



Нікола Тесла — загадковий Геній винахідництва



Василь Шендеровський
доктор фіз.-мат. наук,
професор,
пров. наук. співр.
Інституту фізики
НАН України,
м. Київ

Видатний інженер, він прагнув стати “суперменом”, цілеспрямовано творити науково-технічні дива. Свою творчість він зорганізував на самім лише раціоналізмі, у розквіті таланту усамітнівся, практично припинивши спілкування. Працював надто ефективно, як вельми досконала машина, позбувшись друзів, кохання, всього особистого, статків, що міг дістати за винаходи, й тіло своє вважав лише за слугу розуму, що діє. Учнів не залишив, помер жебраком.

Багато хто вважає Нікола Тесла найвидатнішим винахідником, несправедливо мало згадуваним у підручниках.

Винахідників, за значенням розв’язаних чи хіба усвідомлених ними проблем, порівняних із *Ніколою Теслою*, історія науки практично не знає.

Винайшовши систему багатофазних струмів, він заклав підвалини сучасної електроенергетики. Він створив перші роботи, засадничі складники радіотехніки, телекерування, радара, винайшов неонові й інші газосвітні пристрої. Його результати досліджень високочастотних струмів набули широкого застосування у повсякденні. Нікола Тесла винайшов індукційний рушій з магнітним полем, що обертається і може рухати машини, зробив змінний струм економічним та ефективним засобом пересилання енергії на віддаль.

Він відкрив змінний струм, флюоресценцію, бездротове пересилання енергії, розробив засади дистанційного керування, лікування струмами високої частоти, зробив перший електричний годинник, рушій, що живився сонячною енергією і багато чого іншого, отримавши на свої винаходи 300 патентів у різних країнах. Він винайшов радіо перед *Марконі* й *Поповим* і отримав трифазний струм до *Доліво-Добровольського*. Сучасну електроенергетику неможливо навіть уявити без його винаходів.

До слова, усамітнівся Тесла через недугу, яку дістав, перебуваючи в потужних електромагнітних полях: його очі почали



Володимир Козирський
канд. фіз.-мат. наук,
ст. наук. співр.
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова
НАН України,
м. Київ

бачити в темряві, сонячне світло спричиняло біль, тихий шелест нагадував страшний грім. Він замірявся встановити контакти з іншими світами. Електромобіль Тесли міг їхати 150 км/год, не потребуючи підзарядки, принаймні протягом тижня, що його випробовували. На настирливі запитання: “Звідки енергія?” Тесла відповідав: “З етеру довкола нас”.

Більшість щоденників і записів Тесли зникли за загадкових обставин.

Нещодавно виникли припущення, що тунгуський вибух спричинили досліді Тесли з бездротового пересилання енергії. Дійсно, кількома місяцями перед тим Тесла

твердив, що може освітити дорогу до Північного полюса для знаменитого **Роберта Пірі**. Думують, що випадкова помилка в розрахунках могла спричинити вибух.

За легендою геніальний Нікола Тесла з'явився на світ просто опівночі з 9 на 10 липня 1856 р. під час жахливої грози в сербській родині в селі Смілян Лука неподалік Госпіча в Австро-Угорщині, тепер це терени Хорватії. Батько Ніколи Рев Мілутин був сільським священиком Сербської православної церкви, писав вірші, філософські статті й друкував їх у місцевих газетах і часописах. Мати Дука Мандик була дочкою православного священика, та не вмла ні читати, ні писати, проте була дуже розумною й практичною: змайструвала безліч пристосувань, які полегшили їй хатню працю. Нікола твердив, що свої здібності успадкував не від батька, який мав освіту, а від неписьменної матері. Вона знала багато народних пісень. Родина Тесли мала п'ятьох дітей — двох синів і трьох дочок.

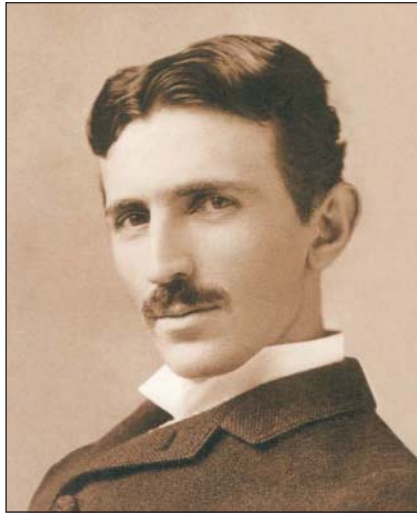
Потужні уява й інтуїція допомагали Ніколі вчитися. Абстрактні образи він сприймав майже фізіологічно, бачачи наперед розв'язок найскладнішої задачі й не маючи потреби витрачати час на допоміжні викладки. Спочатку думали, що він хитрує, а згодом пересвідчилися, що Нікола має непересічний талант.

1862 р. родина перебралася до Госпіча. Згодом Нікола вступив до школи в Карловацу. Ніколу все більше приваблювала електротехніка. Аби її добре вивчити, він вступив до Йоганнінської Австрійської політехніки в Граці. Цілком поринувши в науку, працював удень і вночі, відпочиваючи п'ять годин на добу, з них спав лише дві. Два роки навчався в університеті Праги, намагався отримати ступінь бакалавра. Проте університет відмовив, бо Нікола не вельми акуратно відвідував заняття. Навчаючися в Празі, Тесла пересвідчився, що комутатори непотрібні для конструювання електрорушіїв. Працюючи в електричній компанії, він збудував простий рушій, що унаочнював правильність його теорії.

Після навчання деякий час працював у технічному відділі Австрійської системи телеграфу. 1877 р. він залишає Австрію. Близькі були певні, що Нікола вибрався до Словенії, але він переїхав до Страсбурга (Франція), де працював в електропостачальній компанії.

1881 р. Тесла з'являється в Будапешті, де працює в американській телеграфній компанії. Тут він домігся керівних позицій. Він також брав участь у конструюванні першого в країні телефону. Згодом він переїжджає до Парижа.

Якось лютевим днем 1882 р. він ішов зі шкільним приятелем Сігеті парком. Призахідне сонце розплескало небом жовтогогаряче полум'я. Тесла простяг руку до сонця: "Дивись, дивись, ось я завертаю рух, — шепотів він начебто до Сонця. — Бачиш, як рівно крутиться? Ось я перемикаю струм, повертаю крутіння. Дивись! Так само рівно обертається навпаки. Спиняю, запускаю знов. Жодних іскор. Нема чому іскрити!" "Не розумію, — сказав Сігеті. — Чи сонце іскрить?" "Йдеться про рушій змінного струму. Я розв'язав цю задачу! Він



Нікола Тесла
(1856-1943)

видатний сербський і американський фізик та винахідник у галузі електротехніки

безшумно працює! Уся річ в обертовому магнітному полі!"

Узявши гілочку, Нікола просто на стежці накреслив шкіці. Він милував око простотою, обіцяв прірву застосувань. Електрорушії змінного струму пропонували й раніше, але з одним ланцюгом, як за сталого струму. Тесла узяв два ланцюги, у кожному з яких пульсували змінні струми однакової частоти, зсунуті один щодо одного за фазою. Породжувано магнітні вихори, що обертаються. Вони тягли за собою обмотки без контакту, передавали енергію до ланцюга ізольованого якоря силовими лініями. Колектор був непотрібний.

Два місяці Тесла був у захваті. Він не мав потреби моделювати, він будував у голові, наживо уявляючи всі типи електрорушіїв, названих згодом його ім'ям, динамо-машини, трансформатори й інші пристрої двофазної системи змінного струму, тоді багатофазного, добирав матеріали, в уяві піддавав машини випробуванням.

Завдяки рекомендації він посів місце в "Континенталь Едісон Компані", фран-

цузькій фірмі в Страсбургу, що виробляла мотори, динамо-машини й монтувала системи електроосвітлення за едісоновими патентами. В компанії він мав працювати з машинами постійного струму. Проте Тесла знайшов можливість зробити модель невеликого двофазного мотора змінного струму. Матеріали привіз колись із Парижа, розшукав заводик, який узяв замовлення на частину роботи, виготовив деталі. Динамо-машину й мотор Тесла зібрав сам.

Мер Страсбурга **Бозен** зібрав отців міста, щоб Тесла продемонстрував їм винахід. Усе працювало безвідмовно, але експертів не надихнуло. Теслу це прикро вразило, Бозен його переконував: треба показати в Парижі! Але Париж теж не "завівся". Перспективу відчув один із адміністраторів компанії **Чарлз Бечелор** і порадив Теслі їхати до Штатів і поспілкуватися з **Едісоном**.

Едісон Теслу вразив, Тесла Едісона — ні, то були різні люди, які не завжди розуміли один одного. Тесла теоретизував, мав досконалу уяву, Едісон звик до методу "втику" й був поведений на постійному струмі. Навіть згодом суперечки про переваги сталого чи змінного струмів мали гостроту релігійних конфліктів. Тож коли Тесла почав доводити, що змінний струм єдино розумний спосіб пересилання енергії на віддаль, Едісон просто розсміявся: змінний струм не має перспектив.

Проте Теслу зарахували до лабораторії "Edison Machine Works" і допустили до проектування: працював вісімнадцять годин на день, в неділю також, і знайшов спосіб поліпшити едісонові динамо-машини, підвищивши коефіцієнт корисної дії. Едісон схвалив. Двадцять чотири типи динамо-машин створив Тесла, зменшив магнітне осердя, обладнав машини автоматикою, проте не отримав жодного цента ні за винаходи, ні за наднормову працю й звільнився навесні 1885.

Та він уже мав таку репутацію, що група бізнесменів надумала створити компанію під його керівництвом. Вбачаючи шанс зреалізувати систему змінного струму, Тесла погодився. Та бізнесмени вимагали тільки економних дугових ліхтарів для ву-



Будинок, в якому народився Н. Тесла
(наразі — музей)

личного й промислового освітлення. Ліхтарі сконструйовано, виробництво поставлено, патенти отримано. Спроба самостійності закінчилася втратою місяця праці.

Рік Tesla лагодить електроапарати й копає канали. Аж раптом знайомиться з таким собі Брауном із телеграфної компанії "Вестерн Юніон". Того зацікавив змінний струм, Tesla дістав гроші, щоб почати роботу у й у квітні 1887 на П'ятій авеню неподалік компанії Едісона відкрито лабораторію електричної компанії Tesla. Знаменита вулиця стала ареною змагань постійного струму зі змінним. За спиною постійного струму стояли Едісон з електростанціями й фінансова потужність *Morgan*. За змінним — сам Tesla.

Отримавши нормальні умови праці, Tesla миттєво зробив три комплекти динамо-машин і електрорушіїв з автоматикою для одно-, дво- й трифазної систем, провів досліди з чотири- й шестифазними струмами з різними сполученнями цих систем. За кілька місяців Tesla передав двофазний мотор Корнельському університету на випробування й почав писати загальну математичну теорію електроапаратів.

Теорія вийшла універсальна, ввібравши широкий діапазон високих і низьких частот. 12 жовтня 1887, за півроку після відкриття лабораторії і п'яти з половиною років після здогадки про вихрове магнітне поле, повірені Tesla подали на всі його винаходи спільну заяву. Експерти ж зажадали поділити її на сім окремих, бо винаходи були складні й важливі.

За півроку Tesla отримав сім патентів на одно- й багатофазні мотори, трансформатори й розподільчу систему. У квітні 1888 року він отримав наступні п'ять патентів — на чотири- й трифазні трифазні системи, потім ще вісімнадцять. У травні 1888 р. його запросили до Американського інституту інженерів-електриків з лекцією про теорію й практичні застосування змінного струму.

Винаходи майже миттєво змінили світ. Едісонові системи сталого струму через складність трансформації не давали підіймати напругу вище 220 В, насправді вона вдвічі нижча й швидко спадає в мережі. Щоб компенсувати втрати, динамо-машини проектували на 120 В замість 110 В, на які було розраховано лампи. Через це на електростанції напруга підвищена, а за півмилі — вже 90 В, й лампи, й так не вельми яскраві при 110 В, при 90 В ледь жевріли. Електростанція Едісона могла працювати на район радіусом в 1 милю. Щоб освітлити місто, потрібні десятки електростанцій. Система Tesla звільнила електроенергетику від просторових пут. Пристрої змінного струму простіші й зручніші; напругу легко змінювати простими трансформаторами. Підвищуючи її до багатьох тисяч вольтів і зменшуючи силу струму, можна майже необмежено збільшувати пропускну здатність ліній. Tesla здешевив пересилання енергії на великі віддалі. Можна будувати електростанції біля шахт чи на річках і звідти передавати енергію до споживачів.

Tesla, переймаючись експериментами й дослідженнями, не надавав значення комерційній стороні винаходів. Він знав:

організаційні справи змусять відкласти дослідження. Вибрав, що було до душі: досліди, пошуки — поки фінансують.

Джордж Вестингауз, власник піттсбургської фірми "Вестингауз Електрик", винахідник знаменитого гальма й безлічі електричних пристроїв, не пов'язаний з постійним струмом, як Едісон, розібрався, на що здібний струм змінний. Зайшовши до Tesla, Вестингауз одразу запропонував за патенти мільйон готівкою плюс патентні відрахування. Tesla погодився: долар з кінської сили. За кілька днів дістав чек і контракт. У цій угоді віддзеркалено дві унікальні натури, особистості, обдаровані талантом передбачення, які широ повірили одне одному. Винагорода була небагата: Вестингауз купив сорок винаходів по 25 тисяч доларів за кожний і запросив Tesla до Піттсбурга на рік консультувати впровадження винаходів у виробництво. А що й сам Tesla займався тими речами, він погодився подарувати Вестингаузу рік.

Але в Піттсбургу Tesla вже мав справу не з Вестингаузом, а з його інженерами, які мали свої задачі, уявлення й норми, що вважали непорушними. Tesla твердив, що найвигідніша частота 60 циклів за секунду, інженери ж звикли до 133 циклів і теорії Tesla вірити не бажали.

І Tesla вертає до Нью-Йорка, нехтуючи 24 тисячами на рік і досконалою лабораторією. Він згодом радів, що Піттсбург проектування за його ідеями не припинив, а частоту 60 прийнято в США за стандарт, та в Нью-Йорку він знову був вільний. За чотири роки він подав сорок п'ять заявок і на всі отримав патенти.

Дві лабораторії на П'ятій авеню сипали винаходами, що вражали світ.

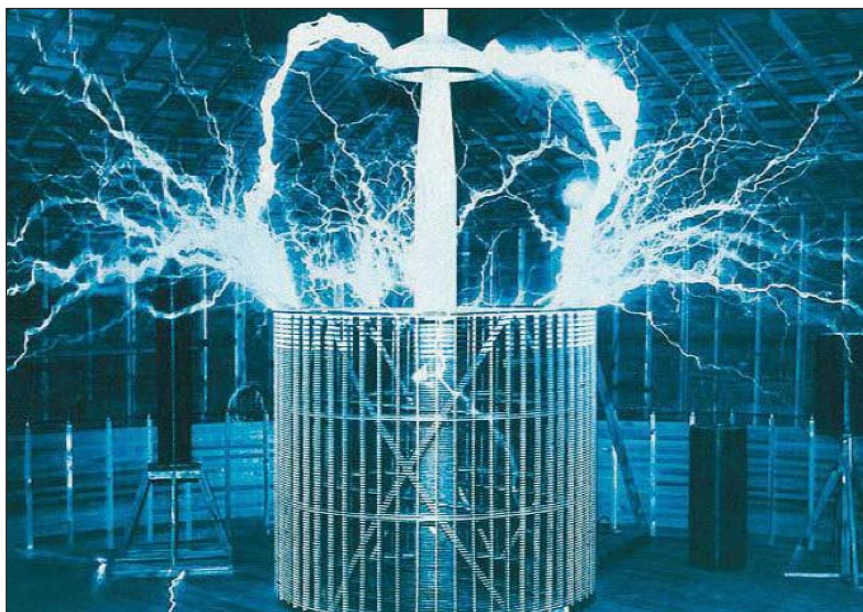
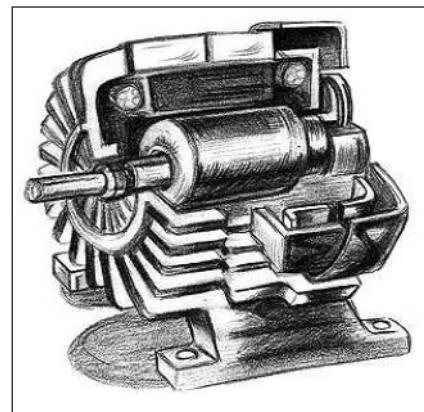
Вестингауз, впроваджуючи винаходи Tesla, переводив американську енергетику на електрику, що вимагало грубих грошей. Наміри Вестингауза збіглися з депресією, і компанія опинилася в лещатах негарздів. Фінансисти вимагали, щоб Вестингауз відмовився від частини проектів і зобов'язав, що шкодили "санациї" фірми. Передовсім від сплати Tesla долара з кінської сили. Довелося йти на перемови з Tesloю. "Пане Вестингаузе, — сказав Tesla. — Ви стали

моїм другом, ви повірили в мене. Вигоди, що дасть людям багатофазна система, важливіші за гроші. Хай ваша компанія існує й надалі! Ось ваш примірник контракту, ось мій — я шматую їх, не турбуйтеся про відрахування."

Шляхетність Tesla врятувала фірму. Вона перетворилася на "Вестингауз електрик & мануфакчуринг компані" й визначила перехід енергетики США на змінний струм. Історія не знає ьшого такого взаєморозуміння й безкорисливості!

Полишивши 1889 р. завод Вестингауза в Піттсбургу, Tesla занурився в нові досліди. Змінний струм малої частоти був тільки одним із сигналів таємного світу. Tesla замріявся на досліди в найширшому діапазоні електричних коливань, від промислових частот до світлових. Якщо одна з низьких частот породила вихрове магнітне поле й багатофазну систему змінних струмів, чого слід чекати від усього спектра? Tesla вже уявляв генератор усіх частот, мріяв вивчити їхню природу.

Створюючи багатофазну систему, Tesla дослідив широку ділянку частот і завважив, що з ростом частоти приладдя легшає, менше потребує металу, й вирішив дослідити частоти, для яких можна обійтися взагалі без металу в магнітному ланцюгу. В цьому його переконали результати *Максвелла* й досліди *Герца* з метровими радіохвилями. Tesla відчув, що, збільшуючи частоту до світлового діапазону, він отримує світло способом, набагато ефективні-



шим, ніж у лампах розжарення, де видимі промені містяться в теплових.

І він зробив багатополісний динамомашину змінного струму. 384-полісна машина давала частоту до 10 кГц, за якої електроенергію пересилано на великі віддалі краще, ніж за 60 Гц. Ці струми складно трансформувати, та він упорався і з цим: зробив високочастотні трансформатори без залізних осердь, тільки з “повітряними”, що мали лише концентричні первинну й вторинну обмотки. Їх назвали “катушками Тесли”. В них збуджували коливання з частотою 150 кГц і напругою 7 млн Вольт, що пробивали повітряний проміжок завширшки два дюйми. Тесла винайшов для високовольних пристроїв надійну ізоляцію, що стала загальнозживаною.



“Катушки”
Тесли

Рівночасно він розробив високочастотний генератор без обертових частин, зі зворотно-поступальним рухом поршня, що рухався парою чи стисненим повітрям. Ця машина давала струм з нереальною для звичайних генераторів стабільною частотою 20 кГц, вона надихнула Теслу на нові досліди, а також на ідею електрогодинника, яку він, утім, ні розвинув, ні запатентував, вважаючи за побічну дрібницю.

Велетенські напруги за високих частот Тесла зумів отримати, доводячи електроколивання до резонансів, добираючи значення основних параметрів контура, місткості й індуктивності. За кілька років Тесла розповів: “Перше, що вимагало відповіді — чи можна отримати власне резонансний ефект. Теорія й експеримент свідчили, що ні: зі збільшенням амплітуд втрати в коливних тілах і в довкіллі різко зростають і гасять коливання, які інакше зростали б до нескінченності”. Йдеться не просто про зниження втрат у ланцюгу, а про те, що Тесла вчасно згадав напівзабуте відкриття

Кельвіна. Ще 1856 р. Кельвін довів, що під час розряду конденсатора електрика не просто стікає з пластини на пластину, доки не зникне різниця потенціалів, а певний час коливається між пластин, енергія переходить у теплову, розсіюється. І частота цього зворотно-поступального руху зарядів становить сотні мегагерц. Розроблені Теслою 1890 р. способи налагодження електричних ланцюгів стали передумовою створення бездротового телеграфу й сучасного радіо.

Точно налагоджені електричні контури відкрили нові обшири й світ почув про Теслу, захопився ним. 1892 р. європейські вчені умовили Теслу на кілька лекцій. Він погодився, щоб побачитися на батьківщині з матір'ю. Виступав зазвичай години дві-три, дослідів безліч, суцільний потік вражень, небачені прилади, пристрої, придумані і зроблені самим Теслою. Кожна лекція була науковою подією.

У лекціях “Експерименти зі змінними струмами високого потенціалу й високої частоти” Тесла описав винаходи, що майже століття потому входять у життя, а деякі з них, наприклад, лампи розжарення з одним живильним дротом, ще чекають своєї черги. На лекціях Тесла показував електромотори, до яких струм подавано теж одним дротом, цілком “бездротові” світні лампи й трубки. А найголовніший експонат — чутлива електронна лампа. Винахідник пророчив, що вона зможе приймати бездротові телеграфні повідомлення через Атлантику.

Публічну демонстрацію багатофазної системи змінного струму зроблено на Всесвітній виставці в Чикаго 1893 р. з нагоди 400-річчя відкриття Америки. То була перша Всесвітня виставка з електричним освітленням, і дизайнери скористалися новими можливостями для створення ілюмінації. Постащення освітлювального устаткування й енергопостачання виставки взяла на себе компанія Вестингауза, показавши широкі можливості системи Тесли. Мав Тесла й власні стенди. Один із експонатів — вихрове металеве яйце. Воно лежало на невеликому крузі, вкритому оксамитом; Тесла клацав вимикачем, яйце ставало “на попа”, на гостріший кінець, і стрімко оберталося. Показували скляні трубки Тесли, ні до чого не підключені, що раптом засвічувалися “чарівним” способом.

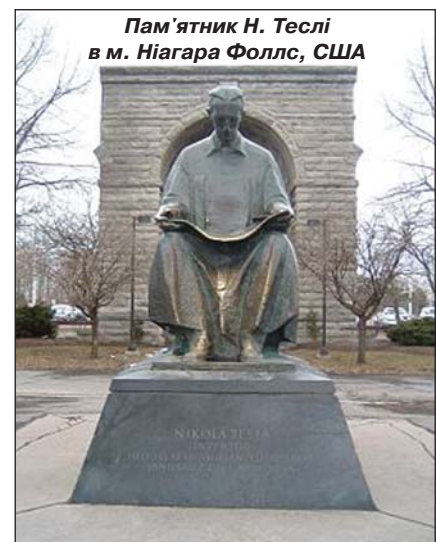
Та родзинкою був струм напругою

мільйон вольт, що Тесла сміливо пускав крізь себе. Вісім років перед тим Едісон оголосив високовольний змінний струм смертельним, тепер настав момент істини й перемоги Тесли.

Грандіозним його досягненням стало приборкання Ніагарських водоспадів. Їхній енергетичний потенціал становить від 4 до 9 млн. кінських сил, і спочатку його планували використовувати механічно просто на місці з допомогою водяних коліс. Проте незабаром зрозуміли, що набагато доцільніше перетворювати енергію на електрику динамо-машинами, що крутять водяні колеса, й розподіляти серед прилеглих районів. Вона була потрібна великому промислому місту Баффало за 22 милі від водоспадів, її можна було пересилати навіть до Нью-Йорка. Займалася цим “Катаракт Констракшен Компані”, її президент **Едвард Дин Адамс** організував Міжнародну Ніагарську комісію під керівництвом знаменитого Кельвіна, яка мала вибрати найкращий проект. Для перемоги встановили нагороду 8 тис. доларів.

Компанія Вестингауза запропонувала Адамсові двофазну систему Тесли, компанія “Дженерал Електрик” — трифазну. У жовтні 1893 р. Адамс оголосив, що будуватиме електростанцію Вестингауз, а лінію передачі до Баффало — “Дженерал електрик”. Передбачали трансформувати двофазний струм генераторів на трифазний для пересилання. Це також свідчило про гнучкість багатофазної системи. Щодо Кельвіна, то він змінив свою думку про змінний струм.

1895 р. було збудовано електростанцію потужністю 15 тис. к. с. — небаченою на ті часи. 1896 р. була готова лінія електропередавання й енергія, отримана з Ніагарських водоспадів, почала живити промислові агрегати Баффало. Успіх був такий, що компанія Вестингауза встановила на водоспадах сім генераторів, довівши загальну потужність до 50 тис. к. с. Другу електростанцію, теж на змінному струмі, збудувала згодом “Дженерал Електрик”. Незабаром досвід Ніагари спричинив створення аналогічних систем у Нью-Йорку для підземки, трамваю, залізниць. Сьогодні електростанції Ніагарських водоспадів, що використовують системи Тесли, з'єднано з енергомережею Нью-Йорка.



Пам'ятник Н. Теслі
в м. Ніагара Фоллс, США



Досліди з радіохвилями Tesla почав 1889 р. і незабаром винайшов електронну лампу. 1892 р. він уже показав її на лекціях у Лондоні й Парижі. Повернувшись у березні 1893 р. з Європи, Tesla поринув у досліди з бездротовими системами. Опрацьовуючи резонансний контур, він зібрав понад сто різних коливних контурів, безліч вібраторів, конденсаторів і котушок. Він довів, що може змусити ту чи іншу котушку вибірково реагувати на певну довжину хвилі, випроміненої осцилятором, у той час, як інші котушки будуть “мовчати”, й що налаштовані електричні котушки, подібно до струн, вібрують у відповідь не тільки на основну ноту, а й на численні гармоніки. Цю властивість можна було використовувати в приймальних і пересильних антенах, хоча вона й заважала налаштуванню котушок.

Електрони ще не було відкрито, а Tesla вже описав їхню природу, таку чутливу, що дюймовий магніт відхилив електронний пучок на віддаль до шести футів.

На тій же лекції 1892 р. Tesla показав слухачам лампи, що світили без дротів, що підводять струм, (“бездротове світло”), і мотор, що працював без підведення енергії (“бездротова енергія”). Ось тогочасні слова Tesla: “... про ідею, що постійно займає мої думки й стосується нас усіх. Я маю на увазі пересилання сигналів, а може бути, навіть енергії на будь-яку віддаль без дротів. Я все більше переконуюся в здійсненності цих ідей... Справді, що цьому заважає? Ми знаємо, що електричні коливання можна пересилати одним дротом. Чому не скористатися для цього Землею? Віддаль не має нас лякати. Надважливо з'ясувати, яка електрична місткість земної кулі, яким може бути її заряд. Хоч ми не маємо доказів існування заряджених тіл у просторі без розташованих поряд інших тіл, заряджених протилежно, усе ж дуже ймовірно, що Земля саме таке тіло. Якби вона за давніх часів не виокремилася з більшої маси, вона мала зберегти свій заряд. Якщо ми встановимо період коливаний земного заряду протилежно зарядженим ланцюгом, то буде на добро всьому людству. Я сподіюся визначи-

ти цей період електричним осцилятором чи джерелом змінного струму. Один полюс джерела з'єднаю з землею, інший — з ізолюваним великим тілом. Може, протилежний заряд мають верхні шари атмосфери чи світовий простір, разом із Землею утворюючи конденсатор великої місткості. В цьому разі частота коливаний мала й для досліду згодиться потужна динамо-машина змінного струму. Змінюючи частоту струму й спостерігаючи за потенціалом ізолюваного тіла й збуренням у різних місцях земної поверхні, можна визначити резонанс. Якщо частота буде надто висока й динамо-машина не справляє, збудуємо спеціальний електричний осцилятор. Хоч би як було, реальні такі електричні збурення, щоб зафіксувати їх будь-де на Землі”. Згодом він сказав: “Якби поталанило потужною апаратурою збудити швидкі зміни земного потенціалу, то заземлений дріт, піднятий на певну висоту, перетинав би струм, який можна було б послити, приєднавши вільний кінець дроту до спеціального тіла... Цей дослід найлегше здійснити на судні у відкритому морі. Якщо й не поталанить переслати енергію, то переслати сигнали — поза всяким сумнівом”.

Коротко кажучи, Tesla описав антену, заземлення, ланцюг зі змінними індуктивністю й місткістю, висильну й приймальну установки, налаштовані в резонанс, і, зрештою, електронно-лампові детектори. Інші винахідники бездротового зв'язку не уявляли, що хвилі можуть мати різну довжину, й прагнули освоїти лише спосіб пересилання сигналів; ніхто не думав про радіомовні системи, описані Теслою 1893 р.

У липні 1894 р. в інтерв'ю журналу “Ворлд” Tesla заявив: “Ви вважаєте мене мрійником, та я впевнений у можливості пересилання бездротових повідомлень по всій земній кулі. У такий самий спосіб можна буде пересилати й електроенергію”.

Протягом зими він спроектував і побудував висильну й приймальну станції: вони вже працювали на невеликих віддальх, у лабораторії й у місті. Вирішальний дослід, що, можливо, дав би Теслі пріоритет винаходу радіо, було заплановано на весну 1895 року, та 13 березня будівля лабораторії Tesla згоріла. Згоріли прилади, устаткування, головне — записи й щоденники винахідника. Близько року забрало йому обладнання нової лабораторії. Tesla не мав часу на технічну розробку, впровадження й комерційне використання винаходів. Ідеї було забагато. Досліджуючи котушки, він варіював їхні розміри, форму, конструкцію, від звичайних циліндричних до конічних і навіть плоских, і знайшов цілі поклади невідомих цікавих ефектів.

Ідея електричного резонансу належить Кельвіну й природна для змінних струмів. Але Tesla з малозрозумілої математичної структури витворив дивовижну фізичну реальність, практично здійснен резонанс, добравши узгоджені місткості й індуктивності, винайшов спосіб посилення резонансу індуктивним з'єднанням налаштованих ланцюгів і отримав резонанс ланцюга, налаштованого на чверть довжини хвилі джерела струму.

Це було просто геніально! Якщо взяти чвертьхвильову котушку в резонансі, один кінець дроту залишиться електронейтральним, інший же сипатиме зливу мільйонвольтних розрядів. Чвертьхвильова котушка є електричним аналогом звичайного годинникового маятника. Нині електричний маятник сприймається як щось три-



вільне, та придумати його міг лише потужний науковий інтелект.

Високовольтна котушка з одним нейтральним кінцем розв'язала багато проблем. Зокрема, Теслі довго не таланило знайти спосіб ізоляції високовольтної вторинної обмотки трансформатора від первинної низьковольтної. Знявши напругу з одного кінця вторинної обмотки, Тесла міг приєднати його просто до кінця первинної чи заземлити, коли інший вергав блискавки.

Тесла виявив, що, якщо зарядити одну з котушок, розраховану на певну довжину хвилі, з нею взаємодіють, розсіпаючи іскри, інші, настроєні на ту саму хвилю чи на одну з гармонік. Це унаочило пересилання енергії на віддаль. Тесла влаштував демонстрацію. Під стелею лабораторії вздовж усіх стін натягли на ізоляторах дрот і приєднали його до одного з вібраторів, приготували дві скляні трубки завдовжки близько трьох футів і завтовшки півдюйма, трохи видалили з них повітря й герметизували. Вікна завішено, світло вимкнено. За сигналом Тесли увімкнено вібратор. Приміщення залило блакитнуватою сивою. Тесла, мов маг, вимахував променями скляними трубками, що ні до чого не були підімкнені, наче вони не діставали жодного живлення ззовні.

Це сталося 1890 р. Коли Тесла перейнявся новими джерелами світла, він вирішив за взірцем узяти Сонце. Ідея полягала в удосконаленні технології природи, розкидаючи молекули електрикою. Полум'я, що струмувало з його високовольтних котушок, гадав Тесла, пов'язано з молекулярними коливаннями повітря. Себто, маючи газ в обмеженому об'ємі й надавши його молекулам коливного руху електрикою, можна дістати "холодне" світло.

Стимулюючи електрикою газові молекули, Тесла отримав чотири типи електричних ламп; трубки, де випромінювало тверде тіло, люмінесцентні речовини, розріджені гази, гази під атмосферним тиском. Пускаючи високочастотні струми крізь гази за різних тисків, Тесла дістав світлові ефекти, які перевершили все відоме перед тим. Варіюючи склад газової суміші в трубках, він змінював колір і яскравість світла й дійшов думки, що не вся енергія висвічується видимою частиною спектру.

Ці досліді 1889 р. заклали підвалини флюоресцентного освітлення (ультрафіолетових та інфрачервоних променів, перетворених на видиме світло), винайдення якого датують чи не півстоліттям потому. Тесла перший виготовив неонові світні трубки, до того ж у формі літер і різних символів.

Досліді Тесли з лампами-трубками з аксіоно натягненим дротом і вакуумованими трубками показали, що газ пропускає високочастотний струм краще за метал. Цей факт став базовим для багатьох ефектних дослідів, що, здавалося, суперечили основним законам електрики. Один з найдивовижніших на ті часи: довгу скляну трубку, з якої частково вибирали повітря й герметизували, засовували до довшої мідної трубки, в стінці якої вирізали отвір, щоб було видно скляну. Потім мідну вмикали у високочастотний ланцюг. Скляна трубка відразу ж "засвічувалася", а мідною

струм не йшов: він ішов склом і розрідженим газом. "Газ є провідник, здатний пропускати електричні імпульси будь-якої частоти, — говорив Тесла. — Якщо частоту промислового струму підвищити належною мірою, дістанемо своєрідну електро-розподільчу мережу. За ізолятори правили металеві труби, за провідник — газ, що живив би електроенергією фосфоресцентні трубки, що світяться, й інші прилади".

1914 р. Тесла запропонував систему освітлення, для якої вся земна куля разом з атмосферою мала стати однією велетенською лампою. Що вище над землею, тим повітря розрідженіше, тим краще проводить електрику високих частот, як у вакуумованих трубках. Наприклад, північне сьйво. Отже, варто лише пустити верхніми шарами атмосфери електричний струм



належної сили й частоти. Правильність цих припущень підтверджено нині, коли на великих висотах в літаках стали відмовляти високовольтні системи запалювання й погіршилося іскротворення електродами свічок, а довкола струмовідних дротів з'явилася корона, що свідчить про виток струму.

Як пустити високочастотний струм горішніми шарами атмосфери, Тесла не пояснив. Твердив лише, що не бачить жодних практичних ускладнень.

Ідею перетворити земну кулю на велетенський світильник Тесла пригадав згодом у 1920-і роки. Проте він уже не мав засобів для дослідів і утримався від подальших пояснень, хоча й привернув увагу до того, що Земля й верхні шари атмосфери як добрі провідники спільно з приземним шаром повітря у ролі ізолятора є конденсатором. Отже, періодично заряджаючи й розряджаючи Землю, в стратосфері можна генерувати електричні струми, які змусять повітря світитися.

Едисон довів до практики електричну лампочку з ниткою розжарення. Тесла ж винайшов лампу розжарення з вугільним електродом, що дає двадцятьеро більше світла за тієї самої витрати енергії.

Вперше про лампу з вугільним електродом Тесла повідомив членів Американ-

ського інституту інженерів у Нью-Йорку в травні 1891 р. У центрі сферичної вакуумованої скляної посудини на кінці дроту закріплено кульку з вогнетривкого матеріалу. Дріт з'єднано з джерелом високочастотного струму. З увімкненням струму молекули повітря, торкнувшись кульки, заряджалися й з великою швидкістю відштовхувалися до скляної стінки, де втрачали заряд і знову спрямовувалися до центра колби, вдаряючи кульку. Через такі незліченні зіткнення кулька розжарювалася й починала світитися. Температури отримували надвисокі, цирконій (найтугоплавкіший матеріал тих часів) плавився миттєво, випаровувалися кульки рубінів і діамантів. Винаходячи лампу, Тесла не дбав спеціально про високотемпературне плавлення, проте, як завжди, довів досліди до екстремальних параметрів. За його спостереженнями, найпотужніші струми витримував карбід кремнію, до того ж не залишаючи осаду на стінках лампи.

Лампа Тесли справді нагадувала маленьке Сонце: тугоплавка кулька була ядром, газ довкільля правив за фотосферу. Можна уявити, яку насолоду отримував він, запалюючи те сонце! Тримаючись рукою за вивід високочастотного трансформатора, пускаючи струм крізь себе, він підіймав другою рукою скляну лампу, що сліпуче світилася, й стояв посеред лабораторії як статуя Свободи.

Він розумів, які перспективи обіцяє цей ефект. Кожний наплив електричних хвиль, що здійснювалися в розпеченій кульці, породжував бурхливу зливу частинок, що розліталися з неймовірною швидкістю. В лампі вони досягали скляної стінки й відбивалися назад. Сонце, міркував Тесла, теж розпечене тіло, що несе великий електричний заряд, воно випромінює зливи з крихітних часток колосальної енергії. Але ні в Сонця, ні в інших зірок немає скляних ковпаків, тому часточки летять у навколишній простір і постійно бомбардують Землю... Матеріали його дослідів щодо космічних частинок не збереглися, але є публікація, що він їх справді знайшов, виміряв їхню енергію і виявив, що вони рухаються з колосальними швидкостями, обумовленими електричним потенціалом Сонця — багатьма сотнями мільйонів вольт.

Лампа Тесли стала прашуром циклотрона — пристрою для розгону заряджених частинок магнітним полем. Речовини, що не плавилася в тодішніх лабораторних печах, легко розпорозувалися на атоми в лампі-дезінтеграторі Тесли. Утворився наче тривимірний мікроскоп, що руйнував речовину зарядженими частинками й робив майже те саме, що нині важкі установки для розщеплення атомів. Вона була ефективна й водночас проста, легка, бо матеріал, що руйнувався, сам поставляв частинки для дезінтеграції.

Ще один сучасний винахід, попередником якого є молекулярна лампа Тесли, — точковий електронний мікроскоп. Він збільшує в 10-20 разів сильніше, ніж найкращі електронні мікроскопи традиційного типу, які у 50 разів потужніші за оптичні. В точковому електронному мікроскопі заряджені частинки вилітають ідеально прямими траєкторіями з малюсінкової ак-



тивної цятки на зразку, що розглядається і який перебуває під високою напругою, маюючи на сферичній поверхні скляної кулі структуру тієї мікроскопічної ділянки, звідки вони вилетіли. Ступінь збільшення обмежено головню розмірами скляної сфери: що більше її діаметр, то більше зображення. А що електрони істотно “дрібніші” за світлові хвилі, вони дозволяють побачити об’єкти, неприступні світловим променям.

Визнати заслуги Tesli у винаході електронного мікроскопа є шляхетним обов’язком. Те, що він не знав про ще невідкритий електрон, жодним чином не применшує його надзвичайної продуктивності.

Газові лампи випромінювали і видимі, й невидимі (ультрафіолетові) промені: “чорне” світло. Якщо при зміні фосфоресцентних речовин зростало одне, інше спадало, але сумарна інтенсивність приблизно зберігалася. Деяку розбалансованість списували на теплові втрати.

1892 р. Tesla виявив у молекулярній лампі з кулькою-електродом третє випромінювання “спеціального роду”, що залишало тіні на фотопластинках, які зберігали в металевих контейнерах. Цими променями Tesla негайно відтворив досліди *Рентгена*, коли той оголосив у грудні 1895 року про відкриття ікс-променів. Результати були дуже схожі, хоча й отримані за інших обставин. Tesla й у цьому разі не подбав про пріоритет, не заявив жодних претензій. Він просто продовжував дослід. І доки інші повторювали за Рентгеном, підносячи просвічувані предмети безпосередньо до трубок, Tesla вже дістав X-променеграми, зокрема, черепа на віддалі сорока футів від трубки.

Отже, як багато результатів за два роки! Тут електровакуумна лампа й лампа розжарення високої ефективності, високочастотні й високовольні струми, супутня апаратура, крім того, космічні промені, штучна радіоактивність, дезінтегровальний промінь заряджених частинок чи руйнівальник атомів, електронний мікроскоп і “промені спеціального роду”. Чотири явища з цих п’яти було потім перевідкрито, дехто дістав Нобелівські премії. Ім’я Tesli вже при цьому не згадували.

Досліджуючи механічні коливання, Tesla мав наміри заснувати нову науку, телегеодинаміку. Наприкінці 1930-х, напередодні другої світової, він проголосив, що телегеодинаміка дозволить виявляти ворожі підводні човни й інші судна, навіть якщо вони стоять на якорі з вимкненими моторами, а геологам ця наука допоможе визначити будову Землі на великих глибинах і знаходити корисні копалини. Тепер це пророкування цілком виправдалося. Сам Tesla згодом пропонував назвати цю нову галузь “телеавтоматика”. Щоб надати автоматів якоїсь індивідуальної сутності, говорив Tesla, його слід налаштувати на радіохвилі певної частоти зі станції керування. Інші автомати не реагуватимуть на ці сигнали. Tesla наголошував, що наявні автомати мають “чужий” розум, оператора, що посилає їм накази. Tesla мав намір зробити автомат, що має “власний” розум, який, навіть кинутий напризволяще, зможе реагувати на зовнішні впливи як розумна істота. Він зможе йти певним курсом чи виконувати вказівки, аналізувати, що слід і чого не слід робити, набувати досвід, нагромаджувати досвід, що впливатиме на його подальшу поведінку.

Ще студентом Tesla винайшов літальний апарат, зовсім несхожий на відомі. Засади були реальні, проте здійснити проєкт не поталанило: не було рушія з потрібною питомою потужністю. Згодом він розв’язав цю проблему й конструював кораблі, що не мали несних поверхонь, елеронів, пропелерів, інших зовнішніх елементів і які, маючи неймовірні швидкості, стануть, можливо, вагомим аргументом на користь миру. Машину тримають у повітрі й рухають власне реактивні сили, а керувати можна по радіо. Маючи потрібне устаткування, її можна підіймати в повітря й опускати в будь-якій точці, хоч за кілька тисяч миль. Tesla описав радіокеровану ракету, винахід, повторений під час другої світової. Секрет ракети Tesli вмер із винахідником. Прагнучи зберегти таємниці, він не довіряв найважливіші думки паперу, покладаючися на пам’ять.

Слухачі й експерти неспроможні були усвідомити значення великих винаходів Tesli — бездротового зв’язку й телекерування, проте створення автоматів чи роботів не пройшло повз увагу винахідників. Пізніше американський інженер *Джон Гейс Гаммонд-молодший* сконструював “електричного собаку” на колесах, що бігав за господарем, як живий. Його рухав електромотор, керований світловим променем через селенові елементи. Гаммонд збудував яхту, що плавала без команди. Радіосигналами він пускав її в море з бостонського порту й завертав назад. До кінця першої світової з’явився безпілотний літак. Насправді, всі сучасні системи керування є нащадки роботів Tesli.

У травні 1899 р. Tesla заходився біля дослідів із заміни багатофазної системи досконалішою, аби працювати з мільйонами вольтів. Tesla виявив передовсім, що Земля має надзвичайно високий потенціал і, крім того, має якийсь незвичайний механізм його утримання. Виникли незаперечні докази існування стоячих хвиль. Стала очевидною важливість цього для пересилання енергії. Можна було не лише пересилати телеграфні повідомлення без дротів, але й надати людському голосу здатності лунати над усією планетою. Мало того: майже без втрат, на будь-які віддалі можна переслати необмежені обсяги енергії. Tesli вже в ранніх дослідах поталанило генерувати надвисокі напруги, збуджуючи електричний резонанс у налаштованих на певну частоту ланцюгах. Тепер він виявив, що це можна зробити з усією земною кулею, розглядаючи її як коливний контур. Якщо змусити Землю електрично вібрувати, то будь-яку точку її поверхні буде забезпечено енергією. Її можна буде ловити простими пристроями на кшталт коливних контурів радіоприймачів, заземленими й забезпеченими порівняно малими антенами заввишки з сільський будиночок. Ця енергія обігріватиме будинки й освітлюватиме їх трубчастими лампами Tesli, що не потребують дротів.

Від осені 1899 р. Tesla мав перейти до глобальних масштабів енергорозподілу. Задум був глобальний: енерговисильна станція з тисячами працівників, висилання на всіх частотах, цілковита монополія радіомовлення. Енерговисильні установки біля Ніагарського водоспаду.

Першу електростанцію потужністю в мільйони к. с. мали збудувати раніше, ніж за рік. Вона мала сприяти Tesli розв’язати багато кардинальних проблем: створення заводської системи телеграфного зв’язку; універсальний розподіл суспільно-політичних новин телеграфом і телефоном; світова система пересилання приватних повідомлень; глобальна система пересилання музики; повсюдний вимір часу астрономічно точними годинниками, що не потребують обслуги; факсимільне пересилання писаних чи друкованих текстів, чеків, листів і т. ін.; універсальна навігаційна система для морських суден (визначення курсу без компаса, положення будь-якого судна й т. ін.); відтворення в будь-якій точці земної кулі фотографій, малюнків і звукозапису. Отже, ще на зламі століть було накреслено всеосяжну програму радіо, та через брак потрібних засобів цю програму не було здійснено.

Tesla повертається до іншої своєї ідеї — турбіни, що за своїми розрахунковими параметрами в кілька разів перевершувала сучасні парові поршневі машини, що працювали з часів *Ватта* й *Ньюкомена*. Tesla ж придумав турбіну нового типу, де замість пари працює стиснене повітря, даючи швидкість до 20 тис. обертів за хвилину. Tesla планував брати за паливе нафту. Тоді відпадала потреба в котлах для вироблення пари. Якби він довів до кінця свій проєкт, то саме вона витіснила б неефективні поршневі машини кінця століття. Проте за роки, що він займався струмами високої частоти, набули поширення парові турбіни інших конструкцій, з

роторами й лопатями. Ці турбіни були складніші за машину Тесли, та їх було вже впроваджено. Всі турбіни Тесли, що дійшли до випробувань, були одноступеневі й використовували лише третину енергії пари. Задумано ж їх було щонайменше для двоступеневого процесу. Навіть другий ступінь збільшив би потужність турбіни вдвічі чи втричі. Але інженери Едісона, де він проводив досліди, в цьому не розібралися чи не захотіли. Та саме його одноступенева турбіна, майже в початковому вигляді, в якому її було випробувано 1910 р., стала взірцем тієї, що її 25 років потому було встановлено на Вотерсайдській станції.

1933 р. Тесла повідомив, що відкрив джерело енергії, порівняно з яким надпотужні турбогенератори просто жалюгідні пігмеї. Є неспростовні свідчення, що Тесла розробляв систему сталих струмів високої напруги для пересилання електроенергії на великі відстані. Спосіб отримати сталі струми високої напруги не було, саме тому основою енергетики стала система багатофазних змінних струмів Тесли. Але постійний струм високої напруги дозволив би знизити втрати енергії. Тесла винайшов не лише таку систему, але й генератор постійного струму високої напруги, й новий тип рушія постійного струму, що працює без колектора. Він хотів пов'язати систему постійного струму з системою бездротового пересилання енергії на змінному струмі. 1933 р. він заявив, що систему постійного струму можна застосувати, якщо розв'язати деякі проблеми з ізоляцією лінії пересилання.

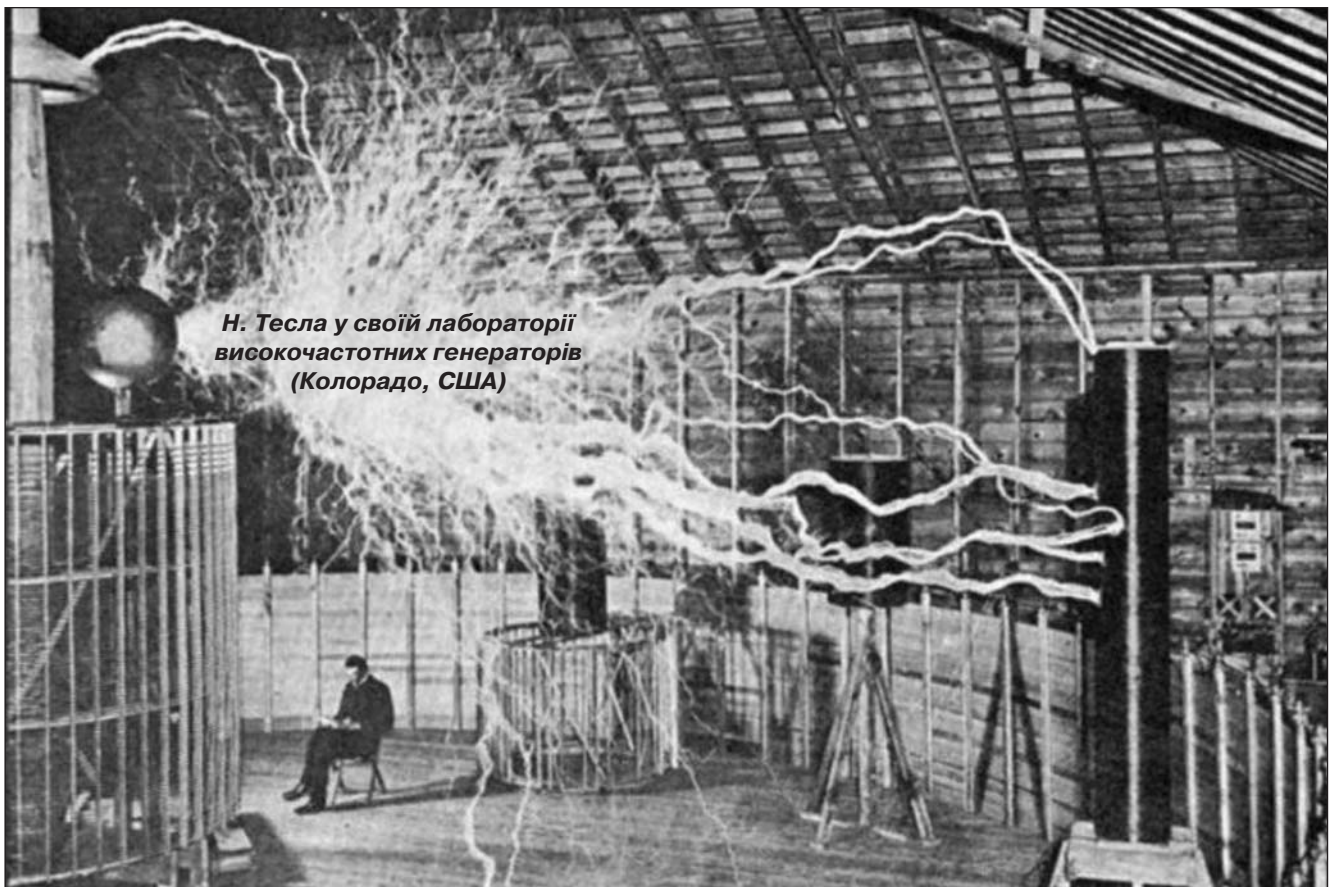
1938 р. Тесла ознайомив суспільство з методом міжпланетних комунікацій, яким можна пересилати не тільки слабкі сигнали, а й потужні потоки енергії. Він заявив, що може створити ефект, який буде видно в темній частині молодика без телескопа, бо це буде щось подібне до розпеченої цятки, що яскравістю не поступиться зорі. В цій системі він передбачав використовувати напругу 50 млн. вольт.

Працюючи зі струмами високої частоти й напруги, Тесла замислився над загальною проблемою матерії та енергії. І виявив новий фізичний принцип, на підставі якого згодом висунув свою теорію гравітації, назвавши її динамічною. Проте не згадував про неї майже до кінця життя. Про причину стриманості здогадатися нескладно, бо за життя Тесли було створено теорію відносності, відкрито будову атома й взаємне перетворення матерії й енергії. Тесла ж вважав свою теорію такою, що суперечить цим відкриттям.

Він постійно нападав на теорію відносності, глузував з тих, хто вірив, що енергію можна отримувати з матерії, і через це сам виявився відлученим від тодішньої фізики. Природно, що погляди Тесли не суперечать теорії відносності! Твердження Тесли, що матерія не має енергії крім тієї, що береться з довілля, цілком узгоджується з тим, що маса може перетворюватися на енергію, з якої вона складається, бо коли це відбувається, маса просто “вертається” в довілля, з якого її було колись “узато”.

1912 р. Шведська академія повідомила, що кандидатами на Нобелівську премію з фізики висунуто Ніколу Теслу й Томаса А. Едісона. Проте премію так і не було їм присуджено, її отримав шведський учений *Нільс Дален*. Багато чого лишилося невідомим. Відомо лише, що Тесла відмовився прийняти премію, хоча мав велику потребу в грошах. Він вважав, що винахідники є двох типів — творці корисного устаткування й відкривачі нових наукових засад. Себе він бачив між других, Едісона — між перших, і був певний, що їх не можна ставити поряд, бо це нівелює засадничу різницю. Мабуть, на Теслу вплинуло й те, що трьома роками перед тим Нобелівську премію присудили *Марконі*. Визнати першість Марконі, а потім поділити премію з Едісоном! З такою оцінкою він не погоджувався.

Теслу було обрано до багатьох наукових товариств, він був членом Американської та Сербської академії наук, почесним доктором низки університетів та інститутів Європи. Ювілеї Тесли широко відзначали за його життя, й нині його не забуто й ніколи не буде забуто. На урочистостях, присвячених його пам'яті, виступали найвидатніші вчені, серед них *Нільс Бор*; ім'я Тесли вибито на фасаді Страсбурзького фізичного інституту поряд з іменами Лапласа, Планка, Айнштайна, Бора, Резерфорда. *Айніштайн*, що мало кого вітав, писав Теслі у червні 1931 року: “Вельмишановний пане Тесло! Я з радістю довідався, що Ви святкуєте своє 75-річчя і що Ви, як плідний піонер в ділянці струмів високої частоти, змогли досягти настільки дивовижних результатів у цій галузі техніки. Поздоровляю Вас з величезним успіхом праці всього Вашого життя”. Триває вивчення діяльності Тесли, видають його праці. “*Теслою*” названо одиницю магнітної індукції Міжнародної системи одиниць. Приклад науковця та мислителя, однаково задивленого у світ навколо себе та у світ у собі, вільного у творчості, але й відповідального у творенні, стає все актуальнішим для майбутнього людства.



*Н. Тесла у своїй лабораторії
високочастотних генераторів
(Колорадо, США)*