

КОТЛЯРОВ

Володимир Петрович – доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник відділу математичної фізики Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України

ФЕЛЬДМАН

Геннадій Михайлович – член-кореспондент НАН України, заступник директора з наукової роботи – керівник Математичного відділення Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України



Євген Якович Хруслов

НЕТИПОВИЙ ШЛЯХ У МАТЕМАТИКУ

**До 85-річчя академіка НАН України
Є.Я. Хруслова**

7 січня 2022 року виповнюється 85 років видатному вченому-математику в галузі математичної фізики, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки (1989), лауреату двох іменних премій НАН України: ім. М.М. Крилова (1996) та ім. М.О. Лаврентьєва (2007), заступнику академіка-секретаря Відділення математики НАН України (з 2009), головному науковому співробітнику Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, доктору фізико-математичних наук (1976), професору (1979), академіку НАН України (2003) Євгену Яковичу Хруслову.

Євген Якович Хруслов народився 7 січня 1937 р. у Харкові в робітничій сім'ї. Коли почалася війна, батько пішов солдатом на фронт, а Євген з матір'ю залишилися у Харкові і пройшли через усі жахіття окупації. У 1943 р. батько загинув. Після зволення Харкова Євген пішов у школу. Повоєнне життя було складним і не дозволяло приділяти велику увагу навчанням. Євген багато допомагав матері і вітчиму, проте це не завадило йому стати найкращим учнем у класі, і школу він закінчив зі срібною медаллю.

У 1954 р. срібна медаль дозволяла вступити до будь-якого закладу вищої освіти в країні без іспитів. Розвиток ракетної техніки та поширення ідей космонавтики заохочували молодь до вступу у профільні інститути. Євген мріяв бути конструктором авіаційних і ракетних двигунів і подав документи до авіаційного інституту. Коли до завершення строку подання документів до вишів залишався один день, медкомісія авіаційного інституту повідомила Євгена, що він не може навчатися в їхньому інституті через проблеми із зором. Оскільки більшість вишів уже вичерпали квоту на прийом медалістів, Євген був змушений вступити до не дуже престижного з точки зору абітурієнтів електромеханічного факультету Харківського політехнічного інституту.



Зліва направо: ректор: Харківського національного університету І.Є. Тарапов, заступник директора ФТІНТ К.В. Маслов, Є.Я. Хрусьов, В.О. Марченко. 1990-ті роки



З А.Д. Мишкісом і В.О. Марченком на семінарі, присвяченому 40-річчю математичних відділів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України. 2000 р.

У роки навчання Євген був одним з найкращих студентів факультету, сталінським стипендіатом і закінчив інститут в 1959 р. з червоним дипломом. Після закінчення інституту він протягом 2 років працював інженером у харківському проектному інституті «Важпромелектропроект», більшість часу перебуваючи у відрядженнях в Кривому Розі на налагодженні прокатного стану.

У цей період Євген Якович навіть не уявляв собі, що коли-небудь займатиметься наукою. Математика була його хобі. Згодом він зрозумів, що його не влаштовує рівень отриманих в

інституті математичних знань, і вирішив самостійно опанувати університетський курс для математиків, вибравши для цього знаменитий багатотомник В.І. Смирнова. Незважаючи на велику завантаженість на роботі, а також на появу сім'ї й дитини, Євген вечорами наполегливо продовжував займатися самоосвітою. Саме за цим заняттям одного разу його застав старший колега по лабораторії, інженер Гліб Дмитрович Клягін. Він і виявився тією людиною, яка кардинально змінила долю Євгена Хрусьова. Помітивши його щирий інтерес до математики, Клягін запропонував Євгену познайомитися, як він сказав, зі «справжнім живим математиком» — Володимиром Олександровичем Марченком.

У той час В.О. Марченку запропонували очолити відділ математичної фізики у щойно створеному Фізико-технічному інституті низьких температур (ФТІНТ). Директор нового інституту, професор Б.І. Веркін, ставив перед математичними відділами подвійну мету: математики повинні були брати участь у наукових програмах інституту і, в ідеалі, мали стати однією з ланок творчого ланцюга фізики — математики — конструктори — виробничники, з іншого боку — перед ними стояло завдання проводити фундаментальні дослідження, продовжуючи традиції харківської математичної школи.

Повністю поділяючи ці наміри, Володимир Олександрович шукав нових співробітників серед молодих, математично обдарованих фізиків та інженерів. Г.Д. Клягін знав про це і порекомендував йому Хрусьова. Щоб перевірити здібності претендента, Володимир Олександрович запропонував йому задачу, над якою сам розмірковував. Поставлену В.О. Марченком інженерну проблему, пов'язану з турбогенераторами, Євген розв'язав досить швидко. Переконавшись у його екстраординарних математичних здібностях, Володимир Олександрович запропонував Є.Я. Хрусьову вступити до аспірантури ФТІНТу. В.О. Марченко переконав Євгена, що, перебуваючи в середовищі активно працюючих математиків, він, навіть не маючи профільної математичної освіти, досить швидко здобуде необхідні знання.

Відтоді й дотепер усе життя Євгена Яковича нерозривно пов'язане з Фізико-технічним інститутом низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України. Він пройшов шлях від аспіранта до заступника директора з наукової роботи. А тоді, наприкінці 1961 р., звільнившись з інженерної роботи, Євген Якович зміг більше часу приділяти самоосвіті та наполегливо працювати над дисертацією. У цей період В.О. Марченко активно займався теорією дифракції. Спільно з В.П. Шестопаловим і З.С. Аграновичем він запропонував новий потужний метод розв'язання задач дифракції електромагнітних хвиль на періодичних решітках ідеальної провідності. Цей новий науковий напрям потім плідно розвивали протягом десятиліть представники харківської радіофізичної школи академіка В.П. Шестопалова. Задачі дифракції привели Володимира Олександровича до постановки нового класу задач про опис асимптотичної поведінки розв'язків крайових задач для рівнянь у частинних похідних в областях з дрібнозернистою межею. Саме до вирішення цих проблем він і привернув увагу аспіранта Хрушова.

У 1964 р. журнал «Математический сборник» опублікував статтю В.О. Марченка і Є.Я. Хрушова «Крайові задачі в областях з дрібнозернистою межею», в якій було досліджено асимптотику розв'язку задачі Діріхле для рівняння Гельмгольца при подрібненні межі області. Ця публікація започаткувала новий напрям у теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних — теорію усереднення, або англійською *homogenization theory*. Деяко пізніше, з кінця 1960-х років, ця теорія почала інтенсивно розвиватися у світі.

Ще до появи широкого інтересу до теорії усереднення Євген Якович уже досліджував такі її нові важливі задачі, як задача Неймана для рівняння Гельмгольца в сильно пористих областях загального вигляду, задача про резонансні явища проходження хвиль у тонких каналах та аналітичні властивості резольвент-усереднених задач. На цю тему в 1965 р. він захистив кандидатську дисертацію, а в 1972 р. — докторську. Є.Я. Хрушлов уперше застосував



Відкриття меморіальної дошки з нагоди 150-річчя з дня народження О.М. Ляпунова. Зліва направо: О.А. Борисенко, Л.А. Пастур, Є.Я. Хрушлов, А.Д. Мишкіс, В.О. Марченко, В.І. Коробов, М.О. Азаренков, Г.М. Жолткевич. 25 червня 2007 р.



Зі співробітниками відділу математичного моделювання фізичних процесів, яким Є.Я. Хрушлов керував протягом майже 30 років. 2009 р.

до цього класу задач варіаційні методи, ввів поняття сильно і слабо зв'язаних областей та дефініції мезоскопічних характеристик таких областей. Це дозволило йому побудувати низку цікавих нестандартних моделей мікронеоднорідних середовищ. Він також першим почав вивчати питання усереднення диференціальних операторів на ріманових поверхнях складної мікроструктури. Частина цих досліджень було виконано у співпраці з відомим французьким математиком Луї Буте де Монвелем.



Урочисте відкриття конференції, присвяченої 90-річчю В.О. Марченка. 20 серпня 2012 р.



На конференції з нагоди 95-річчя від дня народження В.О. Марченка. Червень 2017 р.

У 1989 р. за роботи з дослідження асимптотичної поведінки розв'язків крайових задач в областях з дрібнозернистою межею В.О. Марченку, І.В. Скрипнику і Є.Я. Хруслову було присуджено Державну премію Української РСР в галузі науки і техніки. Визнанням високого світового рівня цих досягнень стало запрошення Євгена Яковича виступити з пленарною доповіддю на Міжнародному конгресі математиків, який у 1994 р. проходив у Цюриху.

Останні 20 років Є.Я. Хруслов займається задачами усереднення систем рівнянь, що описують рух в'язкої нестисливої рідини з дрібними твердими частинками, які взаємодіють одна з одною за допомогою сил різної приро-

ди. Такі системи є найпростішими моделями складних рідин з мікроструктурою (суспензій, полімерних рідин тощо). Євген Якович розробив нові методи їх досліджень, побудував типові усереднені моделі, що описують різні асимптотичні режими руху таких сумішей, коли розміри частинок прямують до нуля.

Теорія усереднення, одним із засновників якої без сумніву є Євген Якович, — один з головних напрямів його діяльності протягом усього творчого шляху. Однак коло його математичних інтересів цим далеко не обмежується. Він також є всесвітньо визнаним експертом у теорії нелінійних цілком інтегрованих рівнянь і систем та теорії обернених задач. Своїм приходом у цей напрям він також певною мірою зобов'язаний Володимирі Олександровичу Марченку.

У 1974 р. в Уфі проходила конференція з теорії солітонів, у якій брали участь усі найвизначніші фахівці Радянського Союзу в цій галузі. Природно, туди було запрошено й Володимира Олександровича Марченка, але він не зміг поїхати і запропонував замість себе Євгена Яковича. Однією з найбільш бурхливо обговорюваних невирішених проблем була задача про так званий розпад початкових даних типу сходинок для рівняння Кортевега—де Фріза. Доповідь О.В. Гуревича про наблизений розв'язок задачі з чисто розривною сходиною здивувала учасників конференції тим, що солітони виникали у моделі Кортевега—де Фріза за відсутності дискретного спектра відповідного оператора Лакса. Пояснення цьому феномену не було. Захоплений цією проблемою, Євген Якович ґрунтовно вивчив метод оберненої задачі розсіювання і на його основі зумів створити свій метод дослідження асимптотики розв'язків нелінійних рівнянь з початковими даними типу сходинок. Зокрема, він пояснив і математично строго обґрунтував виникнення так званих асимптотичних солітонів, породжуваних однократним неперервним спектром задачі, і показав, що ці солітони мають залежну від часу фазу, що не спостерігається методом Уїзема.

Згодом Євген Якович та його учні застосували метод дослідження асимптотичної по-

ведінки таких розв'язків до інших нелінійних цілком інтегрованих рівнянь (нелінійне рівняння Шредінгера, модифіковане рівняння Кортевега—де Фріза, рівняння синус-Гордона, рівняння ланцюжка Тоди). Для рівнянь Кадомцева—Петвіашвілі було знайдено нові класи асимптотичних розв'язків у вигляді криволінійних асимптотичних солітонів.

Наукові інтереси Євгена Яковича пов'язані також з теорією електромагнітного зондування, де виникають задачі дослідження та моделювання структури земної кори в інтересах пошуку корисних копалин. Зокрема, він розв'язав важливі задачі щодо відновлення параметрів середовища за вимірюваннями компонентів електромагнітного поля на поверхні Землі. Розвинені ним методи довели свою ефективність у тестуванні даних реальних геофізичних експериментів.

Характерною ознакою строгих математичних результатів Є.Я. Хруслова є їх глибокий фізичний сенс. В їх основі лежать моделі, що мають численні застосування в техніці, екології, медицині. Наприклад, Євген Якович досліджував сильно дисперсні електрично заряджені суспензії, які моделюються системою пов'язаних рівнянь Нав'є—Стокса—Фоккера—Планка—Пуассона, що описують процеси осідання аерозолів промислового походження, які містять важкі метали. Він також побудував модель двовимірного фотонного метаматеріалу із заданими лагунами у спектрі. Такі моделі застосовують у радіофізиці для забезпечення поширення електромагнітних хвиль у заданих частотних інтервалах. Є.Я. Хруслов розробив нові чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь, які виникають при дослідженні наслідків екологічних катастроф, пов'язаних із забрудненим пилом, як, наприклад, у разі ядерного вибуху.

За високі досягнення в науці Євгена Яковича Хруслова нагороджено орденом «Знак Пошани» (1986), орденом «За заслуги» III ступеня (2008), Грамотою Верховної Ради України (2010). Він є лауреатом іменних премій НАН України — премії ім. М.М. Крилова (1996) і премії ім. М.О. Лаврентьєва (2007).



З правнуками. Червень 2021 р.

Є.Я. Хруслов — автор понад 150 наукових робіт, у тому числі 5 монографій*. Йому належать фундаментальні результати в таких напрямках:

- теорія усереднення крайових задач математичної фізики в областях складної мікроструктури;

* Марченко В.А., Хруслов Е.Я. *Краевые задачи в областях с мелкозернистой границей*. Киев: Наук. думка, 1974;

Марченко В.А., Хруслов Е.Я. *Усредненные модели микронеподородных сред*. Киев: Наук. думка, 2005;

Marchenko V.A., Khruslov E.Ya. *Homogenization of Partial Differential Equations. Progress in Mathematical Physics*. Birkhäuser Boston, Inc., MA, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4468-0>

Хруслов Е.Я. *Усредненные модели динамики суспензий*. Киев: Наук. думка, 2016;

Khruslov E.Ya. *Homogenized Models of Suspension Dynamics*. EMS Tracts in Mathematics. Vol. 34. EMS, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4171/ETM/34>

- теорія обернених задач електромагнітного зондування;
- теорія цілком інтегрованих нелінійних еволюційних рівнянь;
- теорія усереднених моделей у гідродинаміці і теорії пружності.

Крім інтенсивної і плідної наукової діяльності Євген Якович проводить велику науково-організаційну роботу. Протягом багатьох років він був заступником директора з наукової роботи — керівником Математичного відділення Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України. Він також є заступником академіка-секретаря Відділення математики НАН України та головою спеціалізованої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, президентом Харківського математичного товариства, членом редколегій кількох наукових журналів.

Багато часу і зусиль Євген Якович віддає викладанню та вихованню молодих наукових кадрів. Протягом більш як 40 років він читав різні курси в Харківському національному університеті ім. В.Н. Каразіна і припинив викладацьку діяльність лише у віці 78 років. Під його керівництвом було захищено кілька десятків дипломних проєктів, деякі з них були досить

серйозними науковими роботами. Він — почесний доктор Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Величезну увагу Євген Якович приділяє вихованню молодих співробітників у стінах рідного інституту. Під його керівництвом було захищено 21 кандидатську і 3 докторські дисертації. Він охоче і багато працює не лише зі своїми учнями, а й з учнями своїх колег, докладає зусиль для того, щоб українська математична школа продовжувала активно розвиватися і зберігала високі позиції у світі, навіть у нинішній непростий для країни час.

Основним хобі Євгена Яковича є аматорський спорт. У студентські роки він займався боротьбою, пізніше водним туризмом, а от бігом і лижами — все життя. У свої 85 він перебуває в гарній фізичній формі і, як завжди, активно працює.

Широта наукових інтересів та ерудиція, відданість науці й висока вимогливість до себе, постійна увага до учнів і колег та готовність надати допомогу — невід’ємні риси характеру Євгена Яковича. Його скромність, доброзичливість і шанобливе ставлення до людей знаходять вдячний відгук у всіх, хто мав нагоду спілкуватися з ним.

Vladimir P. Kotlyarov

B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0307-7997>

Gennadiy M. Feldman

B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5163-4079>

THE UNUSUAL WAY TO MATHEMATICS

To the 85th anniversary of Academician of the NAS of Ukraine Ie.Ya. Khruslov

January 7, 2022 marks the 85th anniversary of the outstanding mathematician in the field of mathematical physics, winner of the State Prize of Ukraine in Science and Technology (1989), the M.M. Krylov Prize of the NAS of Ukraine (1996) and the M.O. Lavrentyev Prize of the NAS of Ukraine (2007), Deputy Academician-Secretary of the Department of Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine (since 2009), Chief researcher of the B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the NAS of Ukraine, Doctor of Physical and Mathematical Sciences (1976), Professor (1979), Academician of the NAS of Ukraine (2003) Ievgen Ya. Khruslov.