

ТАНЬШИНА
Алла Володимирівна —
кандидат педагогічних наук

ХАРКІВ. «УРАГАН» До 90-річчя від дня народження члена-кореспондента НАН України В.Т. Толока

У 1960 р. академік І.В. Курчатov доручив молодому фізику В.Т. Толоку керувати науковою програмою з розроблення у ХФП основ керованого термоядерного реактора стелаторного типу. За цією програмою у Харкові було створено єдину в Україні потужну експериментальну базу для актуальних досліджень термоядерної енергетики, а згодом сформувалася наукова школа плазмістів-термоядерників. На початку 1970-х років за ініціативою та безпосередньою участю Володимира Тарасовича Толока широко розгорнулися дослідження в галузі нерівноважної плазмохімії високих енергій. Вони увінчалися створенням нового прогресивного напрямку у плазмовій технології — отримання нових надміцних покриттів інструментів в установках «Булат».

Синам і онукам задля розуміння
минувшини й повчань на майбуття.

Отто фон Бісмарк



Володимир Тарасович Толок

Народився Володимир Тарасович Толок 25 грудня 1926 р. в Умані Черкаської області. «Батька, Тараса Володимировича, зі свого свідомого віку і до його пенсійного, — згадував В.Т. Толок *, — пам'ятаю тільки у військовій формі. Мама розповідала, що в нього надзвичайно важлива і небезпечна робота. Він перевозив різні цінності: гроші і всілякі секретні папери. З раннього дитинства запам'ятав я таємничі слова: «фельдзв'язок» і «фельд'єгер». Згодом мені пояснили, що батько працював у відділі інкасації і перевезення цінностей...

Читати навчився зненацька. Сам. Усі літери знав уже давно. Але з них нічого не складалося. Вдома у нас була товста підшивка чудового журналу «Всесвітній слідопит», з цікавими розповідями і малюнками. Ці журнали я переглядав дуже часто. Вивчив там кожну сторінку. А прочитати нічого не міг! І раптом мене осяяло! Виявляється, якщо літери вимовляти неправильно: не так, як в абетці, і не по одній, то можуть виходити знайомі слова. Оце було відкриття! Відтоді я полюбив читання».

* Занотовано автором статті зі слів В.Т. Толока.



Делегація радянських учених під час ознайомлення з доробком термоядерних центрів США. В.Т. Толлок — у центрі, занотовує в блокноті. 1964 р.

1941 рік... Евакуація... Оренбурзька область... Володя Толлок, крім навчання, також намагається по-чоловічому і допомагати: нарівні з дорослими працювати. «Почали ми трудитися, — зазначав він, — у колгоспі українсько-казахського села Айдерля. Жінки працювали на току, а я був призначений на *лобогрійку*. Коли вперше почув це слово, то не міг зрозуміти, що ж воно таке? Асоціації виникали різні. Навіть побачивши цей «агрегат» — сінокосарку, не відразу дійшов до мене зміст влучної народної назви. Збагнув я його лише після першого трудового дня: чоло нагрівалося під час важкої фізичної праці. Усе виявилось просто».

А в листопаді 1943 р., провчившись усього два місяці в 10-му класі в м. Махачкала, Володимир добровольцем вступив до лав Радянської армії. «Зайшов до школи. На перерві попрощався з класом... Увечері нас, новобранців, на вокзалі проводжали батьки. Сцена була тяжкою. Уперше розлучався з мамою, а попереду була війна. Вже коли потяг рушив, з підніжки викрикнув: «Мамо, я незабаром повернуся!».

Наприкінці травня 1945-го повітряний стрілок-радист Володимир Толлок за станом здоров'я був демобілізований. (До речі, саме 9 травня 1945 р. його було виписано з головного військово-морського шпиталю, де він перебував на лікуванні після аварії літака.)

«Становище моє, — зізнається В.Т. Толлок, — було невизначеним. Як жити далі? Що робити? Освіта — лише дев'ять класів. Не довчився, хоча й не з власної провини. Вдома вирішили: тільки вчитися далі». Склавши екстерном іспити за 10-й клас, вступив до Дніпропетровського державного університету на фізикоматематичний факультет.

«На фізмати, — розповідає Володимир Тарасович, — уперше дізнався, як, виявляється, може бути важко вчитися. Особливо на першому курсі. Певний час у мене навіть виникала думка: а чи не піти мені до іншого вузу? Але витримав рік, потім втягнувся. На другому курсі стало легше. Мимоволі пригадувався тоді курс молодого червонофлотця з його початковим загартуванням новачків.

У Дніпропетровському університеті розпочалася і моя спортивна «кар'єра». Я серйозно захопився волейболом. Багато тренувався. Був капітаном факультетської команди — чемпіона ДДУ 1949 року».

Наприкінці 1940-х років за спеціальною постановою уряду з низки вузів СРСР почали відбирати найкращих студентів на ядерне відділення спецфакультету Харківського державного університету (ХДУ). У березні 1950 р. Володимир Толлок був переведений на 4-й курс цього факультету. «Навчалися ми тоді, — зга-



У Принстонській лабораторії (США). В.Т. Толлок — у центрі. 1970-ті роки

дує він, — окремо від студентів ХДУ: у невеличкому будинку на подвір'ї університету. Вхід до приміщення був тільки за перепустками. Лекції нам читали провідні співробітники УФТІ: Кирило Дмитрович Синельников, Антон Карлович Вальтер, Олександр Ілліч Ахієзер, Яків Борисович Файнберг та інші відомі вчені. Лекції належало записувати у спеціальні зошити, де сторінки були пронумеровані, прошнуровані і скріплені сургучем. Ці зошити виносити за межі навчального корпусу не дозволялося. Вчилися захоплено і дуже напружено. Та й стипендія у нас була майже втричі більшою, ніж у студентів інших факультетів ХДУ.

Дипломну роботу я виконував в УФТІ, в лабораторії Якова Михайловича Фогеля. Він, мій перший справжній учитель, не тільки прищепив мені любов до експерименту і пошуку, а й навчив ретельно робити записи у лабораторних журналах, що часто допомагало мені надалі правильно інтерпретувати результати.

Захист дипломних робіт відбувався у кабінеті директора УФТІ К.Д. Синельникова. Нас поодиночки викликали до кабінету: це було зумовлено секретністю наукової тематики. А 25 грудня 1951 р., саме в день мого 25-річчя, я одержав диплом про закінчення Харківського державного університету».

У Харківському фізико-технічному інституті В.Т. Толлок пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до першого заступника

директора з наукової роботи. Його першими експериментальними роботами стали дослідження в галузі фізики і техніки лінійних прискорювачів протонів та електронів.

У 1956 р. стався нещасний випадок: в одному з експериментів під час заміни мішені, що опромінювалася електронним пучком, через раптове самовмикання прискорювача Володимир Тарасович отримав променеове ураження кистей рук. Далі з його слів: «Санчастина інституту «відрядила» мене до Москви, в Інститут біофізики Академії наук СРСР. Інститутська клініка, куди я потрапив, була секретною установою, де вивчали вплив радіації на людей і тварин, можливості їхнього лікування.

У ті роки повним ходом йшли випробування атомної зброї, і в цій клініці постійно лікувалися люди, які працювали з такою зброєю та ядерними реакторами. Наприклад, мені запам'ятався Льоша Галкін, який перебував у клініці вже не перший рік. Він був лаборантом Інституту атомної енергії і став «знаменитим» після того, як разом з одним інженером в аварійній ситуації змушений був розібрати руками експериментальний реактор, який уже ось-ось мав піти «в рознос».

Тяжко було дивитися на цього хлопця: правої руки немає, а на лівій, від якої залишилися самі кістки, обтягнуті прозорою шкірою, — два скорчених пальці. Пересувався він на милицях, ноги були покриті незагойними виразками...

Спільна радянсько-американська координаційна комісія з керованого термоядерного синтезу. Перший ряд, зліва направо: В.А. Глухих (НДІ ЕФА, Ленінград), В.Т. Толок (ХФТІ, Харків), Б.Б. Кадомцев (ІАЕ, Москва), Є.П. Веліхов (керівник делегації СРСР, ІАЕ, Москва), Роберт Хірш (керівник американської делегації, Міністерство енергетики США), Д.Ф. Хохлова (референт Комітету з використання атомної енергії, Москва), А.І. Савенков (ІАЕ, Москва), Г.А. Єлісєєв (ІАЕ, Москва). У другому ряду стоять керівники плазмових лабораторій США. Вашингтон, 1979 р.



Підсумок мого дворічного лікування був такий: ампутовано уражені фаланги пальців і нормалізовано склад крові. Лікарі категорично заборонили мені працювати з будь-яким видом іонізуючого випромінювання.

«Здобув» я і незвичайні властивості: різке звуження кольорового поля зору, повну відсутність реакції на гірке і головний біль, який з'являвся за щонайменшої дози рентгенівсько-го опромінення.

Остання особливість одного разу стала в пригоді у США. На початку 1980-х років, коли я часто бував там у складі делегацій радянських учених — фахівців з керованих термоядерних реакцій, стався цікавий випадок. У Ліверморській лабораторії (Lawrence Livermore National Laboratory. — Прим. А.Т.) нашу делегацію з п'яти осіб провели через невелику споруду. Саме провели, оскільки ми увійшли і відразу вийшли, нічого не оглянувши. Ніхто з наших на цей епізод не звернув уваги. Але не я... Вийшовши звідти, я відразу відчув різкий головний біль. Сказав про це керівникові делегації академіку Є.П. Веліхову: «Женю, нас серйозно опромінили» і коротко на ходу пояснив, у чому річ. Звичайно, говорити про це американцям не мало сенсу, скандал був не потрібний, та й як доведеш? Однак за обідом ніби «ненароком» розповів гостинним господарям

історію цієї моєї *властивості*. Вони люди розумні, гадаю, збагнули. Ми й раніше знали, що в цій лабораторії займаються не тільки мирними справами, але згодом довідалися, що саме тоді там створювали нейтронну бомбу. Здається, нас «обробили» про всяк випадок».

У цей період у ХФТІ розпочалися дослідження у новій галузі науки — фізиці плазми. Директор інституту К.Д. Синельников створив науковий відділ «Р» з п'яти експериментальних і двох теоретичних лабораторій. Керівником однієї з лабораторій він призначив В.Т. Толока. «Про плазму, — розповідає Володимир Тарасович, — ми мали тоді досить розпливчасті уявлення. Попереду було інтенсивне навчання. Доводилося багато читати наукової періодики. Усі серйозно взяли за англійську мову. Невдовзі під керівництвом Кирила Дмитровича Синельникова на досить простих установках почали отримувати наші перші результати роботи з «живою» плазмою...

У січні 1960-го приїхав до ХФТІ академік Ігор Васильович Курчатов. Він привіз нове, дуже цікаве і важливе спецзавдання — розпочати на термоядерних установках-стелараторах дослідження з глобальної проблеми людства — керованого термоядерного синтезу (КТС).

Тоді академік І.В. Курчатов, за рекомендацією директора інституту К.Д. Синельникова,



Члени радянсько-американської координаційної комісії з керованого термоядерного синтезу у ХФТІ. Справа наліво: професор В.Ф. Зеленський, професор А.О. Калмиков, керівник американської делегації Р. Хірш (Robert L. Hirsch), американський космонавт В. Андерс (William Alison Anders), директор відділення фізики плазми КАЕ США Н. Анна Девіс (N. Anne Davies). В.Т. Толок — перший ліворуч. Харків, 1979 р.

запропонував мені очолити роботи зі спорудження в інституті найбільшої тоді термоядерної установки — стеларатора, якому він дав назву «Україна». Я був здивований. Хтось, звичайно, мусив це робити, але себе в цій ролі я не уявляв.

На той час мій стаж роботи у ХФТІ становив майже вісім років. Я «дав життя» двом прискорювачам — протонному і вже згаданому унікальному електронному зі струмом у 10 А, що довго ще було світовим рекордом для резонансних прискорювачів, а у фізиці плазми встиг «здобути» циклотронний резонанс на протонах у плазмі високої густини.

Напевно, про мене як керівника робіт задалегідь домовилися Синельников і Курчатов. Коли заговорили про мій науковий досвід, Курчатов весело зауважив, що слід додати до цього досвіду мої 33 роки і сміливо розпочинати велику роботу.

Як відомо, Ігор Васильович мав звичку давати прізвиська всім, з ким він працював. Мене, після розпитувань про моє життя, він почав називати стрілець-радист».

Незабаром В.Т. Толока відрядили до Москви у розпорядження академіка І.В. Курчатова для підготовки постанови уряду про розвиток робіт з КТС у Харківському фізико-технічному інституті. Усі дні Володимира Тарасовича були розписані: о 9.00 — постановка завдань на день

у робочому кабінеті І.В. Курчатова, ввечері — доповідь Курчатову про виконану за день роботу у нього вдома. У суботу — нічний поїзд до Харкова. У неділю вранці — доповідь Синельникову. Підготовка нових техзавдань. Увечері — поїзд до Москви. Понеділок, 9.00 — знов робочий кабінет І.В. Курчатова.

На початку 1960 р. раптово помер Ігор Васильович Курчатов. «У п'ятницю ввечері, 5 лютого, — згадував В.Т. Толок, — я прийшов до Курчатова з проханням відпустити мене до Харкова того ж вечора, а не в суботу, як зазвичай. Ігор Васильович був у чудовому настрої. Щось наспівував, жаргував. Додому, щоправда, мене не відпустив, оскільки на суботу планувалася ще якась справа. Відразу зателефонував до Харкова Синельникову і переніс мою зустріч з ним із суботи на неділю. Наприкінці цієї телефонної розмови сказав, що збирається з дружиною (сестрою Синельникова) до консерваторії слухати «Реквієм» Моцарта. То був фатальний реквієм...

У неділю 7-го лютого, коли я був уже вдома у Харкові, мені зателефонував Синельников. Говорив повільно, важко підбираючи слова: «Володю, мені щойно телефонували з Москви. Ігореві Васильовичу дуже погано. Боюся, що це серйозно».

Незабаром по радіо повідомили про раптову смерть академіка Курчатова...

За збігом обставин саме в цей день газета «Правда» опублікувала статтю І.В. Курчатова «Розвиток атомної фізики на Україні». Ігор Васильович писав, що недавно побував у ХФТІ і що там розпочато роботи з керування термоядерними реакціями:

«У січні нинішнього року я, як і в старі часи, провів у цьому інституті кілька днів, що дало мені багато радості ...

Зараз у галузі дослідження ядерних реакцій за енергій частинок, що зітвхуються, від одного до ста мільйонів електронівольтів Україна завдяки роботам Фізико-технічного інституту Академії наук УРСР в Харкові і Інституту фізики АН УРСР у Києві вийшла на перше місце серед братніх республік нашої великої Батьківщини ...

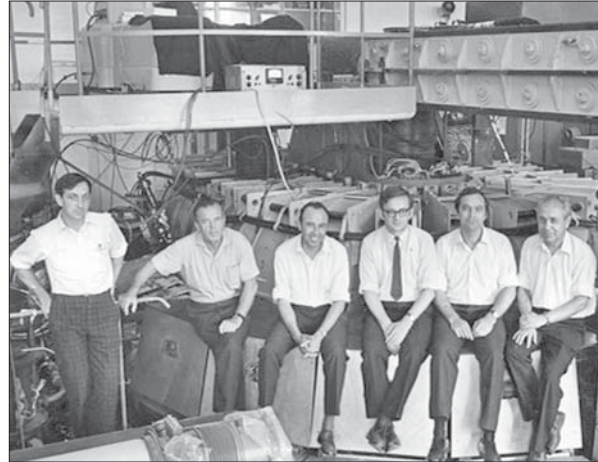
Нарешті, у Харківському фізико-технічному інституті розпочато роботи над головною проблемою сучасної науки — проблемою керування термоядерними реакціями. Успішне вирішення цього завдання відкриє воістину небачені перспективи.

У Харківському фізико-технічному інституті роботи з керованих термоядерних реакцій під загальним науковим керівництвом К.Д. Синельникова розпочато всього півтора-два роки тому. Однак за цей короткий час виконано важливі теоретичні та експериментальні дослідження властивостей іонізованої плазми ... Все це дає змогу вже тепер перейти в Україні до проектування і будівництва великих установок для проведення досліджень термоядерних реакцій».

Зі статті І.В. Курчатова
«Розвиток атомної фізики на Україні».
Газета «Правда». 07.02.1960

Смерть І.В. Курчатова безпосередньо позначилася на долі стелараторної програми ХФТІ. Лише через сім років (замість одного) установку було споруджено, але значно менших розмірів, аніж передбачалося. До того ж, назву «Україна», яку зовсім дарма дав Курчатов, замінили на «Ураган».

Слід зазначити, що термоядерні дослідження в СРСР, США та Великій Британії були розгорнуті майже одночасно, на початку 1950-х років. Роботи проводилися під грифом «секретно». Перед ученими поставили завдання — перейти від некерованого вибуху водневої бомби, де термоядерна реакція вже була здійснена, до керованого процесу отримання енергії. Для цього необхідно було знайти способи нагрівання речовини до сотні мільйонів



«Стелараторний штаб» ХФТІ. Зліва направо: В.С. Войцєця, О.С. Логінов, В.Т. Толєк, О.С. Павличєнко, О.Г. Геєргієвський, А.Г. Дикий

градусів й утримування її в ізоляції від навколишнього середовища (до речі, температура плавлення найбільш тугоплавкого металу вольфраму всього 3422°C).

Початок широкому міжнародному співробітництву в цій галузі поклала доповідь академіка І.В. Курчатова в Харуельській лабораторії (Англія, 1956 р.) — про результати робіт в СРСР з керованих термоядерних реакцій. І це була сенсація! Американці та англійці вирішили не залишатися «у боргу» і невдовзі випустили номер журналу Nature, всі статті якого були присвячені лише одній темі — керованому термоядерному синтезу. Згодом на міждержавному рівні було прийнято рішення про створення спільної радянсько-американської координаційної комісії з КТС, до складу якої входили керівники провідних термоядерних лабораторій СРСР і США. Постійним її членом був і В.Т. Толєк. «Робота комісії, — розповідав учений про цей етап свого життя, — полягала у щорічному ознайомленні її членів з розробками радянських і американських термоядерних лабораторій. За 14 років ми добре пізнали один одного. Вдень ми зазвичай напружено працювали в лабораторіях, а ввечері — обов'язкові прийоми вдома у керівників цих лабораторій. Відкрите ділове обговорення результатів тер-



Стелараторна установка «Ураган-2М» у Харківському фізико-технічному інституті

моядерних робіт сприяло тому, що вони поступово досягли високого наукового рівня.

Термоядерні лабораторії США були розпошені по всій країні — від Атлантичного океану до Тихого. Одного разу сталося так, що по дорозі до Лос-Аламоса, де були створені перші атомні бомби, ми залишилися в літаку-таксі без американців, які нас супроводжували. Під час польоту пілот раптом заявив: «А мій батько з Києва». Щоправда, мовою своїх предків він більше нічого сказати не міг, але контакт між нами виник. Пілот вирішив гостинно показати нам околиці Лос-Аламоса (найзакритішої території США). Ми тоді побачили зверху не лише індіанські резервації, а й окремі споруди, розміщені в глибоких ущелинах. Наш політ у цьому районі трохи затягнувся, що викликало чимале занепокоєння американців, які дісталися на місце раніше від нас.

У музеї Лос-Аламоса нам показали макети двох перших атомних бомб — «Малюка» і «Товстуна», запропонували попрацювати з маніпулятором і попросили щось написати на пам'ять. Казали, що в них є навіть автограф президента Кеннеді. Я залишив їм свій підпис, але була спокуса написати традиційно-рідне «Тут був Вова». Загалом за час моїх відряджень і подорожей Америкою накопичилося чимало вражень, приводів для роздумів і порівнянь».

Особливо слід підкреслити той факт, що з 1960 р. ХФТІ активно співпрацює з багатьма

термоядерними центрами світу. Наприклад, упродовж 1960—1985 рр. В.Т. Толлок як керівник термоядерних досліджень ХФТІ мав нагоду ознайомитися з роботами у цій галузі в таких країнах, як США, Велика Британія, Франція, Італія, Австрія, Швеція, ФРН та ін.

У 1966 р. Володимир Тарасович очолив відділення фізики плазми Харківського фізико-технічного інституту. Відділення складалося з п'яти наукових відділів, інженерно-технічного сектору і спеціалізованої лабораторії плазмової технології. Роботи були розгорнуті за довгостроковими програмами «Ураган», «Юпітер», «Пучок» і «Булат».

Стелараторна програма «Ураган» — найбільша — охоплювала розроблення всіх наукових і технологічних питань, пов'язаних зі створенням великих термоядерних установок. Зокрема, в рамках цієї програми було споруджено серію унікальних замкнутих магнітних пасток стелараторного типу: «Сиріус», «Ураган-1», «Ураган-2», «Ураган-2М». За цією програмою було побудовано перші у світі, розроблені у ХФТІ, вдосконалені модифікації стеларатора — торсатрони «Сатурн», «Гвинт» і «Ураган-3», який за своєю конструкцією не мав аналогів у світі. Ось що з цього приводу рапортувала газета «Правда» від 29 серпня 1982 р.:

«Новий крок на шляху до створення керованого термоядерного синтезу зробили вчені Харкова. У Фізико-технічному інституті Академії наук УРСР почала діяти одна з найбільших у світі стелараторних установок — «Ураган-3». Широка програма досліджень передбачає вивчення закономірностей поведінки плазми, нагрітої до кількох десятків мільйонів градусів ...

Перший стеларатор цього типу був створений у нашому інституті в 1970 році. З того часу в рамках загальносоюзної термоядерної програми в Харкові було сконструйовано кілька подібних систем. Учених приваблює їх здатність працювати в постійному режимі, необхідному для функціонування майбутніх промислових реакторів. «Ураган-3» — базова установка, яку передбачається безперервно вдосконалювати, нарощуючи її потужність».

Зі статті «Запрацював «Ураган»».
Газета «Правда». 29.08.1982.

Не менш успішно розроблялася наукова програма «Юпітер», спрямована на вивчення процесів утримання гарячої плазми в електромагнітних пастках, запропонованих О.А. Лаврентьєвим. Основним завданням програми «Пучок» (керівник — академік Я.Б. Файнберг) було вивчення ефектів взаємодії плазми з електронними та іонними пучками, а також дослідження процесів прискорення заряджених частинок і генерації випромінювання у широкому діапазоні частот. У цих програмах було отримано важливі фундаментальні наукові результати. Зокрема, на стелараторах вивчено закономірності утримання водневої плазми з температурою в кілька мільйонів градусів.

«Програма «Булат» — моє «дітище», важлива і тепер уже остання частина мого наукового життя, — підкреслював свого часу В.Т. Толок. — Поява наукової програми «Булат» — приклад «закономірної випадковості», коли під час розв'язання «стратегічного» завдання вдалося не пропустити побічного ефекту, правильно оцінити його значення і розвинути його у новий напрям технології, тобто вдалося, «шукаючи Індію, помітити Америку».

Основою цієї нової технології є спосіб, названий нами КІБ — конденсація з іонним бомбардуванням. Він «народився» під час розроблення надпотужних високовакуумних безмасляних насосів для наших стелараторів. У цих насосах використовувався ефект інтенсивного поглинання газів шарами розпорошеного титану. З'ясувалося, що під час розпорошення титану електричною дугою утворюється плазма, яка на $\frac{3}{4}$ складається з іонів титану. Після цього неважко було дійти висновку, що

за допомогою додаткового електричного поля, що прискорює іони, які бомбардують поверхню, можна міцно «вкоренити» у неї титан. І вже в перших експериментах ми отримали міцні плівки металів. Виготовлені за цією програмою установки ми назвали «Булатами».

Ця нова вакуумно-плазмова технологія нанесення покриттів істотно, в кілька разів, підвищила зносостійкість різального інструменту. Технологія й установки «Булат» широко використовувалися в промисловості як СРСР, так і багатьох зарубіжних країн. Зокрема, було продано ліцензію американській фірмі «Малті арс» з правом створення дочірніх фірм у 47 країнах світу. За даними Держкомітету СРСР з науки і техніки, в 1986 р. у промисловості працювало понад 1000 установок «Булат» для нанесення високоякісних покриттів на різальний інструмент і деталі машин.

В.Т. Толок — автор і співавтор понад 200 наукових праць, 18 винаходів і патентів та багатьох науково-популярних статей із сучасних проблем науки і техніки; виховав і підготував цілу плеяду фізиків-термоядерників. Його ім'я добре відоме у світовій науці. У 2006 р. В.Т. Толока було відзначено престижною нагородою Distinguished Career Award міжнародного товариства дослідників з проблеми термоядерної енергії — Fusion Power Associates — «за видатний, протягом усього життя, внесок у розвиток керованого термоядерного синтезу».

Серце члена-кореспондента НАН України Володимира Тарасовича Толока перестало битися 11 грудня 2012 р. Але ... «Вони жили!» — так казали римляни про мертвих, не бажаючи вимовляти лиховісних слів.