



МЕХА́НІКА (грец. «μηχανική» — наука про машини, від грец. μηχανή — знаряддя, споруда) — наука про механічний рух матеріальних тіл як часову зміну в просторі їхнього положення чи їхніх частин під дією сил (не лише механічної, а й електромагнітної чи дифузійної природи, температури тощо). В Антич. Греції слова «М.» і «техніка» означали мистецтво побудови машин. М. у своїй первин. формі (антична М.) започатк. двома потребами: роботами на буд-ві й необхід. для цих робіт допоміж. механізмами та проблемою взаємодії між рухомим твердим тілом і водою (повітрям), що виникає під час плавання (польоту). На всіх етапах розвитку людства, починаючи зі стародав. світу, М. та інж. справа у багатьох випадках розглядали як цілісність. Як фундам. наука М. водночас має засадниче значення для інж. справи. При дослідж. різних проблем М. використовують досягнення математики, проводять експерименти в теор. побудовах (див. Математичні проблеми механіки). Точність М. як фіз. науки спричинила інтерес до неї відомого нім. математика Д. Гільберта, який запропонував розглянути її проблему за допомогою аксіом. Проблеми Д. Гільберта озвучено 1900 на 2-му Міжнар. конгресі математиків. У 2-й пол. 20 ст. амер. вчені В. Нолл та К. Трусделл побудували аксіоматику М. (6 аксіом щодо матер. тіла, 4 — щодо сили, по 3 — щодо маси і систем відліку, по 2 — щодо інерції та енергії). Це дозволило К. Трусделлу стверджувати, що аналіт. М. у тому сенсі, що це та частина М., яка не є обчислюв. чи експериментальною, може бути названа рац. М. у розумінні поняття раціональності франц. ученим Ж.-Л. Лагранжем. Таким чином, М. належить до вузького кола наук, що мають свою аксіоматику. Первинним у М. є поняття «матер. тіло» (матер. речовина, фіз. речовина, речовина) — сукупність дискрет. утворень (атомів, молекул і більш складних утворень з них), що мають масу спокою і займають частину простору. У М. описують мех. рух матер. речовини для всіх її станів. Розрізняють агрегатні та фазові стани речовини. Агрегатні поділяють на 4 типи: газоподіб., плазм., твердий, рідкий. Критерієм є присутність різних видів руху дискрет. утворення і густина упакування (відстаней між утвореннями). Газоподіб. агрегат. стан допускає поступал., оберт. і коливал. рухи утворень. У цьому стані відстані між ними великі (густина упакування утворень невелика). Плазм. агрегат. стан утворює тільки атомізов. газ з рівним числом позитив. і негатив. зарядів. Це один із варіантів газоподіб. стану. Його виокремлюють лише тому, що саме з плазми складена речовина у Всесвіті. При цьому плазму поділяють на 4 види — власне плазму, конденсати Бозе-Айнштейна, ферміонні конденсати і

кварк-глюонну плазму. Твердий агрегат. стан допускає лише коливал. рухи утворення навколо нерухомих центрів рівноваги з частотами 10¹³–10¹⁴ коливань за секунду. Поступал. та оберт. рухи в ньому відсутні. У цьому стані відстані між утвореннями малі, або, ін. словами, густина упакування утворення велика. Рідкий агрегат. стан за характером рухів утворень близький до газоподібного і за характером упакування — до твердого. Фазові стани поділяють на 3 типи: рідкий, газоподіб., кристалічний. Критерієм є порядок у взаєм. розміщенні утворень. Рідкий фазовий стан — це стан із «ближнім» порядком у розміщенні молекул (утворень), коли порядок зберігається на відстанях декількох молекул і впорядкованість спостерігається лише в безпосеред. близькості від молекули, а далі розміщення непередбачуване. Для цього стану використовують також термін «аморфний фазовий стан». Він може бути рідким чи твердим (склоподібним). Твердий аморфний фазовий стан суттєво відрізняється від рідкого аморф. фазового стану. Тому його іноді виділяють як окремий фазовий стан, і такі речовини називають стеклами. Для кристаліч. фазового стану характерний «дальній» порядок у розміщенні молекул, коли порядок зберігається на відстанях, що перевищують розміри (утворень) у сотні разів. Тут упорядкованість спостерігається на далеких відстанях. Газоподібні агрегат. і фазові стани практично співпадають. Твердий агрегат. стан відповідає двом фазовим станам — кристаліч. і склоподібному. Рух речовини у рідкому (агрегат. і рідкому фазовому) і газоподіб. (агрегат. і фазовому) станах вивчає М. рідини, газу і плазми, а у твердому агрегат. стані — всі ін. розділи М. (зокрема М. матеріалів, оскільки саме матеріали розуміють як речовину в твердому агрегат. стані). Властивість матеріалу мати масу і форму описують поняттям твердості, що полягає у здатності матеріалу певної маси і форми зберігати форму чи віддавати перевагу саме цій формі порівняно з можливими ін. формами. У М. розрізняють речовини за критерієм зміни форми і поділяють за цим критерієм на 4 групи. Тут використовують два базові поняття — «матеріальна точка» (тіло, що має масу і розміром якого нехтують порівняно з відстанню, на яку воно змістилося) і «абсолютно тверде тіло» (тіло, що не змінює свої розміри — не деформується). До 1-ї групи зараховують М. матер. точки, до 2-ї — М. систем матер. точок, до 3-ї — М. абсолютно твердого тіла, до 4-ї — М. речовин, що змінюють свою форму (деформуються). Остання група традиційно поділена на два осн. розділи — механіка рідини, газу і плазми та механіка деформівного твердого тіла, а також на низку проміжних розділів, у

яких описують рух речовини з особливими характеристиками: ґрунти, сипучі речовини, речовини з реолог. властивостями тощо.

Нині М. як наука — розгалужена галузь знань. Під час поділу М. на окремі розділи використовують різні критерії й тому отримують різні поділи. Швидкість руху є важливою величиною в класифікації М. Рухи тіл зі швидкостями, близькими до швидкості світла, де класичні закони Ньютона невірні, розглядають у тій частині фізики, яку називають відносності теорією, а рух елементар. частинок на атом. чи субатом. рівні — у квантовій механіці. Ці два випадки руху зазвичай не належать до предмета вивчення як класич., так і сучас. М. Класичним є поділ М. за видом фізичних моделей, що використовують при дослідж. явищ. За цим критерієм М. традиційно поділена на 5 осн. розділів: М. матер. точки; М. систем матер. точок; М. абсолютно твердого тіла; М. рідини, газу і плазми; М. деформів. твердого тіла. Побудова моделей є осн. засобом М. під час вивчення мех. явищ і всі вище вказані розділи охоплюють достатньо велику кількість різноманіт. моделей. На цьому ґрунтується точка зору, що, розглядаючи М., насправді розглядають послідовність мех. моделей. Первинним у знач. частині моделей є припущення про континуальність матер. тіла. Континуальність вводять у М. таким чином. Початковим є той факт, що сучасна фізика уявляє речовину як систему великого числа зв'язаних і взаємодіючих частинок, які вище були означені як дискретні утворення. Знання індивід. руху частинки (число частинок в 1 см^3 має порядок 10^{22}) дає картину нано- чи мікроскопіч. руху всіх частинок тіла. Оскільки опис зміни форми тіла з врахуванням руху кожної частинки є складною задачею, то вихід знайшли у тому, що розв'язувати задачу недоцільно. Досвід показав, що зміна форми тіла успішно описується як прояв макроскопіч. руху тіла в цілому. Осн. інструментом у здійсненні переходу від нано- чи мікроскопіч. опису до макроскопічного є принцип континуалізації, за яким тіло у вигляді дискрет. системи частинок замінюється на тіло з неперерв. системою точок (суціл. середовищем, континуумом), що займає ту ж ділянку простору. При цьому кожній точці континуума притаманний певний набір усереднених фіз. властивостей (густина і низка термодинаміч. параметрів), що отримують процедурою осереднення параметрів мікроскопіч. руху. Континуал. М. має два осн. розділи — М. рідини, газу і плазми та М. деформів. твердого тіла. Вона базується на законах збереження (маси, імпульсу, моменту імпульсу, енергії). Її моделі відрізняються визначал. рівняннями, що зв'язують кінет. параметри з кінемат. і вносять у матем. опис моделей особливості процесу деформування. До розділу М. абсолютно твердого тіла належать небесна механіка та орбітальна механіка, розділу М. рідини, газу і плазми — гідромеханіка, розділу М. деформів. твердого тіла — теорія пружності і теорія пластичності. Якщо під час

дослідж. достатньо складних явищ використовують спільно моделі з двох чи трьох вказаних вище розділів М., то такі дослідж. умовно відносять до заг. М. Поділ М. за методами, що застосовують під час дослідж. явищ, охоплює 3 осн. розділи: аналіт. М., обчислюв. М. та експерим. М. Раніше до аналіт. М. відносили лише відповідні питання М. абсолютно твердого тіла. Нині її трактують у більш широкому значенні, до неї зараховують і відповідні проблеми М. рідини, газу і плазми та М. деформів. твердого тіла. До аналіт. М. також відносять заг.-теор. питання: формулювання замкненої постановки задач, теорем єдиності й існування розв'язків, варіац. принципи тощо. При дослідж. певних проблем застосовують спільно методи і підходи двох чи трьох розділів. Обчислюв. М. нині активно розвивається на основі потуж. комп'ютерів та нових сучас. методів числового аналізу. Найпопулярнішими є декілька методів комп'ютер. аналізу задач М. Перший серед них — метод скінчен. елементів, що запропонував нім. та амер. учений Р. Курант. На даний момент в обчислюв. М. розроблено низку потуж. комерц. програм. продуктів, що використовують у всьому світі. Експерим. М. має дуже багату історію від стародав. часів до новітніх. Сучасна експерим. техніка, яку використовують у М., високотехнол. і високовартісна. Частка експерим. робіт у новіт. М. є незначною, нині вчені-механіки надають перевагу комбінов. дослідженням «теорія+обчислення», де обчислюв. М. переважає. Поділ М. за ознакою характерного розміру внутрішньої структури має 4 розділи: макромеханіка, мезомеханіка, мікромеханіка, наномеханіка. З них лише наномеханіка є продуктом 21 ст., вона успішно розвивається в рамках континуал. М. після винаходу скануючих атомно-силового та тунельного мікроскопів, здатних розрізняти наноструктуру речовини. Країни з високим рівнем розвитку науки витрачають великі кошти на розвиток наномеханіки. Поділ М. за ознакою відповідності конкретним напрямам практичної діяльності людини охоплює багато розділів: будівельна механіка, небесна М., біомеханіка та М. людини, геомеханіка, М. косміч. польоту, буд. М. літака та корабля, гірн. та геотех. М., М. композит. матеріалів, М. довкілля та ін. Поділ М. за характером явищ завжди містить 2 розділи — статика (вивчається рівновага тіла) і динаміка (рух тіла), до яких у багатьох випадках долучають ще стійкість та руйнування, що охоплюють як статичні, так і динамічні явища. Повніший поділ М. на розділи (підрозділи тощо) міститься у класифікаторах М., розроблених у різних міжнар. спеціалізов. виданнях з М., посилення на які широко використовують у наук. публікаціях. Три найпоширеніші класифікатори М.: класич. класифікатор «Уніфікований десятиковий код» (УДК), доступний українською мовою і найменш пристосований до сучас. М.; новіт. класифікатор «Mathematics Subject Classification» (MSC), підготовлений двома найбільшими у світі рефератив. ж. «Mathematical Reviews» (США) і

«Zentralblatt für Mathematik» (Німеччина), доступний лише англ. мовою і такий, що краще ніж УДК відображає сучас. стан М.; новіт. класифікатор «Applied Mechanics Reviews Subject Classification» (AMRSC), підготовлений найбільшим у світі рефератив. журналом з М. «Applied Mechanics Reviews» (США), доступний лише англ. мовою і найбільш пристосований до сучас. М. В основі всіх розділів М. лежать закони руху Ньютона, викладені вченим 1687 у праці «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» («Математичні начала натуральної філософії»).

Теоретична чи загальна М. вивчає заг. закони і принципи, що стосуються мех. руху тіл, та заг. теореми і рівняння, що є наслідками цих законів і принципів. Її традиційно поділяють на статику, кінематику і динаміку. Тут використовують моделі М. матер. точки, М. систем матер. точок, М. абсолютно твердого тіла. Осн. поняття статки: сила, маса, рух, момент сили, центр мас, тертя. Статику твердих тіл, як і рідин, вивчали ще в античні часи. Аналогічно до закону Архімеда про рівновагу плаваючих тіл, закон Архімеда про рівновагу важеля вважають першим наук. фактом з теор. М. (важелем називають довгий стержень, що спирається на певній відстані від одного з кінців на нерухому опору і до якого на обох кінцях прикладені вертикально сили, напр., вантажі; тоді закон формулюється так: добуток однієї сили на відстань від точки її прикладання до точки опори дорівнює добутку ін. сили на відстань від точки її прикладання до точки опори). До осн. понять кінематики належать: траєкторія, пройдений шлях, швидкість, прискорення, обертання, кутова швидкість. Динаміку в скороченому вигляді вивчають у теор. М. і повніше — в аналіт. М. Аналітична М. базується на законах Ньютона, поняттях узагальнених координат, побудові кінематики та кінетики абсолютно твердого тіла, поняттях роботи та потенціал. енергії. Заг. рівняння Лагранжа руху голоном. мех. системи зі скінчен. числом степенів свободи уможливили звести розв'язок будь-якої задачі про рух системи до матем. задачі розв'язування диференц. рівнянь. Цей факт лежить в основі аналіт. М. Вона містить теорію руху голоном. систем (з позицій. в'язями) і неголоном. кінемат. систем, способи побудови рівнянь Лагранжа 1-го і 2-го родів, рівнянь Ейлера-Лагранжа, Аппеля та Чаплигіна, рівнянь віднос. руху, каноніч. рівнянь (разом із теорією їх інтегрування на основі теореми Гемілтона-Якобі), теорію збурень, варіац. принципи М. (разом із введенням поняття дії за Гемілтоном і низки принципів: принципу Гемілтона-Остроградського, принципу стаціонар. дії Лагранжа, принципу стаціонар. дії Якобі), теорію каноніч. перетворень. Розвиток аналіт. М. у новіт. час призвів до створення нових напрямів, таких як теорія реактив. рухів, і до подальшого переходу від динаміки дискрет. систем до динаміки неперерв. систем тощо. М. містить низку розділів, що одночасно є складовими ін.

наук. До них належать вже згадувані релятивіст. і квантова М., що є частинами фізики, а також небесна М., що одночасно є складовою аналіт. М. і астрономії.

Першими вченими, які працювали на тер. сучас. України і відомі у світі своїми наук. результатами в галузі М., були проф. М. Остроградський (Харків, серед. 19 ст.), М. Губер (Львів) та О. Динник (Київ; обидва — 1-а пол. 20 ст.). В історію світ. М. увійшли принцип Гемілтона-Остроградського (дія за Гемілтоном має стаціонарне значення на істин. шляху системи, якщо з ним порівнюється різноманіття кружних шляхів, що спадають з істинним у початк. і кінц. момент часу), теорія міцності Губера, що базується на критерії міцності на основі максим. енергії зміни форми тіла та дисертац. дослідж. О. Динника, виконане в Мюнхені під керівництвом А. Фіопля і А. Зоммерфельда «Про стійкість плоскої форми згину». Найвідомішим у світі укр. ученим-механіком є проф. Київ. політех. інституту С. Тимошенко, автор перших у Рос. імперії підручників «Курсь теорії упругости» (К., 1909; т. 1-2, С.-Петербург, 1914-16) і «Курсь сопроотивлення матеріаловъ» (К., 1911). Емігрувавши у США, сформував там наук. школу з М., розвинув низку напрямів М. матеріалів і конструкцій з них. С. Тимошенко відомий також працями з теорії пружності, стійкості пруж. конструкцій, теорії стержнів, пластин та оболонок. В Україні він створив 1918 один з перших трьох інститутів УАН — Механіки Інститут, який нині названо його іменем. Упродовж існування СРСР осн. частину дослідж. з М. проводили в Києві. Світ. визнання отримали праці М. Крилова та М. Боголюбова в галузі неліній. М. (осн. публікації датують 1934), їхні дослідж. продовжив Ю. Митропольський. Серед відомих у світі вчених-механіків, які постійно чи певний час працювали на тер. сучас. України, — М. Лаврентьев (прикладна механіка), С. Серенсен (конструкц. міцність), О. Ішлінський (заг. механіка, теорії пружності і пластичності), Г. Савін (концентрація напружень), А. Коваленко (термомеханіка), Г. Писаренко (міцність матеріалів), вони створили власні наук. школи. Найвідоміші вчені-механіки сучас. України: О. Космодамианський, В. Моссаковський (обидва — теорія пружності), А. Булат, В. Потураєв (обидва — геотех. механіка), Я. Бурак, Я. Підстригач (обидва — механіка зв'язаних полів), Я. Григоренко (обчислюв. механіка), В. Грінченко (гідромеханіка), О. Гузь (механіка), В. Кубенко (прикладна механіка), А. Лебедев (міцність матеріалів), А. Мартинюк (заг. механіка), В. Матвеев, В. Трощенко (обидва — міцність матеріалів), В. Панасюк (теорія тріщин), В. Пилипенко (тех. механіка), А. Підгорний (машинознавство), В. Рвачов (матем. теорія пружності), Ю. Шевченко (теорія пластичності). У КБ «Південне» (Дніпро) працювали видатні вчені в галузі ракет. техніки М. Янгель, В. Уткін, С. Конюхов. У 2-й пол. 20 ст. у КБ, університетах та інститутах Дніпропетровська (нині Дніпро), Харкова, Львова, Одеси, Донецька почали працювати групи вчених-механіків,

активна праця яких створила умови для організації АН УРСР низки н.-д. інститутів, тематика яких повністю чи частково була присвяч. М.: Проблем міцності Інститут (Київ), Проблем машинобудування Інститут ім. А. Підгорного (Харків), Фізико-механічний інститут ім. Г. Карпенка та Прикладних проблем механіки і математики Інститут ім. Я. Підстригача (обидва — Львів), Технічної механіки Інститут та Геотехнічної механіки Інститут ім. М. Полякова (обидва — Дніпро), Прикладної математики і механіки Інститут (Донецьк). У структурі АН УРСР організовано Відділ. механіки. Одночасно в університетах та інж. ВНЗх готували механіків і викладали курси — теор. М., опір матеріалів, буд. М., теорія машин і механізмів, аналіт. М., небесна М., теорія пружності, теорія пластичності, аерогідромеханіка, теорія термопружності, теорія в'язкопружності, теорія дифузій. пружності тощо. Всього в Україні діють 12 потуж. наук. інституцій (4 — у Києві, по 3 — у Дніпрі та Львові, по 1 — у Харкові й Вінниці), де вивчають лише проблеми М. Результати наук. дослідж. з М. оприлюднюють у ж. «Прикладная механика» (від 1955) та «Проблемы прочности» (від 1969). Їх перекладає англ. мовою видавництво «Springer». Частково наук. результати з М. друкують у вид. «Доповіді Національної академії наук України» (від 1939), «Український математичний журнал» (від 1949), «Фізико-хімічна механіка матеріалів» (від 1965), «Нелінійні коливання» (від 1998). У 1946 створ. Міжнар. союз із теор. і приклад. механіки (IUTAM), що об'єднує на правах національних спілки фахівців з М. різних держав. Від 1990 діє Європ. товариство механіків (EUROMECH), до якого входять окремі науковці з європ.

держав. Учені України, які працюють у галузі М. та суміж. наук і є д-рами наук, об'єднані в Нац. комітеті України з теор. і приклад. механіки. Він організов. 1993 і є асоційов. чл. IUTAM (від 1995). Останні 10 р. кількість чл. комітету становить бл. 250. Укр. учених в EUROMECH — бл. 20 осіб. Головою укр. комітету є О. Гузь.

Рекомендована література

1. S. P. Timoshenko. History of Strength of Materials with a Brief Account of the History of the Theory of Elasticity and Theory of Structures. New York, 1953;
2. Лурье А. И. Аналитическая механика. Москва, 1961;
3. Боголюбов А. Н. История механики машин. К., 1964;
4. J. Kovalevsky. Introduction to Celestial Mechanics. Dordrecht, 1967;
5. C. Truesdell. Essays in the History of Mechanics. Berlin, 1968;
6. R. L. Halfman. Dynamics. Massachusetts, 1968;
7. История механики с древнейших времен до конца XVIII века. Москва, 1971;
8. История механики с конца XVIII века до середины XX века. Москва, 1972;
9. C. Truesdell. A First Course in Rational Continuum Mechanics. Baltimore, 1972;
10. New York, 1991;
11. A. Morbidelli. Modern Celestial Mechanics. Aspects of Solar System Dynamics. London, 2002.

Я. Я. Рушицький, Я. Я. Рушицький

Бібліографічний опис:

Механіка / Я. Я. Рушицький, Я. Я. Рушицький // 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, 2018. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-66749>

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