**Наука про надійність: від локальних до глобальних проблем**

У зв'язку з проблемою високої надійності вирішується велика кількість завдань оптимізації. Вибір оптимальних комплектуючих елементів з урахуванням їх надійності і вартості, призначення оптимального складу резерву, рівня запасу, оптимізація пошуку несправності, оптимізація технічного обслуговування — ось приклади подібних завдань. Але ця ж ситуація абсолютно неприпустима, коли йдеться про телефони спеціальних служб. Ще вищою має бути надійність систем автоматики, транспорту і надзвичайно високою — надійність енергетичних об'єктів.

Математиками розроблено потужні обчислювальні методи, зокрема дискретної оптимізації, які дають змогу вирішувати завдання оптимізації в рамках математичних моделей. Статистичній перевірці моделей, оцінці їх параметрів за експериментальними даними також присвячено багато робіт. І все ж розрахунки виявляються неправильними, рішення, які приймаються на їхній основі,— помилковими. Не ставлячи перед собою завдання глибокого аналізу причин, зосередимось лише на одному, але дуже важливому аспекті проблеми. Оптимізаційні завдання вирішуються, виходячи з локальних відомчих показників, які не відповідають завданню оптимальності системи вищого рівня. Те, що оптимальне у «відомчому» розумінні, не тільки не оптимальне, але часто-густо абсурдне в народногосподарському масштабі.

Приклади — звичайний дефіцит запасних частин для продукції машинобудування, проблеми ремонту виробів радіоелектронної промисловості. Незбалансованість економічних показників постійно критикується. Але стосовно проблем надійності це питання стоїть ще гостріше. Річ у тім, що локальні критерії надійності пов'язані з глобальними складними нелінійними залежностями. В завдання оптимізації фактично потрібно включати показники різноманітних рівнів. Так, незначне збільшення інтенсивності відмов елементів призводить до значного збільшення втрат часу па очікування ремонту виробів, що, в свою чергу, веде до зменшення середнього числа справних виробів (наприклад, транспортних одиниць). Не буде чимось новим сказати так: і економіці взагалі, і проблемам надійності зокрема великої шкоди завдає уявна економія, що зменшує безпосередні економічні затрати за рахунок зниження надійності та інших необхідних властивостей виробів (кольорові телевізори, наприклад). Запроваджене в країні державне приймання продукції, причому не тільки за кінцевим, а й проміжними технологічними показниками, безумовно, позитивно вплине на надійність промислової продукції. Однак ненадійність, закладена у виробі, відразу не виявляється. Як визначати продуктивність заводу: за кількістю виробленої продукції чи сумарним напрацюванням цієї продукції? На чий рахунок відносити затрати на ремонт, збитки від аварій тощо? Ці питання чекають свого вирішення, але в економіці завтрашнього дня вони вже мають вирішуватись. Яскравий приклад вирішення проблеми надійності у практиці розвинутих держав — перенесення ресурсів з ремонтних потужностей на технологію виготовлення виробів. Набагато вигідніше шляхом заводських випробувань видалити технологічно дефективні вироби, ніж потім виловлювати їх у процесі експлуатації. Можна сподіватись, що при переході до нових принципів нашої економіки, нарешті, набуде належного змісту таке економічне поняття, як ризик постачальника. Тоді оптимальний рівень доведення виробів (зокрема, тривалість заводських випробувань) визначатиметься інтересами конкретного підприємства, а не нав'язаними інструкціями. Головне ж — щоб правильно визначені показники, пов'язані з надійністю продукції (а не лише з якістю, яка перевіряється нині), впливали на технологічну дисципліну - фактично основний компонент надійності.

В останні десятиліття створюється велика кількість об'єктів народногосподарського призначення, відмова яких негативно впливає на навколишнє середовище. В таких умовах набуває нового розуміння поняття допустимої ймовірності відмови окремого об'єкта. (Маємо на увазі лише відмови, що призводять до аварії). Якщо, скажімо, для одного об'єкта допустити ймовірність аварії 0,001 протягом 10 років, то це означає для проектувальника лише те, що можливістю аварії можна знехтувати: якщо ж створюється 100 подібних об'єктів, то вірогідність аварії хоч би одного з них становитиме 1—0,999і00» 0,095.

Зрозуміло, на такий ризик піти вже не можна. На накопичення ризику відмов високовідповідальних об'єктів указував академік Б. Є. Патон («Наука і культура», випуск 21).

Усе це свідчить про необхідність глобального підходу до надійності, включення моделі аварії об'єктів в глобальні екологічні моделі. Припустимо, що розглядається динаміка вичерпання і відновлення певної кількості життєво важливих ресурсів: Хі(і) — величина задовольняють певній системі інтегро-диференційованих рівнянь, керованих змінними, зв'язаними з факторами людської діяльності. Аварійні впливи наближено враховуються методом усереднення. Саме за рахунок цих впливів, наприклад, у випадку миттєвої передачі впливу, похідна функції Х\(і) зменшується на величину — інтенсивність виникнення аварії і-го об'єкта; А,,- — середній вплив цієї аварії на 1-й вид ресурсу. (Уведені параметри, взагалі кажучи, залежать від часу). Подібним же чином «аварійні поправки» вводяться в праві частини рівнянь для просторово-розподілених ресурсів Однак метод усереднення придатний лише в тому випадку, коли можливі впливи аварій технічних об'єктів на ресурси відносно малі. Якщо ж вплив порівнянний з самим ресурсом, то найраціональнішим є розв'язування системи стохастичних рівнянь методом. імітаційного моделювання. Такий шлях дає можливість в принципі знаходити фактори надійності, які найбільш впливають на ресурси, і відповідно створювати програми цілеспрямованого обмеження цих факторів.

Виник в останні роки і характеризує новий методологічний підхід вчених до вивчення нервової системи.

Перший всесвітній конгрес з нейронаук проходив у Лозанні (Швейцарія) 1982 року. Обидва конгреси проведені під егідою міжнародної організації по вивченню мозку (ІБРО). ІБРО — це позаурядове міжнародне об'єднання вчених, яке ставить собі на меті сприяти розвиткові нейронаук і встановленню наукових зв'язків між дослідниками, які працюють над вивченням мозку в усіх країнах світу.

Раніше нервову систему вивчали вчені різних спеціальностей: морфологи, фізіологи, біохіміки, фармакологи, нейрологи. їхніми зусиллями одержано багатий фактичний матеріал, створено цінні наукові концепції про будову і діяльність центральної нервової системи, які складають величну будівлю сучасної науки про мозок. Однак дальше просування по шляху пізнання таємниць мозку гальмується однобічним підходом вчених різних спеціальностей при розв'язанні складних питань фізіології і патології мозку. Для подолання цих перешкод необхідні комплексні дослідження за участю вчених різних профілів і спеціальностей. Такий мультидисциплінарний підхід, коли для вивчення одного об'єкту або вирішення однієї проблеми використовується методичний арсенал не лише основних біологічних дисциплін — морфології, фізіології і біохімії,— але й інших наук, особливо найновіших досягнень фізики, кібернетики, імунології тощо, виявився дуже ефективним і сприяв одержанню ряду нових і важливих даних як у нейрофізіології, так і в клінічній неврології. У 1986 році в Києві відбулась Перша всесоюзна конференція з нейронаук, присвячена обговоренню стану трьох важливих проблем нейрофізіології: молекулярні механізми клітинної збудливості, іонні і медіаторні механізми синаптичної передачі і клітинні основи навчання. Другу всесоюзну конференцію з нейронаук вирішено. сучасні уявлення про структуру простору й часу та фізика елементарних частинок.

Харківський ордена Леніна і ордена Жовтневої Революції фізико-технічний інститут АН УРСР, створений в роки першої п'ятирічки,— найстаріший на Україні центр фізичної науки — став родоначальником цілого ряду науково-дослідних інститутів, справжньою кузнею наукових кадрів найвищої кваліфікації. Тут працювали видатні радянські фізики — І. Обреїмов, Л. Ландау, і. Ліфшиць, К. Синельников, О. Лейпунський, А, Вальтер, В. Іванов та багато інших. Тут уперше в СРСР було розщеплене атомне ядро, організована перша в СРСР кріогенна лабораторія, створений перший трикоординатний радіолокатор.

Інститут і сьогодні робить великий вклад у прискорення науково-технічного прогресу, Інтереси його вчених поширюються на коло проблем ядерної фізики і фізики прискорювачів заряджених частинок, фізики твердого тіла і фізичного матеріалознавства, фізики плазми і керованого термоядерного синтезу. Роботи учених-академіків АН УРСР, які працюють в інституті: О. Ахієзера, Д. Волкова, В. Зеленського, Б. Лазарєва, Л. Файнберга, членів-кореспондентів АН УРСР О. Ключа-рьова, С. Пелетминського і багатьох інших широко відомі як у нашій країні, так і за рубежем. Інститут розробляє і впроваджує в народне господарство нові матеріали, нові технологічні процеси і установки.

Заслужене визнання одержали результати всесвітньовідомої школи теоретичної фізики Харківського фізико-технічного інституту АН УРСР, яка бере свій початок з часу роботи в ХФТІ академіка Л. Ландау (1932—1937 рр.) і охоплює обширне коло питань, що стосуються фізики твердого тіла, ядерної фізики, фізики елементарних частинок, квантової електродинаміки, фізики плазми, термодинаміки тощо.

Провести у Києві в жовтні 1988 року. На ній обговорюватимуться проблема центрального гальмування і питання про механізми дії і ролі нейропептидів у діяльності мозку. Йтиметься про створення в СРСР Всесоюзного наукового товариства нейронауковців.

Ідея створення міжнародного товариства вчених, які досліджують мозок, була вперше висловлена 1947 року в Лондоні на нараді спеціалістів в галузі біоелектричних процесів головного мозку, але своє остаточне втілення ця ідея дістала в резолюції, прийнятій в 1958 році на Міжнародній конференції нейрофізіологів і нейроморфологів у Москві. Ще два роки збігло на розв'язання організаційних і фінансових проблем і офіційною датою народження ІБРО вважається 10 липня 1960 року.

Нині ця організація, в роботі якої беруть активну участь нейрофізіологи СРСР, підтримує постійні зв'язки з ЮНЕСКО, Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), Всесвітньою організацією неврології і Міжнародною радою наукових спілок, у приміщенні якого в Парижі і міститься секретаріат ІБРО. Діяльність ІБРО різноманітна. Це й проведення симпозіумів і робочих нарад, активна участь у підвищенні кваліфікації спеціалістів, організація їхнього стажування у провідних лабораторіях світу, і розробка найавторитетнішими фахівцями довготривалих міжнародних наукових програм, читання лекцій в університетах і великих дослідницьких центрах своєї країні і за кордоном, а також видання міжнародного наукового журналу («Нейронауки») і інформаційного бюлетня («Новини ІБРО»).

У роботі ІБРО з часу його створення активну участь беруть провідні радянські вчені (П. Костюк, Н. Бехтерева, Е. Астратян та інші). Нині до Виконавчого комітету ІБРО обрано члена-кореспондента АН СРСР П. Симонова, а один з трьох редакторів.

Своєрідним підсумком діяльності ІБРО, оглядом сил і досягнень його є конгреси, які проводить ІБРО з питань нейронаук. їхні результати високо оцінено науковою громадськістю, оскільки вони сприяли мобілізації ресурсів сучасної науки на розв'язання проблем, що стоять перед нейронауками.

У Другому всесвітньому конгресі з нейронаук у Будапешті брало участь 3500 делегатів більш як 40 країн. За п'ять днів роботи кожен з делегатів, залежно від кола своїх інтересів, міг взяти участь у роботі 24 симпозіумів, 53 робочих семінарах, 22 дискусіях за «круглим столом», докладно обговорити з колегами будь-яку з 2200 стендових доповідей.

Крім того, до початку і після закінчення конгресу у різних містах, розташованих як у самій Угорщині, так і поблизьких з нею країнах, відбулося ЗО сателітних симпозіумів, в роботі яких можна було взяти участь по дорозі в Будапешт і повертаючись додому.

Слід відмітити чудову організацію конгресу. Переважна більшість симпозіумів і «круглих столів» проходила у палаці для проведення великих міжнародних конгресів, збудованому в Будапешті 1984 року. Особливо добре було організовано демонстрацію результатів наукових робіт і обговорення на так званих стендових доповідях. У нашій країні ця форма проведення доповідей під час наукових з'їздів і конференцій впроваджується важко. Вважається, що стендові доповіді — це для слабких робіт маловідомих дослідників, і тому чимало вчених заперечують проти включення їхніх доповідей у програму з'їзду на правах стендових доповідей. Організація стендових доповідей на конгресі в Будапешті спростувала ці хибні погляди. Авторами стендових доповідей було багато відомих вчених, а ще більше їх взяло участь в обговоренні доповідей.

На жодному із симпозіумів, в роботі яких мені довелось брати участь, не було таких палких і цікавих дискусій як біля стендів. Тут спілкувалися вчені, які по-справжньому глибоко знали суть і стан проблем, що розглядалися. Тому запитання доповідачеві були конкретні, судження кваліфіковані, а поради корисні.

Коло наукових проблем, які обговорювались на конгресі, було дуже широке. Це проблеми загальної нейрофізіології з докладним обговоренням результатів щодо вивчення іонних і молекулярних механізмів основних нервових процесів: збудження і гальмування, проблеми фізіології сенсорних систем: зору, слуху, шкіряної чутливості, механізми пам'яті і навчання, нейроендокринний контроль діяльності мозку, механізми сну і неспання, проблема болю, роль нейропептидів у діяльності мозку тощо. Значну увагу було приділено питанням механізму регуляції нервової системи таких функцій як кровообіг і дихання.

Тематика значної частини засідань мала практичне спрямування і стосувалася походження і механізмів розвитку окремих форм слабоумства (хвороба Альцгеймера, хвороба Дауна), епілепсії, емоціональних розладів, рухових порушень, в тому числі хвороби Паркінсона. Вияснення можливих шляхів ефективного лікування цих хвороб є важливою соціальною проблемою, оскільки багато з них уражають людину в розквіті творчих сил. Незважаючи на неінфекційний характер цих захворювань, частота їх виникнення в останні роки збільшується. Це намагаються пояснити зростанням у навколишньому середовищі концентрації ряду токсичних сполук, які є продуктами деяких хімічних речовин.

Щоб дістати відповіді на ці ще досить неясні питання, вчені пробують відтворити деякі з найбільш поширених захворювань нервової системи і або принаймні їх окремі ознаки) в експериментах на тваринах. Одержаним в цьому напрямку результатам на конгресі було присвячено спеціальний семінар «Нейротоксини і моделювання захворювань у тварин». Звертає на себе увагу чіткий зв'язок між досягненнями в галузі фундаментальних досліджень і успіхами в прикладних напрямках. Так, вияснення синаптології, нейронної організації і нейрохімії базальних гангліїв викликало прогрес у лікуванні паркінсонізму шляхом спрямованого втручання в метаболізм дофаміну. Нові дані, які стосуються і функції хеморецептивних синапсів, розширили можливості спрямованого терапевтичного втручання у механізми синаптичної передачі за допомогою фармакологічно активних речовин.

Радянська делегація па конгресі була досить численна (майже 70 чоловік) і представницька. Звісно, коли порівняти з делегацією США (близько 500 чоловік), це не багато. Однак це засвідчує зрушення в кращий бік, оскільки наші делегації, як правило, на міжнародних фізіологічних конгресах не перевищували 5—10 чоловік, що, зрозуміло, не сприяло ні популяризації досягнень вітчизняної фізіології, ні одержанню необхідної інформації про стан цієї науки за рубежем.

До складу радянської делегації входили нейрофізіологи з Москви, Ленінграда, Києва (9 чоловік), Тбілісі, Єревана та інших міст. Чимало з них були організаторами симпозіумів і «круглих столів», доповідачами на симпозіумах, секціях і біля стендів.

Великий інтерес учасників конгресу викликала доповідь академіка П. Костюка (Київ) «Кальцієві канали як шлях зміни рівня внутріклітинного кальцію у нервовій клітині», яку він виголосив на симпозіумі. Ця праця є продовженням і розвитком досліджень автора і керованого ним колективу щодо вивчення механізмів вибірної кальцієвої провідності мембрани соми нервових клітин, зареєстрованих у 1983 році як наукове відкриття. Важливість цих досліджень визначається тією роллю, яку виконують іони кальцію, передаючи сигнали від мембрани нервової клітини до її цитоплазми.

Виявлення і вивчення кальцієвих каналів, які різняться за своїми властивостями, стало можливим завдяки розробленій в лабораторії П. Костюка методиці внутріклітинного діалізу нервових клітин безхребетних і хребетних тварин і застосуванню найсучасніших досягнень для реєстрації слабких струмів через одиночний іонний канал.

На сьогодні відомо, що іони кальцію відіграють в організмі тварини і людини надзвичайно важливу роль. Вони беруть участь у збудженні, скороченні серця, скелетних і вісцеральних м'язів та інших важливих функцій організму. Тому вивчення механізмів, які забезпечують надходження іонів кальцію у клітину і регуляцію їх вмісту у клітині, є дуже важливим і необхідним. У цих питаннях київські мембранологи на чолі з П. Г. Кюстюком займають провідне місце в нашій країні.

Академік АН УРСР В. І. Скок і співробітники його лабораторії В. Деркач і А. Селянко виступили на конгресі з повідомленням про результати своїх досліджень активності іонних каналів одиночного нікотинового рецептора нейронів вегетативних гангліїв. Як відомо, цією групою вчених за останні роки було одержано принципово нові дані, які характеризують механізм активування і блокування рецепторно-канальних комплексів нікотинових холінорецепторів, які в 1986 році були також зареєстровані як відкриття.

В Інституті фізіології імені О. Богомольця АН УРСР протягом ряду років під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР М. Шуби проводяться дослідження з фізіології гладких м'язів шлунка, сечовода і кровоносних судин серця і головного мозку.

Визначено іонні механізми дії різних медіаторів, які викликають скорочення або розслаблення гладких м'язів. На основі одержаних експериментальних даних створено досить обгрунтовані концепції про природу судинного тонусу, механізм дії деяких лікарських речовин. На конгресі ці дані докладно обговорювались на засіданні «круглого столу», проведеного під головуванням М. Шуби.

Іншими членами української делегації було представлено ряд доповідей з загальної і часткової нейрофізіології. Автор цієї статті представив доповідь про два механізми гальмування в нейронах кори головного мозку. Було показано, що в корі мозку, крім звичайного соматичного гальмування, в основі якого лежить гіперполяризація соми нейрона, може виникати дендритне гальмування, яке здійснюється шляхом місцевої взаємодії на дендриті збуджуючих і гальмуючих впливів. Соматичне гальмування пригнічує здатність нейрона реагувати на будь-яке подразнення, тоді як дендритне гальмування вибірково пригнічує здатність нейрона відповідати тільки на деякі подразники, що значно підвищує інтегративну здатність мозку.

Великий інтерес учасників конгресу викликала доповідь професора Н. Братуся (Вінницький медінститут) про нейронні зв'язки мозочка з різними ділянками головного мозку і зокрема з гіпоталамусом.

Доповіді про механізми болю (Ю. Лиманський) і нейронні механізми умовнорефлекторної діяльності (В. Сторожук) також викликали жваве обговорення.

Понад 100 доповідей з різних проблем сучасної нейрофізіології було представлено на конгресі нейрофізіологами Москви, Ленінграда, Тбілісі, Єревана та інших наукових центрів СРСР. Все це засвідчує, що внесок радянських вчених у роботу конгресу був досить значний.

Порівняння робіт, представлених радянськими вченими з дослідженнями зарубіжних фахівців, показує, що результати, одержані в нашій країні під час електрофізіологічного вивчення нейронпих, синаптичних і мембранних процесів, які лежать в основі процесів збудження і гальмування у нервовій системі, за теоретичним рівнем . Таємниці мікросвіту... За останні десятиліття вчені-теоретики та експериментатори об'єднаними зусиллями дедалі глибше проникають у їх незвідність і загадковість. Внаслідок цього неминуче змінюється щось і в наших уявленнях про фізичні властивості простору й часу, про структуру елементарних об'єктів мікросвіту, про динамічні принципи, що визначають їхню поведінку.

В результаті ускладнення математичного апарата теорії її постулати і безпосередні експериментальні дані стають все більш віддаленішими одне від одного. А тому навіть такі визначальні для розвитку науки чинники як формування нових гіпотез подеколи відбуваються не в результаті несподіваних експериментальних відкриттів, а шляхом «внутрішнього розвитку» існуючих теоретичних концепцій, шляхом знайдення їх «вразливих місць», їхньої внутрішньої недосконалості. Основним рушійним стимулом при цьому є прагнення об'єднати в єдине ціле розрізнені, а іноді й протирічні положення теорії.

На початку 70-х років у фізиці елементарних частинок виник новий теоретичний напрям, що дістав назву теорії суперсиметрії. Назва нової теорії свідчить про те, що ця теорія ґрунтується на узагальненні більш простого і звичного поняття симетрії, а саме виникнення цієї теорії є прикладом формування фізичної гіпотези за внутрішніми стимулами теорії.

Принципи симетрії є визначальними для формулювання сучасних уявлень про фізичні властивості простору і часу. В останні десятиліття з'ясувалось, що принципи симетрії відіграють визначальну роль також при виявленні закономірностей фундаментальних об'єктів мікросвіту і природи різноманітних взаємодій. Відкриття так званих внутрішніх симетрій об'єктів мікросвіту і їх взаємодій стало одним з найбільш тріумфальних досягнень сучасної фізики.

Однак стан теорії в цілому незадовільний. Теорія складається з окремих, органічно непов'язаних між собою великих фрагментів — таких як уявлення спеціальної і загальної теорії відносності про час і простір, закономірності окремих фундаментальних взаємодій, постулати квантової теорії. Об'єднання цих окремих фрагментів у єдину картину фізичного світу є нині центральним завданням розвитку теорії.

Природно, що об'єднання передбачає нові принципи симетрії, глибші, аніж ті, що використовуються тепер. Але спроби знайти такі поглиблені принципи на основі існуючих уявлень математичної теорії класичних груп симетрії наштовхнулись на ряд неподоланних труднощів.

Узагальнення поняття симетрії, за теорією суперсиметрії, долає згадані труднощі класичних теорій, і засновані на теорії суперсиметрії варіанти теорії елементарних частинок вважаються нині головними претендентами на роль єдиної теорії усіх фундаментальних взаємодій природи.

Перш ніж перейти до з'ясування того, які ідеї покладені в основу теорії суперсиметрії, зупинимось коротко на основних фрагментах сучасної теорії, наголосивши на її найсуттєвіших для нас моментах.

На початку XX століття з'явилися дві фізичні теорії, які революціонізували весь подальший розвиток фізики. Це теорія відносності (спеціальна й загальна) і квантова механіка. Положення теорії відносності і квантової механіки висвітлюють два різних аспекти прояву фізичних закономірностей реального світу.