doi: https://doi.org/10.15407/visn2026.10.061

ТИМОХА
Олександр Миколайович –
академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, академік-секретар Відділення математики НАН України, директор Інституту математики НАН України

МИХАЙЛО ВАСИЛЬОВИЧ ОСТРОГРАДСЬКИЙ: МАТЕМАТИК, МЕХАНІК, ФІЗИК, АКАДЕМІК П'ЯТИ АКАДЕМІЙ

До 225-річчя від дня народження

Статтю присвячено 225-річчю від дня народження Михайла Васильовича Остроградського — першого математика з українських земель, який здобув європейське визнання. Простежено його життєвий шлях, проаналізовано основні наукові результати, висвітлено педагогічну діяльність Остроградського, розглянуто коло його учнів, зв'язок із Шевченком, а також лінії спадкоємності в українських наукових школах XX—XXI ст. У 2026 р. на базі Інституту математики НАН України створено Центр передових математичних досліджень та освіти імені М.В. Остроградського.



Михайло Васильович Остроградський (24.09.1801—01.01.1862)

24 вересня 2026 р. виповнилося 225 років від дня народження Михайла Васильовича Остроградського. Його ім'я кожен математик, фізик чи інженер уперше чує на першому курсі, коли на дошці з'являється формула, яка перетворює інтеграл за об'ємом на інтеграл за поверхнею. І за цією формулою стоїть постать, яка заслуговує на значно більше, ніж один рядок у підручнику.

Він — син небагатого полтавського поміщика з козацького роду, який став академіком Петербурзької, Американської, Туринської, Римської та Паризької академій, засновником наукової школи математики та механіки і першим великим математиком, якого дала світові українська земля.

Ця стаття має подвійну мету. З одного боку, це спроба пройти життєвий шлях Остроградського від Пашенної до Парижа і назад, спираючись на класичні біографічні джерела — тритомне «Повне зібрання праць» за редакцією Й.З. Штокала [1], монографію Б.В. Гнєденка та Й.Б. Погребиського [2], паризьку книгу А.П. Юшкевича [3] і його статтю в «Dictionary of Scientific Biography» [4], а також на спогади сучасників. З другого боку, це спроба подивитися на наукову спадщину Остроградського очима сьогоднішнього дослідника: показати, які його результати не просто збереглися в підручниках, а працюють — від теореми про дивергенцію до нестійкості Остроградського, про



Фрагмент Генеральної карти Полтавської губернії 1821 р. (атлас В.П. Пядишева); позначку Пашенної поставлено за сучасними координатами Пашенівки



Стовповий вітряк на Полтавщині (старе фото)

яку сьогодні говорять теоретики гравітації, і від мемуару 1826 р. про хвилі в циліндричному басейні до сучасної теорії коливань рідини в баках, якою займається наш Інститут. В Остроградського біографія і наука нерозривні: одне без другого не зрозуміти.

Світ, у якому він народився. 1801 рік — це рік виходу «Арифметичних досліджень» Гаусса і завершення перших томів «Небесної механіки» Лапласа. Математика тоді майже повністю зосереджена в Парижі: там Лагранж, Лаплас, Лежандр, молодий Фур'є; Коші — ще 12-річний хлопчик, Абелю рік, Якобі ще не народився. Через два десятиліття саме ці люди стануть вчителями Остроградського. А на Полтавщині — у краї, що був частиною колишньої Гетьманщини, — ще живі традиції козацької старшини, з якої походив рід Остроградських. Найближчий університет, Харківський, відкриють тільки в 1805 р. У цьому є щось символічне: Остроградський — один із перших вихованців першого університету на українських землях у складі Російської імперії і водночас одна з перших постатей, через яку ці землі увійшли в європейську математику.

Михайло Остроградський народився 12 (24) вересня 1801 р. у с. Пашенна — нині Пашенівка Кременчуцького району Полтавської області. Батько, Василь Іванович, був небагатим поміщиком; мати, Ірина Андріївна, походила з роду Сахно-Устимовичів. Обидва роди — козацька старшина з давніми військовими традиціями, і це важливо для розуміння характеру майбутнього академіка: любов до всього військового він зберіг на все життя. У родині було п'ятеро дітей. Дім, за спогадами, являв собою просту хату, вкриту соломою, щоправда, з ґанком, який прикрашали дві пари колон. Це той самий дім, до якого він повертатиметься щоліта і біля якого, за заповітом, буде похований. На Генеральній карті Полтавської губернії 1821 р. з атласу В.П. Пядишева Пашенну навіть не підписано — село було надто мале; воно лежало в межиріччі Псла і Ворскли, за 40 верст від Кременчука і 90 від Полтави, осторонь великих трактів. Хлопчик, який виріс тут, серед степу, млинів і криниць, за два десятиліття стане академіком, а помре, повертаючись сюди ж.

Дитинство: шнурок із каменем. Про дитинство Остроградського збереглося кілька дуже характерних свідчень. Хлопчик виявляв надзвичайну допитливість, але особливого роду: його цікавили не ігри, а механізми і вимірювання. Він міг годинами стояти біля млина, спостерігаючи за рухом крил, за водяним колесом, за роботою жорен і падінням води, і постійно вимірював — глибину ям і криниць, висоту парканів, довжину полів. Для цього в його кишені завжди лежав шнурок із прив'язаним каменем, своєрідний

ISSN 1027-3239. Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr. 2026. (10)

перший вимірювальний прилад майбутнього механіка. Варто уявити, що саме він бачив. На Полтавщині тоді домінували два типи вітряків: стовпові, весь дерев'яний корпус яких повертали за вітром за допомогою водила, часто запрягаючи волів, і шатрові, в яких обертався лише дах із крилами. Усі передачі та зубчасті колеса всередині були дерев'яними і змащувалися свинячим смальцем, а зерно мололи гранітні жорна. Тобто перед очима хлопчика була справжня машина — з перетворенням обертання, передачами, тертям і навантаженням. На Полтавщині досі переказують історію про те, як він пішов за сім верст у сусідні Хорішки, щоб мотузкою виміряти крило вітряка; крило підхопило його й кинуло на стерню, і його знайшли закривавленого, з мотузкою в руках. Мати нібито хотіла вести сина до знахарки, а батько відповів приказкою: «Гни дерево, поки мале». Чи було це насправді, невідомо; але що дерево гнулося саме в цей бік, ми знаємо напевно. Остроградський усе життя був аналітиком, але аналітиком, який мислив фізично: хвилі в басейні, тепло в призмі, політ снаряда, удар. Це дитина, що виросла біля млина.

Полтава і Харків. У 1809 р. Михайла віддали до пансіону для дітей збіднілих дворян при Полтавській губернській гімназії. Наглядачем пансіону був Іван Петрович Котляревський — автор «Енеїди», і, за переказами, саме він одним із перших помітив у хлопчика здібності до математики. Це красива сторінка нашої історії: біля витоків української математики стоїть автор першого твору новою українською літературною мовою. Проте академічними успіхами гімназист не вирізнявся: у класному журналі навпроти його прізвища з'являлися записи «не вчиться», «не буває в класі», «не має охоти до латинської мови», а в одній атестації і взагалі — «перешкоджає успіхам усього класу». Причина проста: під враженням перемоги у війні 1812 р. хлопець мріяв лише про військову кар'єру. Батько вже вирішив відвезти сина до столиці, до гвардійського полку, але дорогою вони заїхали в Чернігів до дядька — відставного полковника Андрія Федоровича Лук'яновича, — і той, помітивши в племінника спостережливість і дивну пристрасть до вимірювання, вмовив батька віддати хлопця до університету.



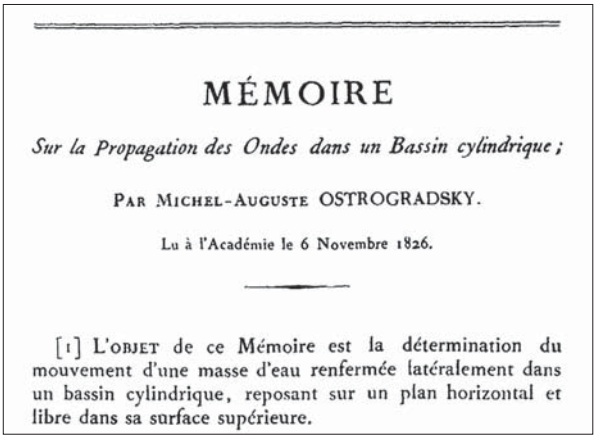
І.П. Котляревський — наглядач пансіону Полтавської гімназії (ліворуч); Т.Ф. Осиповський — ректор Харківського університету (праворуч)

У 1816 р. 15-річний Остроградський стає вільним слухачем Харківського університету, а з 1817 р. — студентом фізико-математичного відділення. Спочатку він навчався без особливого бажання. Перелом відбувся завдяки викладачеві математики Андрію Федоровичу Павловському, в якого Остроградський деякий час жив і який зумів пробудити в нього інтерес до науки. Другим і, мабуть, головним учителем був ректор університету Тимофій Федорович Осиповський — автор тритомного «Курсу математики» (1801—1823), людина широких філософських поглядів, послідовний критик кантівського апріоризму з позицій матеріалізму. Від Осиповського Остроградський успадкував не лише математичну культуру, а й світогляд, і саме цей світогляд незабаром коштував йому диплома.

Справа 1820 року. Михайло Остроградський пройшов курс блискуче і швидко — в 1820 р., у неповні 19 років, склав іспити на ступінь кандидата. Рада університету проголосувала за присудження ступеня, але міністр духовних справ і народної освіти князь Олександр Голіцин — людина, яка вела справжній хрестовий похід проти «безбожних і революційних тенденцій» в університетах, — відмовився затвердити це рішення і зажадав перескласти іспити.



Старий вхід Політехнічної школи з вулиці Декарта, Париж (сучасне фото)



MÉMOIRE

Sur la Propagation des Ondes dans un Bassin cylindrique ;

PAR MICHEL-AUGUSTE OSTROGRADSKY.

Lu à l'Académie le 6 Novembre 1826.

[1] L'OBJET de ce Mémoire est la détermination du mouvement d'une masse d'eau renfermée latéralement dans un bassin cylindrique, reposant sur un plan horizontal et libre dans sa surface supérieure.

Перша сторінка мемуару «Sur la propagation des ondes dans un bassin cylindrique» (Mémoires présentés par divers savans à l'Académie royale des sciences, t. III. Paris, 1832) [6]

Формальним приводом було те, що студент не відвідував лекцій з філософії та богослов'я. Справжня причина інша: восени того самого 1820 р. попечитель Карнєєв усунув з посади ректора Осиповського нібито за недостатній запал, з яким той під час іспиту вимовив слова «Бог живий». Опала вчителя перейшла й на його найкращого учня. Сам Остроградський згодом казав, що був тоді «цілковитим матеріалістом і атеїстом». Він відмовився перескладати іспити й так і не отримав диплома — ні тоді, ні будь-коли пізніше. Ця рана, думається, багато в чому визначила його рішення їхати до Парижа.

Париж, 1822—1828. У травні 1822 р. всупереч волі родини і майже без грошей 20-річний Остроградський вирушає до столиці світової математики. Уже в диліжансі під Черніговом його пограбували, довелося повертатися і збирати гроші заново; сусіди по повіту казали, що старий Остроградський «з розуму схибнувся», виряджаючи сина так далеко. Але Париж того часу був вартий будь-яких пригод. Остроградський слухає лекції в Політехнічній школі, в Сорбонні, у Колеж де Франс — у Лапласа, Фур'є, Лежандра, Пуассона, Ампера, Біне, Пуансо і, головне, у Коші. Політехнічна школа в 1820-х роках розміщувалася не в Палезо, як тепер, а в серці Латинського кварталу, на горі Сент-Женев'єв, у будівлях колишнього колежу Наварри. Це була доба Реставрації, і хоча монархія недолюблювала наполеонівську спадщину, престиж закладу змусив зберегти запроваджений у 1804 р. воєнізований режим. Водночас це був золотий вік французької математики: Коші реформував аналіз, запровадивши сучасні стандарти строгості, Пуассон працював над математичною фізикою і ймовірностями, Ампер і Біо закладали основи електродинаміки. Того самого 1824 р., коли Остроградський подавав свої перші паризькі мемуари, випускник Школи Саді Карно опублікував свою єдину працю, з якої виросла термодинаміка.

Юнак із Пашенної швидко стає своїм у цьому середовищі. Він дружить зі Штурмом, можливо, зустрічається з Абелем. Лаплас, за спогадами брата Остроградського, приймав його як члена родини, називав mon fils і перед смертю подарував йому один зі своїх ненадрукованих мемуарів. Є легенда (саме легенда), ніби юнак, приїхавши без гроша, найнявся до Лапласа лакеєм, і одного дня господар знайшов на своїй дошці доведене до кінця перетворення з небесної механіки, над яким сам бився кілька днів. Коші, який рідко кого хвалив, писав, що молодий математик «обдарований великою проникливістю і вельми обізнаний в аналізі нескінченно малих»; окремі результати Остроградського Коші за його згодою включив до своїх праць з теорії лишків. Паризький період тривав, за різними джерелами, до 1827 або 1828 р. [4, 5].

Перші мемуари. Чотири паризькі рукописи Остроградського знайшов у 1963 р. в архівах Паризької академії А.П. Юшкевич. Перші два, 1824 р., присвячені визначеним інтегралам і документують участь молодого математика у створенні методу лишків Коші. Третій — доповідь від 13 лютого 1826 р. «Démonstration d'un théorème du calcul intégral» — містить перше загальне доведення теореми, яку ми сьогодні називаємо формулою Остроградського, або теоремою про дивергенцію. Четвертий, 1826—1827 рр., — праця з теорії теплоти, де вперше в загальному вигляді викладено метод розділення змінних і розв'язано задачу про теплопровідність тригранної призми. Але є ще один мемуар 1826 р. — «Mémoire sur la propagation des ondes dans un bassin cylindrique», надрукований Паризькою академією в 1832 р. у третьому томі «Mémoires présentés par divers savans» [6]. До нього ми ще повернемося згодом.

Кліші і Коші. Найвідоміший епізод у паризькому житті Остроградського — боргова в'язниця. Батько, невдоволений тим, що син надто довго не повертається, припинив надсилати гроші. Остроградський заборгував за житло, господар подав до суду, і в 1826 р. математика посадили до Кліші — паризької боргової в'язниці. За родинними переказами, саме там, дивлячись із вікна на Сену, він і написав мемуар про хвилі в циліндричному басейні і надіслав його Коші. Академічні джерела [4, 5] підтверджують борг, позов і те, що Коші, прочитавши роботу, зробив дві речі, за які ми маємо бути вдячні йому й сьогодні: представив мемуар Паризькій академії з найприхильнішим відгуком і, сам не будучи заможною людиною, сплатив борг Остроградського зі своїх коштів. Ба більше, Коші влаштував його викладачем математики в колеж Генріха IV — одну з найпрестижніших шкіл Парижа. Людина без диплома викладала в елітному колежі столиці математики. І тут проявилася риса, яка в Остроградському особливо зворушує: маючи все для блискучої кар'єри у Франції, він вирішив повернутися додому.

Повернення. Повернення було до пари усій його молодості. Значну частину шляху Остроградський подолав пішки; біля Франкфурта-на-Майні його знову обікрали. Поет Микола Язиков, який тоді навчався в Дерпті, згадував, що до нього з'явився «невідомий пішохід», майже голий, — його вимили, одягли, взули, нагодували і відправили далі; прізвище пішохода було Остроградський. Дивний мандрівник, що йшов із Франції, відразу викликав підозру: у Дерпті полковник Бутовський доповів по інстанції, доповідь дійшла до начальника Головного штабу Дібіча, і за молодим математиком встановили таємний нагляд. Так навесні 1828 р. він прибув до столиці імперії: без диплома, під наглядом поліції, але з паризькими мемуарами, рекомендаціями Коші й Фур'є і повною впевненістю у власних силах.



Боргова в'язниця на вулиці Кліші, Париж (малюнок XIX ст.; музей Карнавале, Paris Musées)



Шлях додому: Париж — Франкфурт-на-Майні — Дерпт — Петербург на карті Європи Дж. Пінкертона (1818); лінію маршруту нанесено умовно



Будівля Академії наук (арх. Дж. Кваренгі) і Кунсткамера на Університетській набережній. Фото кінця XIX — початку XX ст.

Петербурзька академія. В Академії наук Остроградського прийняли зовсім не так, як поліція. За кілька місяців він подав до Академії три праці: з теорії потенціалу (нове виведення рівняння Пуассона для точки всередині притягуючої маси), з теорії теплоти і з теорії подвійних інтегралів; усі надруковано 1831 р. [7]. Уже 17 (29) грудня 1828 р. за рекомендацією академіків Коллінса, Фусса і Вишневського людину без диплома обирають ад'юнктом Академії з прикладної математики; у 1830 р. він екстраординарний, у 1832-му — ординарний академік. Далі три десятиліття напруженої роботи: понад 80 доповідей в Академії, участь у комісіях із запровадження григоріанського календаря і десяткової системи мір, розв'язування балістичних задач на замовлення уряду. Юшкевич справедливо писав, що діяльність Остроградського повернула Академії той математичний блиск, який вона мала за часів Ейлера [4]. Остроградського нерідко називають учнем Ейлера через покоління, і це не просто красива фраза: механіка, гідродинаміка, варіаційне числення, обчислення інтегралів, теорія рядів — це ейлерівський репертуар, продовжений на новому, паризькому технічному рівні, а головне — з ейлерівським ставленням до аналізу як до універсальної мови фізики. Сам Остроградський любив повторювати, що «суть диференціала знають лише двоє — Ейлер і я».

Блиск, утім, не означав достатку: зберігся лист уже академіка Остроградського до батька, в якому він просить допомоги, бо винен 800 рублів і не має зимового одягу. У 1830 р. під час другої поїздки до Парижа він через необережність із фосфорним сірником пошкодив око. Унаслідок цього Остроградський осліп на праве око, і це, за спогадами, надавало вченому досить грізного вигляду, що не заважало йому бути улюбленцем студентів.

Наукова програма 1830 року. У 1830 р. Остроградський подав Академії доповідь, яку можна вважати його науковим маніфестом. Він оголосив план (сучасною мовою його називають «грандіозним синтезом») [4]: охопити єдиним аналітичним методом гідродинаміку, теорію пружності, теорію теплоти і теорію електрики, тобто всю математичну фізику того часу, а наостанок зайнятися теорією ймовірностей, «у якій знаменитий автор «Небесної механіки», схоже, помилявся». Такий задум не реалізовано і досі — це, по суті, програма всієї математичної фізики двох наступних століть. Але саме з нього виросли головні результати Остроградського 1830-х років: метод розділення змінних із його ортогональними системами, теорема про дивергенцію як робочий інструмент теорії теплоти, варіаційне числення кратних інтегралів. Важливо підкреслити: для Остроградського інтегральна теорема ніколи не була самоціллю. Це була лема — інструмент, який знадобився для фізики.

Формула Остроградського. Потрійний інтеграл від дивергенції векторного поля по області дорівнює потоку цього поля через її межу:

$$\iiint\limits_V \left(\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial R}{\partial z} \right) dxdydz =$$

$$= \oiint\limits_\Sigma (P\cos\lambda + Q\cos\mu + R\cos\nu) d\Sigma,$$

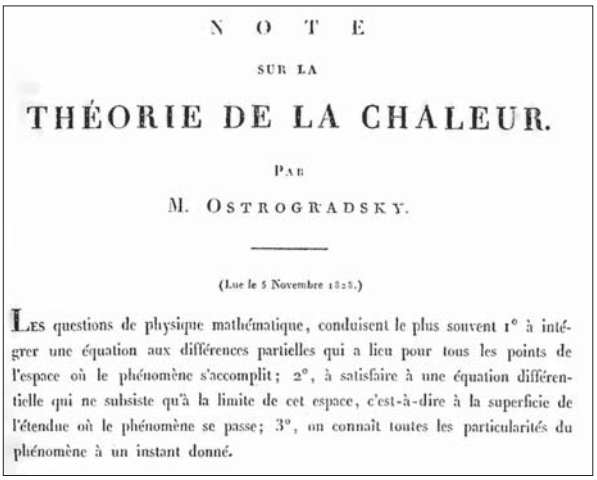
$$\int_V \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \oint_{\partial V} \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS.$$

Остроградський записував її в компонентах, з косинусами кутів зовнішньої нормалі, — векторної символіки ще не існувало. Історія теореми повчальна. Остроградський доповів її в Парижі 13 лютого 1826 р., повторно — 6 серпня 1827 р. і нарешті в Академії наук 5 листопада 1828 р. Опублікували її лише 1831 р., і то в скороченому вигляді, в «Note sur la théorie de la chaleur» [7]; паризький рукопис побачив світ тільки в 1965 р. [8]. Водночас Остроградський

довів і більш загальну формулу для спряжених лінійних диференціальних операторів — ту, що в підручниках називають другою формулою Гріна. Разом із формулою він фактично отримав і метод: теорема дозволяє переносити диференціювання з однієї функції на іншу під знаком кратного інтеграла, і саме так вона працює в теорії теплоти, в теорії потенціалу й у варіаційному численні.

У західній літературі цю теорему найчастіше називають теоремою Гаусса, іноді — теоремою Гріна, тому варто чітко розставити дати, як це зробив В. Кац у спеціальному дослідженні [9]. Окремий випадок формули з'являється в Лагранжа ще в 1762 р. у праці про поширення звуку, де він перетворює потрійний інтеграл на подвійний інтегруванням частинами. Гаусс у 1813 р., працюючи над притяганням еліпсоїда, довів кілька окремих випадків, і ще кілька — у 1833 і 1839 рр. Окремі випадки є у Пуассона (1824) і Саруса (1828). Того самого 1828 р. в Ноттінгемі Джордж Грін видав власним коштом свій «Нарис», де також є форми цієї теореми. Однак перше доведення загальної теореми — з довільними функціями і довільною областю — належить Остроградському і датоване 1826 р., а в 1834 р. він узагальнив її на інтеграли будь-якої кратності. Усі ці результати згодом повторили інші математики без посилання на Остроградського [9]. Завдання історії науки — не сперечатися про пріоритет, а з'ясувати правду і назвати формулу іменем першовідкривача.

Теорія теплоти і метод Фур'є. Фур'є і Пуассон розв'язували задачі теплопровідності для кулі, циліндра, паралелепіпеда — кожну окремо. Остроградський у «Записці з теорії теплоти» (1828) вперше виклав загальну схему методу, який ми сьогодні називаємо методом Фур'є, або методом розділення змінних: для лінійного рівняння зі сталими коефіцієнтами і лінійними крайовими умовами розв'язок шукається у вигляді ряду за власними функціями крайової задачі. Він довів ортогональність цих власних функцій і ввів узагальнені ряди Фур'є. І тут проявилася його наукова чесність: він прямо вказав, що питання про збіжність таких рядів залишається відкритим. Цю проблему розв'язали тільки на межі XIX і XX ст. Пуанкаре і Володимир Стєклов, який починав у Харківському університеті і вважав себе продовжувачем саме цієї лінії Остроградського. Тому метод Фур'є у своїй загальній формі — це метод Остроградського. У 1836 р. він додав до теорії теплоти рівняння поширення тепла в рідинах.



N O T E

SUR LA

THÉORIE DE LA CHALEUR.

PAR

M. OSTROGRADSKY.

(Lue le 5 Novembre 1828.)

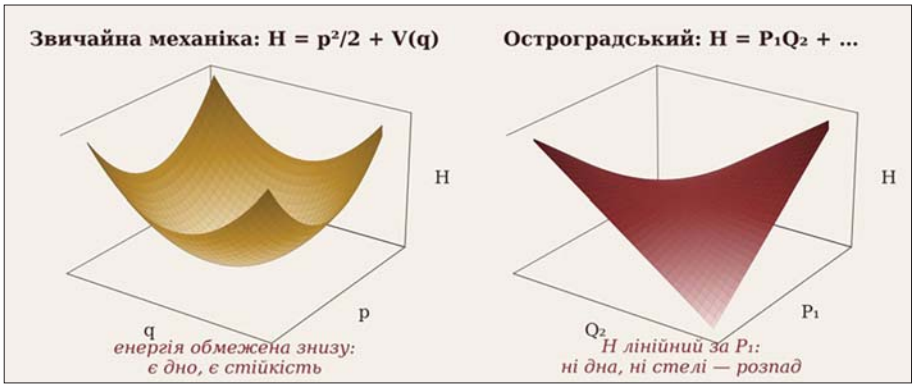
LES questions de physique mathématique, conduisent le plus souvent 1° à intégrer une équation aux différences partielles qui a lieu pour tous les points de l'espace où le phénomène s'accomplit; 2°, à satisfaire à une équation différentielle qui ne subsiste qu'à la limite de cet espace, c'est-à-dire à la superficie de l'étendue où le phénomène se passe; 3°, on connaît toutes les particularités du phénomène à un instant donné.

Перша сторінка «Note sur la théorie de la chaleur» (подано 5 листопада 1828 р.) у Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg, VI сер., т. I (1831)

Кратні інтеграли і варіаційне числення. Мемуар «Mémoire sur le calcul des variations des intégrales multiples», поданий Академії 24 січня 1834 р., — мабуть, найвпливовіша суто математична праця Остроградського. Його передрукували в журналі Крелле в 1836 р., а в 1861 р. Тодгантер видав англійський переклад. У цьому мемуарі виведено необхідні умови екстремуму інтеграла будь-якої кратності, узагальнено інтегральну теорему на n-вимірний випадок і — незалежно від Якобі того самого 1834 р. — отримано формулу заміни змінних у n-кратному інтегралі з якобіаном:

$$\int\cdots\int_D f(x_1,\ldots,x_n)\,dx_1\cdots dx_n =$$
$$= \int\cdots\int_{D'} f(x(u))\left|\frac{\partial(x_1,\ldots,x_n)}{\partial(u_1,\ldots,u_n)}\right| du_1\cdots du_n.$$

Через два роки, у мемуарі «Sur la transformation des variables dans les intégrales multiples»,



Гамільтоніан, обмежений знизу (ліворуч), і гамільтоніан, лінійний за імпульсом (праворуч): у другому випадку енергія не має ні дна, ні стелі (схема)

Остроградський дав перше сучасне виведення правила заміни змінних для подвійного, а потім і потрійного інтеграла — з геометричною інтерпретацією через нескінченно малі елементи площі та об'єму. Саме так це доводять і сьогодні. Якобіан, метод Фур'є і теорема про дивергенцію — три кити першого курсу, і всі вони спираються на плечі Остроградського.

Аналіз. Остроградський, як писав Юшкевич, «завжди залишався аналітиком», і його ім'ям в аналізі названо кілька результатів. Найвідоміший — метод Остроградського інтегрування раціональних функцій (1845): раціональну частину інтеграла можна виділити суто алгебраїчно, без розкладання на прості дроби,

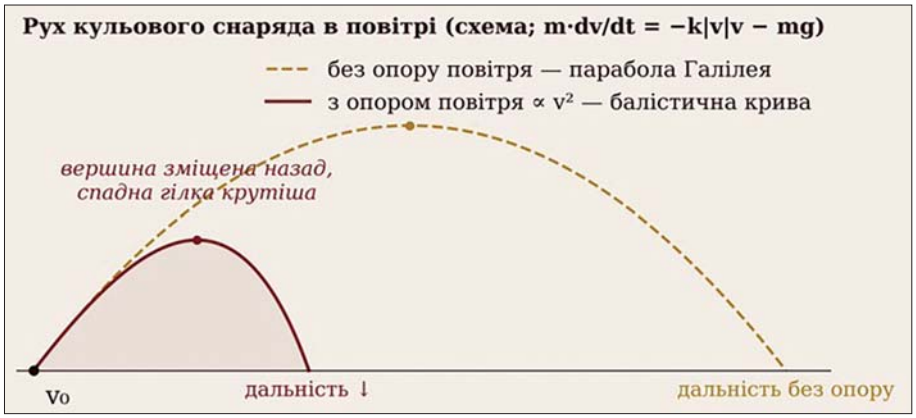
$$\int \frac{P(x)}{Q(x)}dx = \frac{P_1(x)}{Q_1(x)} + \int \frac{P_2(x)}{Q_2(x)}dx,$$

$$Q_1 = \gcd(Q, Q'), \; Q_2 = \frac{Q}{Q_1},$$

де Q_1 — найбільший спільний дільник знаменника і його похідної, $Q_2 = Q/Q_1$, а невідомі чисельники знаходять методом невизначених коефіцієнтів. Цей метод у 1872 р. перевідкрив Ерміт, тому у французькій літературі його іноді називають методом Ерміта. Далі формула Ліувілля—Остроградського для вронскіана лінійного диференціального рівняння, отримана в 1838 р. одночасно з Ліувіллем. Потім метод послідовних наближень за малим параметром без так званих вікових членів (1835), який на пів століття випередив результати Ліндштедта і Пуанкаре і до якого ми ще повернемося, говорячи про київську школу нелінійної механіки. Далі виведення формули Ейлера—Маклорена із залишковим членом, що виросло, як не дивно, з балістичних обчислень. І нарешті, праці про інтеграли алгебраїчних функцій, написані паралельно з роботами Ліувілля, з яких випливає трансцендентність логарифма й арктангенса, — лінія, яку продовжив Чебишов.

Механіка. У механіці Остроградський працював у трьох напрямах: принцип віртуальних переміщень, диференціальні рівняння динаміки і конкретні задачі. У 1834 р. він поширив принцип віртуальних переміщень на неутримувальні в'язі, тобто ті, що можуть «відпускати» систему. У 1838 і 1841 рр. дав строге доведення принципу для нестаціонарних в'язей. У 1848 р. привів рівняння динаміки до гамільтонової форми за в'язей і силової функції, залежних від часу, а в 1854 р. побудував аналітичну теорію непружного удару. М.Є. Жуковський, який спеціально вивчав механічні праці Остроградського, назвав його засновником школи теоретичної механіки в імперії.

Мемуар 1850 р. і нестійкість Остроградського. Окремо слід сказати про результат, який у наш час переживає друге народження. У мемуарі «Mémoire sur les équations différentielles relatives au problème des isopérimètres», поданому в 1848 р. і опублікованому в 1850 р. [10], Остроградський розглянув варіаційну задачу з довільним числом функцій і похідних довільного порядку і показав, як звести її до канонічних рівнянь Гамільтона. Гамільтон у 1834—1835 рр. мав справу лише з першими по-



Рух кульового снаряда в повітрі: парабола Галілея і балістична крива з квадратичним опором (схема)

хідними, тому принцип найменшої дії в загальній формі справедливо називають принципом Гамільтона—Остроградського. Якобі в лекціях з динаміки, надрукованих лише 1866 р., йшов тим самим шляхом.

Конструкція така. Нехай лагранжіан L залежить від координати q та її похідних до порядку N, причому невироджено: $\partial^2 L/\partial(q^{(N)})^2 \neq 0$. Рівняння Ейлера—Лагранжа тоді має порядок $2N$. Остроградський вводить N координат $Q_i = q^{(i-1)}$ та N імпульсів

$$Q_i = q^{(i-1)},\ P_i = \sum_{j=i}^{N} \left(-\frac{d}{dt}\right)^{j-i} \frac{\partial L}{\partial q^{(j)}},$$

$$i = 1, ..., N$$

Старший імпульс $P_N = \partial L/\partial q^{(N)}$ — похідна лагранжіана за старшою похідною; завдяки невиродженості це співвідношення можна розв'язати відносно старшої похідної, $q^{(N)} = A(Q_1, \ldots, Q_N, P_N)$. Гамільтоніан будується як перетворення Лежандра:

$$H = \sum_{i=1}^{N-1} P_i Q_{i+1} + P_N A(Q_1,\ldots,Q_N,P_N) -$$

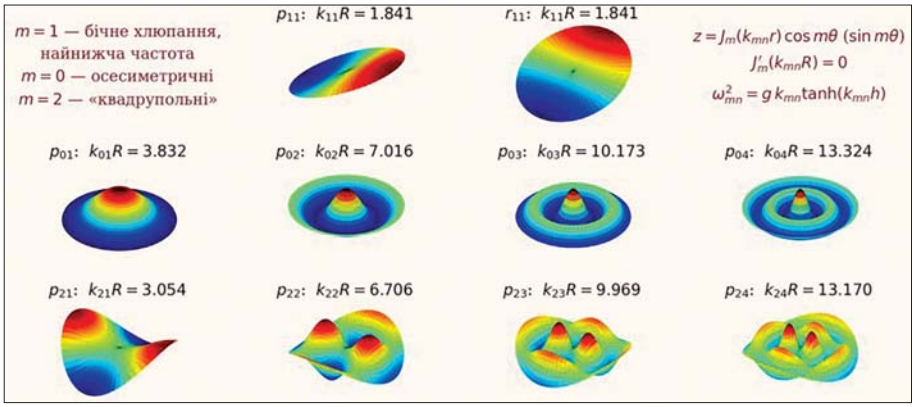
$$-L(Q_1,\ldots,Q_N,A),\ \dot{Q}_i = \frac{\partial H}{\partial P_i},\ \dot{P}_i = \frac{\partial H}{\partial Q_i},$$

і канонічні рівняння відтворюють вихідне рівняння руху. Усе виглядає як звичайна гамільтонова механіка, але гамільтоніан лінійний за всіма імпульсами, крім старшого. Лінійність означає, що енергія не обмежена ані знизу, ані згори: взявши P_1 достатньо великим за модулем із потрібним знаком, її можна зробити скільки завгодно від'ємною. Це і є нестійкість Остроградського. Вона не залежить від деталей лагранжіана — потрібна лише невиродженість за старшою похідною, і зі зростанням N ситуація тільки погіршується. Квантування не рятує: спектр гамільтоніана не обмежений знизу, а в теорії поля ті самі стани з'являються як «духи» — стани від'ємної норми, що руйнують унітарність.

Саме ця теорема пояснює, чому фундаментальні закони природи — рівняння другого порядку за часом, і чому спроби побудувати теорію квантової гравітації з доданками, квадратичними за кривиною, наштовхуються на нефізичні розв'язки. Р. Вудард у статті «The Theorem of Ostrogradsky» (2015) назвав її «найбільшим обмеженням на локальну лагранжеву теорію поля» [11]. Обійти нестійкість можна лише виродженістю: в загальній теорії відносності, теоріях Лавлока, галілеонах, теоріях типу $f(R)$ вищі похідні або зникають унаслідок інтегрування частинами, або зв'язані калібрувальними симетріями. Сам Остроградський, звісно, не міг усвідомлювати цього наслідку — уявлення про зв'язок між обмеженістю енергії і стійкістю тоді тільки зароджувалося. Але в цьому і полягає природа великої математики: результат 1850 року про ізоперіметричну задачу став у XXI ст. аргументом у дискусіях про будову Всесвіту.

Прикладні праці. Остроградський ніколи не цурався прикладних задач.

У 1839—1841 рр. на замовлення військового відомства він побудував теорію руху сферич-



Власні форми вільної поверхні рідини в круговому циліндрі, обчислені за формулами Остроградського: угорі — форми $m = 1$ (бічне хлюпання, найнижча частота), у середньому ряду — осесиметричні форми $m = 0$, внизу — форми $m = 2$; над кожною — корінь $k_{mn}R$ рівняння $J'_m(kR) = 0$

ного снаряда в повітрі і склав таблиці для обчислення траєкторій, фактично започаткувавши балістичну школу другої половини XIX ст.; з цих обчислень виросла і його формула Ейлера—Маклорена із залишковим членом. У 1846 р. він подав працю з теорії ймовірностей про вибірковий контроль якості продукції, де запропонував один із перших у світі підходів до статистичного приймального контролю. А наприкінці 1850-х років, коли Морське відомство створювало пенсійний фонд для звільнених після Кримської війни службовців, обидва математики Академії — Остроградський і Буняковський — виконали для нього актуарні розрахунки з теоретичним обґрунтуванням. О.М. Крилов згадував про «примітну записку Остроградського» в матеріалах комісії із заснування фонду [5]. Так що Остроградський — ще й один із перших актуаріїв. До цього ж ряду належить і анекдот, за достовірність якого ніхто не ручиться, але який добре показує, ким Остроградський був для сучасників: нібито під час будівництва Миколаївської залізниці граф Клейнміхель доповів імператорові, що профіль траси обчислити неможливо, бо інтеграли «не беруться», Микола I написав на рапорті «Наказую інтегрувати» — і за місяць Остроградський дав розв'язок.

Мемуар 1826 р.: хвилі в циліндричному басейні. Зупинимося докладніше на мемуарі, який автору цих рядків особливо близький. У 1815—1816 рр. Коші і Пуассон, змагаючись за премію Паризької академії, побудували теорію хвиль на поверхні необмеженої рідини. Остроградський зробив такий крок: він узяв рідину в круговому циліндрі скінченної глибини, тобто в реальному резервуарі зі стінками і дном. Математично це задача про потенціал швидкості φ, який задовольняє рівняння Лапласа в рідині, умову непротікання $\partial\varphi/\partial n = 0$ на стінках та дні і лінеаризовану умову

$$\partial^2\varphi/\partial t^2 + g\,\partial\varphi/\partial z = 0$$

на вільній поверхні. Остроградський розв'язав її розділенням змінних. За радіусом виникають функції Бесселя, за кутом — тригонометричні функції, а частоти власних коливань визначаються дисперсійним співвідношенням із гіперболічним тангенсом глибини. Кожен, хто сьогодні займається динамікою рідини в баках, упізнає в цьому стандартну лінійну модальну теорію. Так у 1826 р. з'явилася перша в історії задача про хлюпання рідини (sloshing) в обмеженому об'ємі.

Говорячи сучасною мовою, за мемуаром стоїть спектральна задача особливого типу: рівняння Лапласа в незбуреному об'ємі рідини Q_0, умова непротікання на змочених стінках і дні S_0 — і крайова умова $\partial\varphi/\partial z = \kappa\varphi$ на незбуреній вільній поверхні Σ_0, в яку входить спектральний параметр κ. Це не задача Штурма—Ліувілля і не задача Діріхле чи Неймана для лапласіана: параметр — не в рівнянні, а в крайовій умові, і саме тому вона довго стояла осторонь загальної теорії. Її властивості добре відомі [12, 13]: спектр дискретний, дійсний і додатний, $0 < \kappa_1 \le \kappa_2 \le \ldots \to \infty$, квадрат власної

частоти $\omega_n^2 = g\kappa_n$; власні функції ортогональні відразу у двох сенсах — у $L_2(\Sigma_0)$ і за енергією Діріхле в Q_0, причому ці дві норми пов'язані через власне значення; а сліди власних функцій на Σ_0 утворюють повну ортогональну систему в $L_2(\Sigma_0)$. Це і є строге обґрунтування того, що профіль вільної поверхні і будь-який момент можна розкласти в ряд за власними формами, тобто в узагальнені ряди Фур'є, до яких Остроградський прийшов у 1826—1828 рр., чесно вказавши, що збіжність таких рядів він довести не може. Для кругового циліндра власні функції виписуються явно; загальну ж теорію для басейну довільної форми було побудовано лише в середині XX ст. у роботах М.М. Мойсеєва, Г.С. Наріманова, І.О. Луковського, на яких ґрунтується і сучасна нелінійна модальна теорія хлюпання [12—14].

У сучасній лінійній мультимодальній теорії вільна поверхня і потенціал швидкості розкладаються саме за цими формами, коефіцієнти розкладання стають узагальненими координатами, рух самого бака враховується потенціалами Стокса—Жуковського, а варіаційний принцип перетворює задачу на нескінченну систему звичайних диференціальних рівнянь — по одному осцилятору на кожну власну форму з частотою з дисперсійного співвідношення Остроградського. Нелінійна мультимодальна теорія, систематично викладена в монографії О. Фалтінсена і О. Тимохи «Sloshing» (2009) [14], є узагальненням того самого розкладу на скінченні амплітуди. Від мемуару 1826 р. до сучасних розрахунків суднових танків, аквакультурних садків і баків космічних апаратів веде пряма лінія, що починається з рядів Бесселя—Остроградського.

Визнання. Визнання прийшло досить швидко, і в підсумку Остроградський — академік п'яти академій: ординарний академік Петербурзької (1832), член Американської академії мистецтв і наук (1834), Туринської академії (1841), Римської академії деї Лінчеї (1853) і член-кореспондент Паризької академії наук (1856) — тієї самої, куди 30 років тому він подавав свої перші мемуари з боргової в'язниці. У 1844 р. він — почесний член Московського університету, згодом почесний доктор Київського, Московського і Харківського університетів (того самого Харківського, який не дав йому диплом). На батьківщині мав ордени, чин таємного радника (1849). Карл Яніш ще в 1838 р. писав, що Остроградський — «центр усієї математичної діяльності» в імперії.

Педагог. Поряд з роботою в Академії Остроградський три десятиліття викладав, і викладав багато: з 1828 р. — у Морському кадетському корпусі, з 1830 р. і до кінця життя — в Інституті Корпусу інженерів шляхів сполучення, де очолював кафедру прикладної механіки; з 1832 р. — у Головному педагогічному інституті, з 1840 р. — у Головному інженерному училищі, з 1841 р. — у Михайлівському артилерійському. У 1847 р. його призначили головним наглядачем за викладанням математичних наук у всіх військово-навчальних закладах імперії. Чебишов, який дуже високо ставив Остроградського, з гіркотою писав, що той «не зробив і половини того, що міг би, якби не загруз у виснажливій постійній педагогічній роботі». Це правда. Але правда й інше: саме через ці аудиторії пройшло покоління інженерів, офіцерів і вчителів, яке зробило математичну культуру частиною інженерної справи.

Про Остроградського-лектора збереглося безліч спогадів, і всі вони малюють одну й ту саму картину: людину «химерну до неосудності», як висловився один з офіцерів, але при цьому улюблену. Входячи в аудиторію, він оголошував: «Панове офіцери, маю честь відрекомендуватися: академік Остроградський, менше нуля нікому не ставлю». Найкращих студентів він називав геометрами, найгірших — землемірами, і пояснював чому: одного разу на Полтавщині він бачив, як землемір обчислює площу трикутного поля, перемножуючи дві сторони і ділячи на 4800, «бо так звелів губернський землемір». Захоплений історією Стародавнього Риму, він поділяв клас на консулів, сенаторів і трибунів, а списку слухачів не вів — бали виставляв найкращий учень, «консул». Валеріан Панаєв, який слухав його в Інституті шляхів сполучення, залишив портрет лектора: важко дочвалавши до кафедри, той ставив пе-



Цезар Кюї — військовий інженер і композитор, слухач Остроградського в Головному інженерному училищі



Софія Ковалевська в юності



М.І. Лобачевський (портрет Л. Крюкова, 1830-ті роки)

ред собою два графини води — з одного пив, у другому мочив губку для дошки, — обводив аудиторію єдиним оком і вітався: «Ну, Декарти, ну, Піфагори, ну, Лейбніци, ну... мої козаки!». Читав із запалом, писав на дошці величезними літерами, а захопившись, міг цілу годину говорити українською — мовою, якої в аудиторіях імператорських університетів офіційно не існувало. Композитор Цезар Кюї, який навчався в нього в Інженерному училищі, згадував, як одного разу відповідав не дуже добре, і Остроградський хотів поставити дев'ять, але товариш вигукнув: «Змилуйтеся, ваше превосходительство, адже його звати Цезарем!» — і академік, вклонившись, порадив написати батькам подячного листа за ім'я, «а то не мати б вам дванадцяти балів». Лекції його тривали чверть години, решту часу він балагурив, але, додає Кюї, «коли він читав серйозно, це було чудово».

Юнкери артилерійського училища потай брали його пальто, залазили в нього вдвох — по дві руки в кожен рукав — і перевальцем ходили коридором, копіюючи академіка; він не ображався. І ще один анекдот: захопившись обчисленням на вулиці, Остроградський записував формули на шкіряному задку чужої коляски; візник рушив Невським проспектом — і за коляскою побіг академік з криком: «Стій! Куди повіз мої формули?». Остроградський написав підручники з аналітичної механіки (1834), алгебраїчного і трансцендентного аналізу (1837), інтегрального числення, елементарної геометрії; його курс алгебри містив, що нетипово для того часу, виклад теорії чисел. Але найцікавіша його педагогічна праця — «Considérations sur l'enseignement», написана разом із паризьким математиком та інженером О. Блумом і видана 1860 р. [15]. Це програма математичної освіти дітей від семи до дванадцяти років, яка на століття випередила свій час. Автори констатували, що шкільне викладання арифметики, алгебри і геометрії нічим не нагадує про потрібність цих предметів у повсякденному житті і дає лише той результат, що їх засвоює дуже невелике число учнів; натомість вони радили вивчати історію наук і біографії видатних людей, бо жива розповідь закарбовує

основне положення краще за формальне доведення, а починати — не з циркуля і рейсфедера, а з сокири, молотка, пилки і рубанка, щоб дитина спершу відчула речі руками.

Учні. Хто ж сидів в аудиторіях Остроградського? Варто розрізняти два кола. Учнів у власному розумінні, тих, кого він готував як математиків і механіків і хто продовжив його тематику, небагато, але це імена першого ряду: Іван Вишнеградський, засновник теорії автоматичного регулювання; Дмитро Журавський, творець механіки мостових споруд; Микола Петров з його гідродинамічною теорією змащення; механік Микола Ястржембський; М.С. Будаєв і П.О. Рощин, яких він з 1852 р. готував до професури, і низка професорів, які «рознесли» його метод викладання по університетах, — Є.Ф. Сабінін в Одесі, І.І. Рахманінов у Києві, А.Х. Тихомандрицький, Е.Х. Беєр і Д.М. Деларю в Харкові. Друге, ширше коло — ті, хто слухав його лекції і прославився в інших галузях: майбутній автор періодичної системи Дмитро Менделєєв і хімік О.І. Ходнєв, фізики К.Д. Краєвич і М.Ф. Спаський, мостобудівник Станіслав Кербедз, майбутній міністр шляхів Герман Паукер, промисловець і математик Федір Чижов, філософ Петро Лавров, Цезар Кюї, творець теорії девіації компаса Іван де Колонг. В офіцерських класах Морського корпусу його слухали Семен Зелений і Степан Бурачок, які записали й видали літографовані «Лекції» 1837 р. Буняковського, Брашмана і Чебишова часто називають учнями Остроградського, але це не так: вони його колеги і сучасники. Правильніше говорити про продовжувачів: школа Чебишова розвинула його роботи з інтегрування алгебраїчних функцій, а Брашман, Давидов і Жуковський — його механіку.

Найзворушливіший приклад впливу поза аудиторією — Софія Ковалевська, яка ніколи не була ученицею Остроградського. Коли в маєтку її батьків робили ремонт, на стіни дитячої кімнати замість шпалер наклеїли ті самі літографовані лекції 1837 р. Дівчинка годинами стояла перед цією таємничою стіною і згодом згадувала, що від щоденного споглядання зовнішній вигляд багатьох формул врізався їй у пам'ять, хоча змісту вона тоді не розуміла; багато років потому на першому уроці з аналізу у Страннолюбського вона засвоїла поняття границі й похідної так швидко, «ніби знала їх наперед». Отже, вплив Остроградського йшов трьома каналами: безпосереднє коло учнів, підручники й літографовані лекції і робота наглядача за викладанням, у процесі якої він визначав, як навчали математики тисячі офіцерів. Так створювалося середовище, в якому виросла ціла математична школа.

Відгук на Лобачевського. Заради повноти картини слід згадати епізод, який зазвичай ставлять Остроградському на карб. У 1829—1830 рр. Лобачевський надрукував у «Казанском вестнике» працю «О началах геометрии», а в 1832 р. рада Казанського університету надіслала її до Академії наук; рецензувати доручили Остроградському. Його відгук від 7 листопада 1832 р. був негативним: він розібрав два визначені інтеграли, які Лобачевський навів для ілюстрації своєї геометрії, знайшов один із них хибним, а другий — давно відомим, і дійшов висновку, що решта книги написана з таким малим старанням, що не заслуговує на увагу Академії. У 1834 р. в «Сыне Отечества» з'явилася ще й анонімна глузлива рецензія, авторство якої приписують оточенню Остроградського. Чому так сталося? Частково тому, що Лобачевський справді писав важкою мовою, а блискучий лектор Остроградський не пробачав цього нікому. Але головна причина глибша: Остроградський був аналітиком і фізиком, і геометрія, відірвана від фізичного простору, здавалася йому грою без змісту. Він не побачив, як не побачив тоді майже ніхто в Європі, революції в основах геометрії; визнання прийшло до Лобачевського з-за кордону, від Гаусса, а повне розуміння — вже після смерті обох. Для всіх, хто рецензує чужі статті, це хороший урок: іноді те, що здається недбалим, є просто новим.

Людина. У 1831 р. Остроградський одружився — потайки від батьків, поки полтавська рідня місяцями підбирала «парубкові» наречених, — з Марією Василівною Купфер-Люцау, курляндською дворянкою, жінкою яскравою,



«Будинок академіків», наб. Лейтенанта Шмідта, 1/2. Фото середини XX ст.



Тарас Шевченко. Фото А. Деньєра, квітень 1858 р. (Національний музей Тараса Шевченка)

обдарованою, яка музикувала, співала і писала вірші. У них народилися син і дві дочки; він любив гратися з ними, «стрибаючи й бігаючи по-дитячому». Сім'я оселилася на Ніколаєвській (нині Лейтенанта Шмідта) набережній Васильєвського острова, в будинку, який згодом назвуть «будинком академіків». Сімейне життя щасливим не було: у 1857 р. дружина залишила його, і він переніс це мовчки, як завжди занурившись у роботу.

Вдома Остроградський завжди розмовляв українською; російською ж до кінця життя говорив із сильним акцентом. Він знав напам'ять Шевченка, любив Мольєра і Корнеля, товаришував із Гулаком-Артемовським, родинами Лисенків і Старицьких. Щоліта їздив на Полтавщину, де влаштовував бенкети для селян, обдаровував молодиць гребінцями й стрічками, а на Різдво ходив із сусідами колядувати. Сучасники згадують його богатирську статуру (близько 190 см зросту), гучний голос, неохайність у вбранні, нелюбов до чобіт, калош і парасольок, а також до лікарів, яких він вважав шарлатанами. Улюбленою його сентенцією була така: «Нудьга — найнебезпечніша отрута». І одна несподівана риса: людина, яка в 1820 р. називала себе «цілковитим матеріалістом і атеїстом» і поплатилася за це дипломом, наприкінці життя захопилася модним тоді спіритизмом. Геній теж має право на суперечності.

Остроградський і Шевченко. На окрему згадку заслуговує дружба Остроградського і Тараса Шевченка — полтавця й черкащанина, які зустрілися в столиці імперії в колі тамтешньої української громади. Познайомив їх, найімовірніше, спільний приятель — співак і композитор Семен Гулак-Артемовський, і це знайомство припадає ще на 1840-ві роки, на період до арешту поета. Коли навесні 1858 р. Шевченко повернувся із заслання, однією з перших адрес, куди він пішов, був дім Остроградського на Васильєвському острові. У щоденнику поета під 2 квітня 1858 р. є запис про те, як вони з Гулаком-Артемовським пішли до «великого математика», і той прийняв його «з розкритими обіймами, як земляка і як давно не баченого родича» [16]. Остроградський, пише далі Шевченко, їде влітку в Малоросію і жартує, що запросив би й Семена, але боїться, що у всій Полтавській губернії не вистачить для нього сала. Відтоді Шевченко бував у академіка часто: Остроградський, який знав напам'ять його вірші ще з першого «Кобзаря», належав до того невеликого кола, де поета приймали не як «відставного рядового», а як свого. За переказами, Шевченко читав господареві нові вірші, й обидва плакали; а коли поет попросив академіка відпустити на волю своїх кріпаків, той відповів: «Я вже це вирішив». Узимку 1860—1861 рр., коли Шевченко тяжко хворів у своїй майстерні при Академії мистецтв, Остроградський годинами просиджував біля його ліжка. Поет помер у березні 1861 р.; математик пережив його менш ніж на рік. У цій дружбі двох людей, які виросли на українській землі,

прославилися в імперській столиці і до кінця життя зберегли рідну мову й пам'ять про дім, є щось символічне, і для розуміння особистості Остроградського вона важить не менше, ніж його академічні звання.

Щодо національної ідентичності Остроградського найвлучніше висловився, мабуть, академік О.В. Нікітенко, який записав у щоденнику в 1855 р., що Остроградський «з певного часу став страшенним русофілом, але по суті це хитрий хохол, який нишком підсміюється як над німцями, так і над росіянами» [17]. Слов'янин, одружений з німкенею, він у розділеній на «німецьку» і «російську» партії Академії був своїм для всіх, але при цьому залишався полтавцем.

Останній рік. Остроградський мав залізне здоров'я і ніколи не хворів. Влітку 1861 р. він, як завжди, поїхав на батьківщину, багато купався і вчасно не звернув уваги на нарив на спині. Операцію зробили пізно. Дорогою з Пашенної до Харкова на лікування він зупинився в Полтаві, у домі Старицьких. Столичні газети публікували бюлетені про його здоров'я. 20 грудня 1861 р. за старим стилем (1 січня 1862 р. за новим), оточений рідними, він раптом захвилювався і крикнув двоюрідному братові: «Ваню, мені думка прийшла, запиши швидше!». Ця остання думка так і залишилася незаписаною. Він помер того ж дня, на шістдесят першому році життя. Священник, який був при ньому, свідчив, що «цілковитий матеріаліст» перед смертю причастився. За заповітом його поховали в родинному склепі в Пашенній; улітку, ще здоровим, він казав рідним, що помирати хоче тільки вдома, на Полтавщині. Так і сталося.

Пам'ять. Пам'ять про Остроградського в Україні стійка і тривала. У 1901 р. Полтава широко відзначила його сторіччя; для ювілейного збірника 1902 р. статті про механіку і математичну фізику Остроградського написали О.М. Ляпунов і В.А. Стєклов. У 1959—1961 рр. Інститут математики АН УРСР видав 3-томне «Повне зібрання праць» за редакцією Й.З. Штокала [1], яке досі залишається головним джерелом інформації про вченого; у 1963 р. вийшла монографія Гнєденка і Погребиського [2], у 1967 р. в Парижі — книга Юшкевича [3]. У 1997 р. Національна академія наук України заснувала премію імені М.В. Остроградського*, яку присуджує Відділення математики за видатні наукові роботи в галузі математики, математичних проблем механіки та фізики, тобто саме в тій тріаді, якій присвятив себе Остроградський. Серед лауреатів — Ю.М. Березанський, В.С. Королюк, А.М. Самойленко, І.О. Луковський, Л.А. Пастур, О.М. Гузь та ін. У 2001 р., до 200-річчя, ЮНЕСКО внесла його ім'я до переліку видатних математиків світу,



Надгробок М.В. Остроградського в Пашенівці (сучасне фото)



Ювілейна монета Національного банку України «Михайло Остроградський» (2001) і пам'ятник вченому

* Премія імені М.В. Остроградського. Національна академія наук України. https://www.nas.gov.ua/about-nas/awards-nas/premiyi/premiya-imeni-ostrogradskogo-mixaila-vasilyovica



Чотири напрями діяльності Центру імені Остроградського (схема)

а Національний банк України випустив ювілейну монету. Ім'ям Остроградського названо Кременчуцький національний університет, Полтавську академію неперервної освіти, школу в Хорішках, вулиці в Полтаві, Дрогобичі, Світловодську і навіть гору на Шпіцбергені.

Остроградський і наукові школи України. Майже кожна лінія в діяльності Остроградського має продовження в українській науці XX—XXI ст., і цю картину варто окреслити хоча б пунктиром. Питання про збіжність узагальнених рядів Фур'є, як уже сказано, закрили в Харкові Ляпунов і Стєклов. Метод малого параметра без вікових членів, розроблений Остроградським у 1835 р., через століття став у Києві асимптотичними методами нелінійної механіки М.М. Крилова, М.М. Боголюбова і Ю.О. Митропольського — створена ними школа й досі є візитівкою Інституту математики. З мемуару 1826 р. про хвилі виросли нелінійна модальна теорія хлюпання і київська школа динаміки рідини в баках. Принцип Гамільтона—Остроградського лежить в основі досліджень київської школи аналітичної механіки і механіки суцільних середовищ М.О. Кільчевського, Г.М. Савіна, О.М. Гузя. Балістика і коливання палива в баках — це Дніпро, ракети-носії, школа В.І. Мосаковського. А педагогічна лінія «Роздумів про викладання» — це Полтавщина: Кременчуцький університет, названий його ім'ям, академія неперервної освіти, школа в Хорішках. Інакше кажучи, Остроградський — не пам'ятник; це дерево, яке росте.

Центр імені Остроградського. Є ще одна причина, чому цей ювілей для Інституту математики — не лише історія. Рішенням Президії НАН України від 14 січня 2026 р. № 3 на базі Інституту математики створено Центр передових математичних досліджень та освіти імені М.В. Остроградського (O'CAMSE); партнер-засновник — Київський академічний університет. Центр свідомо задумано не як ще одну установу: він не має ані статусу юридичної особи, ані постійного штату. Це інструмент для вибіркового фінансування програм, які мають дати відповідь на два виклики, що стоять перед українською математикою: розвиток самої науки і відтворення кадрів. Регламент роботи затверджує Бюро Відділення математики; філії Центру планується відкрити в установах Від-

ISSN 1027-3239. Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr. 2026. (10)

ділення і в університетах. Концепція проста і, сподіваємося, впізнавана після всього сказаного вище: замість постійної установи — середовище. Дослідницькі програми як тимчасові групи під конкретну задачу з конкурсним відбором і звітністю за результатом; спільні з Київським академічним університетом магістерські та аспірантські програми, школи й семінари; мобільність — візити закордонних колег, стажування молодих математиків і програми повернення тих, кого війна розкидала по світу; мережа філій, щоб усе це не замикалося в Києві. Чому ім'я Остроградського? Бо він, як ми бачили, також працював без «своєї» установи, і саме така рухливість дала йому змогу створити середовище, в якому виросла ціла школа. Центр його імені має працювати так само.

Замість висновків. Що ж залишилося нам від Остроградського через 225 років? По-перше, зразок наукової чесності і безстрашності: людина, якій відмовили в дипломі через переконання, не зламалася, а пішла, буквально пішки, до вершин науки. По-друге, результати, які працюють: формула, метод, принцип, теорема. По-третє, урок педагога. І по-четверте, приклад збереження ідентичності: він служив імперській Академії, але вдома говорив українською, знав напам'ять Шевченка і заповів поховати себе в Пашенній. Друзі-науковці, вітаючи його з 60-річчям, писали, що його життя не вкладається у тривимірний простір і потребує четвертої координати — часу. А науковий авторитет «цього дивака-оригінала», як зазначали сучасники, був настільки великий, що молодих людей на порозі життя напучували словами: «Іди і вчися, ставай Остроградським!». Кращого побажання для наших студентів і аспірантів годі придумати й сьогодні.

REFERENCES
[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Ostrogradskiy M.V. *Polnoye sobraniye trudov*: in 3 volumes. Ed. I.Z. Shtokalo. Kyiv, 1959—1961 [in Russian].
   [Остроградский М.В. *Полное собрание трудов*: в 3 т. Под ред. И.З. Штокало. Киев: Изд-во АН УССР, 1959—1961.]
2. Gnedenko B.V., Pogrebysskiy I.B. *Mikhail Vasilyevich Ostrogradskiy (1801—1862). Zhizn i rabota. Nauchnoye i pedagogicheskoye naslediye*. Moscow, 1963 [in Russian].
   [Гнеденко Б.В., Погребысский И.Б. *Михаил Васильевич Остроградский (1801—1862). Жизнь и работа. Научное и педагогическое наследие*. Москва: Изд-во АН СССР, 1963.]
3. Youschkevitch A.P. *Michel Ostrogradski et le progrès de la science au XIXe siècle*. Paris: Palais de la Découverte, 1967.
4. Youschkevitch A.P. Ostrogradsky, Mikhail Vasilievich. In: *Complete Dictionary of Scientific Biography*. Vol. 10. New York: Charles Scribner's Sons, 2008. P. 251—253.
5. O'Connor J.J., Robertson E.F. Mikhail Vasilevich Ostrogradski. MacTutor History of Mathematics Archive, University of St Andrews, 2014. https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ostrogradski/
6. Ostrogradsky M.A. Mémoire sur la propagation des ondes dans un bassin cylindrique. *Mémoires présentés par divers savans à l'Académie royale des sciences de l'Institut de France*. 1832. T. III. P. 23—44. https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3308s
7. Ostrogradsky M. Note sur la théorie de la chaleur. *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg.* VI série: Sciences mathématiques, physiques et naturelles. 1831. T. I. P. 129—138; Deuxième note sur la théorie de la chaleur. Ibid. P. 123—126. https://archive.org/details/mmoiresdelacad11831akad
8. Yushkevich A.P. On unpublished early works of M.V. Ostrogradsky. *Istoriko-matematicheskiye issledovaniya*. 1965. (16): 11—48.
   [Юшкевич А.П. О неопубликованных ранних работах М.В. Остроградского. *Историко-математические исследования*. 1965. Вып. 16. С. 11—48.]
9. Katz V.J. The History of Stokes' Theorem. *Mathematics Magazine*. 1979. **52**(3): 146—156. https://doi.org/10.1080/0025570X.1979.11976770
10. Ostrogradsky M. Mémoire sur les équations différentielles relatives au problème des isopérimètres. *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg*. VI série. 1850. T. IV. P. 385—517.

11. Woodard R.P. The Theorem of Ostrogradsky. *arXiv*:1506.02210 [hep-th], 2015. https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.02210
12. Moiseyev N.N., Rumyantsev V.V. *Dinamika tela s polostyami, soderzhashchimi zhidkost*. Moscow: Nauka, 1965. [Моисеев Н.Н., Румянцев В.В. *Динамика тела с полостями, содержащими жидкость*. Москва: Наука, 1965.]
13. Lukovsky I.A. *Nonlinear Dynamics: Mathematical Models for Rigid Bodies with a Liquid*. Berlin: De Gruyter, 2015. https://doi.org/10.1515/9783110316575
14. Faltinsen O.M., Timokha A.N. *Sloshing*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
15. Ostrogradsky M., Blum A. *Considérations sur l'enseignement*. Saint-Pétersbourg; Paris, 1860. [Рос. перекл. у кн.: Остроградский М.В. *Полное собрание трудов*. Т. 3. Киев: Изд-во АН УССР, 1961.]
16. Shevchenko T.H. Shchodennyk (zapys vid 2 kvitnya 1858). In.: Shevchenko T.H. *Povne zibrannya tvoriv*: 12 v. Vol. 5. Kyiv: Naukova Dumka, 2003. [Шевченко Т.Г. Щоденник (запис від 2 квітня 1858 р.). У кн.: Шевченко Т.Г. *Повне зібрання творів*: у 12 т. Т. 5. Київ: Наукова думка, 2003.]
17. Nikitenko A.V. *Dnevnik*. Vol. 1 (1826—1857). Moscow, 1955. [Никитенко А.В. *Дневник*: в 3 т. Т. 1 (1826—1857). Москва: Гослитиздат, 1955.]

Alexander N. Timokha
Institute of Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6750-4727

MYKHAILO VASYLIOVYCH OSTROGRADSKY:
MATHEMATICIAN, MECHANICIAN, PHYSICIST, ACADEMICIAN OF FIVE ACADEMIES

To the 225th anniversary

The article is dedicated to the 225th anniversary of the birth of Mykhailo Ostrogradsky (1801—1862), the first mathematician from the Ukrainian lands to gain European recognition. His life is traced from a childhood in the Poltava region, the Kharkiv University years and the "1820 affair", through the Paris period in the circle of Cauchy, Laplace and Fourier, to three decades at the St. Petersburg Academy of Sciences. His principal results are reviewed: the divergence theorem and its n-dimensional generalisation, the general scheme of the method of separation of variables, the calculus of variations for multiple integrals and the change-of-variables formula, the method of integrating rational functions, the Hamilton—Ostrogradsky principle and the 1850 memoir on Lagrangians with higher derivatives from which the "Ostrogradsky instability" of modern field theory originates. Special attention is paid to the 1826 memoir on waves in a cylindrical basin as the first formulation of the problem of liquid oscillations in a bounded container, and to the way the modern multimodal theory of sloshing grew out of it. Ostrogradsky's teaching, his students, contemporaries' recollections, his friendship with Shevchenko and the lines of continuity in the Ukrainian scientific schools of the 20th—21st centuries are discussed. The foundation in 2026 of the Ostrogradsky Centre for Advanced Mathematical Studies and Education at the Institute of Mathematics of the NAS of Ukraine is reported.

Cite this article: Timokha A.N. Mykhailo Vasyliovych Ostrogradsky: mathematician, mechanician, physicist, academician of five academies. To the 225th anniversary. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr*. 2026. (10): 61—78. https://doi.org/10.15407/visn2026.10.061