Роалд Гофман

Роздуми лауреата Нобелівської премії з хімії

Переклад статті лауреата Нобелівської премії Роалда Гофмана. Розкрито міркування автора про роль хімії у сучасному житті.

Громадськість майже завжди попрікає хіміків за те, що вони створюють «неприродні» матеріали, які ще й виявляються просто небезпечними. Проте, це не зупиняє виробництва і широкого розповсюдження синтетичних матеріалів, які використовують для захисту і лікування людей і які роблять наше життя легшим, цікавішим і навіть різнобарвним. Однак, хіміків не можуть не бентежити сигнали громадськості, які підігріваються образливою і, навіть, ворожою позицією засобів масової інформації або інтелектуалів. Мені здається, що нинішнє ставлення суспільства до хіміків нагадує упереджене ставлення середньовічних європейців до діяльності євреїв-лихварів. Звичайно, можна порадити хімікам заглибитися у наукові дослідження і в жодному разі не брати на себе «колективну відповідальність» за гріхи, які творять жадібні й часто позбавлені почуття обов'язку виробники або торговці небезпечними хімічними речовинами. Однак, ця проблема заслуговує окремого розгляду, оскільки багато хіміків усе ж відчуває,

що реальне або уявне (гадаю, що справедливі обидва ці епітети) негативне ставлення суспільства і преси все ж стосується не лише хімічного бізнесу, але й хімії взагалі, а хіміків — особливо.

З іншого боку, було б досить важливо визначити різницю між термінами «штучний», «синтетичний» і «ненатуральний». Адже зазвичай слова в мові ніколи не ізольовані повністю від альтернативних і асоціативних значень, що виникають на їх основі. Тому, наприклад, при переході від «штучного» до «ненатурального» число таких побічних значень (а також пов'язаних з ними негативних властивостей, що маються на увазі), очевидно, буде змінюватись. Таке уточнення мало б зміст, але я навмисне вживатиму саме ці два терміни (вважаючи їх взаємозамінними або еквівалентними), оскільки їх найчастіше використовують у діалозі хіміків з громадськістю.

Хіміки повинні всіляко развивати і пропагувати ідею про те, що будь-який поділ на природне і неприродне майже завжди позбавлений змісту. Мені особисто це видається безсумнівним для будь-якої галузі людської діяльності: чи то мистецтва, науки, бізнесу або виховання дітей. Природне і неприродне в житті завжди настільки складно переплетені, що будь-яка спроба їх розділити таїть у собі глибоке внутрішнє протиріччя і неоднозначність.

Знаю з власного досвіду, що артисти й художники, аналізуючи свою діяльність, завжди сприймають «ненатуральність» (можете назвати її неприродністю або штучністю) як звичний і, навіть, стандартний прийом, який дозволяє зв'язати майстерність і творчість. Деякі з них сприймають цей підхід значно глибше і ширше. Так, наприклад, Ігор Стравинський у своїй книзі «Поетика музики» стверджує, що природні (тобто життєві) звуки взагалі не можуть бути віднесені до музики й остання ні в чому не повинна наслідувати природу: «Я визнаю, як початковий, сирий матеріал для музики, існування природних звуків, які, будучи приємними самі по собі, цілком можуть пестити наш слух і приносити нам

задоволення. Однак, над цією пасивною насолодою і поза нею ми відкриваємо власну Музику, і вона змушує нас брати активну участь у роботі думки, тієї Думки, яка наказує життю, дарує життя і формує його. Основа будь-якого творчого акту — якесь інстинктивне стремління, яке можна назвати голодом, але цей голод — духовний».

Будь-який хімік, і я в тому числі, легко продовжить цю думку і відразу відзначить, що всі речовини і матеріали, які нас оточують, — вода, бронза, наліт патини на цій бронзі, руки скульптора, очі глядача — мають мікроскопічну структуру і складаються з молекул. А макроскопічні характеристики речовин, тобто вся різноманітність їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей, визначається видом і взаємним розташуванням атомів, які складають ці молекули. Нейлон замінив шовк у жіночих панчохах зовсім не випадково: на молекулярному рівні ці речовини мають багато спільного в своїй будові (аміди, карбонільні групи, складчасті пластинчаті структури, водневі зв'язки...). Найбільш цінна інтелектуальна заслуга сучасної хімії полягає в тому, що вона точно встановила молекулярні структури для величезного числа речовин — від найчистішої води і складних бронзових сплавів до білка родопсину у сітківці людського ока.

Однак для того, щоб позбавити вченого-хіміка почуття зайвої комфортності, я все ж продовжу розмову про відмінності між природнім і неприроднім. Особливу значимість цьому питанню надає його історична «живучість». Дихотомія природне/неприродне має в хімії цікаву історичну традицію. Колись різниця між органічними й неорганічними сполуками здавалась принциповою і нездоланною. Пізніше ці відмінності були буквально зметені цілим рядом експериментів (починаючи з дослідів Германа Кольбе над оцтовою кислотою в 1845 р.), які наочно показали, що органічні речовини можна вільно синтезувати з неорганічних матеріалів, ніяк не пов'язаних з живою природою. Необхідно, до речі,

підкреслити і тонку термінологічну різницю: органічне протиставлялось неорганічному, суперечність між природним і неприродним взагалі не розглядалась. Саме винахідливість і працелюбність вчених дозволили довести ідентичність або рівноцінність органічних і неорганічних молекул, тобто відсутність принципової різниці між ними.

У наші дні рівноцінність штучних і природних речовин і предметів також часто стає предметом суперечок, іноді пов'язаних з економічними проблемами. Наприклад, фірми, зайняті продажем і рекламою так званих «екологічно чистих» або «здорових» продуктів харчування, люблять підкреслювати, що синтетичний вітамін С відрізняється від використовуваного ними вітаміну С, який отримують безпосередньо з шипшини (відповідно останній продається за вищою ціною. Однак чистий синтетичний вітамін С повністю ідентичний вітаміну С, який отриманий з шипшини, хоча ємність двох пляшок таких вітамінів буде завжди трохи відрізнятися (на рівні часток проценту). Я зовсім не хочу сказати, що ця різниця суттєва, а просто підкреслюю той простий факт, що дуже багато речовин за своєю природою не бувають абсолютно чистими. Вони є сумішами і тому можуть у принципі дещо відрізнятись одна від одної.

Хоча відмінності між органічним/неорганічним і природним/неприродним не мають суттєвого значення для хімії, ця дихотомія продовжує жити в мові й соціальних структурах. Наприклад, фахівці можуть обговорювати «синтез натуральних продуктів» (розуміючи під цим молекули реальних речовин, які існують в природі), відрізняючи такий синтез від синтезу речовин, які іноді раніше не існували в природі. Однак вельми знаменно, що хіміки ніколи не користуються словосполученням «неприродний продукт», хіба що жартома. Як це часто буває, гумор цієї фрази зумовлений певною двозначністю ставлення хіміків до своєї діяльності.

У зв'язку із проблемою, що розглядається, цікаво ще відзначити, що біохімія завжди була специфічним, виділеним розділом хімії. Біохіміки намагаються зрозуміти природу і механізм основних хімічних процесів у живих організмах, зводячи їх до певної послідовності елементарних хімічних актів. При цьому, однак, легко помітити, що хімікам інших спеціальностей (органікам, неорганікам і фізхімікам), які вивчають ті ж елементарні, основоположні реакції в інших системах, дуже рідко вдається отримати роботу на факультетах або кафедрах біохімії! Хіміки-синтетики воліють, до речі, говорити про біоміметичні методи (називаючи так реакції синтезу, що імітують природні процеси). Префікс «біо» цілком очевидно несе в багатьох випадках якесь додаткове психологічне або соціальне навантаження. Такі професійні нюанси і тонкі відмінності ще раз підкреслюють живучість дихотомії природне/неприродне, навіть в рамках самої хімії.

Іноді я помічаю якусь дивність і нелогічність у поведінці вчених, коли питання стосується цієї дихотомії. Прикладом може бути сценка, описана нижче, яку я скомпонував із реальних подій. Виконавчий директор однієї великої хімічної компанії запросив мене на ленч у розкішний, нещодавно відкритий ресторан, який славився своєю французькою кухнею. Ми сиділи в прекрасних плетених кріслах за чудово сервійованим столом, прикрашеним серветками з тонкого льняного полотна.

Я приготувався до цікавої наукової бесіди, яка можливо перемішуватиметься світськими плітками, але замість цього мій співбесідник став вельми емоційно розповідати про якихось молодих людей, членів громадської організації типу європейських «зелених», які, як виявилось трохи пізніше, добряче попсували йому настрій на ранковій прес-конференції. Річ у тому, що мій знайомий представляв громадськості план своєї фірми зі створення нових виробничих потужностей для випуску пестицидів і гербіцидів. Ці молоді люди (про яких він ніяк не міг забути) наполе-

гливо чіплялися до нього з питаннями про мутагенну небезпеку запропонованих продуктів і про можливості надійного контролю переробки відходів виробництва. Вони агресивно (і навіть, як йому здавалось, нахабно) нагадували йому про екологічні проблеми, які виникали раніше внаслідок невдало організованого його ж компанією виробництва аналогічних продуктів. Мій товариш вважав ці критичні зауваження боязливими, ірраціональними і науково необґрунтованими. Йому здавалось, що ці юні критики просто не розуміють, наскільки необхідні пестициди і гербіциди фермерам і наскільки небезпечні комахи-шкідники, різні довгоносики. Літня людина, видатний хімік і чудовий бізнесмен виглядав розгубленим і засмученим (можливо, це була просто психологічною реакцією на вимушене, показне холоднокров'я під час самої прес-конференції). Його обурював дух анархії в цих молодих людях, і він навіть натякав на приховані політичні мотиви їх поведінки.

Однак потім смачні вина (спочатку шардоне зі штату Нью-Йорк, а потім чудове французьке Сент-Емільйон) дещо заспокоїли його, а після білого вина він навіть вдало пожартував стосовно останнього скандалу, пов'язаного з підробкою білого австрійського вина (цікаво, що скандал був спричинений тим, що для підсолодження вина використовувався диетиленгліколь — один із компонентів антифризу). Пізніше мій друг похвалився, що йому вдалося купити в антиквара незвичний індійський кошичок (ми обоє захоплюємося мистецтвом аборигенів Америки). Після ланчу ми прогулялися в садку поблизу ресторану, милуючись квітучими пурпуровими і чорними тюльпанами.

Із описаної сценки можна викинути усі деталі, але суть проблеми залишиться зрозумілою. Я впевнений, що кожен, хто заперечує відмінність між природним і неприродним, у себе вдома воліє дивитись у вікно на нормальний пейзаж, а не милуватися фотографіями екзотичних видів у віконних рамах. Кожен хоче,

щоб поряд із будинком росли дерева, а не стояли їх пластикові або матерчаті муляжі. Ніякий солярій не замінить пляж в Альграві або на Багамах, будь-якій людині неприємно думати про пластикові дахи або столові гарнітури «під дерево», а громадськість буде завжди справедливо обурюватись тим, що Європейське економічне співтовариство витворяє із пивом. Вчені і технологи, які обурюються «нерозумністю» інших людей і їх нездатністю зрозуміти нерозбірливість природного і синтетичного, проводять такий поділ самі, як тільки це стосується їх власних переживань або умов життя.

Тому спробуймо розібратися, чому, власне, ми надаємо перевагу природному, незалежно від того, хто ми і чим займаємося. У прагненні до природності я бачу багато взаєпов'язаних психологічних і емоційних спонук, серед яких, на мій погляд, слід відділити шість основних — романтичність, міркування престижу, відчуття відчуженості, неприязнь до претенційності і продуктів масового виробництва, а також духовні і релігійні міркування. Нижче я спробую дуже коротко охарактеризувати ці мотиви.

Романтичність

У другому акті опери Чайковського «Пікова дама» є невелика сценка-пастораль під назвою «Вірна пастушка», якої, до речі, немає у початковому, пушкінському тексті. Вигадана Чайковським сценка є чарівним дуетом у дусі Моцарта, який розповідає про чарівність сільського життя. Пасторальні сцени настільки ж традиційні (їх традиція сягає ще Дафніса і Хлоє) й популярні, як і сцени біля фонтану. Пов'язані з ними романтичні настрої виникають через нездійснене бажання отримати те, чого вже немає або не може бути взагалі. Жанр пасторалі можна розглядати навіть як спосіб відчуження від пасторальних настроїв — є певна іронія в тому, що ці нереалістичні й неприродні захоплення стосовно природного життя на лоні природи зачаровують майже усіх (за ви-

нятком, зрозуміло, тих людей, які дійсно живуть на цьому лоні й займаються тваринництвом). Майже зникли королівські двори й пов'язане з ними світське життя, але романтичні традиції збереглися, і в наших мріях досі живе бажання, що прийшло з тих часів, вирватися на лоно природи, торкнутися до дерева, вдихнути запах свіжого сіна або піймати у вітрила попутній морський вітер. При цьому немає ніякого значення, що в реальних стайнях завжди погано пахне або що більшість вокзалів на світі завжди брудні й гомінкі. Все це нічого не значить. Колись я бачив фільм, у якому Інгрид Бергман прощалася з Леслі Ховардом на вокзалі, і мені цього досить. З тих пір я немов би знаю всі вокзали, я відчув їхню чарівність і ця чарівність назавжди залишилася в моєму серці. Точно так само виглядає справа із запахом уявної стайні.

Міркування престижу

Чудові успіхи в розвитку синтетичних матеріалів пов'язані зі складною комбінацією багатьох чинників. Наприклад, синтетика виявилася дешевшою, стійкішою й різноманітнішою у застосуванні, ніж багато природних матеріалів. Крім того, вона найчастіше володіла й цілком новими властивостями. Наше століття може по праву вважатися століттям полімерів, оскільки матеріали з великих синтетичних молекул замінюють природні матеріали: нейлон замінив бавовну в рибальських сітях, склопластик витиснув деревину в корпусах кораблів... Така заміна або навіть цілком нові застосування (наприклад, різні поліетиленові оболонки для харчових продуктів) — процес, безумовно, демократичний, оскільки широкий спектр матеріалів стає дешевшим й доступнішим для все більших груп населення. Величезна кількість людей в наші дні отримує те, що раніше було розкішшю.

Однак люди — дивні істоти (що, до речі, дуже приємно), і, якщо вони отримують щось, їм хочеться більшого. Іноді вони просто бажають жити краще, ніж сусіди. Коли синтетика стала дешевою

й доступною, відбулася дивна інверсія смаку. З'явилися самозвані експерти, які оголосили, що «природне», або «натуральне», володіє особливим шиком. Якщо довго запевняти бавовняну сорочку, що вона виглядає більш розкішно порівняно з полімерною (навіть якщо остання, як справедливо вказує реклама, «завжди відпрасована!»), то бавовняна сорочка напевно загордиться. Таке відношення поширюється й на багато чого іншого. Дерев'яна підлога сприймається приємніше, ніж накрита лінолеумом. Аналогічно рідкісний вид деревини сприймається як більш вишуканий і кращий.

Можливо, моє ставлення занадто негативне. Можливо, шовк дійсно приємніший на дотик, ніж нейлон. Можливо, ми не стільки бажаємо у чомусь перевершувати навколишніх, скільки прагнемо просто ледь-ледь відрізнятися (усього лише) від них. Нескінченна різноманітність природного дає нам можливість створювати ці невеликі відмінності.

Відчуження

Ми всі відчуваємо відчуження, відрив від наших інструментів і засобів виробництва, а також від результатів нашої праці. Це дуже помітно при роботі на складальному конвеєрі, при торгівлі галантереєю й навіть при проведенні наукових досліджень. Ми постійно працюємо над малою частиною чогось великого, а для підвищення ефективності організуємо масове виробництво. Один з побічних результатів такого підходу — можлива втрата інтересу до кінцевої мети, до того «великого», заради чого розпочиналася робота. Цілі гори паперу відокремлюють нас від інших людей, з якими пов'язана наша діяльність. Навколо нас з'являється усе більше машин, робота яких стає усе менш зрозумілою. Згадайте, як у книзі Марка Твена діловитий янкі майже зумів відтворити при дворі короля Артура технології XIX століття. Я дуже сумніваюся, що комусь із моїх колег вдалося б створити хоч що-небудь в

аналогічних умовах, користуючись, наприклад, своїми професійними знаннями в теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних. Ми звикли до того, що ліфт їде після натискання кнопки. Гірше стає справа з нашою звичкою до того, що від натискання кнопки запускається ракета й десь дуже далеко (ми цього не бачимо!) гинуть люди і ллється кров.

Синтетичні, штучні (якщо завгодно, неприродні) матеріали практично завжди дешевші природних, оскільки ми виготовляємо їх промислово. Масове виробництво, у свою чергу, пов'язане зі штампуванням, литтям або пресуванням, в результаті чого ми одержуємо однакові вироби. В принципі ці вироби можна зробити дуже гарними й витонченими, але на практиці саме дизайн завжди стає першою жертвою економічних міркувань. Ні форма, ні сутність стандартного продукту масового виробництва зазвичай нічого не говорять споживачеві про історію його виготовлення, яка, до речі, може бути досить цікавою. Наприклад, антибіотик типу тетрацикліну одержують шляхом культивування мікроорганізмів з наступною хімічною модифікацією, очищенням і капсулюванням. Всі ці процеси регулюються складними пристроями та апаратами, чудовими за своєю конструкцією й операціями, що виконуються, однак споживач ніколи не довідається, наприклад, що у виготовленні стандартної пляшечки з п'ятдесятьма таблетками тетрацикліну брали участь надзвичайно винахідливі люди й дуже цікаві механізми.

Щось заховане в глибинах нашої психіки завжди бажає бачити «відбиток» людської руки на будь-якому предметі. Існують, до речі, досить прості способи «індивідуалізації» предметів масового виробництва. Я згадую, наприклад, вірируваний кольоровий друк, що використовується фірмою Ф. Хундервассера (дуже недороге виробництво), або красиву і яскраву кераміку, що випускалася у Швеції Стігом Ліндбергом в 50-ті роки. Суспільству варто було б усіляко заохочувати спроби такого роду.

Неприязнь до претензійності

Підробка будь-якого роду викликає у людей роздратування й протест, оскільки нам неприємні брехня й самозванство. Можливо, багато проблем, пов'язаних із синтетичними виробами, виникає саме тому, що синтетика не лише неприродна (у тому розумінні, що її створюють люди, а не природа), але й найчастіше «придурюється», маскуючись під інші матеріали. Іноді така ситуація виникає цілком ненавмисно, в результаті заміни якого-небудь звичного побутового матеріалу пластиком, який у чомусь, безсумнівно, кращий: наприклад, він може бути більш термостійким і т.п. Так з'явилися у світ пластмасові тарілки, що нагадують порцелянові, і полімерні покриття для меблів із кольором і текстурою деревини. Серветки із синтетики зазвичай «суперничають» із ляняними, мереживними або навіть вишитими виробами.

Я якось розмовляв з одним молодим чоловіком, який пов'язаний з мистецтвом «розпису під мармур», і переконався, що майстер при фарбуванні не лише ретельно вивчає матеріал, але й глибоко замислюється над геологічними силами й процесами, які спричиняють відповідні візерунки. Багато штучних виробів прекрасні, але в них ми помічаємо занадто багато імітації, а таке «нагромадження лицемірства» викликає у глядача перемінні й неоднозначні почуття, що майже неминуче переходять у ворожість. Психолог сказав би, що люди жагуче прагнуть до автентичності, дійсності й реальності.

Неприязнь до масового виробництва

Внаслідок масового виробництва нас усе частіше оточують цілком однакові речі. Перші пластмасові попільниці та ювелірні прикраси з титану викликали великий інтерес, але, коли ці предмети буквально заполонили наше оточення, вони стали дратувати. Основною і часто єдиною стилістичною особливістю масової продукції стала її повторюваність (з іншого боку, саме одноманіт-

ність і відтворюваність у свій час забезпечили комерційний успіх цих товарів).

Іноді у нас викликає відразу не стільки однаковість штучних предметів довкола нас, скільки їх безглуздий надлишок. У типовому американському мотелі, наприклад, практично неможливо заховатися від штучних матеріалів. Різноманітність виробів із пластику й синтетики в деяких приміщеннях просто захоплює й навіть створює можливості для інтелектуальних розваг (наприклад, розглядаючи обстановку, можна пройти курс хімії полімерів або розмірковувати над проблемами, які виникнуть у майбутньому в археологів, які вивчатимуть розкопки такого приміщення). Єдине, чого не викликає така кімната, — так це бажання поселитися в ній.

Духовні Причини

Так чому ж, власне, вчені і людство взагалі (оскільки вчені нічим не відрізняються від інших людей) прагнуть до природності? Поки у нас немає простих психологічних або соціологічних пояснень цьому явищу. Жан-Поль Мальро, який тонко відчував проблеми науки, писав з цього приводу: «Лляний одяг змушує нас, хоча б в уяві, відчувати зв'язок з нашими дідами і далекими предками, з героями і з історією взагалі. Викликані цим відчуття шляхетні й значимі. Ми починаємо почувати себе частиною протяжливої й могутньої ріки, і коли ми думаємо про це, то не так поспішно прагнемо до якогось останнього моря. Сказане стосується й інших речей — дерева чи каменю, які постійно нагадують нам про інші форми життя, про таємничі часи історії, коли людство ще не існувало. Глиняний посуд на полиці розповідає нам про інші країни, інші племена з іншими потребами. І про глину також».

Едвард О. Вільсон висунув гіпотезу «біофілії», яка з генетичної й еволюційної точок зору пояснює наявність «сильної спорідненості» між людством і всіма іншими живими організмами. Мені ця гіпотеза видається переконливою і обґрунтованою.

Лаура Вуд, яка прочитала рукопис цієї книги однією з перших, вказала автору, що багато людей відчувають дуже сильний потяг до всіх об'єктів середовища проживання, тому що «... у цьому ми знаходимо зразки високої духовності... З тих пір, як дух просочив матерію, весь світ в цілому набув певної святості й потребує поважного ставлення до себе».

Я вірю, що душа людини призначена для чогось особливого, єдиного, здатного до росту. Саме в цьому і полягає секрет життя. Я бачив ялинку, яка намагалася рости без ґрунту, у розколі гранітної скелі поблизу шведського містечка Міллесгорден, і думав про те, що коли-небудь деревце або його потомство обов'язково переможе граніт і розколе скелю. Цю ялиночку нагадують мені рослини в моєму кабінеті, і я можу згадати про неї, навіть просто дивлячись на поліровану поверхню дерева (хоча, втім, полірована поверхня відразу ж нагадає мені і про смерть). Я бачу посмішку малюка, який припав до материнських грудей, і в моєму мозку раптом миттєво спрацьовують нейронні ланцюжки, нагадуючи про посмішки моїх дітей, коли вони маленькими бігали за матір'ю. Поет А.Р. Аммонс колись написав: «Одна й та ж Пісня Життя звучить у мені і в тобі».

Переклад М. Андрейчина, В. Копчі, Ю. Ковалькова.