

ДЖОРДЖ ГАБРІЕЛЬ СТОКС. ДО 190-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ

М.О. ХАРИТОНОВА, І.Д. ЄВДОКИМЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

Вивчення творчих біографій видатних вчених є невід'ємною складовою історико-наукових досліджень. Цю статтю присвячено життю та науковій діяльності видатного вченого Джорджа Габріеля Стокса, якому у 2009 році виповниться 190 років з дня народження. Наукова діяльність вченого суттєво впливала на розвиток природознавства у XIX ст., а отримані ним результати закладені в основу багатьох розділів фізики та математики

Об'єкти та методи дослідження

У вітчизняній літературі [1] розглядалась наукова діяльність Дж.Стокса в галузі математичної теорії дифракції. У джерелах [2] та [3] наведені біографічні відомості та спогади про вченого його друзів. Статтю Скотта Барра [4] присвячено аналізу досягнень Дж.Стокса в прикладній та теоретичній оптиці. Залишаються нерозглянутими дослідження вченого в хімії та біології.

Постановка завдання

Мета статті – провести узагальнення відомостей про факти з біографії Дж.Стокса та дати характеристику його внеску у розвиток фізики та математики.

Результати та їх обговорення

Фізик за покликанням, Дж. Стокс, розв'язуючи прикладні задачі, отримав надзвичайні теореми чистої математики, які рідко випадають більшості математиків. Так написав Лорд Кельвін у своїй статті в журналі «Nature» в рік смерті вченого. У 2009 році виповнюється 190 років від дня народження Джорджа Габріеля Стокса – видатного англійського вченого, відомого своїми результатами з гідромеханіки, оптики, теорії пружності, зокрема, математики.

Дж. Стокс народився 13 серпня 1819 року в містечку Скрін графства Сліго в Ірландії в сім'ї священика. Він був молодшим з восьми дітей. Дитинство провів на батьківщині в колі сім'ї, в атмосфері любові і поваги до батьків.

Хлопчиком він багато бував на повітрі, плавав, майже не хворів, був жвавим та веселим. Початкову освіту Джордж Габріель отримав удома. У віці 13 років його прийняли до школи доктора Уоллса в Дубліні, а потім два роки він навчався в Брістольському коледжі, маючи за мету підготуватись до вступу до університету. Під час подорожі морем до Брістоля хлопчик був дуже наляканий штормом і після цього різко змінив свою поведінку – став стриманим і мовчазним. У 1837 році Стокс вступив у Пемброук Коледж у Кембриджі. Усі його подальші роки будуть пов'язані з цим коледжем. Після закінчення у 1841 році навчання з першою премією Сміта його одразу обрали членом Коледжу. Коли у 1857 році Стокс одружився, його виключили з членів згідно з правилами Коледжу і поновили лише у 1869 році після перегляду цих правил. Відтоді він лишався членом Коледжу до 1902 року, коли був удостоєний найвищої честі – звання Наставника (Master) Коледжу. У 1851 році Стокса прийняли до Лондонського Королівського товариства, а з 1854 року по 1885 рік упродовж тридцяти одного року він виконував обов'язки його секретаря. Президентом Лондонського Королівського товариства Стокса було обрано у 1885 році.

До своїх обов'язків у Королівському товаристві вчений ставився надзвичайно відповідально. Особливо ретельно він редагував публікації і зміг виявити велику кількість помилкових результатів.

Більше того, як писав лорд Релей, у багатьох випадках його коментарі були не менш цінною частиною тих праць, які виходили під іншими іменами [2].

У Кембриджі Стокс почав читати лекції ще у 1849 році, коли Чалліс передав йому курси оптики та гідростатики. Він вважався блискучим лектором і демонстрантом. Серед вчених, які слухали його лекції варто назвати Дж. Ейрі, Дж. К. Максвелла, А. Корню, М. Фарадея, В. Томсона (лорда Кельвіна), Г. Ламба.

За своє довге життя Стокс був удостоєний майже всіх можливих почесностей. Він отримав сім почесних медалей, йому було присвоєно вісім звань почесного доктора, він обіймав посаду президента Британської асоціації розвитку наук, у 1889 році став баронетом.

Офіційне визнання Стокса подібне до того, яке мав Ньютон. На них обох було покладено почесні обов'язки Лукасівського професора, Президента Королівського товариства та члена Парламенту від Кембриджа. Стокс був першим після Ньютона вченим, хто представляв Кембридж у Парламенті, хоча як і Ньютон не виголосив у ньому жодної промови. У 1899 році у Кембриджі урочисто відзначали 50-річний ювілей вченого у званні Лукасівського професора.

Стокс був одружений з Мері Робінсон, дочкою астронома Армагської обсерваторії в Ірландії, шлюб їх був щасливим. Вони мали дочку та двох синів, старший Джордж став відомим завдяки своїм працям по парових турбінах і динамо-машинах.

Зі спогадів людей, які близько знали Стокса, відомо, що він досконало знав латинську, грецьку, німецьку, французьку та італійську мови, але читав лише наукову та теологічну літературу. Він був глибоко релігійним і завжди цікавився відношеннями науки та релігії, любив живопис і не пропускав художніх виставок.

У його характері переважали стриманість і мовчазність, при цьому він уникав самотності, залюбки наносив візити, міг провести разом з гостями кілька годин, не вимовивши жодного слова. Він не надавав значення дрібним життєвим незручностям, мав відкриту і просту манеру поведінки. У Кембриджі вчений першим почав користуватись друкарською машинкою і його численні кореспонденти зітхнули з полегшенням, тому що з роками його почерк став зовсім нерозбірливим. Він зберігав усю свою кореспонденцію, для чого, як згадувала дочка, зібрав столи з усього будинку у свій кабінет так, що залишились лише вузькі проходи між ними. Столи були завалені листами і щось знайти було дуже важко.

До недоліків Стокса біографи зараховують його нерішучість і надмірну обережність як у висновках та оцінках, так і при публікації результатів. При цьому вони відзначають, що, як правило, він дотримувався правильного напрямку, спираючись на точний експеримент та інтуїцію.

Як описувала його дочка, Стокс був середнього зросту, міцний, з великою, чудової форми головою, високим чолом і яскравими сіро-блакитними очима. Його вигляд справляв враження здоров'я та спокою.

Помер Джордж Габріель Стокс 1 лютого 1903 року після нетривалої хвороби. На визнання його заслуг у Вестмінстерському Абатстві було встановлено пам'ятний медальйон [3].

Наукова спадщина Стокса охоплює практично всі галузі природознавства XIX ст. і є прикладом поєднання таланту теоретика з майстерністю експериментатора. За обсягом публікацій та важливістю результатів в ній можна виділити два основних напрями – гідромеханіку та оптику. Коли у 1842 році Стокс почав свою самостійну наукову діяльність, його приватний викладач доктор Гопкінс порадив взяти для досліджень гідромеханіку. Стокс почав з вивчення стійкості руху нестисливої рідини. Він довів існування функції струму у тривимірному просторі у разі руху, симетричного відносно осей координат.

Вчений одразу звернув увагу на важливість такого явища, як внутрішнє тертя рідини. У 1845 році в праці «Тертя рухомої рідини» він, одним з перших, дав аналіз впливу внутрішнього тертя на рух рідини. Підсумком цих досліджень стала праця «До впливу внутрішнього тертя рідини на рух маятників» (1850 р.). У ній, спираючись на серйозний математичний апарат, вчений розв'язав такі складні задачі, як задачу про коливання кулі і циліндра в середині в'язкої рідини, про вплив внутрішнього тертя на океанські хвилі під час припливів, про утворення хмар в атмосфері. Ці та деякі інші гідромеханічні дослідження, а також огляд досягнень з гідромеханіки, який він зробив у 1846 р. для Британської Асоціації розвитку наук, створили їх автору репутацію перспективного молодого вченого.

Стокс, як і Дж. Грін, був непогано обізнаний з французькою науковою літературою, особливо з французькою школою математичної фізики, хоча у Кембриджі поворот до європейської науки тільки починався.

Значимо, що основні положення, на які спирався вчений у своїх рівняннях руху рідини при наявності тертя, відрізнялись від тих, якими користувались Пуассон та Нав'є. Він відмовився від ідеї молекулярної будови речовини і розглянув рідину як суцільне пружне середовище. Це дало йому можливість у подальшому застосовувати свої рівняння руху пружного твердого тіла до вивчення явищ світла та звуку. У Стокса в рівняннях руху суцільного середовища завжди були наявні дві незалежні сталі, хоча дискусія щодо їх кількості на той час ще не закінчилась. Одиниці виміру кінематичної в'язкості присвоєно ім'я Стокса.

На батьківщині визнання до вченого прийшло швидко, але на континенті з його результатами ознайомилися з великим запізненням. Так, Сен-Венан лише через 17 років ознайомився з зазначеним вище працею 1845 р., а Гельмгольц через 23 роки висунув як нові ідеї, які були в цій праці.

Теорію звуку Стокс вважав розділом гідродинаміки. Багато цікавих результатів в цьому напрямку було отримано під час полеміки з Чаллісом. Зокрема, так було введено поверхні розриву швидкостей і щільності середовища.

Вчений першим зробив припущення про існування ударних хвиль, він пояснив вплив вітру на силу звуку, провів математичне дослідження звукових коливань як передачі руху від тіла, яке коливається, до навколишнього газу, розглянув дифракцію звукових хвиль.

Окрім з гідромеханіки, Стокса глибоко цікавила оптика. У цій галузі яскраво проявились його експериментаторська майстерність, інтуїція та високий теоретичний рівень досліджень. На думку лорда Кельвіна, його результатів у цьому напрямі вистачило б на все життя для наполегливого вченого. Стокс без коливань прийняв хвильову теорію світла і прилучився до вивчення нових явищ світла. У 1845 р. він запропонував теорію аберації, у 1848 р. у праці «До теорії смуг, які є у спектрі» він пояснив дифракцією наявність у спектрі смуг, які тепер називають смугами Тальбота. У 1849 р. виходить друком його відома праця «Динамічна теорія дифракції». У ній наведена математична теорія поширення хвиль у пружному середовищі, подібному до твердого тіла. Таким середовищем, на думку Стокса, був світлоносний ефір. У роботі доведено загальні теореми про збудження, які викликані початковими зміщеннями та швидкостями. Завдяки цим теоремам вченому вдалося отримати закон руху вторинних хвиль. Порівняння теорії з експериментом над дифракційними ґратами дало підстави авторові відповісти на запитання, будуть коливання світла паралельними чи перпендикулярними до площини поляризації. Пізніше Лоренц, який вивчав природу блакитного кольору неба, підтвердив висновок Стокса, що коливання світлових хвиль перпендикулярні до площини поляризації.

Крім того, вченого цікавили такі оптичні явища, як сонячна радіація, подвійне променезаломлення, проблеми лінз. Зауважимо, що він був першим, хто застосував оптичні методи до

хімічного аналізу. На думку багатьох вчених, Стокс першим зрозумів природу і значення ліній Фраунгофера у спектрі Сонця. Сам вчений, що було взагалі для нього характерним, не претендував на пріоритет відкриття спектрального аналізу, вважав, що висновкам, які він робив у лекціях та приватних бесідах, не можна віддавати перевагу перед публікаціями Кірхгофа та Бунзена.

Найбільш важливим досягненням Стокса в оптиці є відкриття явища флуоресценції, яке він виклав у праці 1852 р. «До зміни заломлення світла». Раніше Гершель спостерігав це явище, але не зміг дати йому пояснення. Стокс повторив, а потім вдосконалив досліди Гершеля і переконався, що речовина, яку освітлювали, поглинала світло однієї довжини хвилі, а випромінювала світло іншої довжини хвилі. Він отримав закон, який тепер має назву правила Стокса: довжина хвилі флуоресценції завжди більша за довжину хвилі світла, яке збуджувало це явище. Це явище Стокс спочатку назвав внутрішньою дисперсією, але пізніше, завдячуючи мінералу флюориту замінив назву на ту, яка існує і сьогодні. Як показав вчений, це явище могло мати широке практичне застосування, зокрема, у співробітництві з Харкуртом він використовував флуоресценцію для зміни хімічного складу скла з метою поліпшення його оптичних властивостей. Його цікавили, крім того, і такі оптичні явища як абсорбція, кольорове відбиття у органічних речовин. Відзначимо, що свої досліди над флуоресценцією Стокс проводив удома в маленькому коридорі, користуючись лише освітленою сонцем щільною та кількома призмиами і лінзами.

Низка важливих результатів Джорджа Габріеля Стокса належить до теорії пружності. Вони були отримані як допоміжні твердження у теоретичних дослідженнях з гідродинаміки та оптики. Працюючи над теорією в'язкої рідини, він отримав диференціальні рівняння рівноваги і руху ізотропного пружного тіла. Теореми, доведені у праці «Динамічна теорія дифракції», мали велике значення для вивчення поширення пружних коливань.

Луї де Бройль сказав: «Математична фізика – це поглиблене, критичне вивчення фізичних теорій розумом, витонченим у математичних міркуваннях, з метою удосконалити теорії, надати їм більшої строгості, а теми для суто математичних досліджень» [5]. Велика кількість теоретичних досліджень Стокса повною мірою належить до зразкових праць в галузі математичної фізики. Серед них цікава праця 1849 р. «Про теорію тяжіння і теорему Клеро», де доведена теорема про потенціали розподілу мас, в силу якої закон гравітації одразу впливає з форми поверхні рівноваги.

У 1850 р. виходить у світ праця «Числові дослідження класу визначених інтегралів та нескінченних рядів». Її поява була викликана прикладними потребами, а саме – необхідністю дати математичний опис серії темних смуг у веселці. Ці смуги спостерігав Міллер, а для їх визначення Ейрі ввів інтеграл

$$\int_0^{\infty} \cos \frac{\pi}{2} (x^3 - \pi m x) dx. \quad (1)$$

Згідно з методом даному Ейрі, для його обчислення можна було визначити положення тільки двох смуг. Стокс запропонував інший підхід до обчислення такого інтегралу, який базувався на розкладі функції у степеневий ряд. Його метод дозволив знайти положення будь-якої темної смуги у спектрі веселки. Пізніше вчений показав, що обчислення інтегралу Ейрі дорівнює розв'язку рівняння

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} - 9z\omega = 0. \quad (2)$$

До праць Стокса, які можна зарахувати до чистої математики, належать дослідження 1847 і 1848 років, в яких вчений вивчав можливість розкладу будь-якої функції в ряд, аналіз умовно збіжних і рівномірно збіжних рядів і послідовностей. У 1848 р. він увів поняття рівномірної збіжності одночасно з

Зейделем. Сюди ж належить застосований Стоксом метод знаходження довільних констант для асимптотичного розв'язку рівняння Бесселя.

Відома формула Стокса

$$\int_{\alpha} u dx + v dy + \omega dz = \iint_D \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) dx dy + \left(\frac{\partial \omega}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) dy dz + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial \omega}{\partial x} \right) dz dx. \quad (3)$$

Вона з'явилась як твердження, яке він запропонував для доведення на іспитах на здобуття премії Сміта. Рівень математики в дослідженнях Стокса був настільки високим, що у 1849 р. йому було присвоєно звання Лукасівського професора математики, яке він з честю носив до кінця життя, поновивши його славу, втрачену після смерті Ньютона.

Крім зазначених галузей природознавства, Стокса цікавили векторний аналіз, хімія, ботаніка. Одного разу його назвали професором математики, який використовував фізичні методи для фундаментальних відкриттів у біохімії [4].

Усього Стокс надрукував близько 140 праць, з яких лише кілька у співавторстві. Зібрання його творів це п'ять томів, перші три з них він видав сам, а два останні – Лармор, який пізніше видав і листування вченого [6].

Висновки

У статті достатньо повно викладено біографію Дж. Г. Стокса, проаналізована його наукову спадщину, дано оцінку дослідженням вченого в гідромеханіці та оптиці, розглянуто праці Стокса, які належать до чистої математики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харитоновна М.А. Развитие Дж.Стоксом математической теории дифракции // Очерки истории естествознания и техники. – 1988. – Вып.34. – С.26–29.
2. Raleigh G. Sir George Gabriel Stokes, Bart. 1819-1903 // G. Stokes. Math. and Phys. papers. – Cambridge, 1905. v. V. – p. IX-XXV.
3. Dictionary of Scientific Biography. Ed. in chief Gillispie Ch., N. Y., Scribner, 1970. – v. XIII. – p. 74-79.
4. Scott Barr S. George Gabriel Stokes // Applied Optics, 1962. – v. I. - № 1. – p. 69–73.
5. Де Бройль Л. Анри Пуанкаре и физические теории // Пуанкаре А. Избр. труды в 3 т. – М.: Наука, 1974. – т. 3. – с. 703–711.
6. Stokes G. Mathematical and physical papers. – Cambridge. 1880-1905. – v. I-V

Надійшла 11.12.2008