систем відліку.

*Системою відліку* називається така сукупність деякої системи координат, незмінно пов'язаної з деяким абсолютно твердим тілом ( тілом відліку) , і деякого пристрою ( годинника) , в якому відбувається періодичний процес, що служить для вимірювання часу.

Системи відліку можуть бути або нерухомими відносно деякої однієї системи, що приймається умовно за абсолютно нерухому ( за Ньютоном), або рухатись довільно відносно неї.

Серед різних систем відліку, в яких простір є однорідним та ізотропним, а час однорідним, у класичній механіці постулюється наявність системи відліку,



де ізольована матеріальна точка ( вільна матеріальна точка, взаємодією якої з навколишніми тілами можна знехтувати) може необмежено довго знаходитись у стані спокою або рівномірного й прямолінійного руху. Таку систему відліку називають *інерціальною* ( галілеєвою). Системи відліку що не мають вказаних властивостей, називаються неінерціальними.

Зазначимо, що по відношенню до неінерціальних систем відліку простір є неоднорідним і неізотропним, а час - неоднорідним. В ній ізольована матеріальна точка не спроможна знаходитися у стані спокою: так, маючи у початковий момент часу нульову швидкість, у наступні моменти вона почала б рухатися в певному напрямі.

Зауважимо, що чітко вказати інерціальну систему відліку і виділити в реальному фізичному просторі абсолютно ізольоване тіло неможливо. При вивченні руху небесних тіл за інерціальну зазвичай приймають так звану геліоцентричну систему відліку з початком в центрі мас Сонячної системи і осями, що напрямлені на "нерухомі" Зірки. При вивченні руху багатьох тіл земного походження за інерціальну можна прийняти геоцентричну систему відліку, незмінно пов'язану з Землею. Хоча така система відліку не рухається поступально і рівномірно відносно системи відліку, зв'язаної з нерухомими зірками, про які йшлося вище ( Земля обертається навколо своєї осі й навколо Сонця) , однак помилка, допущена при цьому в дослідженні багатьох явищ, незначна, тому геоцентрична система відліку в ряді випадків може бути також прийнята за інерціальну.

Якщо будь - яка система відліку вибрана із заданим ступенем точності в значенні інерціальної, то можна вказати нескінченну кількість інерціальних систем відліку, які рухаються відносно вибраної системи відліку поступально, рівномірно і прямолінійно.

Один з основних законів класичної механіки виходить з того, що всі інерціальні системи відліку рівноправні. Отже, всі закони класичної механіки, встановлені в одній якійсь інерціальній системі відліку не змінюються при

переході до будь - якої іншої інерціальної системи відліку. Таке твердження називається принципом відносності Галілея.

Г. Галілей ( 1564- 1642) - геніальний італійський вчений, один із засновників динаміки як науки. Зміст вказаного принципу доведений у його трактаті "Бесіди та математичні доведення, що стосуються інших нових галузей науки" ( 1638 ). Із цього принципу випливає, що ніякими механічними дослідями, які проводяться в даній інерціальній системі відліку, неможливо встановити, чи покоїться ця система, чи рухається поступально рівномірно і прямолінійно.

Зауважимо, що у 1905 р. А. Ейнштейн ( 1879- 1955) сформулював найбільш узагальнений принцип відносності, згідно з яким не тільки механічні досліди і спостереження, але взагалі ніякі фізичні, у тому разі оптичні та електричні досліди, не можуть виявити поступального рівномірного та прямолінійного руху інерціальної системи відліку, у якій ці досліди проходять: закони природи, за якими змінюється стан фізичних систем, не залежать від того, до якої інерціальної системи відліку відносяться ці зміни ( *принцип відносності Ейнштейна* ).

Припущення щодо існування інерціальних систем відліку становить зміст *першого закону Ньютона ( закону інерції )* :

*будь - яке тіло перебуває в стані спокою або рівномірного й прямолінійного руху доти, поки якась сила не виведе його з цього стану.*

Зазначимо, що закон інерції до І. Ньютона був сформульований Г. Галілеєм у його "Бесідах" ( 1638 ) , Р. Декартом ( 1596- 1650) у трактаті "Початки філософії" ( 1644 р), а найбільш наближено Х. Гюйгенсом ( 1629- 1695) у трактаті "Маятниковий годинник" ( 1673 ) .

Відповідно до сучасних уявлень та термінології, у першому та другому законах Ньютона під тілом потрібно розуміти матеріальну точку, а під рухом - її рух відносно інерціальної системи відліку.

Цей закон, торкаючись геометричних властивостей руху однієї системи

відліку відносно іншої, відображає одну з найважливіших властивостей матерії-*властивість інертності*: ізольована матеріальна точка зберігає стан спокою чи рівномірного й прямолінійного руху.

Отже, з першого закону випливає, що довільна зміна руху ( спокою) матеріальної точки неможлива. Рух матеріальної точки може змінюватись тільки в результаті її взаємодії з іншими тілами. Наявність такої взаємодії ( за винятком, коли всі взаємодії на точку взаємно компенсуються) спричиняє відхилення руху матеріальної точки від рівномірного та прямолінійного руху, тобто деяке прискорення відносно інерціальної системи відліку (абсолютне прискорення). Таким чином, відмінність від нуля абсолютного прискорення матеріальної точки свідчить про дію на неї інших тіл. Інтенсивність і напрямленість цієї взаємодії в класичній механіці характеризується силою.

*Сила* - це векторна міра механічного прояву фізичного впливу на матеріальну точку інших тіл.

У загальному випадку силою в механіці називається векторна міра механічного прояву фізичного впливу на дане матеріальне тіло інших тіл, який викликає зміну швидкостей точок тіла або його деформацію. За сучасними уявленнями у природі існують такі типи взаємодій: гравітаційні, електромагнітні, ядерні та слабкі. Причому, всі взаємодії здійснюються через ті або інші поля. Стосовно класичної механіки можна розглядати тільки перші два типи взаємодій, оскільки саме вони лежать в основі всіх механічних взаємодій, а відповідні їм сили ( ваги, пружності, тертя, опору середовища, тощо) є проявом гравітаційних та електромагнітних сил.

Поняття сили в класичній механіці дає можливість вводити кількісні співвідношення, що виявляють характер механічної взаємодії тіл. Цей фактор лежить в основі фундаментального узагальнення класичної механіки – другого закону Ньютона.

Щоб сформулювати цей закон, йдучи за Ньютоном, введемо ще два фундаментальні поняття механіки: маси точки та її кількості руху.

У сучасному уявленні *масою матеріальної точки* називається фізична величина, що є мірою її інертних і гравітаційних властивостей.

I. Ньютон вперше дав визначення маси ( до нього розглядалась тільки вага тіла) як таке: «Кількість матерії ( маса) є міра такою, що встановлюється пропорційно густині та об'єму її».

Властивість тіла чинити опір при спробі привести його в рух або змінити напрям чи значення його швидкості називається *властивістю інертності*.

Властивість взаємного тяжіння частинок матерії, зокрема, існування в навколоземному просторі ваги, що залежить від положення частинок відносно земної поверхні, називається гравітаційною властивістю.

У класичній механіці припускається, що маса матеріальної точки не змінюється з часом, не залежить ні від швидкості матеріальної точки, ні від її положення в просторі. Це твердження є наслідком однорідності та ізотропності простору і однорідності часу й узгоджується з дослідними даними у випадку руху тіл з швидкостями, малими порівняно з швидкістю світла.

*Кількістю руху матеріальної точки* називається векторна величина, що дорівнює добутку маси точки  $m$  на вектор її швидкості  $\vec{V}$ :

$$\vec{q} = m \vec{V} . \quad (1)$$

*Другий закон Ньютона. Швидкість зміни кількості руху матеріальної точки дорівнює силі, що діє на цю точку.*

Математично цей закон виражається рівністю з урахуванням (1):

$$\frac{d(m \vec{V})}{dt} = \vec{F} . \quad (2)$$

В класичній механіці розглядають рух зі швидкостями, малими порівняно зі швидкістю світла. При русі з великими швидкостями, відповідно до формули Лоренца, маса залежить від швидкості руху:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}}, \quad (3)$$

де  $m_0$  - маса нерухомого об'єкта;  $c$  – швидкість світла. При малих швидкостях руху точки ( $V \ll c$ ) маємо, що

Вважаючи, що  $m = \text{const}$ , вираз (2) перепишемо у вигляді :

$$m\vec{w} = \vec{F}, \quad (4)$$

де  $\vec{w} = \frac{d\vec{V}}{dt}$  - прискорення точки.

На основі (4) другий закон Ньютона можна сформулювати так:

*прискорення матеріальної точки пропорційне прикладеній до неї сили і має однаковий з нею напрям.*

Зазначимо, що векторна форма запису (1) не могла з'явитися раніше 1847 р., тобто коли У. Гамільтон ( 1805- 1865) вперше ввів поняття вектора.

Вперше кількісне уявлення другому закону Ньютона дав Л. Ейлер (1707-1783) – великий математик механік, академік Петербурзької Академії наук – у трактаті «Механіка, або наука про рух, викладена аналітично» ( 1736) . Він склав твердження другого закону Ньютона в формі диференціальних рівнянь руху, у тому разі в проекціях на осі нерухомої декартової системи координат  $Oxyz$  :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F_x}{m}; \quad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{F_y}{m}; \quad \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{F_z}{m}, \quad (5)$$

де  $F_x, F_y, F_z$  - проекції рівнодійної сили, що прикладена у даній точці, на вказані осі.


Співвідношення (5) вказує на наступне:

1) опис руху тіла вперше здійснюється за допомогою нового на той час математичного поняття – функцій часу  $x, y, z$ , що визначають положення точки у розглядуваній системі координат;

2) сила визначає другі похідні за часом матеріальної точки;

3) складене в аналітичній формі це співвідношення привело задачі механіки про рух матеріальної точки в інерціальній системі відліку до розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

Отже, за (4) другий закон Ньютона вперше набув форму діючого алгоритму розв'язання задач механіки матеріальної точки. Значно пізніше, у другій половині XIX ст. з'являється відоме формулювання другого закону Ньютона.

Згідно з принципом відносності Галілея всі закони і рівняння класичної механіки, які встановлені для однієї будь – якої інерціальної системи відліку, не змінюються при переході до будь - якої іншої ініціальної системи відліку. Неважко довести, що співвідношення (5) цьому принципу задовольняє. Так, маса матеріальної точки не залежить від швидкості її руху, тобто вона однакова в усіх системах відліку; прискорення точки за (5) також однакове у всіх інерціальних системах відліку. Розглянемо тепер силу . Не порушуючи постулати класичної механіки про простір, час та припущення про миттєву передачу взаємодії тіл, її залежність у загальному випадку можна подати у вигляді:

$$\vec{F} = \vec{F}(\vec{r}, \frac{d\vec{r}}{dt}, t) , \quad (6)$$

де  $\vec{r}$  - радіус – вектор , який визначає положення точки у інерціальній системі відліку,  $\frac{d\vec{r}}{dt}$  - швидкість цієї точки,  $t$  - час.

Варте уваги зауваження, що саме введенням у (6) аргументу  $t$  можна компенсувати зміну сили  $\vec{F}$ , обумовлену переміщенням оточуючих дану матеріальну точку тіл внаслідок оберненого впливу на них цієї точки. У протилежному разі рух матеріальної точки недостатньо описувати одним векторним рівнянням (6) і необхідно скласти рівняння руху всіх інших тіл, що взаємодіють з даною точкою.

Отже, згідно з (6) сила також не залежить від вибору системи відліку, оскільки від цього вибору не залежать всі величини, які явно входять у функцію (6).

Відзначимо, що перший закон Ньютона формально можна отримати із другого закону, якщо у виразі (2) припустити  $\vec{F} = 0$ . Тоді  $\frac{d\vec{q}}{dt} = 0$ , звідки  $\vec{V} = \text{const}$ , тобто при відсутності зовнішнього впливу швидкість вільної матеріальної точки є сталою на протязі всього руху, а це є твердженням першого закону Ньютона. Отже, формально перший закон Ньютона можна розглядати як наслідок другого. Але другий закон Ньютона у формі (2) тільки тоді має зміст, коли вказана система відліку, у якій він справедливий. Виділити ж таку систему спроможний лише перший закон, що стверджує наявність системи відліку, у якій ізольована матеріальна точка рухається без прискорення. Саме у такій системі відліку рух будь-якої матеріальної точки підкоряється умові (2), яка виражає другий закон класичної механіки.

Таким чином, перший закон Ньютона є незалежним законом, що виражає критерії наявності системи відліку, у якій побудована теорія руху тіл за класичною механікою.

За I.Ньютоном вихідне положення класичної механіки завершує *третій закон (закон рівності дії і протидії)*:

*дії завжди відповідає рівна їй і протилежно напрямлена протидія; тобто дії двох тіл одне на одне завжди рівні й направлені вздовж однієї прямої у протилежні сторони.*

Третій закон Ньютона фактично включає в себе положення про те, що сила має «джерело» свого виникнення у вигляді одного чи декількох тіл, що взаємодіють з даним (а це, у свою чергу, неодмінно діє на інші).

У тому випадку, якщо «джерело» сили має дуже велику масу по відношенню до маси даного тіла (тобто матеріальна точка, що розглядається), то відповідна протидія настільки мало впливає на рух цього «джерела» сили,

що їм можна нехтувати. Таке відповідає граничному випадку, який дозволяє переходити від механіки системи матеріальних точок, яка складається принаймні з двох взаємодіючих матеріальних точок, до механіки однієї матеріальної точки, рух якої з достатньою для дослідження точністю описується законом (2).

Наведемо ще одне фундаментальне положення класичної механіки Ньютона – *закон незалежності дій сил: якщо на матеріальну точку діє декілька сил, то кожна з них надає точці прискорення згідно з другим законом Ньютона незалежно від дії інших сил.*

Іншими словами, у випадку одночасної дії на матеріальну точку декількох сил  $\vec{F}_i (i = 1, n)$ , постулюється справедливність рівності

$$m\vec{w} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i, \quad (7)$$

де  $\vec{w} = \sum_{i=1}^n \vec{w}_i$ ;  $\vec{w}_i = \frac{1}{m} \vec{F}_i$  – прискорення даної матеріальної точки маси  $m$ , яке обумовлене дією тільки сили  $\vec{F}_i$  незалежно від дії інших сил.

Таким чином, І. Ньютон виходячи з відомих у XVII ст. дослідних фактів, створив теорію, що стала фундаментом всього сучасного природознавства.

Подальший розвиток механіки у працях Л.Ейлера (1707- 1783) привів до нових найважливіших моделей реальних об'єктів – абсолютно твердого тіла та суцільного середовища – і до створення нових розділів механіки і динаміки твердого тіла і механіки суцільного середовища.

У другій половині XVIII ст. розв'язання різних проблем науки і техніки привело до введення ще однієї найважливішої моделі реальних об'єктів – *системи матеріальних точок (механічної системи)*. Результатом цього стало виникнення ще одного розділу механіки – динаміки системи матеріальних точок у працях Ж.Л.Д'Аламбера (1717- 1813).

Більш того, Ж. Лагранжем (1736- 1813) розроблені принципово нові



методи дослідження так званих невіільних механічних систем, що утворили нову теорію у механіці – аналітичну механіку, ідеї якої розповсюдились й на електромеханічні і електричні системи.

У другій половині XIX ст. накопичені знання про явища оточуючого нас світу в області електродинаміки та теорії будови матерії (це відкриття М.Фарадеєм (1791- 1867) електромагнітної індукції та розробки Дж. Максвеллом (1831- 1879) математичної теорії електромагнітного поля) дозволили встановити межі застосування класичної механіки Ньютона.

Виявилось, що для реальних фізичних тіл існує гранична швидкість, що дорівнює швидкості світла у вакуумі, а рівняння Ньютона не можуть описувати процеси, які мають місце усередині атома.

Перегляд саме вихідних положень ньютонівської механіки про простір, час і масу у працях Х. Лоренца (1853- 1928), А. Пуанкаре (1854- 1912) та А. Ейнштейна (1879- 1955) привели до створення спеціальної теорії відносності – релятивістської механіки. Ця теорія, базуючись на принципі Ейнштейна та постулаті про сталість швидкості світла, відкрила нові уявлення про простір та час. Доведено, що абсолютних простору і часу, не пов'язаних один з одним та безвідносно до рухів матеріальних об'єктів не існує, а існує єдиний простір - час, тісно пов'язаний з рухом матеріальних тіл. Доведена відносність просторових і часових інтервалів та відносність поняття одночасності подій. В результаті отримані закони руху тіл із швидкостями, наближеними до швидкості світла у вакуумі. Проте, рівняння релятивістської механіки для швидкостей, малих по відношенню до швидкості світла, переходять у рівняння класичної механіки.

Таким чином, класична механіка увійшла в релятивістську як її окремий випадок, зберігши своє велике значення фундаменту природничих наук для опису рухів, які відбуваються із швидкостями, меншими швидкості світла.

Подальший крок у розвитку уявлень про простір і час здійснений загальною теорією відносності Ейнштейна. Тут встановлений нерозривний

зв'язок простору і часу із тими процесами, які в них відбуваються. Узагальнення спеціальної теорії відносності на будь – які форми руху встановило зв'язок гравітаційних полів із скривленням простору – часу. У результаті замість аксіом евклідової геометрії були введені аксіоми риманової геометрії. Так було доведено, що неможливо вводити такі поняття як однорідність та ізотропність простору і однорідність часу безвідносно до конкретних фізичних систем та процесів, які протікають у них.

Отже, розвиток сучасної науки чітко визначив межі застосування методів і моделей класичної механіки. Але ж за словами А. Ейнштейна: «Нехай ніхто не міркує, що велике творіння Ньютона може бути спростоване теорією відносності або будь – якою іншою теорією. Ясні та широкі ідеї Ньютона зберігають своє значення фундаменту, на якому побудовані наші сучасні фізичні уявлення».

Розвиток механіки у ХХ ст. як у нашій країні, так і за кордоном характеризувався створенням наукових шкіл, які вносили нові ідеї у розвиток усіх напрямів теоретичної механіки й створенням її нових розділів. Саме завдяки високому рівню й стрімкому прогресу теоретичних і прикладних досліджень у галузі теоретичної механіки, досягнутих різними школами, стали можливими успіхи в авіації, ракетній техніці та у ряді інших галузей промисловості, транспорту, будівництва, видатні досягнення в галузі космічних польотів. Докладний аналіз наукових досліджень радянських шкіл у галузі механіки можна знайти у ювілейних виданнях АН СРСР, наприклад, «Механика в СССР за 60 лет». У коло інтересів механіки потрапили ще більш складні й далекі від класичних розділів механіки фізичні системи, такі як турбулентні, трансзвукові потоки, плазма, хімічні регульовальні середовища, багатофазні потоки з фазовими переходами, полімери і т.д. Їх вивчення вимагало, з одного боку, найтоншого експерименту, а з другого – подальшого удосконалення аналітичного апарату класичної механіки, який продовжував збагачуватись новими методами й уявленнями, зберігаючи свій фундамент –

*закони І. Ньютона.*

У другій половині ХХ ст. в Україні бурхливий розвиток отримала теоретична механіка, яка є основою для побудови і розвитку механіки суцільного середовища (теорії пружності, теорії пластичності, гідроаеромеханіки та ін.). Дослідження вітчизняних вчених : Г.М. Савіна, М.О. Кільчевського, О.М. Гузя, А.Ф. Улітки, В.Т. Грінченка, М.А.Павловського та ін. – у зазначених галузях належать до золотого фонду світової науки і є провідними в розвитку багатьох фундаментальних проблем і методів сучасної механіки та її численних застосувань у природознавстві і техніці.

## **2. Довідкові дані про наукові внески відомих вчених**

Наведемо короткі довідкові дані про наукові внески відомих вчених у розвиток механіки:

### **Арістотель**

(384-322 до н.е.)

Древньогрецький філософ, учень відомого філософа-ідеаліста Платона (428-348 рр. до н.е.), вчений-енциклопедист. Його твори, що дійшли до нашого часу, охоплюють всі області знань того часу, в тому числі природознавство, математику, механіку. За його переконаннями джерелом руху тіла є сила. Йому належать перші ідеї принципу віртуальних швидкостей; він у своїх міркуваннях використовував поняття швидкості, враховував опір середовища.

### **Архімед**

(287-212 до н. е.)

Древньогрецький математик та механік, один з найвидатніших вчених античності. Сформулював ряд аксіом про рівновагу важеля; зробив першу спробу аксіоматизації механіки; ввів важливе поняття геометричної статички-

центра тяжіння твердого тіла; вказав деякі методи його визначення. Заклав основи гідростатики, встановив відомий закон про підйомну силу (закон Архімеда).

### **Герон Александрійський**

(І в. до н. е.)

Механік та інженер епохи еллінізму. Розвиваючи ідеї Архімеда, він вперше сформулював правило розрахунку рівноваги простої машини, досліджуючи питання про програш у швидкості при одночасному виграші у силі (“золоте правило механіки”), наблизившись до елементарної форми кінематичного варіанту статички “принципу можливих швидкостей”.

### **Клавдій Птолемей**

(приблизно 100-178р)

Астроном, математик, географ епохи пізнього еллінізму. В його головному трактаті “ Математичне зібрання ” містяться дані основних досягнень геоцентричної теорії руху небесних тіл, згідно якої всі небесні світила обертаються навколо нерухомої Землі. Причому, таке платонівське-аристотелівське бачення системи світу панувало до кінця XV століття.

### **Микола Кузанський**

(1401-1464)

Німецький вчений-гуманіст, один з попередників М. Коперника у створенні геліоцентричної системи світу: він висунув ідеї про обертання Землі та відкинув думки про її привелегійоване положення серед інших планет. Відстоював введення експериментального методу в наукове дослідження природи, в тому числі і математику.

## **Леонардо да Винчи**

(1452-1519)

Відомий італійський художник і вчений-енциклопедист. В його творчості механіка займає особливе місце: він вивчав рухи тіл по похилій площині і тертя ковзання; досліджував траєкторію руху тіла, кинутого під кутом до горизонту; вперше використав поняття, близьке до поняття моменту сили тяжіння відносно нерухомої точки. Вперше сформулював правило паралелограма сил в приміненні до окремого випадку рівноваги вантажу, розміщеного на похилій площині.

## **Микола Коперник**

(1473-1543)

Польський астроном, математик. З його ім'ям пов'язане велике відкриття - створення геліоцентричної системи світу, що змінило геоцентричну систему Птолемея. З цього часу починається вивільнення природознавства від теології. Його безсмертна праця “ Про обертання небесних сфер ” (1543) сприяла більш глибокому осмисленню теорії відносного руху тіл, що прискорило відкриття основних законів класичної механіки.

## **Симон Стевін**

(1548-1620)

Голландський математик та механік. Його дослідження мали велике значення для розвитку елементарної статyki і гідростатики епохи Відродження. В трактаті “Початки статyki“ (1586) він дає аксіоматичну побудову статyki на основі визначень і постулатів Архімеда. Використовуючи правило рівноваги вантажу на похилій площині, встановив закон додавання сил, що утворюють прямий кут. Поширюючи цей закон на випадок довільного кута, він отримав фундаментальну залежність закону додавання і розкладання сил. Вперше ввів поняття силового трикутника і довів теорему про три

непаралельні сили.

### **Галілео Галілей**

(1564-1642)

Геніальний італійський вчений, роботи якого мали фундаментальне значення для розвитку механіки. В його праці “Беседы и математические доказательства, касающихся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению” (1638) були закладені основи динаміки як науки. Він вперше встановив основні закони вільного падіння тіл, ввів поняття нерівномірного руху і прискорення точки при цьому русі. Вперше дослідив рух важкого тіла, кинутого під кутом до горизонту, сформулював при цьому закон інерції. Вперше дослідив дію сил на рухомі тіла ( до Галілея вивчалась лише статична дія сил), сформулював принцип прискорюючих сил, в якому І. Ньютон побачив зародки другого закону. Вперше сформулював принцип відносності класичної механіки.

### **Йоганн Кеплер**

(1571-1630)

Великий німецький вчений, впевнений шанувальник вчення М. Коперника. Встановив три закони руху планет (закони Кеплера), які ввійшли в основу теоретичної астрономії і отримали пояснення у механіці І. Ньютона, зокрема в законі всесвітнього тяжіння.

### **Рене Декарт**

(1596-1650)

Французький вчений, математик, фізик, механік. Він ближче всіх своїх сучасників підійшов до правильного формулювання закону інерції в трактаті “Початки філософії” (1644). Він вперше ввів поняття кількості руху матеріальної точки як міру механічного руху, що не зберігається при

механічній взаємодії. Вперше дослідив питання про додавання довільного числа рухів точки, що пізніше знайшло своє відображення у відкритті І.Ньютона – законі незалежності рухів.

### **Христіан Гюйгенс**

(1629-1695)

Голландський геометр і механік. Розробив теорію коливань фізичного маятника, винайшов маятниковий годинник, розв'язавши таким чином найактуальнішу проблему епохи. Дослідивши задачу про рух тіл по колу, він фактично у неявній формі сформулював другий закон Ньютона. Вперше визначив прискорення сили тяжіння. Його дослідження з проблем удару підготували основу для відкриття І. Ньютоном третього закону механіки. У додатку до “Трактату про світ ” (1690) він наблизився до відкриття закону всесвітнього тяжіння.

### **Роберт Гук**

(1635-1703)

Англійський дослідник. Для механіки виключне значення має відкритий ним закон пропорційності між силою, яка прикладена до пружного тіла, та його деформацією (1660) (відомий закон Гука). Він вперше сформулював ідею про те, що всі небесні тіла притягаються одне до одного. Він передбачив закон всесвітнього тяжіння Ньютона, вперше сформулювавши у 1679р. “ гіпотезу обернених квадратів ”.

### **Ісак Ньютон**

(1643-1727)

Засновник динаміки як цілісної науки. Він систематизував і узагальнив дослідження, пов'язані з динамікою, показав шляхи її подальшого розвитку.

Вперше сформулював основні закони динаміки, відомі в наш час як перший, другий та третій закони Ньютона, ввів поняття маси і узагальнив поняття сили. Йому належить відкриття загального закону природи – закону всесвітнього тяжіння, який лежить в основі сучасної механіки і фізики. Користуючись цим законом, він розв’язав ряд задач теоретичної і небесної механіки. Головний трактат І. Ньютона, в якому подане чітке і систематичне викладення класичної механіки називається “ Математические начала натуральной философии “. Він написаний латинською мовою і вперше виданий в 1687р. На російську мову його переклав О.М. Крилов, який зробив численні примітки. І. Ньютон розробив (незалежно від Г.Лейбніца) диференціальне та інтегральне числення.

### **Лейбніц Готфрид Вільгельм**

(1646 -1716)

Німецький філософ-ідеаліст, математик і механік. Найважливішою його заслугою є розробка диференціального та інтегрального числення ( незалежно від І. Ньютона). Розв’язав задачу про брахістохрон – першу задачу варіаційного числення. Вперше встановив в якості кількісної міри руху “живу силу” ( кінетичну енергію ). Відкрив закон збереження “живих сил”, що став першим формулюванням закону збереження енергії, а також сформулював ідею про перетворення одних видів енергії в інші. Ним вперше введений термін “динаміка”, який увійшов у користування лише в XVIIIст.

### **Варіньон Пьер**

(1654-1722)

Французький механік і математик. В трактаті “Проект нової механіки” (1687) він вперше показав статику твердого тіла на площині, яка була основана на правилі паралелограма сил, тобто в XVII ст. правило паралелограма сил стає загальною аксіомою класичної механіки. В його “Новій механіці або статистиці”



(1725) систематично викладене вчення про додавання і розкладання сил, про моменти сил, що майже не змінилося в наш час.

### **Леонард Ейлер**

(1707-1783)

Великий математик і механік, член Російської Академії наук. Вперше дав математичне формулювання другого закону Ньютона у диференціальній формі. В 1736 р. представив другий закон Ньютона в проекціях на осі натурального тригранника. Вперше ввів декартову систему координат, перейшовши від фізичного поняття “тіло відліку” до математичного поняття “система координат”. Засновник механіки твердого тіла. В роботі “ Відкриття нового принципу механіки ”(1750) заклав основи механіки суцільного середовища; таким чином механіка вперше отримала, відмінне від ньютонівського, трактування з континуальних позицій, намітилась різниця між механікою точки і механікою суцільного середовища.

### **Михайло Васильович Ломоносов**

(1711-1765)

Сучасник Ейлера. Розглядав механіку як основу природознавства в цілому. Ломоносову належить відкриття загального закону природи – закону збереження матерії та руху. Всі закони збереження механіки і фізики (закон збереження кількості руху, закон збереження і перетворення енергії та ін.) є конкретними окремими випадками закону Ломоносова. Стверджуючи нестворюванність і незнищуванність матерії та руху, здатність рухомої матерії до різних перетворень, розглядаючи матерію в органічному зв’язку з рухом, загальний закон Ломоносова та всі його конкретні модифікації в різних галузях фізики і природознавства є доказом єдності світу і загальності руху, будучи, таким чином, природничо-науковою основою матеріалізму.

## **Д'Аламбер Жан Лерон**

(1717-1783)

Французький математик, механік, енциклопедист. В трактаті “Динаміка” (1743) були сформульовані загальні правила складання диференціальних рівнянь руху системи матеріальних точок, причому формально задачі динаміки зводились до задач статки. Встановив три основних принципи: принцип інерції, принцип додавання рухів і принцип рівноваги. Його “Трактат про рівновагу і рух рідини” (1744) - одна з перших робіт з гідродинаміки, де використовується принцип рівноваги.

## **Лагранж Жозеф Луї**

(1736-1813)

Французький математик і механік. У відомій праці “ Аналітична механіка ” (1788) отримані ті основні результати, які дозволили виділити аналітичний напрям у механіці. Він сформулював принцип можливих переміщень, відкрив загальну закономірність механіки, яка базувалась на поєднанні принципу Д'Аламбера з принципом можливих переміщень, яка була названа загальним рівнянням динаміки (тепер відому як принцип Д'Аламбера-Лагранжа). Він вперше підійшов до нових специфічних понять в механіці системи матеріальних точок, завдяки яким рух розглядається за допомогою узагальнених координат, саме з їх використанням рівняння руху отримали нову форму, яка тепер відома як рівняння Лагранжа другого роду. Виходячи з результатів Л. Ейлера, Ж. Лагранж розробив основні поняття варіаційного числення. Розвинув варіаційний принцип найменшої дії на випадок довільної механічної системи.

### **Гаус Карл Фрідріх**

(1777-1855)

Німецький математик, астроном, фізик. Його дослідження присвячені вищій алгебрі, теорії чисел, диференціальній геометрії, небесній механіці, теоретичній астрономії. Ще в 1818р. підійшов до ідеї неевклідової геометрії.

### **Пуансо Луї**

(1777-1859)

Французький математик і механік, дослідження якого головним чином відносяться до теорії чисел і механіки. В його “Елементах статички” (1803) сформулювалась геометрична статика. Завдяки запропонованій ним новій абстракції у механіці – парі сил – він вперше розв’язав проблему зведення до заданого центру довільної системи сил, прикладених до твердого тіла у вигляді однієї сили і однієї пари сил, використовуючи при цьому закон додавання і розкладання сил і пари сил. В становленні кінематики успішним було його вчення про положоди і поняття аксоїдів для загального випадку руху твердого тіла.

### **Пуассон Сімеон Дені**

(1781-1840)

Французький математик, механік, фізик. Він є одним з засновників математичної фізики. Написав “Курс механіки” (1811), який багато разів перевидавався. Він отримав важливі результати з небесної механіки, теорії пружності, електростатики, магнетостатики. Суттєвими є його дослідження, присвячені диференціальним рівнянням в частинних похідних, а також варіаційному численню. Він зробив вагомий внесок в розробку методів інтегрування диференціальних рівнянь голономних механічних систем.

## **Остроградський Михайло Васильович**

(1801-1862)

Російський математик і механік, академік Петербурзької Академії наук. Його роботи відносяться до аналітичної механіки, гідромеханіки, теорії пружності, небесної механіки. Незалежно від У. Гамільтона відкрив принцип найменшої дії (принцип Гамільтона-Остроградського). Створив російську школу прикладної математики.

## **Якобі Карл Густав Якоб**

(1804-1851)

Німецький математик, основні дослідження якого відносяться до теорії еліптичних функцій, теорії диференціальних рівнянь в механіці. Дослідив метод канонічних змінних і метод інтегрування гамільтонових диференціальних рівнянь. Знайшов зв'язок між диференціальними рівняннями динаміки і рівняннями з частинними похідними першого порядку і розробив загальну теорію інтегрування диференціальних рівнянь динаміки. Отримав канонічні рівняння механіки.

## **Гамільтон Уільям Роуан**

(1805-1865)

Ірландський математик. Основні роботи присвячені математичній оптиці, механіці, варіаційному численню. Звів диференціальні рівняння довільної механічної системи до канонічного вигляду. Засновник теорії кватерніонів. Для консервативних систем встановив загальний інтегральний варіаційний принцип класичної механіки (1833), пізніше узагальнений М.В. Остроградським на неконсервативні системи (принцип Гамільтона-Остроградського (1850)).

### **Чебишев Пафнутий Львович**

(1821-1894)

Російський математик і механік. Засновник теорії синтезу механізмів. В роботі “Теория механизмов, известных под названием параллелограммов” (1854) дослідив структуру плоских механізмів, знайшов умови їх існування, створив ряд механізмів, що виконують заданий закон. Його дослідження, що відносяться до параболічної інтерполяції за методом найменших квадратів, привели до розробки нового числення, аналогічному варіаційному (1867).

### **Жуковський Микола Єгорович**

(1847-1921)

Російський вчений в області механіки, засновник сучасної аеродинаміки. Отримав ряд фундаментальних результатів в гідродинаміці, прикладній математиці, теорії диференціальних рівнянь. В області механіки незмінюваних систем дослідив рух важкого твердого тіла навколо нерухомої точки геометричним методом.

### **Ковалевська Софія Василівна**

(1850-1891)

Російський математик і механік. Найбільш важливі дослідження в механіці стосуються теорії обертання твердого тіла навколо нерухомої точки. Відкрила третій класичний випадок розв’язання задачі про обертання такого тіла (1888), таким чином прощтовхнула вперед розв’язання задачі, яке було почато Л. Ейлером і Ж. Л. Лагранжем.

### **Пуанкаре Анрі**

(1854-1912)

Французький математик, фізик, астроном і філософ. В його “Нових методах небесної механіки” (1892-1897) і “Лекціях з небесної механіки” (1905-

1910) містяться важливі результати з різних проблем математики. Великий цикл робіт присвячений теорії диференціальних рівнянь: він досліджував розкладання розв'язків диференціальних рівнянь за початковими умовами і малими параметрами; побудував якісну теорію диференціальних рівнянь. Він отримав фундаментальні результати в топології. В роботі “Про динаміку електрона” (1905) розвинув математичні наслідки постулату відносності.

### **Делоне Микола Борисович**

(1856-1931)

Відомий механік, математик, засновник Київського об'єднання повітроплавання. В Київському політехнічному інституті керував студентським гуртком з повітроплавання, а потім став одним із засновників Київського об'єднання повітроплавання. Побудував декілька планерів-біпланів, конструкція яких була дуже вдалою. Серед членів гуртка був майбутній відомий авіатор та авіаконструктор Ігор Сікорський. В 1911 році Київське об'єднання повітроплавання організувало виставку, на якій головним експонатом був моноплан Сікорського.

### **Герц Генріх Рудольф**

(1857-1894)

Німецький фізик і математик. В його роботі “Принципи механіки” (1894р) показано, що загальні теореми механіки та весь її математичний апарат можуть бути послідовно розвинені, виходячи з єдиного принципу, а саме – принципу найменшої кривини (тепер його називають принципом Герца). При цьому Герц виходив тільки з трьох незалежних основних понять: часу, простору, маси. Замість поняття сили, виключеного з основних понять, він ввів уявлення про відповідні в'язі системи, що обмежують степені вільності її руху. В ідейному відношенні “Принципи механіки” відіграли значну роль у розвитку проблеми просторово – часової форми руху матерії.

### **Ціолковський Константин Едуардович**

(1857-1935)

Радянський вчений і винахідник, фундатор сучасної космонавтики. Його основні дослідження відносяться до аеронавтики, ракетодинаміки, космонавтики. Примінив закони небесної механіки до визначення можливості реалізації польотів у Сонячній системі, досліджував механіку польоту в умовах невагомості.

### **Мещерський Іван Всеволодович**

(1859-1935)

Радянський вчений в області механіки. Побудував загальну теорію руху тіл змінної маси (1897–1904). Разом з викладачами Петербурзького політехнічного інституту склав “Сборник задач по теоретической механике” (1907), який використовується у вищих навчальних закладах і в наш час, як в нашій країні, так і за її межами.

### **Крилов Олексій Миколайович**

(1863-1945)

Радянський математик, механік і кораблебудівник. Основні дослідження відносяться до теорії корабля, будівельної механіки, теорії гіроскопів, диференціальних рівнянь та історії науки. Його математичні дослідження присвячені математичній фізиці та теорії наближених числень. Переклав на російську мову та видав “Математические начала натуральной философии” І. Ньютона (1914-1916) і “Теорию движения Луны...” Л. Ейлера (1934).

### **Чаплигін Сергій Олексійович**

(1869-1942)

Радянський вчений в області теоретичної механіки, один з фундаторів сучасної гідроаеродинаміки. Досліджував дві класичні задачі:

- про рух тіла при наявності неінтегрованих в'язей;
- про рух твердого тіла навколо нерухомої точки.

Вперше вивів загальне рівняння руху неголономних систем.

### **Ейнштейн Альберт**

(1879-1955)

Великий фізик, творець теорії відносності. Сформулював спеціальну (1905р) і загальну (1916) теорії відносності. Таким чином створив нову (після І. Ньютона) систему просторово-часових відношень, яка повністю відкидала існування абсолютних простору і часу. Він є автором фундаментальних праць з квантової теорії світла, молекулярно-статистичної теорії, броунівського руху і квантової статистики.

### **Савін Гурій Миколайович**

(1907-1975)

Відомий механік. Основні його роботи присвячені механіці суцільного середовища. Вивчав питання концентрації напружень в ізотропних та анізотропних середовищах біля отворів, розглядав контактні задачі теорії пружності, динаміки пружної нитки змінної довжини. Досліджував механіку композиційних матеріалів та питання реології. Розглядав динамічну теорію розрахунку шахтних канатів.

### **Сєдов Леонід Іванович**

( 1907-1999)

Сєдову Л.І. належать ідеї в аеродинаміці нестационарних обтікань крил, він розвинув ефективні методи розв'язання задач про поліплани «тандем».



### **Кільчевський Микола Олександрович**

(1909 – 1979)

Відомий вчений в області механіки та математики. Проклав шлях в дослідженні механічних явищ в теоретичній механіці, механіці пластин та оболонок, тензорному численні, теорії удару, механіці поліагрегатних систем, аналітичній механіці континуальних систем. Ним була узагальнена постановка та методи розв'язання статичних та динамічних трьохвимірних контактних пружних та пружно-пластичних задач; розроблений новий підхід до аналітичного опису процесів, що супроводжують динамічну контактну взаємодію твердих тіл.

### **Павловський Михайло Антонович**

(1942-2004)

Павловський М.А. увійшов в історію НТУУ «КПІ» як засновник української школи гіроскопістів. Він є відомим вченим в області механіки, систем управління космічними апаратами. Під його керівництвом було розроблене унікальне спорядження для наземних випробувань ракетно-космічного комплексу «Енергія-Буран», а після Чорнобильської аварії – дистанційно керовані роботизовані комплекси для проведення робіт з радіоактивними матеріалами..

### Список використаної літератури

1. Бублейников Ф.Д., Минченков Е.Я. Очерки развития классической механики. – М.: Учпедгиз, 1961. – 224с.
2. Григорьян А.Т.: Механика от античности до наших дней. – М.: Наука, 1974. – 480с.
3. Григорьян А.Т., Фрадлин Б.Н. История механики твердого тела. М.: Наука, 1982. – 294с.
4. Григорьян А.Т., Фрадлин Б.Н. Механика в СССР. – М.: Наука, 1977. – 380с.
5. Механика и физика второй половины XVIII в. – М.: Наука, 1978. – 200с.
6. Ньютон И. Математические начала натуральной философии// Крылов А.Н. Собрание трудов. – М., 1936. – Т.7.
7. Павловский М.А., Акинфиева Л.Ю., Бойчук О.Ф. Теоретическая механика. Статика. Кинематика. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. – 351с.
8. Павловский М.А., Акинфиева Л.Ю., Бойчук О.Ф. Теоретическая механика. Динамика – К.: Вища шк., 1990. – 480с.
9. Савин Т.Н., Путята Т.В., Фрадлин Б.Н. Курс теоретической механики. – К.: Вища шк., 1973. – 359с.
10. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підруч. – К.: Техніка, 2002. – 512с.
11. Свешникова В.А. К истории правила параллелограмма сил // Исследование по истории механики. – М., 1981. – с. 157 – 173.
12. Тюлина И.А. История и методология механики. – М.: Из-во Моск. ун-та, 1979. – 282с.

## **Зміст**

Вступ .....	3
1. Предмет теоретичної механіки .....	4
2. Довідкові дані про наукові внески відомих вчених .....	19
Список використаної літератури .....	34