

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



А. Бекбаев

ЭЛЕКТРТЕХНИКА ҒҰЛАМАЛАРЫ

Университеттің Оқу-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2021

ӘОЖ 621.3 (075.8)

ББК 31.2я73

Б 39

Пікір жазғандар:

Рақышев Б. Р., ҚазҰҒА академигі, техн. ғыл. докт., Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ;

Алмуратова Н.К., «Электр машиналары және электр жетегі» каф. доц., PhD, АЭЖБУ

Сәтбаев университеті Оқу-әдістемелік кеңесінің 2021 ж. басылым жоспары бойынша басылды

Бекбаев А.

Б 39 Электртехника ғұламалары: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТЗУ, 2021. – 281 б. Сурет 17. Библиограф. – 23 атау.

ISBN 978-601-323-243-0

Кітапта бүгінгі электрлендіру үрдісіне жол ашқан, электртехника және электрэнергетиканың негізін қалаған ұлы ғалымдар мен инженерлердің өмірі мен творчестволық еңбектері баяндалған. Олардың есімдері дүние жүзіне мәлім, ал көбісінің атымен белгілі электрлік және магниттік бірліктер аталған.

Электр және магнетизм саласындағы алғашқы ашылған жаңалықтар мен өнертабыстар туралы да кітапта қызықты мәліметтер келтірілген.

Оқырмандар кітаптан осы ғұлама ғалымдардың еңбектерімен ғана емес, олардың өмірбаянымен де таныса алады.

Кітап жоғары сынып оқушыларына, жоғары оқу орны студенттеріне, магистранттар мен докторанттарға, электртехника, электрэнергетика, физика мұғалімдеріне және осы ғылымға қызығушылық білдіріп жүрген барлық мамандарға арналған.

ӘОЖ 621.3 (075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-601-323-243-0

© Бекбаев А., 2021

© ҚазҰТЗУ, 2021

АЛҒЫ СӨЗ

Бұл кітапта сонау ескі заманда аспан жұлдыздарынан бастап бүгінгі әлем құрылысының жаңа теориясына дейін еңбектері сіңген дүниежүзінің ірі ғалымдары мен олардың тағдыры жөнінде сөз етеміз. Бұл барлық ғылымның тарихын қамтитын еңбек емес, бірақ адамзат өміріне аса бір елеулі әсерін тигізген ғылымдар жөнінде, соның ішінде электртехника мен электр энергиясының дамуына себепкер болған ғалымдар мен олардың еңбектеріне ерекше көңіл бөлеміз.

Ғылым – адамға өмір сүру үшін қажет болған білімнің негізінде пайда болды. Мысалы, адамдар өздері аңдыған жануарлардың іс-қимылдарын байқап, олардан көп нәрсені үйренген. Тамақ немесе дәрі үшін пайдаланатын көптеген шөптерді таңдай білген. Аңдарды ұстайтын құрал жасайтын металдарды байытуды іске асырған. Міне осылардың бәріне қайсыбір эксперименттер (яғни әртүрлі тәжірибелер) жүргізе отыра, өз өмірлері жайлы күйге жеткізу үшін көптеген әдістерді ойлап тапқан. Ал, ғалымдар дегеніміз біздің әлемді және оның құрылысын зерттейтін адамдар. Олар өздеріне өздері арнайы сұрақ қойып, енді сол сұраққа арнайы тәжірибелер, байқаулар арқылы жауап іздегендер. Бүгінгі күні көптеген мамандықтар пайда болды, ал осыдан 200 жыл бұрын ғылыми пәндер арасында ешқандай айырмашылық болмайтын. Ғалым деген сөздің өзі тек XIX ғасырдың басында ғана пайда болған. Ғылыми білімнің шекарасы күннен-күнге кеңейе түсуде. Бір ғасырдағы ғалымдардың зерттеу нәтижелеріне, екінші ғасырдың адамдары күмән келтіреді. Сондықтан, бүгінгі күннің ғалымдары да өздерінің теорияларының болашақта қайта қаралатынын жақсы түсінеді.

Қалай болғанымен де ғылымның дамуының негізінде ескі Мысыр мен Греция ғалымдарының еңбектері жатқандығы сөзсіз. Қазіргі күні біздер ғылыми деп жүрген мәселелер, ол заманда философиялық және діни ұғыммен түсіндірілетін. Ол кездегі ғалымдардың бізге тек аттары ғана мәлім, ал олардың идеялары жөнінде біз ештеңе дей алмаймыз.

Осыдан 165 жыл бұрын Виктор Гюго: «Искусство – мен, ғылым – біз» деп айтқан екен. Искусство – оны жаратқанның атынсыз миға қонымсыз. Пушкин, Абай, Гете, Шекспир, Гомер жазған әрбір жолдарынан, олардың ұлылығын байқаймыз. Музыка саласындағы Бах, Бетховен, Чайковский, Шостакович, Жұбанов, Төлебаев, көркемөнер бойынша Микеланджело, Рембрандт, Суриков, Пикассо, Қастеев өмірге әкелген туындыларынан да ұлылықтың белгісін көреміз.

Ғылым шыңы айсберг секілді. Ол күн сәулесімен шағылысып тұрғанымен, оның массасының тоғыздан бір бөлігі су астында жасырынып жатыр. Композитор ғана емес, сонымен бірге жаратылыстанушы болған Гете былай деген: «Менің өзім дегенім не? Мен не жасадым? Мен көрген, естіген, байқаған нәрселерімді жинастырдым да пайдаландым. Менің шығармаларым әртүрлі мыңдаған индивидтермен, надандармен және даналармен қаныққан: балалық шақ, жігіттік кезең, қартайған кезім – бәрі маған өзінің ойын, қабілеттілігін, сенімін, қалай өмір сүру манерасын берді; мен басқа біреулер сепкен өнімнің жемісін жедім, менің еңбегім – коллективтік мәністің еңбегі және оның аты Гете». Оның өте терең мағыналы осы афоризмі мәңгі даналылық арсеналына енген деп айтуға болады.

Ғылым тарихының күрт дамуы, ашылған жаңалықтармен ғана шектелмей, сонымен бірге оның туғызушыларының аттарымен де айқындалады. Жаратылыстану ғылымы тарихын Ньютон және Лавуазье, Ломоносов және Менделеев, Вольт және Ампер есімдері көріктендіріп тұр. XIX ғасыр мен XX ғасырдың алғашқы онжылдығы жаратылыстану ғылымының революциялық даму мезгілі болды. Рентген – 1895 жылы х – сәулесін ашушы, Беккерель – бір жыл өте радиоактивті құбылысты ашушы, Томсон – 1897 жылы электронды тапқан, Планк – 1900 жылы кванттық теорияның негізін қалаушы және Эйнштейн – 1905 жылы масса мен энергияға, уақыт пен кеңістікке деген көзқарасты күрт өзгерткен салыстырмалы теорияны ашушы, міне осы ғалымдар бұл революцияның бас кейіпкерлері.

Осы күндері ғылым тарихындағы барлық ғалымдардың 90 %-ы өмір сүріп жатыр деген қауесет бар. Сонымен бірге, ғалымдар саны әр он жыл сайын екі есе өсуде деген де сөз бар.

Егер бұл статистикаға сүйенсек, осыдан 170 жыл бұрын айтылған Шарль Фурьенің мына сөзі ойға келеді: «Бүкіл жер шары қалыптасқан, ондағы адамдар саны үш миллиардқа жеткен кезде, жер бетінде Гомер сияқты 37 миллион ақындар, Ньютон секілді 37 миллион ғалымдар, Мольер тәрізді 37 миллион драматургтер тұратын болады». Бүгін жер бетіндегі адамдар саны 4,5–5 миллиардқа жетіп отыр. Ғалымдар саны – 5 миллионға жуық. Ал солардың ішінде Ньютон секілді ұлылар қанша? Оны болашақ ұрпақтар ғана айта алар. Бірақ та, бір ғасырда бір-ақ Ньютондар болған, қазір де бар шығар және болары сөзсіз. «Гүлшенбер өру оңай, ал оған сай келетін маңдай табу қиын» – деп Гете бекер айтпаған.

Қалай болғанмен, ғалым деген ұлы, талантты және қабілетті ғана болып қоймай, ол ғылыми ізденіс жолында көп нәрседен аулақ болуы да қажет. Жақсы не нашар жүзе ме, әйтеуір суға құлаған адамның мақсаты, одан шығу болу керек. Ғалымның ғылыммен айналысуы, оның онсыз өмір сүре алмауынан болуы қажет. Міне сонда ғана ғылыми еңбектің мақсаты эгоистік көзқарастан тазарады. Л. Н. Толстой: «Ғылыми атаққа сүйсіне қарайтын тәж немесе азық ететін сиыр деп карама» – деген. Евклидке оқуға келген бір жас жігіт: «Маған сіздің оқуыңыздан қандай пайда болады?» – деп сұрапты. Сонда Евклид ол жігітті тиын-тебен беріп қайтарып жіберуге бұйрық беріпті де: «Ол білім емес, пайда іздеп жүр» – деген екен.

Оқушы мен мұғалім арасындағы қарым-қатынас, әріптестердің еңбектерін бағалай білу, ғылым жолындағы адамдар үшін таптырмас қасиет. Александр Македонский тарихта қолбасшы ретінде ғана атын қалдырған жоқ, сонымен бірге өзінің оқытушысына деген мына дана сөздерімен де белгілі болып қалды: «Мен әкеме өмір бергені үшін қарыздар болсам, Аристотельге сол өмірді бағалай білуді үйреткені үшін қарыздармын».

Мұғалім мен оқытушы, әріптестер мен серіктестер арасында туған дау-таластағы, олардың қайсысыныкі ақиқатты дегеннің өзі өте нәзік және деликатты сұрақ екені белгілі. Бірнеше ғасырлар бойы Аристотельдің: «Платон менің досым, бірақ ақиқат маған қымбат» деген афоризмі, авторитетке

карамай берілетін шындықтың объективті және компромиссіз, айқын және даусыз дәлелі болып келді. Аристотель сөзінің мұндай трактовкасына, оның авторитетінің екі мың жыл уақыттағы биіктігі, оның тұлғасының ірілігі себеп болып келген еді. Аристотельдің таланттылығы логикада, экономикада, географияда, математикада, физикада, астрономияда, ботаникада, зоологияда танылған. Ол өзі пұтқа табынушы болса да, оның еңбектері христиан шіркеуінде мойындалып, университеттерде оқытылған.

Аристотельдің «Платон менің досым, бірақ ақиқат маған қымбат» сөзі, Атлантиданы дәлелденген факт ретінде көрсеткен Платонның «Тимей» және «Критий» деген диалогтары жөнінде айтылған. Енді мұғаліміне айтылған бұл сөздің қаншама объективті және сыпайы екендігін қарап көрелік.

Жалпы Атлантида туралы даулар әлі күнге дейін жалғасуда. Атлантида жақтастарының айтуынша, ол ғылымы мен техникасы жоғары деңгейде дамыған, Атлант мұхитының бір аралында орналасқан мәдениетті ел болған. Қуаты күшті атланттықтар Жерорта теңізі жағалауындағы барлық елдерді жаулап алғанымен, гректердің ерлігі алдында ештеңе жасай алмаған көрінеді. Күндердің бір күнінде қандай дауыл күш екені белгісіз әйтеуір бір апат себебінен Атлантида су астына кеткен.

Атлантида туралы әдебиеттер 25 000 томды құрайды. Оның ішінде әдеби, ғылыми-фантастикалық әдебиеттермен бірге ғылыми да еңбектер бар. Жақтастары Атлантиданың ақиқаттығына Атлант мұхитының екі жағындағы шығыстағы Мысыр және батыстағы майя елдері мәдениеттерінің ұқсастығын дәлел етіп ұсынады. Шындығында да, мысырлықтар мен Америка халықтары тұрғызған, кеңістікте дәл бағытталған ғаламат пирамида құрылыстары, сол кездегі адамдардың астрономиядан жоғары дәрежелі білімді болғандығын көрсететін таңғаларлық жай.

Атлантологияда «пирамидалардағы цифрлық мистика» деген бөлім бар. Поляк атлантологы және астронومی Людвик Зайдлер өзінің «Атлантида» деген кітабында адам қызығарлық деректер келтіреді. Мысалы, Хеопс пирамидасы негізінің периметр ұзындығын, оның екі еселенген биіктігіне бөлсек, дәлдігі алтыншы белгімен, яғни 3,14159 анықталатын π санын

аламыз. Бұл санның тек алғашқы үшеуін ғана Архимед әлдеқайда кейінірек тапты. Пирамиданың биіктігі Жер мен Күн арақашықтығының миллиардтан бір бөлігіне тең. Пирамиданы тұрғызған мамандар «пирамидальды» немесе «Киелі шынтақ» ұзындық өлшеу бірлігін қолданған. Оның ұзындығы жер радиусының он миллионнан бір бөлігін құрайды. Ал пирамида жағының ұзындығы, бір жылдағы күннің санына, яғни 365, 23-ке тең. Таңғаларлық тағы бір жай, пирамиданың коридоры Солтүстік полюске тура бағытталған. Пирамида салынған жерлерден археологтар соншама дәлдікпен астронимиялық есептер жүргізе алатын ешқандай құралдар таба алмаған. Яғни, ондағы мастерлер Атлантидадан келген жоғары білімді «кеңесшілер» болған деседі.

Атлантида жөніндегі аңыз сонау Сократтың философиялық мектебінен бері келе жатыр. Онда Платон, Мысыр абыздарының әңгімелеріне сүйене отыра, «Атлантида тарихын» жария еткен. Ондағы текстің көлемі небәрі 25 бет, ал атлантология – 25 000 томнан тұрады. Дегенмен өткен 25 000 жыл, 25 000 кітаптар Платонның Атлантида жөнінде жазған әңгімелеріне не документалды не материалды дәлелдер әкеле алмады. Аристотельдің өзінің ұстазы және мұғалімі Платон бәрін ойдан шығарды деуі де ақиқатқа жатпайтын мәселе. Аристотельдің объективті болмағанын зерттеушілер де анықтаған. Аристотель платондық Академияға 17 жасында келген. Ол кезде Платон 60 жаста болатын. 20 жыл Аристотель Платонның ең үздік оқушысы болып жүреді. Содан кейін ол өз ұстазының асқақтаған даңқының көлеңкесінде қалғысы келмеді. Оған қоса ұстазының саяси ұстанымымен де келісе алмады. Аристотель Афин республикасын тәуелсіздігінен айырған Александр Македонскийге жақын болды. Ал, Александр Македонский қайтыс болғанда Афины өз тәуелсіздігіне қайта ие болды. Аристотельді бас сауғалап, қашуға мәжбүр етті. Ал, Платон Атлантида туралы өз пікірінде Афинының тәуелсіздігін қоштайтынын білдірді.

Біз ұстаз бен шәкірттің адалдығын әрі ар-намысының жоғары екендігін айтамыз. Ұлы жаңалықтар тарихы шәкірттердің ғана емес, ұстаздардың да қырғиқабақ болғандығы

жайлы сыр шертеді. Өз есімін ежелгі мысыр иероглифтерін ашу арқылы өлмес тарихта қалдырған Шомпольонның тағдырын еске алайық. Жас Шомпольон аса бір қызығушылықпен, үлкен жігер таныта отырып, иероглифтердің сырын ашуға, тіпті әлсірегенге дейін толассыз еңбек етті. Оның осы жұмысын белгілі ғалымдар қолдап отырды. Ал, ол өз жаңалығын тамаша ашуы мұң екен, жоғарыдағы қолдауы сап тыйылды. Дәл осы тұста қызғаныш пен қараниеттілік көрініс тапты. Бұл жұмысты жаңадан ғана қолға алған «ол» ашуы керек, неге «біз» ашпаймыз деген ой қылаң берді. Неге француз ашты, көптен бері айналысып жатқан «ағылшынның» бірі неге ашпады деген қызғаншақтық сезімдері оянды. Осы мәселені шешуде қате болмас па екен? Жаңалықты жоқ етіп, соңынан қайта ашса қайтер еді? Ғылым тарихы үшін ауыр болса да, бұл бұлжымас дәлел.

Ғылым тарихында бұдан да сорақы мәліметтер бар. Фашистік Германияда физикаға жетекшілік еткен неміс физигі Леонард, рентген сәулесін ашқан өзі екендігін ресми мойындауды талап етті. Рентген бұл жаңалықты өзінен ұрлап алған-мыс. Бірақ Рентгеннің жаңалығын бүкіл әлем мойындап қойған еді. Пушкин «Моцарт пен Сальериінде»; «Ұлылық пен қараниеттілік бір-бірімен сыйыспайды» деген өшпес ойын білдірсе, В. Г. Белинский отты жарыққа, жылуға және жануға бөлуге болмайтыны секілді адамгершілікті өнер туралы мәселеден ажыратып қарауға болмайды деген-ді. Осы жайттар белгілі бір дәрежеде ғылымға да қатысты. Адамзаттың болашағына және жаңалықтарға жол сілтеген ұлы ғалымдар шамшырақ бола отырып, адамгершілік тұрғысынан да биікте болды. Бруно мен Галилей, Ванини мен Сервет, Петрус Рамус пен Дженнер, Тимирязев пен Циолковский, Николай Иванович пен Сергей Иванович Вавиловтарды еске салайық. Жоғары адамгершілік – ғылым данышпанының жандүниесінің құрамдас бөлігі.

Біздің туындымыздағы кейіпкерлер жайлы бірер сөз. Олар Италия, Ресей, Франция, Германия, Англия, Америка секілді әр елде ғұмыр кешті, олардың тағдыры да, жеке өмірі мен мінез-құлықтары да әралуан болды. Вольта, Тесла, Эдисон 80-нен астам жыл өмір сүрсе, көпшілігі тек 60 жастан ғана асты, ал

Яблочков 46 жасында дүниеден озды. Ампердің көзі алыстан көрмей, салақ әрі әлжуаз болса, Тесла мен Ом белгілі спортшылар еді, ал Ом тіпті Эрланген университеті студенттерінің арасында конькиден чемпион, Ленц 19 жасында ғылыми-зерттеу кемесімен жер шарын айналып өтіп, кейін Эльбрус шыңын бағындырды.

Олардың барлығын табиғи дарыны ғана біріктірген жоқ. Олардың көпшілігі кедей отбасынан шығып, тіпті бастауыш білім алуға қаражаттары болмады: Фарадей – ұстаның баласы, Генри – арбашының баласы, Омның әкесі – тұқым қуалаған слесарь, Эдисонның әкесі нан және ағаш сатушысы еді. Жас кездерінен-ақ олар өз бетінше білім алуға ерекше ынта білдіріп, өз мақсаттарына жету жолында табандылық пен алғырлық таныта білді, шығармашылықтың шырмауығы мен қиындығын шешуде, өз ойлары мен өнертабыстарын техникалық тұрғыда кемелдендіріп, іс жүзінде қолдануға дейін жеткізе білді. Ал, «өнертабыс патшасы» атанған Эдисон жас кезінде өте жақсы меңгерген Морзе әліппесін қартайған шағында саңырау болғанда пайдалана алды.

Кітап кейіпкерлерінің өмірі мен шығармашылығы – азаматтық және адамгершілік ұстанымының заңғар биік үлгісі, инженерлік ой логикасының жарқын көрінісі, электрмагнетизм теориясы мен практикасының болашағын болжай алу таланты. Осы ғалымдардың жеке бастарының айшықты қасиеттері ғылым мен техниканың кедергілі соқпақтарына түскен әр адам үшін лайықты дәлел болмақ.

Кітап электртехника ғұламаларының өмірі мен қызметіне арналған дербес очерк-тараулардан тұрады. Әр оқырман кітаптың очерктерін кез келген ретте оқи алады деген ниетпен, біз кейбір тараулардағы қайталауларды әдейі қалдырдық. Табиғаттың көптеген тылсым құбылыстарын зерттеуде алғашқы қарлығаштары болған ғалымдардың ашқан жаңалықтары мен шығармашылығы бір-бірімен қандай байланыста болса, әр очерк те бір-бірімен сондай сабақтас. Олар әралуан электр машиналарын, аппараттарды, аспаптар мен құрылғыларды жасады, олардың тек тарихи емес, практикалық мән-мағынасы болды. Бір ғажабы, Эдисонның қыздыру электр шамы (1879)

мен Доливо-Добровольскийдің қысқа тұйық роторы бар үшфазалы асинхронды қозғағышы күні бүгінге дейін өзгеріссіз миллиондаған данамен өнеркәсіпте және тұрмыста қолданылып келеді. Кезінде белгілі американдық жазушы М. Уилсон «Ғалымдардың көпшілігі есімдері вольт, ампер, фарада, ом, генри, тесла болып кіші әріппен жазылатын ұлы құрметке лайық болды» – деп атап көрсеткен еді. Ол есімдер – мектеп партасынан белгілі электр және магнит бірліктері. Әдетте, идея жоқтан пайда болмайды, ол жеткілікті білімі бар, өз мақсатына талмай әрі шыдамдылық танытқанға келеді.

Осы жерде айта кететін бір жайт бар, ол бірліктердің қалай жазылуында. Егер бірлік ғалымдар мен өнертапқыштардың аттарымен аталған болса, онда ол тек цифрдан кейін қысқаша үлкен әріппен жазылады. Мысалы, 50 Гц; 220 В; 5 А, ал текстің ішінде сөйлем құрайтын сөз болса, мысалы: «токтың күшін ампермен өлшейді», онда кіші әріппен жазылады.

Вольтаның, содан кейін Петровтың электр тогының көзін ойлап тапқанына жүз жылдан астам уақыт өтті, ал XIX ғ. аяғында, әсіресе Тесланың, Доливо-Добровольскийдің және Эдисонның еңбектерінің арқасында бүгінгі күнгі электрлендіру негізі қаланды. Электртехниканың негізін қалаушы ғалымдардың қызметінің тиімділігі өте жоғары болып, электрмагнетизмнің дамуында елеулі із қалды. Сол себепті ғалымдар мен инженерлердің өмірі және шығармашылығымен танысу, оқырманның электр және магнетизм жайлы ғылымның дамуындағы басты кезеңдерді мейлінше жете түсінуіне игі әсер етері сөзсіз.

Қазақстан болашақта жастар елі болады. Мемлекеттің жасап жатқан шаралары бірінші кезекте жастарға арналып отыр. Бұл заңды да. Біздің қоғамда жеке тұлғаның жан-жақты дамуының материалдық және рухани алғышарттарын жасауда жас буын жол салуы тиіс. Әрине, бұл болашақтың ісі.

Жастық шақ – адам өміріндегі неғұрлым өнімді шағы. Статистика мәліметіне сүйенсек, ғалымның белсенді кезі 30–40 жасқа келеді екен. Өткен ғасырдың басында орыс химигі П. И. Вальден ауқымды статистикалық деректер негізінде XVIII ғ. соңы XX ғ. басында физика мен химиядан ірі жаңалықтардың басым көпшілігін 25–30 жастағы ғалымдар ашқанын жазды.

Тартылыс және шексіз аз шамалар туралы ілімнің басты идеялары Ньютонның 25 жасында туындапты. Ал, Нильс Бор 30 жасында атомдар туралы кванттық ілімнің негізін тұжырымдады. Н. М. Лобачевский 25 жасында параллель түзулер аксиомасы туралы проблеманың шешімін ұсынды. Осы аксиоманың шығуы жастарға қызықты да.

XIX ғ. басында орыс үкіметі, барлық шенеуніктердің орта білімі болуы қажеттігін шешті. Қолдарында кәметтік аттестаты жоқтар, оны алуы тиіс болды. Осы мәселені жеңілдету үшін кәметтік аттестат беру мақсатында даярлау курстары ашылды. Осындай курстардың бірінде геометриядан Лобачевский сабақ берді. Ол өте жас бола тұрып, ересек шенеуніктерге евклид геометриясының принциптерін түсіндірді. Ал, олар болса, екі параллель сызықтың қиылыспайтыны туралы аксиоманың қайдан шығатынын түсіне алмай дал болды. Лобачевский оларға түсінікті тілмен жеткізуге талпынып-ақ бақты, бірақ оны олай түсіндіру мүмкін еместігіне көзі жетті. Ол сызықты әрдайым қиылысатын геометрияны жасауға болатынын түсінді. Осылайша евклидтік емес геометрия жасалды.

Менделеевтің периодтық жүйесінің жасалуы да өте қызық. Менделеев элементтердің қасиеттерін студенттерге қандай тәсілмен ұғымды етіп түсіндіруді, яғни осы қасиеттер белгілі бір жүйе бойынша қабылдануын ойлады. Ол элементтерді карточка бойынша сұрыптап, оларды әртүрлі ретпен топтастыра отырып, ең ақырында периодтық кесте түрінде жинақталған карточкалардың белгілі бір заңды жүйеге үйлесіп орналасқанын көрді.

XIX ғ. екінші жартысында Кембридж университетінде ірі ағылшын ғалымы Д. Г. Стокс дәріс оқитын. Оған аспиранттық емтихан тапсыру айтарлықтай қиын болатын, себебі аспирантура саны екі-үштен аспайтын, оған түсу қиынның қиыны еді. Стокс үміткерлерге ешбір қымсынбастан, шешілмейтін есептерді беріп, емтихан тапсырушы бұл есептің шешуінің жоқ екенін біле ме, соны тексеретін. Бір жас жігіт Стоксты таңдандыра отыра берілген есепті дұрыс шығарды. Ол жігіт белгілі ғалым Д. К. Максвелл еді. Ол 14 жасында алғашқы ғылыми мақаласын жариялап, 22 жасында ұлы У. Томсонның

(Кельвин) батасын алып электр саласында жұмыс жасай бастады. Ал, Томсонның өзі 10 жасында Глазгодағы университеттің студенті атанса, 22 жасында осы университеттің профессоры болды.

Өмірде үлгі тұтарлық мысалдар көп-ақ. Электртехниканың ғұламалары жайлы әңгіме еткенде, Ампер, Тесла, Вольт, Фарадей, Генри, Ом, Эдисон сынды ұлыларға тоқтамай кетуге болмайды. Олар жас кезінен-ақ өз бетінше білім алуға аса ынта танытып, алдына қойған мақсаттарына жету жолында қажырлылық, табандылық таныта білді. Ол туралы осы кітаптан оқисыздар.

Жалпы адам жас, күш-қуаты бар кезде, белсенді түрде жұмыс істеп, зерттеудің озық әдістемесін меңгереді, ойлау қабілетін қалыптастырып, өз дүниетанымын өмір бойы сақталатындай етіп қалыптастырады. Өмірінің екінші жартысында яғни есейген шағында, тәжірибесі мен әдістеріне жүгіне отырып еңбектенеді.

Шәкірттерді баулу әрі олармен қоянқолтық жұмыс істеу ғалым үшін өз жастығын сақтап, ғылым прогресімен үзеңгілес жүріп отырады деген сөз..

Жас ұрпақ өз мамандығының, біздің жағдайда электртехниканың даму тарихын білмейінше жақсы инженер немесе ғылыми қызметкер бола алуы мүмкін емес. Айталық, музыканың не көркемөнердің тарихын білмейтін жаннан талантты музыкант не суретші шығуы мүмкін емес. Өткенінді білмей, алдағынды болжай алмайсың.

Кітап жоғары сынып оқушыларына, студенттерге, магистранттарға, өз қызметінде электртехника жетістіктерін шығармашылықпен пайдаланатын оқытушылар мен ғылыми қызметкерлерге арналады.

1. ҒЫЛЫМ ТАРИХЫНА САЯХАТ

Бұл тарауда Ежелгі Мысырдың, Ежелгі Грекияның, Ортағасырлық Еуропаның, қайта өрлеу дәуірінің ұлы ғалымдарының ғылыми идеяларымен, ойларымен, сондай-ақ электрді оқып-үйренудегі алғашқы эксперименттермен, тәжірибелермен таныс боласыздар.

1.1. Ежелгі ғылым

Ғылым – әлем туралы, оның қалай құрылғаны туралы сұрақтарға білім және жауап алу процесі. Қазіргі кезде ғылым жеке салалардан, айталық, химия мен биологиядан тұрады. Ал, ежелгі дәуірде адамдар ғылым мен нақты дүниенің өзге түрлерін танып-білуде ешқандай ажыратуды білмеді. Қазір біз ғылыми деп санайтын көптеген мәселелерге, ол кезде діни, болмаса философиялық тұрғыда түсінік берілді. Біз ежелгі дәуірдің кейбір оқымыстыларының тек аты-жөнін ғана біліп, олардың идеяларынан мүлдем хабарсызбыз.

Ежелгі Мысырдағы ғылым

Адамзат тарихында көне өркениеттің бірі Ежелгі Мысыр болып саналады. Ежелгі Мысыр елі 5 мың жыл бұрын пайда болып, 3 мың жылдан астам ғұмыр кешті. Мысырлықтар өте іскер адамдар еді, олар әсіресе құрылыс пен қолөнерде зор жетістіктерге жетті. Олардың арасында өмір сүрген ғұлама ойшылдар қоршаған әлем туралы өз ілімдері мен идеяларын ұсынды.

Мысырлық абыздар-астрономдар аспанды ғаламат сағат деп санап, ай мен жұлдыздардың орналасуына сәйкес қайсыбір діни мерекелердің мерзімін біліп отырды. Олар Мысырдағы ауыл шаруашылығына қолайлы кезеңді, яғни Нілдің жыл сайынғы тасу мерзімін анықтауды білді.

Астрономиядағы игерген білім-ілімдерін абыздар бірнеше күнтізбелер жасауға пайдаланды. Ал, жыл 365 күннен тұратын алғашқы күнтізбені Имхотеп есімді мысырлық абыз енгізген

деген сөз бар. Месопотамия (қазіргі Ирак) жері ежелгі бірнеше өркениеттің бесігі болды, оның ішінде Шумер мен Вавилон да бар. Шумерлер өз өркениетінің шырқау шегіне шамамен б.д.д. 4000 ж. жетті. Олар білімдар астрономдар мен математиктер болды, зор храмдар-зиккураттар тұрғызды.

Шумерлер айырықша жазуды – сына жазуды ойлап тапты. Ол әліпби жазуының бір түрі бола отырып, жеке дыбыстарды білдіруге абстракті таңбаларды пайдаланды. Шумерлер санаудың екі жүйесін де қолдана білді. Оның бірі 10 санына негізделген ондық жүйе болса, ал екіншісінің негізіне 60 саны алынды.

Месопотамияда Вавилон өркениеті шамамен б.д.д. 1900 ж. пайда болып, 1300 жылдан астам ғұмыр кешті. Вавилондық астрономдар күннің тұтылуына, Айға, Шолпан мен Меркурийге көптеген бақылаулар жүргізді. Осы ілімдер кейіннен ежелгі грек астрологиясының іргетасын қалады.

Вавилондықтар планеталардың қозғалысын көпжылғы бақылауларға сүйене отырып жасалған кестелерді пайдаланып, планеталар мен жұлдыздардың қозғалысын анықтай алды. Олар осы қозғалыстардың жәрдемімен күнтізбені нақтылауға әрі болашаққа болжам жасауға ұмтылды.

Ежелгі Грекиядағы ғылым

Ежелгі Грекияның білім мен мәдениет ошағының бірі Жерорта теңізінің шығысында болды. Ал, сол дәуірдің ірі философтарының бірі – Фалес қазіргі Түркия аумағындағы Милет портының тумасы еді.

Математик және астроном Фалес барлық дене мен заттың басты құраушысы – су, ал Жер мұхитта жүзіп жүрген диск түрінде болады деп пайымдады. Фалестің еңбектері өте құнды, өйткені ол күрделі де жұмбақты құбылыстарға табиғи-ғылыми түсінік беруге талпынды. Айталық, Фалес зілзаланы құдайлардың қаһарлануынан емес, мұхиттардағы ыстық сулардың атқылауынан деп тұжырымдады.

Пифагор Самос аралында дүниеге келген. Ол Ежелгі Грекияның аса көрнекті философтарының бірі. Жас шағында Пифагор Мысырда және Вавилонда тұрды. Сол жерлердегі ол

таныс болған идеялар, оған өте зор ықпал етті. Пифагор тұтас бір діни ілімнің негізін қалап, оның ізбасарлары пифагорейліктер деп аталды.

Пифагор бүкіл денелер мен құбылыстарда сандар мен симметрияның рөліне айырықша мән берді. Ол және оның ізбасарлары сұлулық пен реттілікке айырықша сүйіспеншілік таныта отырып, планеталар дөңгелек орбитамен қозғалады, ал аспан мен Жер сфералық пішінде деп санады. Пифагордың идеялары екі мың жыл бойы өте құнды болып қала берді.

Батыс философиясының атасын Платон деп санайды. Ол Афиныда туып, ғұлама ойшыл – Сократтың шәкірті болып, содан білім алды. 30 жасында Платон жолсапарға аттанды. Ол Жерорта жағалауындағы көп елде болып, басқа философтармен кездесті.

Б.д.д. 388 ж. Афиныға оралған Платон ұстаз болуға шешім қабылдады. Келесі жылы мектеп ашып, оны Академия деп атады. Бұл мектеп бүкіл антикалық дүниеге атағы әйгілі болып, 900 жылдан астам өмір сүрді. Б.д. 529 ж. рим императоры Юстиниан оны жауып тастады.

Платон «Идеялар туралы ілімді» жасады, ал оның арабшаға аудармасы бізге дейін жеткен. Осы ілім келесі ғасырлардың ойшылдарына ықпал етті, өйткені ол философияны дінмен өзара байланыста қарастырды. Платон біздің сезім мүшелеріміз қабылдайтынның (көру, есту, дәм, иіс, сезіну) барлығы – заттар мен құбылыстардың тек сырт жағы деп түсіндірді. Олардың шынайы мәнін біз көре де, сезіне де алмаймыз, оған тек ақыл-оймен ғана жете аламыз деп есептеді. Осы қағида батыс философиясының негізіне алынды. Қазіргі кезде Платонның көзқарасы ғылыми зерттеулердің нәтижелерімен әрдайым жоққа шығуда. Себебі, Платон эксперименттерге ешқандай мән бермеді, олар таза теориялық таным ізденістеріне тек бөгет болады деп санады. Айталық, ол планеталар қозғалысын дәл өлшеулер жолымен емес, ең дұрысы ойша зерттеу қажет деп пайымдады. Платон математиканы барлық заттардың танымының кілті ретінде санағанымен, ол Архимедпен салыстырғанда іс жүзінде математикаға қызығушылық танытпады.

Аристотель (б.д.д. 384–322 ж.ж.) Грекияның солтүстік шығысындағы Македонияда дүниеге келді. Сәби кезінде ата-анасынан айырылды. Аристотельдің тәрбиешісі оны Афиныға, Платон Академиясына оқуға жіберді. Платон қайтыс болғаннан кейін, ол Академияны тастап, 12 жыл бойы Грекия мен Кіші Азияны кезді. Б.д.д. 343 ж. Аристотель Македонияға оралып, үш жыл бойы жас Александр Македонскийге ұстаз болды. Ал, Александр әкесі қайтыс болғаннан кейін таққа отырып, патша болған кезде, Аристотель Афиныға оралып, өзінің жеке мектебін – Лицейді ашты.

Б.д.д. 323 ж. Александр Македонский өлгеннен соң, Аристотель Афиныны мүлдем тастап, Эвбея аралындағы өзінің Халкис қожалығына қоныстанып, сол жерде қайтыс болды.

Аристотельдің көзқарасы Платонның ілімінен мүлдем бөлектұғын. Аристотель мүмкіндігінше көп ақпарат алу қажет деп санады. Арабтардың арқасында бізге жеткен оның еңбектері қазіргі ғылыми зерттеулер негізін баяндайды.

Аристотель аспандағы және жердегі барлық денелердің өзгеріссіз күйін құдайлар алдын ала айқындап қойған деп санады. Аристотель бойынша бір дененің күйінің өзгерісі жүйедегі екінші дене күйін өзгертетіні сөзсіз. Ол «дүниетану баспалдағын» негіздеді, онда тірі дүние жансыз денелерден, мысалы тастан жоғары тұратыны айтылған. Адам хайуандардан жоғары тұрады, ал барлық дүниетанымды құдайлар басқарады. Аристотель бойынша, әлем бірнеше сферадан құралып, олар бір-біріне кіріге орналасады да, сфералық жердің төңірегінде айналады. Жерге ең жақыны атмосфера, оған жер, су, ауа және от кіреді. От сферасының бетінде эфирден (грек. – шұғыла) тұратын ерекше аймақ болады. Ал, жоғарырақ планеталар мен жұлдыздар орналасқан сфералар. Ең шеткі сфера барлық дүниетаным жүйесінің қозғалысын басқарады. Аристотельдің ғылымға қосқан ең басты үлесіне, оның тиянақты бақылауға және жан-жақты жіктеуге мән бергенін жатқызуға болады. Оның идеялары Еуропада 1500 жыл ауқымында үлкен маңызға ие болды. Қайта өрлеу дәуірінде оқымыстылар оған Галилейдің ең бектерінің арқасында ғана күдік тудырды. Былай алып қарағанда Аристотельдің жүйесі тұйық әрі жанамалы емес. Бірақ орта ғасырларда оны феодалдық жүйені, яғни король –

лордтарды, ал лордтар – шаруаларды басқаруға негізделген қатал әлеуметтік құрылымды қалыптастырып, ұстап отыруға пайдаланды.

Архимед Сицилия аралындағы гректің Сиракуз колониясында дүниеге келген. Ол білімді Александрияның (Мысыр) атақты мектебі – Музеумде алған тамаша математик еді. Б.д.д. 212 ж. Сиракузды басып алған римдіктер Архимедті өлтірді. Сұйықтағы денеге шығарылған судың массасына тең итеруші күш әсер етеді деген заңы Архимедтің атағын паш етті. Тіпті, бірде ваннада отырған Архимед өз денесінің судың белгілі бір көлемін ығыстырғанын көріп, «Эврика» (грек. – таптым) деп айғайлап жіберген деген аңыз бар.

Қисықтардың ұзындығын және денелердің ауданы мен көлемін өлшеу үшін Архимед геометрияны қолданды. Ол әртүрлі конструкцияларды, мәселен су көтергіш винтті ойлап тапты. Оны қабырғасы тесілген кемелерден су айдауға пайдаланды. Архимед винтінің принципі күні бүгінге дейін қолданылады.

1.2. Ислам елдеріндегі ғылым

Б.д. VII ғ. Арабияда Мұхаммед пайғамбар жаңа дінді – исламды негіздеді. Қайтыс болғаннан бір ғасыр өткеннен кейін, яғни 632 ж. оның ізбасарлары (өздерін мұсылмандармыз деп атады) Испаниядан Қытайға дейін созылып жатқан аймақта зор империя құрды. Араб әлемінде, әсіресе 900 және 1200 жылдары аралығында, ғылым мен мәдениет гүлденді. Ғылымға қосқан өз үлестерінен бөлек, арабтар өздері иелік еткен жерлердегі халықтардың, әсіресе гректер мен парсылардың ғылыми идеялары мен жаңалықтарын бойына сіңірді. Осылайша, ислам ойшылдары ортағасырлық Еуропаның оқымыстыларына антикалық идеяларды бере алды. Егер олар болмаса, ежелгі ілімдер ізсіз жоғалар еді.

Еуропада Авиценна есімімен танымал болған Ибн Сина өте білімдар әрі ауқымды ғалым еді. Ол әртекті заттар туралы 270-тен астам еңбек жазды. Ибн Сина Иранда Бұқара қаласында туған. 16 жасында-ақ дәрігер болды. Өз ғұмырының әр

кезеңінде Ибн Сина заңгер де, оқытушы да болып қызмет атқарды. Иран билеушісінің кеңесшісі бола отырып, ол саясатпен де айналысты. Ибн Сина асқазан шаншуынан қайтыс болды, оны уландырды деген де қауіп бар. Ибн Сина медицинада орасан еңбек – «Канонды» құрастырды. Оның еңбегі Еуропа медицина практикасына XVII ғ. дейін үлкен ықпал етті. Ислам заңында адам денесіне операция жасауға тиым салынған, сол себепті оның «Канон» еңбегі негізінен дерттің диагностикасын қоюға және дәрі-дәрмекпен емдеуге, сондай-ақ оларды әзірлеуге арналған. Ибн Синаның тағы бір зерделі еңбегі «Айығу», кең ауқымды тақырыпты – философиядан бастап, математика мен физиканы қамтиды.

Әбу Рейхан әл-Бируни (973 – шамамен 1050) Арменияда Хваразмда туған. Ол ерте білім алды, 17 жасында Күнді бақылауға арналған аспапты құрастырды. 995 ж. басталған азаматтық соғыс Бируниді елін тастап кетуге мәжбүр етті. Екі жылдан кейін елге оралып хан сарайында бірнеше ресми лауазымға тағайындалды. Бируни өзінің ғылыми ізденістері мен астрономиялық бақылауларын жалғастыра отырып, Күнді, Ай мен жұлдыздарды бақылауға арналған көптеген аспаптар жасады. Әйтсе де Бируни астрономиямен шектеліп қалған жоқ. Оның жалпы көлемі 13 мыңнан астам беттен тұратын ғылыми мұрасы географияға, математикаға, оптикаға, медицинаға арналды. Бирунидің алхимияға қызығушылығы минералдар мен металдардың құрамын зерттеуге итермеледі. Оның осы тақырыптарға арналған еңбектері химияның дамуына игі ықпалын тигізді. Ол минералогиядан «Бағалы тастар туралы суалмас білім кітабы» атты ірі туындыны жазды. Ұзақ науқастанғанына карамастан, Бируни әртүрлі пән бойынша 140-тан астам туындыны өмірге әкелді. 80 жасында өмірден озды.

Ибн әл-Хайсам (965 – шамамен 1040) ислам әлемінің заңғар физигі болды. Ол Иракта Басра қаласында туды; Еуропада оны Альгазен ретінде біледі. Каирде қоныстанып, ұзақ жылдар айырықша мектепте – Академияда жұмыс жасады. Бұл кез Әл-Хакім (996–1020) халифаның билік еткен тұсы еді. Әл-Хайсам, оптика, астрономия, математика пәндері саласынан, ғылыми еңбектер жазды. Оның оптикадан нақты әрі ауқымды жазған еңбектері осы тақырыпта еңбектенген көптеген еуропалық

оқымыстылардың зерттеулеріне негіз болды. Әл-Хайсам өзінің «Көру күдіреті» (сокровище зрения) атты еңбегінде ежелгі гректердің көз жарық шығарып, көретін нысанға бағыттайды деген пайымдауларын жоққа шығарды. Ол нысан шығаратын жарық сәулесі керісінше, көзге бағытталады деп дәлелдеді.

Әл-Хайсам жарықтың линзадан сыну эффектісін зерттеп, жарық сәулелерінің әртүрлі ортадан, мысалы ауадан, шыныдан және судан өткенде сынатыны туралы тұжырымға келді. Осы идеяны XVII ғ. Кеплер мен Декарт пайдаланды. Әл-Хайсам «қара жәшікті» – бір қабырғасына кескін проекцияланатын камераны бірінші болып ойлап тапты. Ол «қара жәшікті» күн тұтылу кезінде Күннің кескінін алуға пайдаланды.

1.3. Ортағасырлық Еуропадағы ғылым

Батыс еуропа тарихында 400 жылдан 1400 жылға дейінгі кезең ортағасырлық деп аталады. Сол кезде христиан шіркеуінің ықпалы орасан зор болды. Ол адамдардың тіршілігінің барлық саласына билік етті. Ғалымдардың көпшілігі монахтар болып, олар шіркеу ілімімен жүруге мәжбүр еді. Ал, шіркеудің көзқарасына қарсы шыққандар қудаланып отырды. XI ғ. соңынан бастап Еуропада ежелгі грек, рим және араб авторларының кітаптары пайда бола бастады. Оларды мавритандық Испаниядан тасымалдады. Епископтар осы кітаптардың мазмұнында дүниенің жаралуы жайлы библия аңызына күдік тудыратын жаңа мәліметтер бола ма деп сескенді. Әйтсе де, уақыт өте келе христиандық ой антикалық және араб әлемінің ғылыми әрі философиялық көзқарасының басым көпшілігін мойындап, қабылдады.

Фома Аквинский итальян монахы еді. 1264 ж. «Язычниктерге қарсы қорытқы» атты кітап жазып, онда бұл дүниені Құдай жаратқанымен, ілім мен шындық өзге де қайнаркөзге арқа тірей алады деп тұжырымдады. Фома Аквинский діни мәселелерде Библия мен шіркеу бір ғана тірек болса, ғылымда құдай жаратқан дүниені зерттеу үшін гректер мен арабтардың еңбектерін пайдалануға болады деп мәлімдеді.

Осы идея шіркеуге ежелгі ойшылдардың ілімімен жанасу нүктесін табуға мүмкіндік берді.

XII ғ. соңына қарай барлық Еуропада білім ошақтары – университеттер ашыла бастады. Олардың ішінде ең ықпалдылары Болоньяда, Оксфордта, Кембриджде және Парижде орын тепті. Оқытушылар мен студенттердің көпшілігі қалай да болсын шіркеуге тәуелді еді, сондықтан университеттерде негізінен діни идеялар жасалып, таратылды.

Аристотель ілімін қолдаушы Роберт Гроссетест (шамамен 1168–1253) Сассексте (Англия) туды. Ол XIII ғ. бірінші жартысында ғылымда ірі тұлғаға айналды. Білімді Оксфордта алды. 1209 жылдан Париж университетінің ұстазы. 1214 ж. Оксфордқа оралып, студенттердің, ішінде монахтар тобы да бар, тұтас қауымдастығының тәлімгері болып тағайындалды.

Гроссетест барлық ғылыми гипотезаларды тексеруге ерекше мән беріп отырды. Бұл орайда ол Аристотельдің бақылау мен зерттеуге сүйену керектігі жайлы өсиетіне сүйенді. Гроссетест әртүрлі, атап айтқанда астрономия және музыка тақырыбына жазды. Оның негізгі еңбектері оптикаға және жарықтың сынуына арналды. Бұл орайда ол араб оқымыстысы ибн әл-Хайсамның ізбасары болды.

Гроссетестің оқушысы Роджер Бэкон (шамамен 1214–1294) Сомерсетте (Англия) туды. Ол Оксфорд университетінде оқып, 1241 жылы Парижге кетті. 1247 ж. Оксфордқа оралысымен Гроссетесттің шәкірті атанды. Ғұмыр бойы Англияда және Францияда дәріс берді.

Бэкон ғылым тарихында шіркеу мәртебесіне сенімсіздік танытқаны үшін ғана емес, сонымен қатар өзінің ғылыми қызметінде айтарлықтай жетістіктерге жеткені үшін де елеулі тұлға болып саналады. Ол діни көзқарастар ғылыми жетістіктермен толығыуы әрі нығаюы мүмкін деп пайымдады. Бэкон осы зерттеулер адамдардың дүниетаным құрылымын жете түсінуге, өз кезегінде Құдайды және оның жаратқандарын да жақсы білуге мүмкіндік береді деп есептеді.

XIV ғ. қарай оқымыстылар антикалық көптеген идеяларды, оның ішінде Аристотельдің көзқарасын игерді. Бірақ олар осы идеяларды бірбеткей тұжырымдады, яғни әлем өзгеріссіз әрі

кемел жасалған, ал Жер оның центрінде орналасқан деп түсіндірді.

Жан Буридан (шамамен 1300–1385) Париж университетінің оқытушысы, антикалық «итеру теориясын» қабылдады. Осы теорияға сәйкес, Құдай планеталар мен жұлдыздарды жаратты, бірақ олар Жер төңірегінде дербес әрі тұрақты жылдамдықпен қозғалады. Осы тұжырым физика тұрғысынан планеталардың қозғалысын түсіндіруде шынайы нық қадам болды, себебі табиғи тыс себептерді жоққа шығарды. Буридан өз еңбегін басуға қауіптенді, өйткені оның еңбектері Аристотельдің планеталарды Құдайдың құдіреті қозғалтады деген ілімге қарсы еді.

Буриданның оқушысы Николя Орезм (шамамен 1320–1382) Нормандияда (Франция) туды, кейін Льеж епископы болды. 1340 жылдан Парижде Буриданнан дәріс алып, Аристотельдің еңбектерін сынау жөнінде ұстазынан асып түсті. Орезм жер қозғалады, әр күн сайын өз осінің төңірегінде айналып тұрады деп тұжырымдады. Планеталар қозғалысын есептеу үшін, ол математикалық есептеуді пайдаланды. Орезм идеялары кейін ғалымдардың әлем құрылысы жайлы жаңа ұйғарым жасауына себеп болды. Осы жайт XVII ғ. Галлилейге және т.б. оқымыстыларға Аристотель жүйесін жоққа шығаруға мүмкіндік берді.

1.4. Қайта өрлеу дәуіріндегі ғылым

XIV ғ. Еуропада Қайта өрлеу деп аталған кезең басталды. Ол 200 жылға жуық жалғасты. Осы дәуірде адамдар антикалық өнерді қайта жаңартып, әлемді жаңаша түсінуге ұмтылды. Олар қоршаған ортаға сыни тұрғыда қарап, бақылау мен эксперименттерге зор ынта аудара бастады. Өз ілімінде антикалық және христиандық идеяларды біріктірген Аристотельдің ізбасарларының көзқарастары кең тарала бастады.

Қайта өрлеу дәуірінің көптеген ойшылдары өз бойына эрулан талант пен мүдделерді біріктірген жан-жақты адамның идеалына сенді. Осы идеалға неғұрлым жақын тұрған – мүсінші,

суретші, музыкант, архитектор, ғалым және ұлы өнертапқыш Леонардо да Винчи болды. Ол Флоренция тумасы, сот шенеунігі Пьетро да Винчидің ұлы еді. 1452 жылы 15 сәуірде дүниеге келген және семьядағы 12 баланың бірі. Әкесі бұл баласының жан-жақты дарынын байқап, оны суретші Андреа дель Вероккионың шеберханасына оқуға жіберді. Леонардо да Винчи – онша көп картина салмағанымен, әлемнің ұлы суретшісінің бірі. Оның ең даңқты туындысының бірі 1503 ж. салған «Моно Лизасы».

Леонардо 30 өлікті препарациялап (ол кезде заңмен тыйым салынған), анатомиялық атлас жасады, бұл атлас оған дейінгілерінен дәлдігі жағынан анағұрлым сапалы болды. Ол жарықтың қасиеттері мен судың қозғалысын зерттеді. Оның қойын кітапшасы әртүрлі тетіктердің, оның ішінде ұшу аппаратарының да сызбалары мен эскиздеріне толы. Әрине, олардың көпшілігін жүзеге асыру мүмкін еместігін білеміз, әйтсе де Леонардоның байқағыштығы мен қиялдау қабілетін үйлестіре білуі қайран қалдырады. 1483 жылдан Леонардо Миланда фортификациялық (қорғаныс) құрылыстарының инспекторы, содан кейін Флоренцияда әскери инженер болды. 1507 ж. Францияға Амбуазға қоныс теуіп, ғұмырының қалғанын сонда өткізді. 1519 жылы қайтыс болды. Леонардо ғажап еңбекқор әрі үлкен дарын иесі болғанымен, оның еңбектерінің ғылымның дамуына ықпалы оншалықты емес. Зерттеулерін ол өз мүддесі үшін жасап, замандастары ол туралы ештеңе білмеді. Леонардоның сызбалары мен қойын кітапшалары ол қайтыс болғаннан кейін жоғалып кетіп, бірнеше ғасыр беймәлім болды.

Философия мен математикада Рене Декарттың идеялары үлкен мәртебеге ие болды. Ол Бретанида (Франция) адвокаттың отбасында туған. 1628 ж. Декарт Нидерландыға көшті, онда протестант шіркеуі жаңа идеяларға неғұрлым еркін көзқарасты ұстанушы еді. Бұл жерде ол 20 жыл тұрды. Декарттың философияның дамуына қосқан маңызды үлесінің бірі – сенімсіздік идеясы. Оның Библия мен антикалық авторлардың іліміне сенімі болмады. «Ең негізгісі, мен бармын» деп санады («Ойлаймын, демек, мен өмір сүремін»). Өзінің «Философия бастамасы» деген басты еңбегінде Декарт әлемнің қозғалысы әртүрлі мөлшердегі бөлшектер қозғалысы арқылы көрініс табуы

ықтимал деп тұжырымдады. Декарт математикалық координаттардың, яғни әртүрлі шамалардың, мысалы бойы мен жасының бір-бірімен салыстырмалығына мүмкіндік беретін жүйелердің негізін қалады. Оның Әлем құрылысы туралы идеяларының орасан зор маңызы болды, оларды кейін Ньютон қайтадан таразылап шықты.

1.5. Электрді зерттеудегі алғашқы эксперименттер

Біздің өмірімізде электр аса маңызды рөл атқарады. Оның екі түрі бар: статикалық заряд және ток. Электр әсері адам баласына ежелден белгілі. Бірақ XVIII ғ. соңына дейін адамдар тек статикалық зарядты ғана ала алды. Сонау арғы заманда электрді зерттеу үлкен қызығушылық тудырды. Тек XIX ғ. ғана оқымыстылар осы саладағы білімдерін біртіндеп кеңейтті.

1705 ж. ағылшын ғалымы Френсис Хоксби (1666–1713), егер іші вакуум шыны шарды үйкелесе, шар жарқырай бастайтынын байқады. Жарық көзі электр, ал шар электргенератор қызметін атқарады. Келесі бір ғалым Стефан Грей (1666–1736), өз тәжірибесімен электр көптеген материал, оның ішінде адам денесі арқылы да өтетінін дәлелдеді. Грей ішіне ток жіберілген сымға арқанмен ілініп тұрып, бірінші болып осы сым бойымен «жүріп» өтті.

1745 ж. неміс священнигі Эвальд фон Клейст (1700–1748) статикалық зарядты жинайтын әрі сақтайтын приборды ойлап тапты. Оны лейден банкасы деп атады, өйткені ол Лейден университетінде жасалған еді. Прибор бір қолмен ұстап тұратын шыны банка түрінде. Шынының ішкі қабырғасына Хоксби генераторына ұқсас генератормен жалғанған латунь сымның көмегімен статикалық заряд жинақталады. Сымның екінші ұшы банкіге толтырылған суға салынады. Зарядталған банка зарядты сақтай алады, ал сымды біреу ұстаса, оны ток соғады.

Электрді зерттеушілердің ірі өкілінің бірі Бенджамин Франклин. Ол АҚШ-та 17 баласы болған сабын дайындайтын шебердің отбасында 1706 ж. 17 қаңтарда дүниеге келген. Өзінің ұзақ ғұмырында Франклин бірнеше мамандықты игерді, баспашы, баспагер, саяси қайраткер болды. 40 жасында ол

электрмен айналысты, сол кезде оны зерттеуге бәрі құштар болатын. 1752 ж. Франклин найзағай – электр заряды екенін дәлелдеді. Ол найзағай бұлтына металл пластинасы бар ауа *батпырауығын* ұшырды. Жай пластинаға түскенде, одан ұшқындар шашыраған. Бұл тәжірибе өте қауіпті, оны қайталамақшы болған ғалымды найзағай түсіп мерт қылған. Бірақ тәжірибе Франклинге найзағай бұлтында статикалық зарядтың болатынын, ал найзағай өте қуатты разряд екенін дәлелдеуге мүмкіндік берді. Сол жылы Франклин үй қабырғасына бірінші жайқайтарғышты орнатты. Жайқайтарғыш найзағайды тұтып қалып, оның разрядын үйге қауіпсіз жерге жібереді. Бенджамин Франклиннің ғылыми қызметіне жеке тоқталамыз.

Электрді алғашқы зерттеулердің бірі Луиджи Гальвани (1737–1798). Оның негізгі жұмысына төменде тоқталамыз. Ол скат балығының Лейден банкасы секілді разряд түзетінін ашты және басқа да жануарлар бойында электр болуы мүмкін деп пайымдады. Көптеген эксперименттер негізінде жануарлардың нервтері мен бұлшық еттерінде электр түзіледі деген жалған шешімге де келді. Бұл шешімді А. Вольта ғылыми тұрғыда жоққа шығарды.

Енді «энергия» деген ұғымға аздап тоқтасақ.

«Энергеа» – ежелгі грек тілінен аударғанда «іс-әрекет» немесе «қимыл» мағынасын береді. Шындығында да адамзаттың барлық тіршілігі, оның іс-әрекеті энергияны тұтынумен және пайдаланумен тікелей байланысты. Сонау тылсым заманнан осы күнге дейінгі адамзат қоғамының тарихы – энергияның түрлерін іздеу, меңгеру және пайдалану жолдарының тарихы. Өзінің білек күші мен үй жануарларының бұлшық еттерінің күші, от жылуы, жел мен су қуаты, бу машинасының қуаты, ақырында, адам сенбес таңғажайып болып көрінген электр тогының іс-әрекеті – міне осындай энергия көздерін меңгере отыра, адам тек техникалық тұрғыда ғана дамымай, сонымен бірге әлеуметтік бағытта да даму үстінде болды.

Энергия бүгін планетамыздағы барлық адамдардың аузындағы сөз. Себебі электр энергиясын көп мөлшерде өндіруге, жинауға, қашық жерге тасымалдауға мүмкіндік зор.

Электр тогы дегеніміз электр зарядтарының өткізгіш бойымен бағытталған қозғалысы. Янтарьды (ескі грек тілінде янтарь – электрон деген сөз) жүнге үйкегенде электр зарядтары пайда болатынын біздің эрамызға дейінгі V ғасырда, грек ғалымы – антикалық және жалпыеуропалық философия мен ғылымның негізін қалаған ғалым Фалес Миетский ашқан. Шын мәніне келгенде гректер адамзат тарихында электр зарядтарын шығаруды үйренген алғашқылар болып есептелінеді. Ал, адамдардың электрмен танысқанына мыңдаған жылдар болды. Бәрі найзағайдан, яғни атмосфералық электрден басталған еді. Адамдар найзағайдан қаншама қиянат көргенімен, біздің ата-бабаларымыз үшін тек найзағай ғана оттықтың көзі болатын. Олар алғашқы қуырылған еттің, піскен жеміс-жидектердің дәмдерін сол найзағайдан өртенген ормандар мен бақтардан татқан еді. Сонымен, еңбек пен от адамды адам етті, яғни адамның жер бетіндегі барлық тіршілігінің дұрыс бағытта дамуы электрмен байланысты.

Найзағайлы қара бұлт көбінесе экваториялды жағалауда жатқан елдерде көп болады. Тарихшылардың айтуынша, міне осындай жерлерде ертедегі адамдар тұрған белгілер табылған. Жер бетіндегі ең найзағайлы орын – Ява аралы. Онда жылдың 300 күнінде найзағай жарқылын байқауға болады.

Бұлтта шоғырланған зарядтар күші 50 кулоннан (Кл) аспайды, ал ондағы найзағай бойындағы токтың күші ондаған, жүздеген мың амперге (А) жетеді, ал зарядтың разряд уақыты микросекундтармен өлшенеді. Бұл кездегі бұлтта жиналған энергия шамасы аса үлкен болмайды. Ол бүгінгі күнгі теледидарды тек бір минут аралығында қамтамасыз ете алатындай ғана шамада. Ал оның қуаты ондаған миллион киловатқа жетеді. Найзағай арнасындағы температура 30000°C дейін жетеді. Міне, біздің бабаларымыздың алғашқы «оттығын» осылай сипаттауға болады.

Электрдің адам кездестірген екінші көзі судағы балық болатын. Бүгінгі күнгі 20 мың белгілі балықтардың 300-ге жуығының бойында электрогенез бар екен. Электрогенез деп тірі ұлпаларда электрдің пайда болуын айтады. Ондай балықтар көбінесе Жердің тропикалық полюсіндегі мұхиттар мен

өзендерді мекен етеді. Электрлі жыланбалық 1200 В кернеу, 1,2 А ток шығаруға мүмкіндігі бар. Электрлік жайын мен американдық жұлдызшалар 40...60 В және 50...60 А ток шығара алады. Ал, электрлік скат суда жәй қозғалғанның өзінде де 400 В-тан жоғары кернеу түзе алады. Электрлі ірі балықтар бойындағы күшті разряд жан-жануарларға және адам өміріне көптеген қауіп-қатер туғызады. Айта кетер бір жай – бұл балықтардың ірілігі де таңғаларлықтай. Мысалы, скаттың ұзындығы 1,8 м, салмағы 90 кг дейін, ал угорьдің ұзындығы 2 м, салмағы 20 кг жетеді.

«Күштіэлектрлі» балықтардың қайсыбірі дәмді тағам болып саналады. Амазонка алабы маңайындағы тұрғындар, мұндай балықтарды ұстау үшін және өздерін қауіптен сақтап қалу үшін тамаша айла тауып алған. Адамдар өзенге алдымен бір топ сиырларды айдап салып, олар өкіріп кейін қайтқанда, «разрядталған» балықтарды кәдімгі әдістерімен оп-оңай-ақ аулап алып отырады.

Ескі гректер мен римдіктер, бүгінгі күні «электртерапия» деп аталатын емдеу әдісін, сол кездің өзінде-ақ қолданғандары туралы деректер бар. Электрлік скат, угорь, ауру адаммен бірге сулы бөшкенің ішіне орналастырылған. Қандай әсер болатынын көз алдымызға елестетуге болады! Алайда, адамдар ертеден бері барлық ауруларға ем болатын жан-жақты әдістерді әлі күнге дейін қолданып келеді. Бұл – акупунктура немесе инетығу. Қажетті эффектіге жету үшін, әртүрлі тәсілдермен ине кіргізуге болатын, адам денесінде 700-ге жуық нүкте нүкте бар. Инемен ұлпалық сұйық біріге отыра кәдімгі гальвани элементін құрады. Ондағы электрқозғауыш күш, иненің материалына сәйкес 0,77 ден 1,68 В болатыны зерттеу жұмыстарымен дәлелденген.

XVI ғасырда ағылшын дәрігері Гильберт (1544–1603) шыны, шайыр, күкірт т.б. заттардың да янтарьдікіндей қасиеті болатынын тапқан. Демек, осы аталған заттардың бойында үйкелістің нәтижесінде «бір нәрсе», жаңа қасиет – басқа заттарды өзіне тарту қасиеті пайда болады екен. Осы «бір нәрсе» электр немесе электр заряды. Гильберт ең алғашқы «электр» (орысша «электричество», бұл сөз гректің «электрон», яғни «янтарь» деген сөзінен алынған) терминін енгізуші. Кейіннен де көптеген зерттеушілер электрстатикалық

зарядтарды электремдеу үшін қолданғанымен, ешқандай нәтиже шықпады.

Эбонит таяқша алып, оны жүн матаға үйкесек, онда да заттарды өзіне тарту қасиеті пайда болады. Ал шыны таяқша алып, оны жібекке үйкелесек, ол да сондай қасиетке ие болады. Егер электрленген эбонит таяқшаны жіпке іліп қойып, оған алдын ала электрленген басқа эбонит таяқшасын жақындатсақ, олардың бір-бірімен тебісетіндігі, ал шыны таяқшаны жақындатқанда, бір-бірін тартатындығы байқалады. Эбонит-шыны таяқшаларының бұлайша әрекет жасасуы олардағы электр зарядтарының әртүрлі екендігін көрсетеді. Зарядтардың түрлерін ажырату үшін Франклин 1747 жылы электр зарядтарының екі түрі болатындығын анықтады. Ол шыны таяқшаны жібекпен үйкегенде түзілетін зарядты «оң заряд», ал эбонит таяқшаны жүн матаға үйкегенде пайда болатын зарядты «теріс заряд» деп атауды ұсынды.

Денелерде электр зарядтарының пайда болу құбылысын былайша түсіндіруге болады. Барлық денелер атомдар мен молекулалардан, ал атомдар элементар бөлшектерден тұрады. Атом құрамындағы протондар мен электрондарда электр заряды бар, ал нейтронда заряд болмайды. Протон оң зарядталған деп есептелінеді. Бұл бөлшектердің әрқайсысының массалары бар, олар әртүрлі. Осыған сәйкес олар қоршаған ортаға әртүрлі әсер етеді және сол ортаның әсерінен өздері де әртүрлі қасиеттерге ие болады. Мысалы, электронның тыныштық массасы $m_e = 9,1082 \cdot 10^{-31}$ кг, протонның массасы электронның массасынан 1846 есе артық, яғни $m_p = 1846 m_e$, ал нейтронның массасы протон массасынан артық, яғни $m_n > m_p$. Осы бөлшектерге сыртқы күш әсер еткенде әрқайсысының инертті массалары әртүрлі болғандықтан, олар әр түрлі қырынан көрінеді. Зарядталған электрон мен протон әр типте өзара әсерлеседі.

Электрді зерттеуде келесі бір үлкен қадамды итальяндық Луиджи Гальвани (1737–1798) жасады. Ол Болон университетінде оқыған. Кейіннен осы университетте практикалық анатомия және гинекология кафедрасының

менгерушісі болып жұмыс істеген. Бұлшық ет және жүйке ауруларын емдеу үшін көптеген жылдар бойы электрдің тірі ұлпаға тигізер әсеріне зерттеулер жүргізген. Нәтижесінде 1791 жылы «бұлшық еттің жиырылу кезіндегі электр күші туралы трактатын» жарыққа шығарды. Өзі техника саласының маманы болмағандықтан, ол бұл еңбегінің ғылымда өз орнын алатынын және бағаланатынын күткен де жоқ. Барлық ізденушілерді бұл еңбегімен танысып шығуға шақырды. Гальвани алдымен статикалық электрді тіркей алатындай, сезімтал «аспап» жасап шығарды. Оның бұл «аспабы» – жаңа ғана сойылған бақаның табаны еді. Санның нервтеріне электрстатикалық машинаны қосқанда, оның бұлшық еттері күрт жиырылады. Тура осындай реакция ол екі әртүрлі металл өткізгіштерді нерв пен табанға тигізген кезде де болған. Ақырында Гальвани, бақаның табанын жерге жалғап, нервтерге ұзын өткізгіш қосып қойғанда, аспан күркіреп найзағай ойнаған кезде табанның селт еткенін көрген. Гальванидің анықтаған бұл эффектісі зерттеушілердің көңілінен тыс қалған еді.

Бұл әрине бекер болған. Себебі бұл еріксіз алынған ең бірінші электромагниттік толқын шығарудың биологиялық қабылдаушы еді. Тек 100 жылдан кейін, 1894 жылы ғана ағылшын физигі Оливер Лодж электромагниттік тербелістерді тіркеу үшін когерерді қолданады. Оны кейіннен А. С. Попов дүниежүзіндегі алғашқы радиоқабылдағышты жасаған кезде пайдаланды.

Екі жеріне екі әртүрлі металл өткізгіштерді жалғағанда бақа табанының селт етуін, Гальвани өткізгіш арқылы табанның ішіндегі электрдің әсерінен ток өтеді деп түсіндірді. Ол бұл электрді «тіршілік электрі» деп атады. Гальванидің мұндай анықтамасын ол кез тұрмақ биоэлектрді білетін біз үшін осы күнде де түсіну оңай емес. Сондықтан бұл айтылған «жаңалық» Гальванидің жерлесі Алессандро Вольтаның шамына тиді. Ол Гальваниді «көз бояушы» деп атап қатты ашуланды. Не болғанымен, Гальванидің бұл еңбегі биоэлектрдің бар екендігінің дәлелі болды, бірақ та оны ешкім ол кезде мойындамаған еді.

Тек, XX ғасырдың елуінші жылдарында ғана мидың (электрэнцефалограф), жүректің (кардиограф) және адам

денесінің басқа да мүшелерінің функциясын тіркейтін аспаптар қолданыла бастады. Кейінірек дененің аурумен ушыққан мүшелері іс-әрекетінің әртүрлі электрлік стимуляторлары пайда болды. Бүгін бұл электрстимуляторлар көпшілікке таныс. Мысалы, миллион тұрғындардың 200-ге жуығын жүрек жұмысының стимуляторларын енгізу, бүгінгі медиктердің алдында тұрған күрделі мәселе деген болжам бар.

Әр медальдың немесе монетаның бет және сырт жағы бар, ғылыми сөзбен айтсақ, аверс және реверс. Міне сол сияқты, адам өмірінде электр тек диагностика мен емдеу үшін ғана пайдаланылмайды. Кейбір елдерде жазалау құралы ретінде электр орындық қолданылса, сенімсіздікті анықтау үшін – белгілі полиграф, яғни «өтірік детекторы» пайдаланылады. Бұл аспап арқылы, қойылған сұрақтарға жауап беру кезінде пайда болатын адам терісінің әрбір жерлеріндегі биопотенциалдар бір мезгілде жазылып алынады да бір-бірімен салыстырылады. Жалпы бұл жиналған ақпаратты дешифровка жасау әдістері, алынған жауаптардың дұрыс, өтірік деңгейін толық анықтай алмайды, ал бірақ осы процедураның өзі жауапкерге күшті психикалық әсер ететіні сөзсіз.

Гальванидың жасаған тәжірибелері ондаған жылдар бойы ұмытылып кетті, бірақ оның есімі көптеген аспаптардың атымен мәңгілік сақталып отыр. Мысалы, электрхимияның үлкен бөлігі – гальванотехника. Ғылымның бұл саласында металдық және бейметалдық беттерге металдармен қаптау процесінің барлық сұрақтары қамтылған. Ал мұндай процессіз бүгінгі күнгі аспаптарды, машиналарды, баспа формаларын және т.б. қажетті құрылғыларды жасап шығару мүмкін емес.

Алессандро Вольта қаншама уақыт күдіктеніп жүргенімен, Гальвани тәжірибелеріндегі электр тогының пайда болу себебін басқаша анықтады. Нәтижесінде ол алғашқы болып электр тогының едәуір қуатты көзін ашты. Осы сәттен бастап электртехника мен электрэнергетика құралдарын жасауда жаңа мүмкіндіктер туды.

2. ЭЛЕКТРТЕХНИКА ҒҰЛАМАЛАРЫ

Кітаптың бұл тарауы электр туралы ғылымның дамуының негізін қалаған әлемдік ұлы ғалымдарға арналған.

Тарау кейіпкерлерінің электртехника, электрэнергетика салаларының дамуына қосқан еңбектерін бірінен бірі артық не кем деп бағалау мүмкін емес, сондықтан ұсынылып отырған очерктер олардың ғылымдағы салмақтарына емес, тек алфавитке сәйкес орналастырылды.

2.1. Андре-Мари Ампер

Электр зарядтарының бағытталған қозғалысын электр тогы деп атайды. Металдар мен шала өткізгіштерде ток тасымалдау қызметін электрондар атқарса, электролиттер мен иондалған газдарда – оң және теріс иондар атқарады.

Электр тогының бірлігі өз атауын электрдинамиканың негізін қалаушы А. М. Амперден алып, 1881 ж. Парижде электриктердің I халықаралық конгресінде қабылданды. Қазіргі анықтама бойынша ампер – вакуумда бір-бірінен 1 м қашықтықта орналасқан, қимасы өте аз және шексіз ұзындықтағы түзусызықты параллель қос сыммен өткенде, өзара әрекеттесу күші ұзындықтың әр метріне $2 \cdot 10^{-7}$ Н тең болатын тұрақты ток күші. Ток күшінің нақты эталондары стандартты екі катушканың тартылыс өлшеу принципіне негізделіп жасалады.

Электр тогының әрекетін көптеген адамдар сезінгенімен, құбылысты түсіндіру, қандай да болсын сандық бағам жасау, яғни тәжірибелерді ғылыми тұрғыда негіздеу қажет болды. Д. И. Менделеев (1834–1907) «ғылым өлшеу басталған тұста бастау алады» деп жазған еді. Осы мәселелерді шешуге А. М. Ампер кірісті, оны замандасы, ағылшын физигі Д. К. Максвелл (1831–1879) электрдің Ньютоны деп дәріптеді.

Осы бала ешқашан мектепке бармаған, мектеп пәндерін білмейді дегенге сену қиын. Ал, Ампердің атақты замандасы Фарадей, кейін Эдисон мектепте бір жылдай оқыды десек, Ампер туралы олай да айта алмайсың.

Андре Мари Ампер – озық ойлы, жоғары білімді әрі мануфактураның алдыңғы қатарлы көпесінің баласы. Ол Лионда 1775 ж. 20 қаңтарда дүниеге келген. Балалық және бозбала шағы туған қаласының жанындағы Полемиеде отбасылық мекенжайда өтті. Оқуды өте ерте үйренді, ешқашан оқымаса да, энциклопедиялық білімі болды. Өз бетінше білім алуды ол өмір бойы насихаттап өтті.

Білімнің негізгі қазынасы әкесінің бай кітапханасы мен Лион лицейінің кітапхана қоры еді. Оның әкесі буржуазияның либерал тобына жатты, ақыл-ойдың прогресіне шынайы сенген, өз заманының білімдар өкілінің бірі болды. Ол танымал философтардың, жазушылардың, ғалымдардың шығармаларынан, әрі грек және рим классиктерінің еңбектерінен өте бай кітапхана жасады. Уақыт тапшылығына қарамастан, ұлын тәрбиелеуге де аса көңіл бөлді. Андре оқуды үйренбес бұрын «Табиғат тарихынан» үзінділерді аса құныға тыңдап, өзін қоршаған әлем, жануарлар мен құстардың тіршілігі туралы естіп білді, олардың суретінен көз алмай мұқиятпен қарады. Әкесінің кітапханасынан күні ұзақ шықпай отырып, төңірегіндегілерге байқатпай, дұрыс оқи алатындай дәрежеге жетті. Көп ұзамай тарихтан және әдебиеттен кітаптарды оқи бастады. Бозбаланың математикаға құштарлығы ерте байқалды. Лион лицейінің қызметкері, Андренің әкесінің досы баланың ерте жетілген қабілетіне таң қалып, оған жоғары математика негіздерін түсінуге жәрдемдесті, ал Андре болса шексіз аз шамаларды есептеумен шұғылданды. Математикамен қоса, ол ботаникамен де айналысты.

Көп ұзамай ол физикамен, оның ішінде жылу және электр туралы іліммен нақты айналыса бастады, ең бастысы – өзі оқыған дүниесіне көз жеткізіп, барынша түсінуге ұмтылды.

Он сегізге дейін А. М. Ампер латын, грек және итальян тілдерін меңгерді, физика, жоғары математикамен тереңірек танысып, поэзиямен (жазуға ұмтылды) айналысты.

Феномендік еске сақтауы әрі аналитикалық ойлауы Паскальге тартқан бозбала білімінің негізінде Д. Дидроның соңғы томы 1780 ж. аяқталған отыз алты томдық энциклопедиясын түгелдей ақтарып шықты. 13 жасында Лион

академиясына өзінің алғашқы математикалық шығармасын ұсынды.

Ұлы француз революциясы көп француздардың өміріне өзгерістер әкелді. Ампердің әкесін, ол кезде Лионның прокуроры, лион көтерілісін басқаннан кейін (1793) тұтқындап, соттап, басын алды. Оны естіген Ампер естен танды. Ұзақ уақыт бозбала өзіне өзі келе алмай, жандүниесі астан-кестен күй кешті. Барлық сабақты тастап, өзімен өзі болып, томаға тұйық күй кешті. Ол Лионның маңындағы Полежьедегі отбасылық мекенжайына оралып, күні ұзақ үйден шықпады. Уақыт пен табиғат өзі емші болды. Далада серуендеп, ағаштарды, гүлдер мен шөптерді бақылай жүріп, өз-өзіне келе бастады. Бірде танысы әзілдеп, Андреге өз көзілдірігін кигізіп еді, қоршаған орта нақты көріне, айшықты әрі тамаша күйге енгендей болды. Содан былай ол көзілдірікті тастамады. Ақша жағынан отбасы қинала бастады. Үш жыл Андре өлең құрастырумен, философиямен, кейде физикамен шұғылдануын жалғастырды. Соңынан жеке сабақ беруге мәжбүр болды. Бұл қадамға шамасы Катрин Карронға үйлену дәмесі себеп болғандай. Реңсіз, кейбір замандастары айтқандай икемсіз, бірақ табанды күйеу балаға осы мақсатын іске асыруға төрт жыл кетті.

Қолында жуан таяғы бар серуендеп жүрген Андре өзіне, үстіндегі ұжмаланған костюміне, аяғында шаруа бәтеңкесіне тіпті қарамайды. Қолайсыз картузы бар Андре басы ауырып, жақыннан жақсы көре алмайды. Оның ебедейсіздігі туралы қалжың сөздер таралды. Бірде ол көшемен әдетінше күрделі есептеулерді ой елегінен өткізіп келе жатты. Кенеттен дәл алдынан қара тақта көрінді. Ол ойланбастан шапанының қалтасынан ақ борды ала салып, тақтаға өз есептеулерінің нәтижесін жаза бастады. Тіпті тақтаның біртіндеп алға қарай қозғалғанына да мән бермей, оны қуалай, ең ақырында жүгіре басып, өз есептерін жазуды жалғастыра берді. Сөйтсе, тақта деп жүргені, каретаның артқы жағы екен.

Бірде Андре өз мекенжайына көрші тұратын алтын түсті шашы бар әдемі бойжеткенді кездестірді. Ол қызға бірден ғашық болып, құлай сүйді. Бірақ қыздың әке-шешесі кедей әрі түрі өңсіз «жалықтырып жіберетін ақылгөй» (оны солай атайтын) жігіттің күйеу атануына қарсы болды. Бірақ оның

мінез-құлқындағы мейірбандылық пен асқақтық, білімдарлық шешуші рөлге ие болып, үш жылдан кейін яғни 1799 ж., Ампер жеке сабақ беруден жинаған қаражатына той жасады. Бір жылдан кейін ұлды болып, оның есімін атасының құрметіне Жан-Жак деп атады. Кейін ол белгілі тарихшы және лингвист болып, Француз ғылым академиясының мүшелігіне сайланды.

Замандастарының айтуынша, Ампер күрт өзгеріп, өз сырт келбетіне мән бере бастады, отбасына шексіз берілді. Үй мұғалімі жағдайы Амперге қаражат мәселесін шешуімен бірге, белгілі бір дәрежеде атағының шығуына да септесті. Бұл жайт 1802 ж. Бурга қаласының (Лионнан 60 км-дей) орталық мектебіне сынақтан табысты өтіп, профессор болып орналасуына мүмкіндік берді – осы кезден бастап өмірінің соңғы күндеріне дейін жалғасқан, Ампердің ұстаздық қызметі басталды.

1814 ж. Ампер математикалық ғылымдар саласы бойынша Француз ғылым академиясына мүше болып сайланды. Ампердің электрге деген зейіні алғаш рет 1802 ж. ауды. Сонда ол А. Вольтамен бірге Лион академиясында сөз сөйлеген еді. Ампер электр және магнит құбылыстарының біртұтастық теориясын механика заңдарының негізінде дамытуға ұмтылды. Екінші мәрте электр оны 1820 ж. дат физигі Х.К. Эрстедтің (1677–1751) тәжірибелерімен танысқаннан кейін қызықтыра бастады. Өткізгіш бойымен өткен ток магнит стрелкасын бұрып жіберген! Электр қайсыбір сезілетіндей, қозғалатындай болып әсер қалдырды. Онда осы қозғалыстың заңы болуы да ықтимал ғой.

Экспериментшінің сызбалары бойынша әзірленген аспаптармен өте дәл тәжірибелер жүргізілді. Жаңадан «электр тогы», «Электр тогының бағыты», «соленоид», «гальванометр» (токтың күші мен бағытын анықтайтын аспап) терминдері енгізілді.

Егер XIX ғ. басына тән екіұдай ұйғарымдарды ескермесек, Ампердің ой-пікірлерін былайша тұжырымдауға болады. Магнит стрелкасы өткізгіш бойымен өтетін токтың әсерінен ауытқиды. Демек, өткізгіш магнит өрісін жасайды. Тогы бар екі өткізгіш магнит секілді өзара әсерлеседі. Бір бағытта өтетін тогы

бар көп өткізгіштер (катушка не соленоид) үлкен (күшті) магнит тудыруы тиіс. Мүмкін, Жер қойнауында ток бар шығар, демек оның магнит өрісі болады. Ток көзі Вольта бағанын түзетін тау жыныстары шығар. Соңғы айтылғаннан басқа, ойдың үйлесімді құрылымына ешбір кінә таға алмайсың.

Барлық пайымдаулар тамаша дәлелденді. Қазір мәлім болғандай, бір бағытта өтетін тогы бар параллель өткізгіштер өзара тебіседі, ал қарама-қарсы бағытталған тогы барлары бірін-бірі тартады. Ампер өткізгіштердің еркін орналасуы кезінде өзара әсерлесу күшін де есептеді. Жер өрісінде тогы бар катушка әрдайым қайсыбір бұрышқа бұрылады. Осылайша, жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде Ампер іс жүзінде электр двигателі мен электрөлшеуіш аспаптарды жасауға болатынын дәлелдеді.

Ампер электромагнитті жасаудың аз-ақ алдында тұрды. Ол темір ұнтақтарды тарту күшін арттыру үшін катушкаға болат ине қондыру керектігін білді, бірақ одан әрі бармады.

Неміс физиологы С. Т. Земмерингтен бөлек, Ампер сәл кейінірек қолданысқа алынбаған электромагнит телеграф жүйесін ұсынды, онда әр әріп сигналы жеке сыммен ток тасымалымен берілді. Қабылдау жағында бар сигнал магнит стрелкасының бірінің ауытқуымен тіркелді. Кейінгі практика, абоненттерді көп сыммен байлап тастамау керектігін көрсетті, өйткені байланыс линиясының құны, телеграфтық байланыс жүйесі құнының 80 %-на жуығын құрайды.

Электр техниканың тогы бар тізбектегі өтетін құбылыстары сипатталатын саласын Ампер алғаш рет электр динамика деп атады. Ол көптеген атауларды, мысалы «кибернетиканы» ендірді.

Зерттеушінің электр саласындағы еңбектерінің басым бөлігі 1826 ж. шыққан «Электр динамикалық құбылыстарының тек тәжірибеден шығарылған теориясы» атты кітабында жарияланды. 1826 ж. кейін Ампер электрмен айналысуды азайтып, математика, механика, физика және философияға ден қойды.

Математика, химия және өзге де зерттеулермен айналысып, екіншіше орай 1802 ж. Наполеон жариялаған электр саласындағы ұлы жаңалықтарға жол ашатын жұмыстарды ынталандыру конкурсына қатыспады. Ғасыр сыйлығы ағылшын ғалымы Х. Дэвиге берілді, ал Наполеон құлағаннан кейін бұл сыйлық таратылды. Белгілі француз физигі академик Поль Жаке «егер сыйлық тоқтатылмаған болса, ол 20 жылдан кейін ашқан жаңалықтары үшін сөзсіз Амперге берілер еді» – деп жазды.

Бірнеше жыл бойы Ампер математика саласында табысты еңбек етіп, оның ықтималдықтар теориясынан «мемуары» ірі математиктер тарапынан, атап айтқанда академик Даламберден жоғары бағаға ие болды. Өте қарапайым бола отырып, Ампер өзінің жұбайына «жұмысымның мазмұны сондай, оған Францияда тең келерліктей дүние тудыратын математик шыға қояр ма екен» деп жазды.

Даламбердің ұсынысымен 1803 ж. Ампер жаңадан ашылған Лион лицейіне математика мен астрономиядан оқытушы болып тағайындалды. «Енді ол ғалым болу жолына түскенін сезінді» деп жазады өміртанушы.

Тағдыр талантты ғалымға тағы бір сұмдықты басынан өткеруге жазыпты: 1803 ж. «кеуде ауруынан» артына кішкентай ұлын қалдырып, сүйікті әйелі дүние салды. Туыстарының қолдауымен Ампер күш-жігер танытып, шығармашылық қызметін үзбеуге белін бекем буды да, өмірінде қайғылы оқиғалардың куәсі болған Лионын тастап кетуге шешім қабылдады.

Ол Даламбердің ұсынысын пайдаланып Парижге келді де 1804 ж. Париждегі Францияның ең танымал техникалық мектептерінің бірі Политехникалық мектепте репетитор болып қабылданды. Оның ұстаздарының алғашқылары болған Лагранж, Бертолле т.б. сынды ірі ғалымдар еді. Ал, 1809 ж. Ампер – мектептің математикалық талдау профессоры.

Әйтсе де ауыр соққы оның жан дүниесін әлсіретіп бақты. Ампердің 1806 ж. екінші некесі өте сәтсіз болды. Баласын өсіруге аянбай тер төккен аяулы анасы бақилыққа аттанды. Ампердің шығармашылығына университеттің бас инспекторы қызметін атқаруына байланысты жиі іссапарлар да кедергі

келтірді. Бұл жұмыс, әсіресе жүрек талмасына ұшырағаннан бастап, Амперді зорлықтырып, титықтатты.

Бірақ, қиыншылықтарды жеңе отырып, Ампер математика, химия, физика және философиядан ғылыми зерттеулерін жалғастыра берді. Ірі академиктер Лагранж мен Лапласың ұсыныстары бойынша 1814 ж. дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерге арналған ауқымды еңбектерінің арқасында Француз ғылым академиясының мүшесі болып сайланды. Академик бола отырып, ол әлемдік деңгейдегі ғалым-математиктер Лаплас, Лежандро, Фурье, механик Монж, физиктер Био, Араго, Савар, т.б. етене жақын араласты. Академиктердің бірі Ампер туралы: «...бірде-бір адам дидарласу және пікірталас кезінде ол сияқты соншалықты көп жаңа ой-пікір айта алмайды» деп жазды.

Қаражаттың үнемі жетіспеуі (ғалым кішкентай екі баласымен қалған) Амперді жоғары оқу орындарында ұстаздық қызметімен және ұдайы ғылыми ізденістерімен бірге, ел аймақтарындағы лицейлер мен мектептерге инспектор ретінде қосымша ақша табуға мәжбүрледі. Ампердің жұмыс істеу қабілеті төмендей бастады.

Атап өткендей, ғасырдың басында-ақ Ампер Вольтаның электр тогының қасиеті туралы ашқан жаңалығына, одан кейінгі зерттеулерге зейінін аударды. Бірақ математикалық зерттеулермен және электр тәжірибелермен бір мезгілде айналысуға мүмкіндігі болмады.

1820 ж. жазда Ампер Парижде болмады да Эрстед тәжірибесі туралы ештеңе естіген де, оның қолжазбасын көрген де жоқ.

Ампердің өміріндегі басты жаңалық 1820 ж. қыркүйекте болды, ол бірінші рет дат физигі Г. Х. Эрстедтің (1819) электр тогының магнит стрелкасына әсері туралы жаңалығын естіп, оның тәжірибелерін қайталаумен айналысты.

Эрстедтің ашқан жаңалығы туралы хабарды Француз ғылым академиясының отырысында Ампердің жақын досы, академик-физик Д. А. Араго жасады. Ал, тағы бір отырыста Араго Эрстедтің тәжірибесін Ампердің көзінше қайталады.

Академиктердің мәжілісіне қатысушылардың көпшілігі электр құбылысын зерттеумен айналыспағандықтан, Эрстедтің

жаңалығына аса қызығушылық таныта қоймады, бірақ Ампер осы эксперименттен айырықша сезімге ие болды. Табиғатынан ерекше қабілетке ие, ғылыми көріпкелдігі дамыған Ампер электромагнетизм саласындағы болашақ табыстар мен жетістіктерге осы жаңалықтың айырықша ықпал ететінін жүрегімен сезінді. Ол бар шаруасын тастап, жаңа, бұрын беймәлім құбылысты зерттеуге біржола кірісті.

Ең алдымен ол Эрстедтің тәжірибесін мұқият қайталап бірден оның тұжырымындағы қатені байқады: Эрстед магнит стрелкасына жердің магнит өрісінің әсерін ескермеген. Бір аптадан кейін (бар-жоғы бір апта!) Ғылым академиясында Ампер электромагнетизм саласындағы өзінің жаңа жаңалығын баяндап, содан кейін апта сайын (Академияның апталық мәжілістерінде) ірі ғұламалардың алдында өзінің эксперименттік және теориялық зерттеулерінің нәтижесін баяндап отырды. Кейін олар оның электродинамика бойынша атақты еңбегінде көрсетілді.

Араго, жұмсақ темір сым арқылы ток өткенде ол магниттеледі, ал болат кесегі тұрақты магнитке айналады деп көрсетті. Ампер Арагоға тұзу сымды спираль сымға ауыстыруға кеңес берді, сонда спираль ішіне орналасқан металл инешік барынша қарқынды магниттеледі. Осылайша алғашқы соленоид жасалып, оның магниттік қасиеті эраттас екі полюсі бар тұрақты магнитке ұқсас болды.

Ампер аса құштарлықпен тұрақты магниттің «жұқа жапырақша» секілді сақина етіп иілген сымның магниттік қасиетін көрнекі түрде көрсетті: сақинаның да, «жапырақшаның» да эраттас магнит полюстері болды. Осының өзі магнетизмнің электрлік табиғатын нақты көрсетіп берді. Соленоидты, олардың ауырлық центрі арқылы өтетін бір ғана сызыққа перпендикуляр әрі бағыттары бірдей, шексіз аз иілген айналмалы токтың жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Ампер «өте аз тұйық ток кез келген магнит полюсіне қалай әсер етсе, сондай магнит осі бар ток орнына қойылған кішкентай магнит те дәл солай әсер етеді» деп тұжырымдады. Ампер: «Электромагнит құбылыстарының бірден-бір себебі электр болып табылады» деп атап көрсетті.

Бір қызығы, егер айналмалы ток магнитке ұқсас болса, онда тогы бар сақиналы өткізгіштердің өзара әсері магниттердің өзара әсерлесуіне ұқсас болуы тиіс – деген белгілі тұжырымға Амперге дейін ешкім келе аламағандығы таң қалдырады. Ғылымның сызықты токқа арналған жұмысын қарастырмастан бұрып, Ампер ғылымға алғаш рет «электр тогы» терминін және «электр тогының бағыты» ұғымын ендірі. Ол ток бағыты үшін оң электрдің сыртқы тізбектегі «плюстен минусқа қарай» бағытын алуды ұсынды. Ол тағы бір маңызды магнит стрелкасының өткізгіштегі ток бағытына тәуелді ауытқу бағыты туралы ережені тұжырымдады.

Ампер ең алдымен теоретик екенін және оның экспериментпен сирек шұғылданғанын атап өткен жөн. Бірақ кейбір жағдайда өзінің идеясының дұрыстығын тексеру қажет екенін сезініп, ол анда санда ғана басқаның жәрдеміне сүйеніп, бірнеше оригиналды аспаптар жасады.

Ол іс жүзінде токтың бірдей не әртүрлі бағытына сәйкес, екі «сызықты» токтың бір-біріне тартылатынын, не тебісетінін дәлелдеді. Көптеген эксперимент негізінде Ампер «сызықты» токтың өзара әсерлесу заңын тұжырымдады: параллель және бірдей бағытталған екі ток бір-біріне тартылады, ал параллель және қарама-қарсы екі ток өзара тебіседі. Ашылған құбылысты Ампер белгілі электрстатикалық құбылыстардан бөлек «электрдинамикалық» деп атауды ұсынды. Кейін электрдинамика физиканың негізгі тарауларының біріне айналды. Ампер әртүрлі аспаптарды ойлап тауып, жасап, өзінің ауқымды математикалық біліміне сүйене отырып токтардың өзара әсерлесу күшін барынша дәл есептей алды. Кейін Максвелл осы өлшеулерді «барынша бірегей» деп бағалады.

Ампердің электрметрдің алғашқы атасының бірі екенін екінің бірі біле бермейді. Қазіргі кезде электртехника және электрбайланыста өлшеу дәлдігінің рөлі орасан зор. Электрөлшеуіш аспаптардың алғашқыларының біріне гальванометр жатады. Әдебиетте гальванометрдің жасалуын неміс физигі профессор Иоганн С. Х. Швейггердің есімімен байланыстырады, ол 1820 ж. қыркүйекте «мультипликатор» деп ат қойған аспапты көрсетті. Швейггердің аспабымен танысқаннан кейін Ампер оның қатесін бірден көрсетті, яғни

онда магнит стрелкасына жердің магнит өрісінің ықпалы ескерілмеген. Осы ықпалды жою үшін Ампер 1821 ж. «астатикалық жұпты» ұсынды, ол ортақ мыс оське бір-біріне параллель, полюстері екі тарапқа қаратылған екі магниттік стрелка түрінде болды. Осы аспап гальванометрдің алғашқы нұсқасы болып, Ампер өз еңбектерінде «гальванометр» терминін өз жұмыстарында бірінші рет қолданды.

Ампер ұсынған электрөлшеуіш аспаптардың ішінде өткізгіштердегі ток бағытын өзгертуге арналған «Ампер иіні» деп аталатын аспап XIX ғасырда жиі қолданылған. Ол алғаш рет сынабы бар ыдыстың көмегімен аспаптардың ток тасымалдағыш элементтерін қосуды жүзеге асырды.

Ғылым академиясы эксперименттік зерттеулерге қаражат бөлмеді, Ампер өзі ақшадан қысылып жүргеніне қарамастан, өз қаражатына керекті аспаптарды жасады.

Ампердің өз қолымен жасап, өзінің Фоссе-де-Сан-Виктор көшесіндегі шағын пәтерінің қуықтай бөлмесінде басты-басты тәжірибелерін өткізген ескі үстелі бүгінгі күнге дейін жеткен. Ампердің ғылым мен техниканың жәдігерлері қойылған Герман мұражайында полюстер арасындағы өзара әсерді зерттеген бірегей аспаптары сақталған. Мұражайдың суретті анықтамасында «Ампердің аспаптары мұражайдың аса бағалы құжаттарына жатады. Көзге қораш, беті қапталған құрамды сым контурлар, ток ажыратқышпен жалғанған ілмелі әрі айнымалы сынабы бар шәшкелер, солардың барлығы бай өрнектеліп, Ампердің портретімен көркемделген шкафта сақтаулы». Ампердің айналмалы молекулалық ток туралы болжамы магниттік құбылыстар табиғатын қазіргі пайымдау жолындағы жаңа прогрессивті қадам болды. Ампердің жаңа теориясын Фарадей және Дэви сынды ірі физиктер мойындады. Фарадей мен Дэви Ампермен өзара хат арқылы пікір алмасқаннан кейін олардың Ампер іліміне көзқарастары да өзгерді.

1824–1826 жж. Ампер өзінің «Тек тәжірибе негізінде тұжырымдалған электр құбылыстарының теориясы» атты іргелі еңбегін жазумен айналысты. Кітап 1826 ж. жарық көріп, онда ғалымның 1820–1825 жж. кезеңіндегі барлық еңбектері енді.

Осы туындыға Максвелл өте жоғары баға берді: «Электр тогының механикалық өзара әсері заңдарын тағайындаған Ампердің эксперименттік әдісі ғылымның тамаша жетістіктерінің бірін құрайды. Осынау теория мен тәжірибенің бірлігі өзінің күш-қуатымен, толыққандылығымен «электр Ньютоны» басынан ытып шыққандай көрінеді. Оның түрі әбден жетілген, нақтылығында ешбір мін жоқ» – деп жазды ол.

Осы ұлы ғалым өмірінің соңғы екі онжылдығында жүрек пен өкпенің ауыр дертіне шалынбағанда, өзінің ең жақын әрі ең қымбат әкесін, шешесін және әйелін жоғалтпағанда қаншама жаңа ғылыми жаңалықтар ашар еді. Осыларға қарамастан ол жұмысын тоқтатпай, көп жылдар іссапарын жалғастырып келді. 1836 ж. маусымда Марсельдегі іссапары ең соңғысы болды. Күншуақты 10 маусымда, туған жерден алыс жатқан қалада ұлы ғалым 62 жасында дүние салды. 1869 ж. дейін Ампердің денесі Марсельде жатты, кейін оның сүйегі Париждегі Монмартрдағы отбасылық зиратқа қойылды. Ампердің бейітінің басындағы тасқа «Ол қандай ұлы болса, сондай мейірімді де, қарапайым болды» деген эпитафия қашалған.

Жоғарыда айтылғандай ғалымның есімін мәңгі қалдыру үшін 1881 ж. Париждегі Халықаралық электриктер конгресінде ток күшінің бірлігіне «ампер» атауы берілді. Енді дана ғалымды барлығы біледі. Ампердің еңбегін әлемнің ірі ғылыми мекемелері мойындады. Ол Франция, Америка, Италия, Германия, Швейцариядағы ондаған академия мен ғылыми қоғамдардың құрметті мүшесі болды. 1830 ж. ол Петербург ғылым академиясының шетелдік құрметті мүшесі болып сайланды. Америкадағы теміржол стансасының біріне (Нью-Джерси штаты) «Ампер» есімі беріліп, бекет ғимаратында ғалымның құрметіне ескерткіш медальон орнатылды. Ірі американдық фирманың электртехникалық зауыты орналасқан өндіріс қалашығына Ампердің есімі берілген. Париж маңындағы Ампер көпжыл тұрған Полестье мекенжайы ұлттық мұражайға айналды.

Ірі мемлекеттерде Ампердің қайтыс болғанына жүз жыл толуы салтанатпен аталып өтілді. Лиондағы салтанатты жиынға КСРО Ғылым академиясының делегациясы шақырылып, Мәскеуде елдің ірі ғалымдары Ампердің әлемдік ғылымға

қосқан үлесі жайлы баяндама жасаған ғылым академиясының арнайы мәжілісі өтті.

Сөз соңында, Ампердің электрмагнетизм саласындағы еңбектерінің тағдыры және ғылым алдында оның сіңірген еңбегіне баға беру жайлы біраз сөз. Тарихтан белгілі болғандай, көптеген ірі ғалымдардың еңбегі көбінше тиісті бағасын алмайды. Ампер электромагнетизм құбылыстарын зерттеумен айналыса бастағанда, 45-тен асып кеткен-ді. Оған дейін математика, химия, ботаника, оптика, философия саласында еңбек етіп, бар-жоғы 7 жыл электромагнетизммен айналысқанда да, жоғарғы айтылған салалардағы жұмысын жалғастыра берді.

Сол себепті ол қайтыс болғаннан кейін, бірқатар уақыт оның әріптестері электрмагниттік құбылыстарға үш қайнаса сорпасы қосылмайтын бірнеше мақала жариялады. Тек оның жақын досы әрі әріптесі Ф. Арагоның 1839 ж. Ғылым академиясының мәжілісінде ғалымның электрмагнетизм саласындағы сіңірген еңбегіне лайықты баға берген Ампер туралы «Мадақ сөзі» ғана ерекше аталынады. Жылдар өтті, тек 1875 ж. Ампердің туғанына жүз жыл толуына орай, ғалымның хаттары басылып шықты, оның өзінде олар өте қысқа, екіншіден, электрмагнетизм бойынша оның жұмыстары онша қарастырылмады.

Ғалымның еңбектерін жарнамалауда электриктердің халықаралық конгресінің ток күшінің бірлігіне «ампер» атауын ұсыну туралы шешімі игі ықпал етті. Осыдан кейін ширек ғасыр Ампер туралы жарияланымдар үзілді-кесілді тоқтады. Бірақ электрдинамика бойынша Ампердің 1820 ж. жариялаған алғашқы хабарламасының жүз жылдығы жақындап келе жатты. Бұл уақытқа дейін басында Ампер мен Фарадей тұрған электрмагнетизм және электрбайланыс саласында ірі табыстарға қол жетілген болатын. Электрдинамика бойынша Ампердің басты еңбектері мен хаттары, сондай-ақ өз уақытынан озып кеткен құнды ойлары мен идеяларын қамтыған күнделіктері біршама толықтырылып, қайта басылды.

Француз ғылым академиясы мен Францияның ғылыми-техникалық қауымдастығы 1921 ж. Амперді еске алуға арналған ғылыми конференция өткізді. Ғалымдардың баяндамаларында

алғаш рет Ампердің еңбектеріне жаңа көзқарас тұрғысынан лайықты баға берілді. Электртехниканың белгілі тарихшысы профессор Л. Д. Белькинд: «Бұл Францияның өзінің ұлы отандасына барынша құрмет көрсеткен бірінші жағдай» деп жазды.

2.2. Вильгельм Эдуард Вебер

Радиоэлектрондық аппаратураның құрамында тұрақты магнит немесе тогы бар катушка түзетін магнит өрісі бар денелер мен аймақтар жиынтығынан тұратын магнит тізбектері болады. Магнитөткізгіш пен ауа саңылауы аймағында алғашқы байқалған магнит ағынын біртекті деуге болады. Магнит ағыны электр тізбегіндегі ток күшіне ұқсас. Шамасы жағынан өзгеретін Φ магнит ағыны электрмагниттік индукция заңына сәйкес өзімен іліністегі электр тізбегінде токтың пайда болуына себепкер болады да, ол арқылы сәйкес мөлшерде электр өтеді.

Вебер – шамасы нөлге дейін кемігенде кедергісі 1 Ом ілініскен электр тізбегіндегі өткізгіштің көлденең қимасы арқылы 1 Кл электр мөлшері өтетін магнит ағынының бірлігі. Егер Кулон анықтамасын ескерсек, онда вебер – электр тізбегінде нөлге дейін кемитін магнит ағыны кезінде 1 Дж бөлінетін яғни 1 Ом кедергіге 1 В кернеу түсетін магнит ағыны.

Байланыс аппаратурасын жобалау кезінде магнит ағынының нақты шамасын айқындау үшін мысал қарастыру керек. Аппаратураның көпшілігі жиілігі $f = 50 \text{ Гц}$ айнымалы ток желісінен қоректенеді және оның күштік трансформаторы болады.

Бірінші орама бойынша өтетін ток тудыратын Φ магнит ағыны екінші ораманың айналымдарының контурын қиып өтіп, оның шығысында E электр қозғаушы күшін индукциялайды. Бұл шама W орам санына пропорционал, ал орама арқылы 1 с өткен электр мөлшері Φ ағынының ең үлкен шамасына және осы ағынның 1 с ішінде нөлден максимумға дейін өзгеру санына пропорционал. Синусоидалы ток период ішінде төрт рет көрсетілген өзгеріске ұшырайды. Демек, $E = k 4fW\Phi$, мұндағы k – пропорционалдық коэффициент (әрқилы шығын есебі). Бұл

мысалда пайдаланатын қуаты 100...200 Вт теледидарлардағы күштік трансформаторға қатысты магнит ағыны есептелген. Ол шамамен $(1...2) \cdot 10^{-3}$ Вб құрайды.

Вебер – ірі бірлік. Тіпті бірнеше киловатт қуатқа есептелген трансформаторларда магнит ағыны ондаған милливеберден аспайды. Магнит ағынының бірлігі неміс ғалымы Вильгельм Эдуард Вебердің құрметіне берілген. Ол 1804 ж. 24 қазанда Виттенберг университетінің теология профессоры Михаил Вебердің отбасында дүниеге келген. Ол және бауырлары жақсы тәрбие алды. Екеуі кейін Лейпциг университетінің физиология профессорлары болды. Виттенберг университеті жабылғаннан кейін, 1814 ж. олар Галлеге көшіп келді. Осы жерде Вебер мектепті, университетті бітіріп, 22 жасында доктор дәрежесін алды. Бауыры Эдуардпен бірге сұйықтың толқын тәріздес қозғалысы жайлы алғашқы ғылыми еңбегін 1825 ж. жариялады. 1827–1831 жж. аралығында Галл университетінің приват-доценті қызметін атқарды.

1831 жыл жас оқытушының өмірінде бетбұрыс болып, сол кездегі атақты математик, көптеген ғылым академияларының мүшесі К. Ф. Гаусстен (1777–1855) Геттинген университетінің физика кафедрасын басқаруға шақыру алды. Осы ұлы ғалым Вебердің шығармашылық қызметіне және тағдырына зор ықпал етті.

Жер магнетизмін зерттеу саласында бірлескен жұмыс басталып, ол барынша іргелі түрде жүргізілді. Геомагниттік өлшеулер үшін әдістер мен аппаратуралар жасалды. 1833 ж. алғашқы геомагниттік обсерватория жасакталды. Обсерватория мен физика институты арасында ұзындығы 2,5 км астам телеграф желісі тартылды. Өзі жасаған электрмагниттік телеграф дұрыс жұмыс істеді, әйтсе де пайдалану сипаттамасы бойынша жалпы пайдалану желісіне жарамады. Табысты басталған жұмыс 1837 ж. ағылшын және ганновер королі Вильгельм IV-нің қайтыс болуымен кенет тоқтатылды. Таққа отырған Эрнест-Август билігін конституцияны тоқтатумен бастады. Әрине, көпшілік абсолют биліктің келуіне наразы болды. Вебер және алты профессор ант қабылдаудан бас тартты. Өштік дереу көрініс тауып, барлығы да кафедрасыз қалды.

Вебер алты жыл бойы жұмыссыз қалды. Дербес зерттеулермен айналысып, қайырымдылықпен жиналған қаржыға тәжірибелер жасап, Гаусстың материалдық жәрдемімен тіршілік етті. Гаусспен бірге 1836–1841 жж. жалпы жұмыстарының алты томдығын шығарды. Тіршілік қыжалаты Веберді Лейпцигтегі бауырларына көшіп баруына мәжбүрлеп, ол мұнда алты жыл тұрып сабақ берді (1843–1849). Тек 1848–1849 жж. буржуазиялық-демократиялық төңкерістен кейін, танымал ғалым Геттингенге қайта оралды.

Геомагниттік өлшеу саласындағы жұмыстардың бастапқы кезеңінде-ақ (1832), Гаусс физикалық шамалардың бірліктерінің жағдайы онша мәз еместігіне, олардың өзара нақты байланысының жоқтығына және көптігіне назар аударды. Гаусс негізгі бірліктерді (миллиметр, миллиграмм, секунд) енгізді, ал қалғандарын туынды ретінде тағайындауды ұсынды. Бірліктер жүйесі абсолютті деген атауға ие болды. Оның әрекетін Вебер электрдинамикаға таратып, ток күшінің бірлігін ендіруді және оны өлшеудің төрт әдісін ұсынды. Жаңа өлшеу жүйесі туралы алғашқы ақпарат 1846 жылға, ал соңғысы 1855 жылға саяды. Тұтастай алғанда электр және магнит бірліктерінің абсолют жүйесі қалыптасты.

Ғалым стандартты өлшеуіш аспаптар мен әртүрлі эталондар жасау, ісінен бір сәт қол үзбеді. Осы мәселе бойынша шетелдік әріптестерімен кең ауқымда хат алмасып отырды. Оның маңыздылығы 1857 ж. Вебердің орыс электртехнигі Б. С. Якобиге (1801–1874) жазған хатынан көрінеді. Хатта кедергі эталонын дайындау әдісі туралы пайымдауы айтылған. Ол «бір ғана эталонды жасау жеткіліксіз, оны жасаған механик дәл сол материалдан тек сол бақылаушы ғана тексеретін көшірмесін әзірлеуі қажет» деп жазды. Өлшеуішті сымның бір сортынан мың дана етіп әзірлеу керек. Иә, шынында да өте тиянақты. Қазір дәл осылайша жасалады.

Вебердің ғылыми қызығушылығы әралуан. Телеграф желісін тарту кезінде Ом заңы және соңынан Кирхгофтың есімімен аталатын заңдардың бірі тексеріліп, электрдің физикалық табиғатын анықтау жұмыстары жүргізілді. 60-жылдарға қарай электрдің атомистік табиғаты жайлы тұжырым жасалып, механикалық теория тексерілді,

қозғалыстағы зарядтардың өзара әрекеттесу заңы қорытындыланды. Вебердің басқа да бірқатар жұмыстары белгілі. Соңғы басып шығарылған жұмысы 1880 ж. жарияланды. Жалпы Вебер еңбектеріне көзі тірісінде көп қолдау көрсетілмеді, ал кейін неғұрлым дұрыс әрі тиімді шешімдер табылды. Жеке өмірі де онша мәз болмады, ол үйленбей өтті, ал үй шаруашылығын жиен қарындасы жүргізді.

Ғалым туралы ақпарат мүлдем аз. Тек оның Петербург ғылым академиясының шетелдік мүшесі (1853) болғаны мәлім. Вильгельм Вебер 1891 ж. Геттингенде қайтыс болды. Қалада ширек ғасырдай жемісті еңбек етіп, ірі нәтижелерге қол жеткізген ғалымдар Гаусс пен Вебер екеуіне бір ескерткіш орнатылған.

2.3. Алессандро Вольт

Вольт – электр кернеуінің, электр потенциалы айырмасының, электрқозғаушы күштің бірлігі, бұл атау А. Вольтаның құрметіне 1881 ж. Парижде электриктердің I халықаралық конгресінде қабылданды. Осы конгресте ток күші мен кедергінің, яғни ампер және ом бірліктері де қабылданды.

Вольт – анықтама бойынша күші 1 А тұрақты ток өткенде 1 Вт қуат шығындалатын электр желісінің бөлігіндегі электр кернеуі.

Алессандро Вольт 1745 ж. 18 ақпанда Солтүстік Италияның кішігірім Комо қаласында ежелгі аристократ отбасында дүниеге келген. Ағасы екеуі иезуит колледжін бітіргеннен кейін діни қызметкер болулары тиіс еді. Ағасы кейінірек архиепископ болды. Алессандро физикалық тәжірибелермен айналысып, дін қызметкерінің сутанасын Комодағы Корольдік училищенің оқытушы камзолына ойланбастан айырбастап, осы училищеде 1774 жылдан 1779 жылға дейін қызмет етті.

12 жасында өзен жағасында отырғанда, кенет суға құлап, бата бастады. Жақын мандағылардың ешқайсысы жүзе білмейтін. Бақытына қарай, жергілікті шаруа тоспаны ашып, суды ағытып жіберді. Баланы илеуден алып шығып, судан

шығарып алды. Ажал қорқынышы Вольтаның жадында мәңгі калып, ол «өлім де бар» деген ойды ұдайы есінен шығармады.

Тағдыр Вольтаға ұзақ ғұмыр беріп, ол 82 жасында дүние салды. Тірі кезінде ол туралы аңыздар көп айтылатын. Ешкім оны отқа табынушы деп айта алмады, әйтсе де өмір бойы Вольта бес «табиғи отты»: аспан (солтүстік шұғыла және жарқыл), атмосфера (найзағай мен рауан), жер астынан шығатын (жанғыш саз газдары), жер астынан атқылайтын (вулкандық) зерттеумен шұғылданды. Десек те оны табиғат құбылыстарында «толықтай үстемдік еткен» электр «оты» мейлінше қызықтырды.

Сандриноның (балалық шақта баланы осылайша атайтын) балалық шағы мөлдір бола қойған жоқ. 7 жасқа дейін сөйлей алмады, «шеше» деген сөзді тек 4 жасында ғана айта алды. Оны ақылсыз деп санады, тіпті Вольтаның биографтарының бірі: «сол кезде біреу олардың алдында болашақ ұлы ғалым тұр десе, ішек-сілесі қатқанша күлер еді» – деп жазды. Бала іштей тынып жүрді, бірақ Робинзон Крузо, Пятницаның бастан кешкендерін қызыға оқуды ерте бастады. Сандрино 7 жасқа толғанда әкесі қайтыс болып, оның тәрбиесімен собор канонигі болған ағасы айналысты. Ол Сандриноға латын, арифметика, тарихты үйретті, мінез-құлық тәрбиесіне, ойлай білуге және өз ойын нақты тұжырымдауға баулыды. Айналасын таңырқата, бала қайта туғандай болды, ол көп оқыды, сөзге шешен әрі білімге құштарлығы оянды. Балауса Вольта барометр мен термометр жасайтын шеберде жиі болып, олардың жұмыс әрекетін үйренді.

Электр туралы Вольта электрді медицинада пайдалану жөнінде көшбасшы, неміс профессоры К. Г. Кратценштейннің еңбегінен таныс болды. Аңыз бойынша Комоның тумасы атақты үлкен – Плинийдің 37 томдық «Табиғат тарихы» атты еңбегі Вольтаға көп дүние берді. Вольта атақты француз ғалым-академиктер Дидро мен Даламбердің редакциясымен жарық көрген 35 томдық «Ғылым, өнер және кәсіптің түсіндірме сөздігінің» алғашқы томдарын аса қызығушылықпен оқи бастады.

Келесі томдар 30 жыл ішінде басылды, Вольта да осы шынайы энциклопедиялық басылыммен бірге өсті, бірге қайнасты. Осы туындыны тектен текке «Таным кітабы» деп

атамаса керек. Париждік академик Реомюрдің еңбектерінде Вольтаның инженерлік ойлауының негізін қалаған ғылыми ілімнің іс жүзінде қолданылуы қызықтырды.

Өзінің мәнді алғашқы өнертабысын Вольта 1772 ж. ашты. Ажырамалы сабақшалары бар электроскопты сипаттап жазды. Оның ерекшелігі сол, бұрын пайдаланып келген жіпке ілінген тығынды, моншақты және өзге де шариктер қолданылған электроскоптармен салыстырғанда бұл электроскоп мейлінше сезімтал еді. Салмағы жоқ сабақшалар тіпті аз зарядтың өзінде «жеңіл ажырап» кетеді. Нәтижесінде электроскоптың сезімталдығы бірнеше есе артып, ол Еуропаның физикалық зертханаларында қолданыла бастады. Аспап метрикалық қасиетке ие болды, себебі сабақшалардың 30^0 -қа дейін ауытқуы электроскоптың зарядына пропорционал болды. Кейінірек ол электроскопқа өзі ойлап тапқан конденсаторды жалғап, сезімталдықты тағы арттырды (1783). Электроскоп, неміс физигі И. С. Швейгер (1779–1857) 1820 ж. бірінші мультипликатор деп аталған гальванометрді ойлап тапқанға дейін, Вольта және өзге де зерттеушілер пайдаланған жалғыз аспап еді. Вольтаның еңбегінің алғаш рет кеңінен мойындалуы 1791 ж. болды, бұл жылы Лондон корольдік қоғамы оны электроскопты ойлап тапқаны үшін Коппей медалімен марапаттап, өз мүшелігіне қабылдады.

Жас ғалымның мүддесі әртарапты. 1776 ж. ол саз газын – метанды ашып, оны дереу газ пистолетінде – «Вольта пистолетінде» пайдаланды. Жарылыс электр ұшқынымен іске асырылды. Осы жаңалыққа Алессандроның өміріндегі бір қызық оқиға арқау болды. 1776 ж. көлде қайықпен жүзіп, ескек ескенде, су түбінен көпіршіктер шыға бастағанын байқады. Оған дейін бір әріптесі саздан бөлінетін жанғыш газ туралы айтқанды. Газды банкіге жинап, Вольта оның «от ұшқынынан» оталатынын, демек электр ұшқынынан да тұтанатынына көз жеткізді. 1777 ж. басында Лондонға жазған хатында ғалым айырықша оқиғаны – «электр-пневмо-флогистон пистольді» жасағанын баяндады: ствол қолдың ұзындығындай, электрофор ұшқын береді, флогистон тұтанады, саз пневмо жанады, оқ атылады.

Саз газының «пистолетіне» техникалық өнертабыспен айналысатын көптеген ғалымдар мен адамдар қызығушылық танытты. Вольта оны Еуропада іссапар барысында және Комодағы зертханасында, ғалымдар мен мырзалар келгенде таныстырды. 1777 ж. Вольта «пистольді» дүние жүзінде бірінші рет ерекше электр берілісте қолдануды ұсынды. Ол былай деп жазды: «... менің пистольмді Миланға орнатып, ағаш бағандарға темір сымды тарту керек; Комода оның ұштарындағы электрофордан зарядталған лейден банкісі разрядталады да, сым бойымен электр өтіп, Миландағы пистоль алдын ала келісілген құбылыстың жүзеге асқанын білдіре отырып атылады». Бұл өзіндік «сазды-электр» телеграф болуы ықтимал. Электр саласындағы жұмыстар жалғасып жатты. 1775 ж. шайырлы электрофор жасалды, ал 1776 ж. Комо-Милан желісінде электр сигналын беру әдісі ұсынылды, бірақ ол жоба күйінде қалып қойды.

1779 ж. Вольтаны Комо маңындағы мыңжылдық тарихы бар университеттің физика кафедрасына шақырып, ол бұл жерде 1815 ж. дейін қызмет жасады. 1815 жылдан 1819 жылды қоса есептегенде төрт жыл бойы Падудеағы философия факультетінің деканы болды. Ғалымның қызметінің жемісті жылдары XVIII ғ. соңғы онжылдығына тұспа-тұс келеді.

Барлығы да Л. Гальванидің жарияланымынан кейін басталды. Вольта тәжірибелерді қайталап, оған сенді, бірақ 1792 ж. «жануарлық электрін» жоққа шығарды. Ол тірі тканьдер электр шығармайды, тек оны сезінеді деп жазды. Барлық өткізгіштер екі топқа жіктелді: «бірінші топтағы өткізгіштер» – металдар және «екінші топтағы өткізгіштер» – электролиттер, яғни тұздар мен қышқылдардың ерітінділері. Тәжірибенің бірінде экспериментатор әртекті екі металдан (қалайы мен күміс) жасалған бұйымды аузына салған. Бұйымдар бір-бірімен тиісіп, оның бірі тілдің ұшына, екіншісі – бетке тиді. Қышқыл дәмді сезінді. Металдардың орнын ауыстырғанда, дәм сілтілік болды. Қайсыбірлер бұл бұйымдарды – монеталар болған дейді.

Сөйтіп, кейін потенциалдардың жанаспалы айырымы деген атау алған құбылыс ашылды. Әртекті екі металл тиіскенде, электрондардың әртүрлі шығу жұмысына сәйкес олар поляризацияланады. Бірі оң потенциалға, екіншісі – теріс

потенциалға ие болады. Вольта потенциалдардың жанаспалы айырымын (ПЖА) өлшеу бойынша бірегей тәжірибе жасады, кейін ол белгілі «Вольта қатарын» түзді (1793). Ол былай деп жазды: мырыш, қорғасын, темір, латунь және сапасы әртүрлі қола, мыс, платина, алтын, күміс, сынап, графит түріндегі біз қойғандай қатардағы екі металл бір-бірінен неғұрлым қашық болса, жүйкенің физиологиялық тітіркенуі «соғұрлым күштірек болады». Қатар дұрыс жасалған, тек графит металл деп қате көрсетілген. Содан кейін Вольта ережесі жасалды, яғни бірнеше өткізгіштен тұратын тізбектің нәтижелік ПЖА ең шеткі өткізгіштердің ПЖА-мен анықталып, тізбектің аралық бөліктеріне тәуелді болмайды. ПЖА құбылысы қазір жартылайөткізгіш аспаптарды жобалауда кеңінен қолданылады. Құрылымы әртүрлі екі жартылай өткізгіштің шекарасында немесе металл – жартылай өткізгіш шекарасында көлемдік заряд аймақтары түзіледі. Осы аймақтарды тиісінше басқара отырып, аспаптардың (диодтардың) біржақты өткізгіштігін немесе сыртқы сигналдарды (өрістік, биполярлы транзисторлар т.б. аспаптар) күшейтуді қамтамасыз етуге болады.

Вольтаның ғылыми ізденістерінің ауқымы адам таңғаларлықтай. Ол химия саласында бірқатар елеулі зерттеулер жүргізіп, атақты еуропалық химиктердің алдында мәртебесі асты. Оны әлі жұмбақ жылу құбылыстары да қызықтырды. Жылу «теплород» арқылы тасымалданады деп есептесе де, кинетикалық концепция туралы да ойланды.

1786 ж. Вольта еуропалық ғылыми журналдардың біріне жылу құбылыстары туралы шолу жасап, онда М. В. Ломоносовтың озық көзқарасына жоғары баға берді. «...Жылудың жылдамдықпен байланысы туралы тезисін Ломоносов мырзаның өте өткір қорғауын» жоғары бағалады. Ломоносов теориясы бір ғасырдай өз бағасын ала алмады, сондықтан да бұл жерде Вольта өзінің асқар биік ғылыми болжау деңгейін көрсете білді.

Вольтаның табиғат құбылыстарын талдауда өзіндік қабілеті бар еді. Ғалым жайқайтарғыш «электрді аспаннан жерге тартса», онда «басында өткізгіш сымы бар» электрметр күн күркіреу кезінде ауадағы электрлікті көрсетуі тиіс деп пайымдады. Тәжірибе оны растады.

Вольта электрлік аймағындағы барлық жаңалықтарға ден қойып отырды. Еуропаның көптеген атақты физиктерімен хат жазысып отырды. Б. Франклинмен таныс болып, ол Еуропаға келгенде онымен көп сұхбаттасты.

1790 жылы Франклин қайтыс болғанда «дүниежүзінің бірінші электригі деген ашық аталмаған титул енді кімге тиесілі болар екен» деп көп ойланды да.

Бірақ өмір жалғаса берді. Бірінші тарауда айтылғандай, 1791 жылдың жазында итальян анатомы Луиджи Гальвани Болон институты мемуарының июль айындағы нөмірінде жариялаған «Бұлшық еттің жиырылу кезіндегі электр күші туралы трактат» деген еңбегімен дүние жүзі ғалымдарын дүр еткізді. Өмірлік күш құпиясы ашылғандай болды. «Электрлік флюид ми күшімен дайындалады» деп жазды Гальвани. Вольта бұл ұғымға сенімсіздікпен қараса да, Гальванидің тәжірибелерін өзі қайталады. 1792 жылдың 3 сәуірінде ол Гальваниға: «...осы керемет ғажаптың қадағалаушысы және басы-қасындағысы болғаннан бері, мен сенімсіздіктен фанатизмге көшкен секілдімін» деп жазды.

1792 ж. 5 мамырында ол өз дәрісінде Гальванидің тәжірибелерін қатты мадақтады. Бірақ, келесі 14 мамырдағы дәрісінде бақа тек электрліктің индикаторы деп сөз қағыстырды.

Кейіннен атақты физик белгілі физиолог Гальванидің назары аударылмаған жақты көре білді: екі жеріне екі әртүрлі металл өткізгіштерді жалғағанда бақа табанының селт етуі, табан арқылы токтың өтуінен деп түсіндірді.

Осылай, 1792 ж. Вольта «Жанаспалы кернеу заңын» орнатты: екі әртүрлі металдар өздерінің арасында «тепетеңсіздікті» тудырады (қазіргі ұғым бойынша потенциалдар айырымы). Сонымен, ол осы жолмен алынған электрді «жануарлық» емес, «металдық» деп атауды ұсынды. Осы күннен бастап оның ұлылыққа қарай бағытталған жетіжылдық өмір жолы бастау алды.

1799 ж. Вольта химиялық энергияның электр энергиясына айналуы туралы жаңалығы, атақты «Вольт бағанасының» құрылуына негіз болды. Бұл жаңалық басқа да көптеген жаңалықтардың ашылуына алып келді. Бірнеше жыл ішінде бүгінгі электртехника бағытының басын құрған электр тогының

жылулық, жарықтық және химиялық іс-әрекетінің ашылуына себепкер болды. 1803 ж. неміс физигі Пфафф Вольтаға былай деп хат жазды: «Сіз, Колумб пен Америго Веспуччи секілді, жаңа физика құрлығын аштыңыз, оны мен «Вольтаизм!» деп атауды ұсынамын».

Павия қаласындағы университеттегі Вольтаның дәрістері үлкен табысқа ие болды. Озық әрі батыл профессор латын тілін тастап, студенттерді итальян тіліндегі оқулықтармен оқытты. Вольта көп саяхат жасады: Женева, Брюссель, Амстердам, Париж, Лондон, Берлин. Әр қалада оны ғалымдар құрметпен қарсы алып, академиялық дипломдармен, алтын медальдармен марапаттады. Вольтаның ғылымдағы зор жетістіктерін көптеген ірі ғалымдар: Вольтер мен Лавуазье, Гей-Люссак пен Лаплас, Гумбольдт пен Франклин, Уатт, Кулон және Ампер қызу құттықтады. Сол ғалымдармен кездесіп дидарласты, ол еуропалық мемлекеттердің корольдері және герцогтарымен таныс болды. «Вольта бағаны» ашылғанға дейін, ол Француз ғылым академиясының корреспондент-мүшелігіне сайланып, Лондон корольдік қоғамының мүшесі болды. Вольтаны екі рет «Физикадан Петербург академигі» (1781 және 1805) болуға шақырды, ол жасы мен әлсіз денсаулығын сылтау етіп, бара алмады. Оны Ресейдің суық климаты мен Петербургтың Еуропаның белгілі ғылыми орталықтарынан қашықтығы, шиеленіскен саяси оқиғалар сескендірді. Даңқтың жөні бір бөлек, ал Вольтаның жеке өмірі қайшылықтарға толы болды. «Тағдыр тәлкегі оның жарқын жақтарымен кезек келіп отырды» деп жазады ғұмырнамашы. Вольта 50 жасқа толар алдында белгілі Тереза Перегринге үйленіп, ол үш ұл туып берді. Балаларын ғалымның өзі тәрбиеледі, жасы да келіп қалды. Туыстары мен достары бірінен кейін бірі мәңгілік сапарға аттанып жатты. Бір жыл ішінде екі бауырынан айырылды, 69 жасында 18 жасар ұлы қайтыс болып, бұл ғалымның денсаулығына зор теріс ықпал етті.

Етене жақын болған ұлы ғалымдар Беккарианың, Пристлидің, Нолленің, Гальванидің, Вольтердің, Франклиннің, Кулонның, Лихтенбергтің... қазасын қабырғасы қайыса қарсы алды.

«Заңғар Лавуазье» – химиялық төңкерістің атасы – өз қолжазбаларын реттеуге екі күнге де мұрсат ала алмай, пышаққа түсті. Ал, Наполеонның қайғысы ше? Бәлкім, осылардың бәрі Вольтаның қатты рухани соққы алуының себебі болды ма екен?

Ол алпыстың асқарына шыққанда, ең белгілі жаңалық ашу сәті жақындаған кез еді. Вольта тағы да бақаны союды бастап, бақа денесінің электр түзілгендегі рөлін анықтауға талпыныс жасады. Ашығын айту керек, Гальвани мен Вольта барынша батыл тұлғалар еді. Өйткені, бақа аяқтары итальян асында ең дәмді тағамдардың бірі болып саналады.

Ең ақырында, оқымысты бақа денесіндегі сұйықты өзге әртекті екі металдың аралығында орналастырылған «екінші топтағы өткізгішпен» алмастыруға болатынын айқындады. Ол токтың жаңа көзінің принципін түсіне алмады, себебі электролитті тек қана ток өткізгіш деп санады. «Қарапайым өткізгіш заттардың жай ғана жанасуынан туындайтын электр туралы» хабарды Лондон корольдік қоғамы Вольтаның 1800 ж. жазған хатының негізінде жариялады. Алғашқы вольта бағаны аралары тұзды суда немесе сілті ерітіндісіне малынған мата, қағаз не тері қабатшалары бар алма-кезек салынған 20 мыс және мырыш дөңгелектерден тұрды. Бірінші және іс жүзінде тұрақты токтың жалғыз ғана көзі келесі 50 жыл бойы шындыққа айналды! Қорғасын аккумулятор тек 1859 ж. жасалды.

Вольтаның соңғы жетістігі 1801 жылға сай келеді. Ол бағанның кернеуі жеке элементтер жұбы кернеуінің қосындысына тең болатынын көрсетті. Вольта «тізбек», «ток», «электрқозғаушы күш», «кернеу айырымы» ұғымдарын ендірді.

Вольта бағанын жасаудың оңай болғандығы оның тез әрі кең ауқымда тарауына себепкер болды. Өнертабысты физиктер пайдалануға тез қабылдағанымен, көрермендер туралы осылай деп айта алмаймыз. Бағанды демонстрациялау барысында, тексеретін аспаптың жоқтығынан, оның әрекеті адам денесі арқылы өткен электр разрядының күшімен және дәмді сезу бойынша анықталды. Ал, кернеуі бірнеше жүздеген вольтқа жететін бағандар болғанын ескерсек, онда экспериментті қауіпсіз деп айтуға болмайды.

Өнертапқышқа даңқ пен құрмет көрсетілді. Францияда оның құрметіне медаль құйылды. Директорияның бірінші

консулы генерал Бонопарт (Италияның солтүстік бөлігін Франция жаулап алған еді) Вольтаны демонстрациялық сапарға шақырды, электр саласындағы ұлы жаңалықтарға 200 мың франк мөлшерінде қор ұйымдастырды және алғашқы сыйлықтарын баған авторына берді. Ол Петербург ғылым академиясына мүшелікке қабылданды және Ресейге қызметке шақырылды.

Ал, Вольт ше? Ол Банопарттан кафедраны қалдырып, демалысқа жіберуді өтінді: «Бізде, яғни ғалымдарда көңілді отырыстағыдай – отырыстың қызған шағында тынығуға кету керек». Тағы 18 жыл біртоға оқытушылық қызметін жалғастырды. 1819 ж. А. Вольта туған Комосына оралып, 1827 ж. 5 наурызда көз жұмды.

Вольта бағанының жасалуы электр жайлы ғылымда төңкеріс жасады. Ол бүгінгі күнгі электртехниканың іргетасын әзірлеп әрі қарай дамуына, адамзат өркениетінің барлық тарихына зор ықпалын тигізді. Вольтаның замандасы, француз академигі Д. Араго вольта бағанын: «... телескоп және бу машинасымен бірге, осы күнге дейін адам қолымен жасалған ең тамаша аспап» деп санады.

Вольта бағаны XIX ғ. үштен бір бөлігінде электр тоғының бірден бір көзі болып қала берді, оны өз тәжірибелері мен жаңалықтарында В. Петров, Х. Дэви, А. М. Ампер, М. Фарадей сынды ірі ғалымдар табысты пайдаланды.

Жоғарыда айтқандай Вольта жайлы аңыз әңгімелер оның көзі тірісінде-ақ жария болатын. Соның бірі төмендегідей. Өзінің «жанаспалы электр туралы» теориясын дәлелдеу үшін, 1794 ж. «Дымқылдар квартеті» деген тәжірибе жасады. Қолдары суланған төрт жігіт шеңбер құрып тұрады. Бірінші жігіт оң қолымен мырыш пластинканы ұстап, сол қолын екінші жігіттің тіліне тигізеді, екінші жігіт қолында сойылған бақаның табанын ұстап тұрған үшіншінің көз алмасына қолын тигізеді, төртіншісі оң қолымен бақаның денесін ұстап, сол қолымен күміс пластинканы бірінші жігіттің оң қолындағы мырыш пластинкаға тигізеді. Тигізу сәтінде бірінші жігіт кенет дір ете түсті, екінші жігіт «лимон» дәмінен тыжырынды, үшіншісінің көзінің ұшқындары жарқ ете түсті, төртіншісі өзін жағымсыз сезінді, ал

бақа тіріліп, қимылдай бастады. Осы көрініс қарап тұрғандарды таң қалдырды.

1899 ж. мамырда, ұлы физик Александр Вольтаның электр тогының алғашқы көзін – вольта бағанын – тапқанына жүз жылдық болар қарсаңында, ғалымның туған қаласы Комода аса ірі электртехникалық көрме ұйымдастырылды. 37 павильон ішінен Вольтаның павильоны ерекше ықыласқа бөленді. Көрмеде ол жасаған бірегей аспаптар, құнды қолжазбалар, Лондон корольдік қоғамының және француз ғылым академиясының медальдары, ел билеушілерінің хаттары, сенаттардың шпагасы, сағаттар, портреттер, графтың бас киімі орын алды. Экспозиция үлкен табысқа жетті, бүкіл Италия өз қаһарманына бас игендей әсер қалдырды.

Бірақ бірнеше айдан кейін көрмеде өрт шығып, ондағы заттар, үлгілер түгелдей жанып, күлге айналды. Өрт электр сымының қысқаша тұйықталуынан басталған. Бейне бір қарапейілдің қолымен от көсегендей, осынау бір таңғажайып феноменнің тууын паш еткен бағалы заттарды от бір сәтте жалмады. Әйтсе де, бір зерттеуші жазғандай, Вольта мәңгі, өйткені

Бір вольт,
Мың киловольт,
Миллиард электрон-вольт, – бар.

А. Вольтаның құрметіне кернеу өлшеуге арналған аспап – вольтметр аталған. Осы аспапты радиоэлектрониканың өзге де салаларында жұмыс жасайтын байланысшылар мен мамандар аппаратураны үйлестіру процесінде және бұзылған жерін іздестіруде жиі пайдаланатынын айту керек. Ол неге? Ең дұрыс вольтметрдің шексіз үлкен кіріс кедергісі бар, демек, оны қосқанда аппаратураның жұмыс ырғағы өзгермейді. Екінші артықшылығы – вольтметрді қолданғанда схемаларға қандай да бір дәнекердің қажеті жоқ, ал амперметр не омметр болса ондай шара керек болады.

Вольта «өзінің электр жырын айтып өтті... өзінің басты идеясын ісімен, тәжірибесімен, ендірумен дәлелдеді – міне оның арманы!» деп жазды В. Околотин... Ньютоннан кейін дүние тартылыспен тұрса, Вольтадан кейін дүние электрлі болды.

Вольта бағаны жасалған соң электрстатиканың дәуірі аяқталып, электротехниканың дәуірі басталды.

Ал, XVIII–XIX ғғ. тоғысында ғылымға тән электр аяқталып адамзатқа, өнеркәсіпке, тұрмыс-тіршілікке, мәдениетке тән электрге өту басталды.

2.4. Джозеф Генри

Катушкадан өткен ток шамасы катушка конструкциясына, оның өлшеміне, орам санына, өзекшенің болуына тәуелді болатын магнит ағынын тудырады. Катушкадағы I тогы мен Φ магнит ағынын байланыстыратын пропорционалдық коэффициентті индуктивтік деп атайды, яғни $L = \Phi / I$. Индуктивтіктің бірлігі генри, бұл бірлік американ физигі Дж. Генридің құрметіне 1889 ж. II Халықаралық электриктер конгресінде қабылданған.

Катушка арқылы айнымалы ток өткенде, оның X_L реактивті кедергісі f сигнал жиілігінің өсуіне орай артады:

$$X_L = 2\pi f \cdot L$$

Схеманың паразитті сиымдылығымен бірге паразитті тербелмелі контур да түзілуі ықтимал. Сигналдардың жиілікті қателігі туындайды, схеманың өздігінен қозуы да болуы мүмкін. Катушканы ұтымды пайдалану арқылы қателікті түзетуге, автогенератор жасауға болады.

Трансформаторлардың, байланыстағы тербелмелі контурдың, айнымалы токтың синхронды және асинхронды электр двигателдерінің жұмыс принципі электр магниттік индукция құбылысына негізделген. Оны бір мезгілде, бір-біріне қатыссыз, американдық Дж. Генри мен ағылшын М. Фарадей ашты. Оларға ортақ көп нәрсе болды. Екеуі де кедей отбасында өсті, жүйелі білім алмады, өмір бойы өз бетінше білім алды, олар таланты экспериментаторлар бола отырып, фундаментал жаңалықтар мен ашуларды дүниеге әкелді. Джозеф Генри 1797 ж. 17 желтоқсанда Олбани қ. (Нью-Йорк штаты) кедей отбасында дүниеге келді. Бала кезінен фермада әжесінің

қолында болып ауылдық мектепте оқыды, ферма шаруасына жәрдемдесіп, ауыл дүкенінде жұмыс істеді. Қояндарды аулаумен бос уақытын өткізді. Бірде қоян қуалап жүріп, жерасты жолы арқылы кітап толы шкафтар қойылған шіркеу жертөлесіне өтіп кетті. Зорға оқитын кішкентай Джозеф барлық кітаптарды парақтай бастады. Жертөле-кітапхана оның тұрақты келетін әрі өз бетінше білім алатын ұясына айналды. Жастық шағын еске ала отырып, Генри «негізінен өз бетінше білім алғанын» жазады.

Адамдар тағдыры шын мәнінде ұқсас болады екен. Лондондық кедей ұстаның баласы М. Фарадей де өз бетінше білім алды, ол кездейсоқ электр құбылысы туралы естіп, содан кейін бар ғұмырын табиғаттың осы тылсым күшін зерттеуге арнады.

Әкесі қайтыс болғаннан кейін, 1811 ж. Джозеф шешесіне оралып, жергілікті театрда жұмыс істеді. Сахна жұмысшысы, кіші шебер болды, театр үйірмесіне қатысты, ойнады, пьеса жазды. Нәтижесінде кәсіби театрға шақыру алды. Осы мезетте Генри науқастанып қалды, қолына «эксперименттік физика, астрономия және химия бойынша дәрістер» атты көпшілікке танымал кітап түсе қалды. Ол 1808 ж. Лондонда басылған еді. Осы кітапты сақа ғалым болған кезде Генри бес жасар ұлына: «Тәңір осы бір аса мәнді емес кітаптың менің өміріме ғажап ықпал етуін қалапты. Ол қолыма 16 жасқа толар шамада тиген еді, ол менің үлкен зейінмен оқыған алғашқы кітабым болды. Ол маған жаңа әлемді, ой әлемін, рухани масаттануды ашты, бұрын елең қылмайтын заттарға зор қызығушылық тудырды, ақыл-ойымды табиғатты зерттеуге бағыттады әрі бұл кітап өзімді дереу білім алуға бағыттауыма себепкер болды» деген қолтаңбамен сифа тартты.

Олбани – гүлденіп келе жатқан қала, ол өзінің бай кітапханасымен мәлім, көп жылдар бойы ұлттық кітап қорының маңдайалдыларының бірі болып саналады. Жас кезінен-ақ кітап Генридің басты қызығушылығына айналды, ересек тартқанда оның жеке кітапханасында екі жарым мыңға жуық кітап болды.

1819 жылдан бастап Генри – Олбан академиясының (мәртебесі жоғарылатылған орта оқу орны) еркін тыңдаушысы; кедейліктен ол оқу ақысынан босатылды. Әйтсе де үш жыл оқу

кезінде Генри бастауыш мектепте, не үйде мұғалімдікпен айналысып, жанын бақты. Академияда жаратылыс-ғылымы пәніне айтарлықтай көңіл бөлінді, көрнекі құралдардан электрстатикалық машина, ал кітапханада электр жөнінде көрнекті француз ғалымдарының кітаптары болды. Болашақ ғалымды Т. Юнгтің «Физика және механикадан дәрістер курсы» қызықтырды. Жас кезінен-ақ Генри математикаға табынды: «Барлық ғылымның ішінде іскерлік пен қайсарлық рухын оятуға және ұстап отыруға математикадан артық ғылым жоқ екені түсінікті» – деп жазды ол. 1822 ж. Генри Академияда ассистент қызметіне қалдырылды; үш жыл химиядан дәрістерде тәжірибе жасауға қатысып, өзінің әртістік қабілетін көрсете білді. Көп ұзамай Генри қаланың нағыз білімді азаматтарының бірі болып саналды; Олбани ғылыми қоғамының мүшелігіне сайланды. Ол натурал тарих лицейін ашуға белсенді атсалысты, бұл лицей 1824 ж. – қалалық ғылыми қоғаммен бірігіп, «Олбани институты» деп аталды.

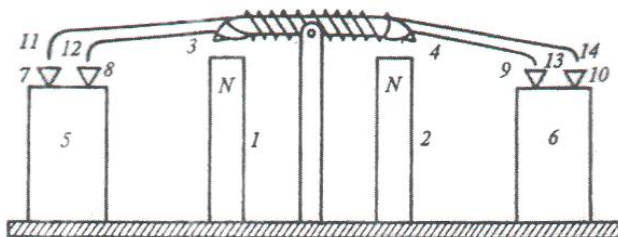
Осы институтты көбінесе Олбани ғылым академиясы деп атады. Оның физика-математика ғылымдары бөлімшесінде жұмыс істей жүріп, Генри ғылыми баяндамаларды жиі оқыды. Оның «Тәжірибе арқылы дәлелденген будың химиялық және механикалық әрекеті жайлы» алғашқы баяндамасы 1824 ж. тыңдалып, тыңдаушылардың қызығушылығын тудырды. Генри институттың табиғаттану бөлімшесіне «куратор» болып, геодезиямен, геологиялық зерттеулермен айналысты.

1826 ж. болашақ ғалымның тағдырындағы бетбұрыс жыл болды. Біріншіден, оны Олбани академиясы физика және математика профессоры қызметіне шақырды. Екіншіден, Ампер тәжірибелерімен танысудың сәті түсті. Екі жыл өткеннен кейін ол: «Электрмагнетизм пәні жаңалық үшін нағыз жемісті алаң болмақ» деп жазды.

1827 ж. Генри жібекпен оқшауланған мыс сымды ашу жұмысын бастады. Біршама кемелденген түріндегі ЖОЭЛС (Жібекпен оралған эмалданған лакталған сым) маркалы сымдар күні бүгінге дейін кеңінен қолданылады. Генриге дейін, өнертапқыш В. Стердженнен (1783–1850) бастап, электрмагниттерді стержень не таға түрінде бетіне лакталған бір

кабат ашық сымды орам төселген жұмсақ темірден жасайтын. Осындай электрмагнит көмегімен 750 Н дейін көтергіш күш жасалды. Американдық өнертапқыш алдымен таға тәріздес өзекшеге көпқабатты орам жасады, содан кейін өзекшеге тоғыз жеке катушка орнатып, көтергіш күшті 3200 Н-ға жеткізді, 1831 ж. күші 9800 Н магнитті жасады. Сол кезде бұл түске кірмейтін сандар еді. Енді бізге электрмагниттің көтергіш күші ампер-орам санына тура пропорционал, яғни орам санын одан өтетін ток күшіне көбейткенге тең екендігі белгілі. Генри 1834 жылға дейін Ом заңын да білмеді. Қаңқа-катушкадағы орамдар көптеген электрмагниттерді, реле, дроссел, трансформаторлардың шешуші бөлігіне айналды.

1831 ж. «Магниттік тартылу және тебілу арқылы орындалатын қайтымды-ілгерілемелі қозғалыс жайлы» мақаласында ол өзі жасаған «электрмагнит-иіннің», атап айтқанда тербелмелі қозғалысы бар электр қозғағыштың моделін сипаттайды (2.1-сурет).



2.1-сурет. Генри электрқозғалтқышының схемасы

Ұзындығы 175 мм бұл «иін», ағаш тіреуге бекітілген ось арқылы горизонталь күйде ұсталады. Оған ұзындығы 24 м үшқабатты оқшауланған мыс орам орнатылады. «Иіннің» төмен иілген әр иығында солтүстік полюсы жоғары қаратылған 1,2 тік магниттер орнатылады. Аспаптың қозғалатын және қозғалмайтын бөліктерінің арасындағы саңылау 25 мм-ден аспайды. Кернеу $7 \div 10$ сынабы бар чашка түрінде жасалынған контактілермен пластинкаға дәнекерленген 5,6 екі гальваникалық элементтерден беріледі (олар аппараттың оң

және сол жағында орналасқан). $11 \div 14$ қатты сымдардың екі жұбы электрмагнитті сынапты контактілермен жалғауды және электрмагниттің полярлығын ток бағыты ауысқанда, бүкіл орамдар бойымен өзгеріп отыруын қамтамасыз етеді.

Электрмагнит минутына 75 тербеліс жасап, гальваникалық батарея әрекет етіп тұрғанда бір сағаттан астам уақыт қозғала алады. Осындай қозғағыштың қуаты онша көп емес, 1831 ж. жасалған осындай электрқозғағыштың қазіргі бағам бойынша қуаты 0,044 Вт болды, әрине оның іс жүзінде ешқандай маңызы болған жоқ.

Генри өз өнертабысын жай ғана сипаттап, оны әрмен қарай жетілдірген жағдайда «іс жүзінде пайдалануға жарамды боп қалар», ал қазірше ол «физикалық ойыншық» қана болып отыр деп пайымдады. Әйтсе де «ғылыми көзқарас бойынша табиғаттың жұмбақты күштерінің жаңа эффектісінің көрініс табуы жағынан қызықты» деп ұйғарды.

Десек те, Генри қозғалтқышының конструкциясы ең алдымен алғаш рет үзіліссіз қозғалыс (бұл жағдайда тербелмелі) алу үшін әртатас полюстің өзара тартылуын, ал аттас полюстің өзара тебілуін алғаш рет пайдалануға ұмтылысы көңіл аудартады.

1831 ж. соңында Генри электрмагниттері Нью-Йорк штатындағы екі металлургия зауытында руданы байыту үшін пайдаланылды.

Жұмыс істейтін электрқозғалтқышты жасауда біріншілік Генриге тиесілі деп санаған оның отандастарының және осылай деп сенген оның өзінің қателескенін атап өту қажет. Мұрағаттық іздестіру негізінде сонау 1827–1828 жж. Будапешт университетінің физика және математика профессоры Аньош Йедлик (1800–1895) электрмагниті (роторы) айналмалы қозғалатын электр қозғағышты жасап, ол қазіргі тұрақты токты электрқозғағышының «алғашқы нұсқасы» болды. 1842 ж. ол «кішкентай электртартқышты» – өзінің қозғалтқышымен жылжитын кішігірім төрт доңғалақты арба жасады. Әрине, бұл жайт Генридің еңбегін жоққа шығармайды, ол есімі көп уақыт Венгриядан әрі аса алмаған Йедлик жұмыстарынан хабарсыз еді. Бірақ Йедликтің де, Генри мен Пейдждің де

электрқозғағыштары тіпті петербургтік академик Якобидің 12 жолаушысы бар «электр ботының» еспе дөңгелегін айналдыратын электр қозғағышы да электр энергиясының үнемді генераторының болмауынан іс жүзінде қолдау таппады.

Тіпті қазіргі кезде ғылым мен техниканың қарқынды дамуына қарамастан «электр жүргіш» жоқ, тек дизел-электр жүргіш, турбоэлектржүргіш, атомжүзгіш бар. Осыған қарамастан электр энергиясын іс жүзінде қолдану саласындағы алғашқы өнертабыстар электртехника мен электрмеханиканың одан кейінгі дамуында орасан зор рөл атқарды. Трансформаторды іс жүзінде қолданудың ауылы әлі алыс еді. Тек 1876 ж. орыс электртехнигі және өнертапқышы П. Н. Яблочков (1847–1894) күштік трансформаторға патент алып, оны өзі тапқан доғалық (реттелмейтін) жарық көзін коректендіру үшін пайдаланды.

Ғылым тарихында көптеген таңғаларлық оқиғалар болып тұрады. Мысалы екі ғалым екі елде бір-бірін танымай білмей тұрып бір мезгілде бірдей жаңалық ашулары мүмкін. Ал төменде келтірілген жағдай бір немесе бірнеше ғасырда бір-ақ рет қайталануы мүмкін.

Электрмагниттік индукцияны ашқан күннің датасын Фарадей өзінің күнделігінде 1831 ж. 29 тамыз деп көрсеткен. Ол бұл туралы Лондондық корольдік қоғамға 1831 ж. 24 қарашасында хабарлаған, ал өзінің жаңалығын ол корольдік институтта 1832 ж. 17 ақпанда баяндаған. Жасаған эксперименттері толығымен көрсетілген Фарадейдің ғылыми мақаласы 1832 ж. «Philosophical Transactions» журналында жарияланып, кейіннен континенттегі белгілі журналдарда жарық көрді.

Фарадей еңбектерінен хабары жоқ, көптеген жылдар электрмагниттік құбылыстарды зерттеп жүрген, Олбан академиясының профессоры Джозеф Генри 1831 ж. 16 қарашасында Мэн штатындағы әріптесіне мынадай хат жолдаған: «Мен жақында салмағы 101 фунт таға жасадым. Оны электр мен магниттің барабарлығын дәлелдейтін қызықты да үлгілі экспериментте қолданар ойым бар, яғни магнетизм көмегімен электрді индукциялаудың мүмкін екендігін дәлелдеймін».

Ал, 1831 ж. қыркүйекте бастаған өзінің бұл экспериментін Генри неге тоқтатып қойған және оны ол неге тек он айдан кейін ғана жалғастырған деген сұрақтарға ешбір оның өміртанушылары жауап бере алмаған.

Генридің электрмагниттік индукцияны 1832 ж. маусымның 14 және 28 аралығында ашқаны еш күмән келтірмейді. 1832 ж. 28 маусымда Генри әріптесіне жазған хатында өзінің біраз уақыт қолы тимегенін, басқа нәрсемен жұмыс басты болғанын айта келе, «... жақында магниттен электр ұшқынын алатын өте қызықты экспериментім табысты болды» – деп жазды.

Генридің жаңалығы, Фарадейдің «Электр жөнінде экспериментал зерттеулер» деген алғашқы екі сериялы рефератымен бір мезгілде 1832 ж. шілдеде жарық көрді. Бұл рефераттармен Генри тек 1832 ж. күзде ғана танысты. Генридің бір өміртанушысы былай деп жазады: «Ғылыммен айналысудағы осы бір сакраментальды үзіліс, Генри өміріндегі ең бір қатты қапалану болды, мұндай қатты қиналысқа ол ешқашан душар болған жоқ еді».

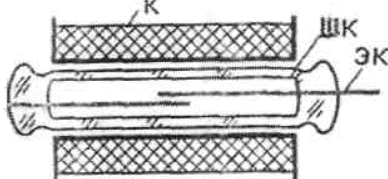
Экспериментшіні өкініш сезімі басып қалды. Өйткені М.Фарадей бір жылға одан озып кетті. Генри өзінің баспагер досына: «Мен осыларды ертерек басқызуым керек еді. Атлантика мұхитының арғы жағында тағы біреудің дәл осы мәселемен айналысып жатқанын мен қайдан білейін» деп жазды.

Өздік индукция құбылысы туралы хабарды Генри мұхиттың арғы бетіндегі бәсекелесінен екі апта бұрын жариялады. 1835 ж. Генри электрмагниттік релені-басқарушы сигналдың аз энергиясы есебінен басқарылатын тізбекке қуатты энергия көзін қосуға болатын аспапты ойлап тапты. Өнертапқыштың қарапайым аспабын сипаттаудың қажеті жоқ. Онан да қазіргі геркон релені қарастыру тиімді. Ол квазиэлектрондық (лат.quasi-секілді) автоматты телефон стансаларында және өзге жағдайларда коммутациялық аспап ретінде пайдаланылады. Магнитті жұмсақ материалдан екі серпімді жолақша түрінде жасалған электр контакті ЭК вакуумды шыны колбаға ШК дәнекерленеді (2.2-сурет). Жолақшалар арасында саңылау бар. Геркон

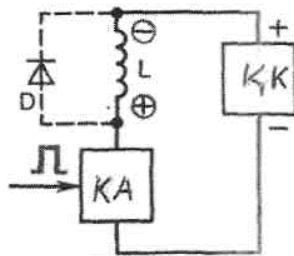
(герметизацияланған контакт деген сөздердің қысқарған түрі) осылай жасалған. Оны К катушканың ішіне орнатады. Катушка арқылы басқарылатын әлсіз ток өткізгенде жолақшалар магниттеліп бір-біріне тартылып, электр контактісін жасайды. Геркон контактілері тотықтанбайды, күймейді, яғни аспап классикалық реленің кемістіктерінен ада.

Өздік индукцияны кейде пайдалы эффектiмен пайдалануға болады, бірақ ол көбінесе қиындыққа әкеледі. Аталған жайтты мысалмен көрсету тиімді. 2.3-суретте күшейткіш аспап КА, қорек көзі ҚК және L реле орамы түріндегі жүктеме бейнеленген. Басқарушы импульс каскад кірісіне берілгенде, оның шығыс тізбегінде I ток туындайды. Импульс аяқталысымен орамда өздік индукцияның ЭҚК пайда болады.

$$U_L = LI/\Delta t,$$



2.2-сурет. Геркон



2.3-сурет. Күшейткіш аспапты қорғау схемасы

Оның полярлығы Ленц заңына сәйкес суретте дөңгелекпен көрсетілген. Мұнда Δt – күшейткіш аспаптың қосылу уақыты. Айталық, $L=100$ мГн; $I=0,1$ А; $\Delta t=1$ мс болсын. Сонда өздік индукция ЭҚК 10 В болады, яғни қорек көзінің кернеуіне мөлшерлес не одан артық болады. Сөйтсе, енді күшейткіш аспапқа берілетін қорытқы кернеу өздік индукция ЭҚК мен қорек көзінің кернеуінің қосындысынан құралады екен. Бұл қауіпті! Электро аралық пробой (тесу) болуы ықтимал. Оның алдын алу үшін реле орамы Д диодпен шунтталады. Күшейткіш іске қосылғанда, диод жабық. Ол тек өздік индукция ЭҚК пайда

болғанда ғана ашылып, катушканы шунттайды. Генридің кеңесімен электрмагниттік релені С. Морзе телеграф сигналдарын таратуға пайдаланды. Осылайша сигналдарды қашықтыққа таратуға мүмкіндік туды.

Алғаш рет іс жүзінде жарамды болатын телеграф жүйесі шындыққа айналды. Генриді электр байланысының – телеграфияның бірінші түрін ойлап шығарушы деп бағалауға болады.

1837 ж. оқымысты алғаш рет сегіз айлық алыс сапарға аттанды. Ол Англия, Франция, Бельгияға, және ата-анасының отаны Шотландияға, баруды көздеді. Сапардың мақсаты еуропалық ғалымдармен жеке байланыс орнату, әдебиет пен құрал-жабдықтар сатып алу болды. Генри көрнекті көп ғалыммен кездесіп, олардың зертханаларында жұмыс істеді, бірлескен эксперименттерге қатысып, дәрістер тыңдады. Лондонда Фарадеймен бірнеше дүркін кездесіп, олардың арасында достық қатынас орнады.

Өнертапқыш күшті электрмагнитті пайдаланудың өзге саласы-электрбайланыс екенін іштей сезінді. Көптеген ғалымдар, атап айтқанда Земмеринг, Вольта, Ампер электр телеграфын жасауға талпынды. Бірақ телеграфтың соңғы құрылғысын іске қосуға энергия жетіспеді. 1831 ж. Генри ұзындығы 350 м желі жасады, бір жылдан кейін оны 1600 м-ге жеткізді. Электрмагнит іске қосылып, қоңырауды шылдыратты. Өкінішке орай тәжірибе осымен бітті.

1838 ж. Генри электрмагниттік индукцияны кірпіш қабырға арқылы өткізіп, электрмагниттік өрісті темір жапырақтармен экрандау мүмкіндігін тұжырымдады. Қазіргі кезде электрмагнит өрісін экрандау өте маңызды. Күнделікті тіршілікте адамдар көптеген кедергі көздерін пайдаланады.

Кейде өте сезімтал аспаптар бірнеше экрандар ішіне қойылады. Мәселен, оларды мыс экранға орнатып, сыртынан пермаллой (магнит өтімділігі үлкен материал) экранмен қаптайды.

1842 ж. конденсатор разрядының тербеліс сипаты ашылды. Кейінірек Томсон оның математикалық өрнегін тұжырымдады.

Ғалымның жеке өмірі сәтті болды. 1830 ж. біраз достасып жүргеннен кейін, өзінің бөле қарындасы Гарриетке үйленіп, ұзақ та бақытты ғұмыр кешті. Олар төрт бала өсірді. Әйткенмен де ол қызметтес әріптестерімен соншалықты қоянқолтық араласа алмады. Генридің жұмыстары тым жаңашыл болды. Кейін белгілі оқу және ғылыми-зерттеу орталығына айналған Принстон колледжіне, физика профессорының орнына шақырылуы арада дау-дамайдың болмауына себеп болды. Әйтсе де 1832 ж. Принстон әлі қала мәртебесін алмаған еді. Принстонда ғылыми байланыс жоқтың қасы еді, бірақ тынымсыз профессор көршілес ірі қала-Филадельфияның оқымыстыларымен тығыз қарым-қатынас орнатып, олардың құрметіне ие болды.

1832 ж. сәуірде Генри тағы бір жаңалық ашты: ол өзіне дейін ешкім бақыламаған өздік индукция құбылысын тапты. Ал, Фарадей бұл құбылысты екі жылдан кейін ғана байқады. Генри алғаш рет «жолақ мыстан» жасалған индуктивтік катушканы жасап, физикалық тәжірибелерде қолданды. Бұл кәдімгі сым соленоидтарға қарағанда біршама үлкен эффект алуға мүмкіндік берді. Осындай катушкалардың көмегімен Генри бұрын белгісіз өзара индукция құбылысын зерттеуге мүмкіндік алды. Өз зерттеулерін Генри 1838–1840 жж. жарық көрген «Электр индукциясы туралы» үш мақаласында жариялады.

Ғалым құрметтеулерге көп ие бола алмады. Өмірінің соңында үш университеттің заң ғылымдарының докторы, 1863 ж. АҚШ Ұлттық ғылым академиясының мүшесі болды.

1863 ж. АҚШ Президенті А. Линкольн Ұлттық Ғылым академиясын ұйымдастыру туралы шешім қабылдады. Алғашқы 50 академиктің ішінде Дж. Генри де болды. 1868 ж. Ғылым академиясының тұңғыш Президенті қайтыс болғаннан кейін, Генри Президент болып сайланды. Генри Академияға мүше мәртебесін «... тек қана шынайы ғылыми жаңалықтар» ғана беруі тиіс деп атап өтті. 1870 ж. американ ғылымының ресми жетекшісі ретінде тағы да Еуропаға сапар шекті. Оның Замандастары не қайтыс болған, не «ғылымнан қол үзген еді», ал жас физиктер Генриге «құрметті тарихи тұлға» ретінде қарады.

1878 ж. көктемде Генри қатты науқастанып, 13 мамырда қайтыс болды.

Оны Вашингтонның сол кездегі іргесіндегі Джордтаундағы зиратқа жерледі. АҚШ-тың көптеген ғылыми орталықтарында Генриді еске алу мәжілістері өтті. 1883 ж. Смитсон институты ғимаратының алдына көрнекті ғалымға ескерткіш тұрғызылды. Оның биік мүсіні конгресс кітапханасының бас оқу залына қойылды; Олбани тұрғындары өздерінің атақты жерлесіне ескерткіш орнатты. Генридің «Ғылыми еңбектері» жарық көрді.

Өмір бойы Генри өз күштеріне сенімін жоғалтқан көптеген зерттеушілерге материалдық әрі моральдық тұрғыда жәрдем беріп отырды. Солардың ішінде телефонды тапқан А. Белл де бар еді. Қаншама ғылыми еңбектері болса да Генри өте қарапайым адам болып қала берді. Өзіне құрметті атақ немесе ашқан жаңалықтарына патент те алуға ұмтылмады. Ғалым қайтыс болғаннан кейін оның Вашингтонда 2083 доллар ақшасы және 4000 долларға сақтандыру полисі қалған еді. «Мен өз зерттеулеріме патент алуға ұмтыла қоймадым, сонымен бірге өз еңбектеріме сыйақы да алмадым, себебі оны басқалар еркін пайдалануы менің сыйым» деп жазды, өмірінің соңында. Генри өз еңбектерін АҚШ-тың журналдарына жариялады, ал оларды Еуропа оқымады. Американдықтар ол кезде онша бәсекелес деп танылмаған. Ал өз елінде де ғалым есімі аз көпшілікке ғана мәлім еді. Тек 1964 ж. Смитсон институты ғалымның өмірі мен қызметіне байланысты барлық еңбектерін жариялауға кірісті.

Білім қазынасына Генри қосқан ғылыми үлес үлкен бағаға ие болды: 1893 ж. Чикагода өткен электртехника конгресінде индуктивтік бірлігі «генри» деп аталды. М. Уилсон былай деп жазды: «... ғылым оны ескеріп, ең биік тұғырға көтере отырып, оның атын кіші әріппен өрнектеді: Генри кіші *генри* болып, *ампер, вольт, фарадейлермен* қатар тұрды».

Қазіргі кезде радиоэлектрондық аппаратураларды микроминиатюрлеуге бағытталған жалпы техникалық саясатты жүргізуге байланысты, мамандар трансформаторларды және өзге де орамды бұйымдарды барынша аз пайдалануға тырысады. Оларды микроэлектроника бұйымдары ретінде жасауға болмайды. Мұндай дайындалуы қиын, массасы мен габариті

үлкен бұйымдардың өздері электрмагнит өрісінің көзі әрі қабылдаушысы болып саналады. Өкінішке орай, ойлаған іс әрқашан орындалмайды ғой. Сымды электрбайланысында трансформаторлар кеңінен қолданылады. Индуктивтігі бірден жүзге дейін микрогенри болатын дроссельдер, резистор мен конденсатор секілді, жаппай шығарылады. АҚШ-та индуктивтігі 0,06...10 мкГн интегралдық микросхемалар үшін миниатюралы катушкалар жаппай шығарылуда. Олар қырлары 2 мм-дегі куб түрінде дайындалады.

Жаңа аппаратуралар бірнеше ондаған және жүздеген мегагерц жиілікте жұмыс істейді. Жалғайтын сымдардың, тіпті интегралдық схемалардың тарамдарының индуктивтігімен санасуға тура келеді. Жаңа аса шапшаң интегралдық схемаларда жалпы тарамдар жоқ, олардың ток қабылдағыш алаңшалары баспа платалардың ток әкелетін шиналарына тікелей дәнекерленеді.

Америка ғылым академиясының президенті болған кедей ат айдаушының баласы Дж. Генридің өмір жолы – электр мен магнетизмнің белгісіз құбылыстарын танып-білуде еңбекқорлық пен табандылықтың тамаша үлгісі.

Ғалымдардың бағалауы бойынша, Дж. Генри ұлы американ физигі және мемлекет қайраткері Б. Франклиннен кейін екінші орында. Олардың еңбектері әлемдік даңққа шынайы түрде ие.

2.5. Генрих Рудольф Герц

М. Фарадейдің идеясын дамыта келе, Дж. К. Максвелл (1831–1879) 1862–1864 жж. электрмагниттік өріс теориясын жасап, электрмагниттік толқындардың болатынын болжады. Замандастарының көпшілігі бұл қолжеткен нәтижені бағалай алмады, ал кейбіреулері оны сандырақ идея десе, енді біреулері саусағын шекесіне тақап белгілі ишаратты білдірді.

25 жыл Максвелл теориясы мойындалмады, тек Г. Герцке ғана оны тәжірибе жүзінде дәлелдеуге 25 ай жеткілікті болды. Тамаша жетістік! Әлем оны бірден мойындады.

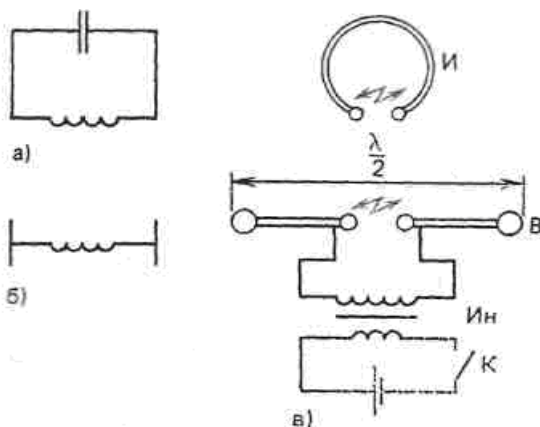
Генрих Рудольф Герц 1857 ж. 22 ақпанда кейін қала сенаторы болған адвокаттың отбасында дүниеге келді. Денсаулығы онша мықты болмады. Гимназиялық курсты

игеруде өзінің ғажап қабілетін танытты. Ағылшын, француз, итальян тілдерін игеріп, грек және араб тілдерін білді. Ағаш және темір ұстасы мамандығын игерді. 1875 ж. гимназияны бітіріп, инженер болуды аңсап, Дрезден жоғары техника мектебіне оқуға түсті. Бір жылдан соң Мюнхен жоғары техника мектебіне келді, ал енді бір жылдан кейін, мамандық таңдауда қателескенін түсінді. Оның ұстанымы – ғылым. Осыған орай жас Герц ата-анасына жазған хатында (1877) Шиллердің сөзін келтіреді: «Кім тәуекелге бармаса, ол ешқандай жетістікке жете алмайды». Институттағы оқу тәмамдалды, алда – күшті оқытушы құрамы бар Берлин университеті тұрды. «Тәуекелшіл» жастың ұстаздары Г. Л. Ф. Гельмгольц (1821–1894), Г.Р. Кирхгоф (1824–1887) екенін айтсақ та жеткілікті. Тәжірибелік жұмыстарды студент шағынан Гельмгольцтің зертханасында бастады. Бір жылдан кейін жетістікке қол жеткізіп, университеттің алтын медаліне ие болды. 1880 ж. Герц университетті жедел бітіріп, доктор дәрежесін алды. Сол кезде Гельмгольц: «Мен ғажап дарынды шәкіртпен істес болғанымды білдім» деп жазды.

Үш жыл бойы жас ғалым Берлин университетінің физика институтында айтарлықтай жетістікке жетпегенмен Гельмгольцке ассистент болды. Кейін Киль университетінде приват-доцент қызметіне конкурстық өту мүмкіндігі тууына сәйкес Герц астананы тастады. Оның карьерасының келесі белесі Карлсруэ политехникалық институтында физика профессоры қызметінде жалғасты және ол бұл жерде өзінің негізгі жаңалықтарын ашты. 1886 ж. жазда әріптесінің қызы Елизавета Долльге үйленді. 1886 ж. қазанда электрмагниттік толқындарды зерттеу тәжірибелерінің тарихи топтамасы басталды.

Герц Максвелл идеясын қоштады ма? Тәжірибе жүзінде электрмагниттік толқындардың бар екендігін дәлелдегісі келді ме? Шамасы, ондай ой болған жоқ. Жаңалық «жоспарланғандай» кездейсоқ болды. Өйткені тәжірибелі ғалымның қолындағы кездейсоқ нәтижелер, қандай да бір заңдылықты тұжырымдауы мүмкін ғой. Дәл солай болды да.

Герц тербелмелі құбылысты катушка мен конденсатордан құралған контурда көрсету үшін аппаратура таңдай бастады (2.4, а-сурет). Бұл құбылыстар бұрыннан белгілі еді. Мұндай тұйық жүйенің шағылысу қабілеті өте аз. Әдетте индукциялық токты тіркеу үшін гальванометр жалғанған катушка пайдаланылады. Герц қарапайым индикаторды кесілген сақина түрінде жасады. Келтірілген ток саңылаудан электр ұшқынының ұшып шығуын тудырады деп санады. Кейінірек ұшқын қуатының қоздыру катушкасы мөлшері мен контур сиымдылығын кішірейткен кезде, яғни неғұрлым жоғары жиілікті тербеліске өткенде артатыны атап өтілді.



2.4-сурет. Герц құрылғысының схемалық бейнеленуі

Алғашында контур 2.4, б-суреттегі түрде, ал тәжірибе соңында 2.4, в-суретте бейнеленгендей болды. Катушка қызметін диаметрлері 3 см, ұзындығы 9 см екі мыс стержень атқарды. Олардың ұштарында конденсатор астарларына эквивалент ретінде диаметрі 9 см мыс шарлар орнатылды. Осылайша жасалған В вибратор кейін өнертапқыштың есімімен аталды. Вибратор Ин Румкорф индукторымен стерженьдер арасынан ұшқынның ұшу сәтінде қозды. Индуктор – жоғарылатқыш трансформатордың жай түрі, онда индукциялық ток K кілтті қосқанда не ажыратқанда туындайды. Электрмагниттік өрістің H индикаторы ретінде вибратордан

бірнеше метрге апарылған кесілген мыс сақина пайдаланылады. Сақинаның кесілген тұсындағы ұшқынның қуаты осы кесіндінің мөлшеріне тәуелді. Герц резонанс құбылысын тіркеді. Радиотолқындардың ашылуына негіз болған үш жетістік мынадай:

Герц вибраторының (не диполь) жасалуы, шын мәнінде:

алғашқы антеннаның жасалуы;

аса жоғары жиілік аймағына өту ($4,5 \times 10^8$ Гц дейін);

радиотолқынды тіркеу кезінде резонанс құбылысын пайдалану.

Енді бәрі де түсінікті. Бірақ Герц ғылыми жаңалық ашқанын өзі сезбеді. Тек бір жайт анық еді: вибратор ұштарындағы разрядтар вибратордан айтарлықтай қашықтықта, тіпті басқа бөлмеде тіркелді. Байқалған құбылыс туралы алғашқы есеп 1887 ж. наурызда журналға жіберілді.

Одан ары қарай жасалған тәжірибелердің нәтижесінде вибратор мен индикатор арасында орналасқан металл парақшалардың көлеңкелі әсері (экрандау эффектісі) және индикатор артында орналасқан металл парақшалардың күшейту әсері (рефлектор эффектісі) байқалды. 1887 ж. соңына қарай Герц бақыланған эффектінің жарық қасиетіне барынша ұқсас екенін түсіне бастады. Оны тексеру қажет болып, ол 1888 ж. өткізілді.

«Мен уақыт бойынша да, сипаты бойынша да зауыт жұмысшысы тәрізді жұмыс істеймін» деп жазды профессор ата-анасына жазған хатының бірінде. Ол әрдайым жалғыз еңбектенетін және менменшілдігі байқалып отыратын. Тағы бір хатында (1887): «Егер өзге ғалымдармен бәсекелеспей қалыпты жұмыс істеуге болатынын білген болсам, онда жұмысымды жалғастырып, бірдеңені бастырмас бұрын зерттеуді аяғына дейін апарар едім» деп жазады.

Радиотолқындарды фокустеу мүмкіндігін және олардың өзге де қасиеттерін дәлелдеу қажет болды, ал сол арқылы бақыланатын толқындарды жарықпен теңдестіру мүмкіндігі туар еді. Мөлшері $2 \times 1,5$ м мырышталған темірден параболалық айна иіп, фокусына резонатор орнатады. Жаңа «сәулелердің» параллель ағынға айналуына мүмкіндік туады. Призманы

асфальттан бүйір қыры 1,2 м, биіктігі 1,5 м және массасы 1200 кг теңбүйірлі үшбұрыш түрінде жасайды. Ол арқылы өткен параллель «сәулелер» сынады. Қиын да өте шым-шытырық эксперименттер топтамасы жасалды. Осының бәрі қарапайым, былайша айтқанда қолда бар нәрселермен жасалды. Шебер тәжірибеші өз мақсатына жетті. Электрмагниттік толқындар жарық секілді шағылуға, сынуға, интерференцияға, поляризацияға және дифракцияға бейім екені тағайындалды. Таралған толқынның ұзындығын және жылдамдығын өлшеу мүмкін болды. Олардың бар екендігіне ғалым көзін жеткізді. Тәжірибелердің қорытынды нәтижесі «Электр тербелістерінің күші Максвелл теориясы тұрғысынан» атты еңбегінде көрініс тапты (1889).

Жаңалық ашылды! Оны барлығы мойындады. Италия ғылыми қоғамы Герцті Маттеучи медалімен (1888), Париж ғылым академиясы Лаказ атындағы сыйлықпен (1889), Вена император академиясы Баумгартнер сыйлығымен (1889), Лондон корольдік қоғамы Румкорф медалімен (1890), Туриндегі корольдік академия Бресс сыйлығымен (1891) марапаттады. Пруссия үкіметі ғалымды Корона орденімен марапаттады. Ол көптеген шетел академияларының корреспондент мүшесі болып сайланды.

Содан кейін ойламаған жерден тосын оқиға болды. Герц электрмагниттік толқындармен айналысуды қойды. Олар бар, бұл дәлелденді, міне осы шешім «таза» ғалымды толығымен қанағаттандырды. Оған қоса инженер Губерге жазған хатында (1889) ол ашық толқындарды практикалық мәселелерді шешу үшін пайдалану мүмкіндігін толықтай жоққа шығарды.

Неліктен бұлай болды? Нақты жауап беру мүмкін бе? Шамасы толқынды тіркеудің азғантай қашықтығы – бірнеше ғана метр және көріністің әлсіз эффектісі – разрядтық аралықтағы жарқ етудің қысқа болуы көңіліне қаяу түсірген тәрізді.

Ғалымның өмір сүру күні де аз қалды. 1889 ж. ол Боннға ауысып, жергілікті университетте профессор қызметіне тұрды. Сол кездегі басты ғылыми қызығушылығы – вибратор теориясын жасау, классикалық механика заңдарын қайта өңдеу. Жұмыс қарқыны күрт төмендеді, соңғы жылдардағы ауыр еңбек

кажытып тастады. Құрт ауруы асқынды, көруі нашарлады, тіс, мұрын, құлақ аурулары меңдеп, 1894 ж. 1 қаңтарда қанның улануынан қайтыс болды. Герц қысқа өмір сүрді, бірнеше жыл ғана қарқынды жұмыс істеп, көп нәрсе жасап үлгерді.

Сонау 1884 ж. Кальцеки – Онестидің жақын электр разрядының әсерінен металл үгінділерінің кедергіні төмендету қабілеті бар екендігін анықтағанын Герц шамасы білмеген болуы керек. Осы құбылысты Герц вибраторымен тәжірибе жасаған (1890) француз физигі Эдуард Бранли (1859–1927) растады. Үгін Бранли түтігі деген атау алған шыны түтікке салынады. Ағылшын физигі Оливер Лодж (1851–1939) Бранли түтігін когерер деп атап, оны тізбекке қорек көзі мен гальванометрге тізбектей жалғады (1894), яғни электрмагниттік толқындарды детектирлеу тәсілін ойлап тапты. Олар 40 м-ге дейінгі қашықтықта байқалды. Бұл жайт Герц қайтыс болар жылы болған-ды. Ақырында, келесі жылы орыс физигі әрі электртехнигі А. С. Попов (1859–1905) электрмагниттік толқындарды тіркеу үшін және бір мезгілде когерерді қозғайтын электр қонырауды қолданды, яғни оның бастапқы жоғары кедергісін қалпына келтірді. Дүние жүзінде алғашқы радиоқабылдағыш көрсетілген 1895 ж. 7 мамыры радионың шыққан күні ретінде аталып өтіледі. Попов өзінің көмекшісімен 1896 ж. 12 наурызда телеграф таспасына жазылған бірінші радиограмманы беріп қабылдады. Онда «Генрих Герц» деген екі сөз жазылған еді.

Қазір радиобайланыс халық шаруашылығының барлық саласында қолданылады. Әлемде он мыңдаған қуатты радиостансалар жұмыс істейді, планета тұрғындарында миллиардтан астам радиоқабылдағыш және жарты миллиардқа жуық теледидар бар. Радиобайланыс спутниктік және радиорелелік желілерде пайдаланылады, оны көліктің барлық түрінде, әскери күштерде т.б. кеңінен қолданады. Пайдаланылатын радиоберіліс пен радиоқабылдаудың дәл санын ешкім білмейді. Бір ғана жиілікте әртүрлі мақсатта жүздеген радиокондырғылар жұмыс істеуі мүмкін. Қабылдау жағдайы барынша күрделенген. Мамандар айтқандай, күрделі электрмагниттік жағдай туып отыр.

Барлық радиотолқындар тоғыз диапазонға бөлінген, әрқайсысының атауы бар. Олар: мириаметрлік, километрлік, гектометрлік, декаметрлік, метрлік, дециметрлік, сантиметрлік, миллиметрлік және децимиллиметрлік толқындар. Бұлардың бәрі белгілі, тек мириаметрлікті түсіндірейік: мириаметрлік сөзінің алғашқы бөлігі гректің *myrias* – алып, өте үлкен сөзінен шыққан.

Радиотолқындардың таралу шарты олардың ұзындығына, атмосфера күйіне, ионосфераның иондалған аймағының болуына және биіктігіне, яғни тәулік мерзімі мен Күннің белсенділігіне тәуелді болады.

Мириаметрлік және километрлік толқындар салыстырмалы түрде атмосфераға аз жұтылады, негізінен жер бетінде, ионосферадан шықпай таралады. Толқындардың осы диапазоны жер шарының кез-келген нүктесінде кемелермен және ұшақтармен, тіпті су астында бірнеше ондаған метрдегі сүңгуір кемелермен радиобайланыс орнатуға қолданылады. Диапазонның жоғары жиілікті бөлігін радиотаратуға (ұзын толқындар) пайдаланады.

Гектометрлік толқындар тәулік мерзіміне қарай жер бетінде таралып, ионосферадан шағылғаннан кейін қабылдау нүктесіне қайта орала алады. Қос толқын интерференцияланады. Кей жағдайда қабылданған сигнал қатты не ақырын шығуы мүмкін. Мұндай кезде фединг (ағыл. *fading*-өшу) құбылысы байқалды дейді. Әрбір радиотыңдаушы осы құбылыспен жақсы таныс. Гектометрлік толқындар әртүрлі ұйымдармен байланыс мақсатында қолданылып, ал 187,5 577 м диапазонында радиотарату стансалары жұмыс жасайды (орташа толқындар).

Декаметрлік толқындар қабылдау нүктесіне ионосфера қабатынан және Жер бетінен бірнеше мәрте шағылғаннан кейін жетуі мүмкін. Сигналдың күшті өшуі байқалады, бірақ хабарды тіпті өте үлкен қашықтыққа беру үшін тіпті аз қуатты радиотаратқыш қажет болады. Жоғары жиілік диапазонында радиохабар таратқыштары (қысқа толқынды) жұмыс істейді, байланыстың магистралды желілері ұйымдастырылады, кеме және ұшақ таратқыштары, радиоәуесқойлар жұмыс жасайды.

Метрлік және барынша қысқа толқындар әдетте тура көру аймағында таралады. Метрлік және дециметрлік толқын

диапазонында телевизия стансалары мен ультрақысқа толқында (УҚТ) радиостансалар, радиолокациялық стансалар радиорелелік желілер жұмыс жасайды, жылжымалы нысандарымен (порттарда, аэродромдарда, жедел жәрдем көлігімен, полициямен т.б.) байланыс орнатылады. Орталық станса антенналарын арнайы салынған мұнаралардың төбесіне не биік үйлердің шатырына орнатады. Ұзындығы 4...10 м толқындарды 2400 км-ге дейін, тропосфераның әртектілігіне орай 100 ...200 км биіктікте шашырауы есебінен, байланыс желісін ұйымдастыруға пайдаланады. Байланыс желісінің осы түрін тропосфералық деп атайды.

Сантиметрлік толқындарды спутниктік және радиорелелік байланыс желісін ұйымдастыруда, радиолакцияда пайдаланады. Ұзындығы 5 см-ден кем шығатын толқынды гидрометеорлер (жаңбыр, бұршақ, қар, тұман) көп әлсіретеді.

Толқындардың миллиметрлік диапазонында жақын әрекетті радиолакциялық жүйелер жұмыс істейді, атмосферадан тыс ғарыштық нысандар арасында байланыс желісін ұйымдастыруға болады. Радиобайланыс мақсатында децимиллиметрлік толқындар қолданылмайды.

Ұзындықтары әртүрлі толқындарды және әралуан радиотехникалық жүйелерді қолданудың келтірілген тізімі барлығын толық қамтымайды. Мамандар алдында қаншалықты, кейде өте көп, мәселе туындаса, оларды шешудің соншалықты шешімі қарастырылады.

Герц жасаған антенна (2.4, в-сурет) қазір екі түтік түрінде жасалып, жалпы ұзындығы қабылданатын толқын ұзындығының жартысындай болады, жартытолқынды вибратор деп аталады. Осыдан қарапайым қабылдағыш телевизиялық антеннаны аңғару қиын емес. Ұжымдық антенналар да жартытолқынды вибратор түрінде (тұзақ түрінде) жасалып, бірнеше бәсең вибраторлармен яғни директорлармен және рефлекторлармен толықтырылады. Антенна телеорталыққа бағытталады. Осылайша, антеннаның тиімді жұмысының ауқымын шектейді, яғни басқа бағыттан келетін бөгеттерден қорғайды.

Әрекеті мен сезімталдығының бағыттылығын арттыру үшін радиорелелік, спутниктік, радиолакциялық таратқыштар мен қабылдағыштардың барлық антенналарында рефлекторлар міндетті түрде қойылады. Сонымен, Герц жаңалығы жұмыс істеуде!

Ғалым индикатор сезімталдығын арттыруға талпыныс білдіріп, тәжірибе барысында нені істемеді. Қаншама бақа оның құрбанына айналды. Гальвани секілді ұшқынды аралықты бақаның аяғымен алмастыруға да талпыныс жасалды. Бірде (кездейсоқтық деген керемет қой) Герц, егер ұшқынды аралық, резонатор разрядынан жарқырайтын өрісте болса, ұшқын ұзындығының артатынын байқады. Оның себебі ультрафиолеттік сәуле екен. Дереву жарияланым жарық көрді (1887), ал эффект ұмыт болды...

Эффект сыртқы фотоэффект деп аталып, оны өзге ғалымдар зерттеді. Сөйтсе, жарық әсерінен кейбір заттар электрон шығарады екен. Фотоэффекті зерттеуде айтарлықтай табысқа, орыс физигі А. Г. Столетов (1839–1894) жетті, ол басқаларға тәуелсіз 1888 ж. фотоэлементті – бірінші жарықэлектрлі түрлендіргішті ойлап тауып, оның қасиеттерін зерттеді. Байланыстың факсимилдік (фототелеграфтық – ескі атауы) жүйесін жасауға нақты ахуал пайда болды. Факсимилдік байланыс – қозғалмайтын жазық кескіндерді (мәтін, фотосурет, карта т.б.) электрмен беру. Осындай алғашқы жүйелер 1907 ... 1908 жж. шындыққа айналды. Қазір факсимилдік байланыс құралдарымен орталық газеттердің беттері, телеграф және өзге агенттіктердің материалдары, қызмет және жеке құжаттар, метеокарталар т.б. беріледі. Факсимилдік аппараттар газет редакцияларында, кәсіпорындарында, байланыс бөлімшелерінде, теңіз кемелерінде, тіпті автокөліктерге қойылады.

Қазіргі кездегі телевизия жүйелерін жасау тек 1931 ж. иконоскопты – бірінші заряд жинақтауыш түтігін ойлап тапқаннан кейін мүмкін болды. Ол сыртқы фотоэффекті пайдалана отырып жұмыс істейді. Өнертабысты орыс ғалымы С. И. Катаев пен американ ғалымы В. К. Зворыкин бір-біріне тәуелсіз ашты. Көрсетілген түрдегі түтік пен оның үлгілері 30 жылдай қолданылды. Соңғы ғасырда телевизия техникасы

толықтай жанартылды. Енді оны адам қызметінің қай саласында қолданылмайтынын айтудың өзі қиын. Бұл түсінікті де: адам қоршаған орта жайлы ақпараттың 80 %-ын көру аппаратымен алады. Міне, оған мысал: ауа райын болжау үшін Жер беті мен бұлт қабатын бақылау, пайдалы қазбаларды барлау т.б. технологиялық процестерді қадағалау, жұмысты, көлік тасқынын, ірі кемелерді басқару, криминалистика, нысандарды қорғау, видеотелефон, білім, қысқасы барлығын тізіп шығу мүмкін емес. Хабар тарату телевизиясын барлығы да біледі, әр үйде видеоманитофон, дербес тарату камералары бар. Телевизия жүйесіне электромагниттік тербеліс спектрінің көрінетін жағымен бірге, көру аппараты үшін тиым салынған ультракүлгін және инфрақызыл аймағы да тән.

Катодтық сәулелердің қасиетін зерттей отырып, Герц олардың жұқа металл пленкадан өту қабілетін пайымдады (1892). Байқалған құбылыс жайлы, кейін теледидар жаппай шығарыла бастаған кезден, яғни 60 жылдан кейін еске алды. Теледидар қолданыла бастағаннан соң, бірнеше ай өткеннен кейін, экран ортасында біртіндеп қараятын дақ пайда болды, оны иондық деп атады. Шынында, ауыр теріс иондар жаймалауыштың (развертканың) магнит өрісі ықпалымен шамалы ғана ауытқып, люминофорды бүлдірді. Зиянды эффектіден люминофордың ішкі жағына электрондар үшін қалыңдығы 0,05...0,5 мкм «мөлдір» алюминий қабат жағу арқылы арылды. Экранды алюминдеу есебінен, экрандағы бейненің айқындығы мен жіктелісі (контрастность) жақсарып, тамаша жетістікке қол жетті.

Сонымен, Генрих Рудольф Герц электрбайланыстың үш түрінің: радио, факсимиле және телевизияның бастауында болды. Ол фундаменталды заңдылықтарды ашты, олардың негізінде кейінгі зерттеушілер мен ғалымдар, біз бүгін электрбайланыс құралдары деп атап жүргендерді жасады.

К. Гаустың алғашқы бірліктер жүйесін жасағанына да бір жарым ғасыр өтті. Көпшілігі ауысты, бірақ барлық жүйелерде уақыт бірлігі секунд болып қалды. Сонымен, периодтық процестің жиілігінің бірлігі ғалымның құрметіне қойылған – герц. Ал, 1 с уақыт ішінде периодтық процестің бір циклінің

өтуі жөніндегі ұғым, шын мәнінде ғалымның туғанына дейін де белгілі болған.

Бірлік жиілігінің жаңа атауы туралы ұсыныс 1928 ж. Халықаралық электртехникалық комиссияның (ХЭК) отырысында енгізіліп, ол қатысушылар тарапынан қолдау таппады (1930). Стандарт ретінде алғаш рет 1932 ж. КСРО-да қабылданды. 1933 ж. ХЭК жиілік бірлігі герц – халықаралық деп бекітті.

2.6. Михаил Осипович Доливо-Добровольский

XIX ғ. аяғы XX ғ. басында көрнекті электртехниктер мен электрэнергетиктердің ішінде ұлы инженер әрі ғалым Михаил Осипович Доливо-Добровольский айырықша орын алады. Доливо-Добровольский қазіргі электрэнергетикада кеңінен қолданылатын үш фазалы жүйе техникасының негізін қалаушы. Ол дүниеге бірегей қысқаша тұйықталатын роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқышты, үшфазалы трансформаторды, әралуан электрөлшеуіш құрылғылар мен аспаптарды әкелді. Доливо-Добровольский 1918 ж. қашыққа электр беруде жоғары кернеулі тұрақты тоқты пайдаланудың тиімділігін алғаш рет көрсетіп, кейін ол іс жүзінде қолданылды. XIX ғ. аяғынан үшфазалы жүйелер өнеркәсіпте кеңінен қолданылып, шапшаң дамып, бүгінгі күнгі электрлендіру пайда болды.

Михаил Осипович 1862 ж. 2 қаңтарда Гатчинаде (Санкт-Петербургтың маңы) дворян отбасында дүниеге келген. Ата-анасы Одессаға көшіп келгеннен соң, ол реалдық училищеге түсіп, оны 1878 ж. бітіріп шықты. Бала кезінен физика мен химияға қызығушылық танытып, әртүрлі тәжірибелер жасады. Рига политехника институтына түсісімен Михаил Осипович зор қызығушылықпен физика және химия ғылымдарын оқи бастады. Бірақ 1881 ж. маусымда революциялық студенттер қозғалысына қатысқаны үшін Ресейдің жоғары оқу орындарына түсуге тиым салынып, оқудан шығарылды. Әйтсе де білімге деген құштарлық, оны шетелге білімін аяқтауға итермеледі. Көп ұзамай ол Германияның ең тәуір оқу орындарының бірі – Дармштадт жоғары техникалық училищесінің студенті атанды. Мұнда электрді іс жүзінде қолдануға айырықша назар

аударатын. 1883 ж. училищеде Германияда алғаш рет электртехника кафедрасы ұйымдастырылып, электртехникалық оқу зертханасы жабдыктала бастады. Білікті инженер-электриктерді даярлау Дармштадт училищесінің атын Германиядан тыс жерлерге мәлім етті.

Студенттік кездің өзінде-ақ Михаил Осиповичтің өнертабыстық қабілеті көрінген еді. 1882 ж. екінші Петербург электртехникалық көрмеде ол жасаған «кнопка-элемент» көрсетіліп, көрме экспонаттарын сипаттайтын «Электр» журналында аспап туралы былай жазылды: «Жаңалық ретінде Доливо-Добровольский мырзаның «кнопка-элементін» айтуға болады, онда, электр дыбысы үшін гальваникалық ток осы аспапта, кнопка астындағы кішкентай құрғақ элементтен алынады».

Училищеде электрхимияға көп көңіл бөлінетін, ал бұл бұрыннан-ақ химияға қызығатын Доливо-Добровольскийдің құштарлығын арттырды (ол Рига политехника институтының химия факультетіне кездейсоқ барған жоқ).

Электрхимиядан студенттерді тиянақты даярлау, училищені бітірген көптеген инженер-электриктердің кейін дәл осы салада жұмыс істеулеріне көп себебін тигізді.

Тәуір студенттердің бірі Михаил Осипович 1884 ж. училищені бітіргеннен соң, сонда ассистент қызметіне қалдырылды. Оның білімдарлығын байқаған кафедра басшылығы, оған электрхимияны іс жүзінде қолдану бойынша жаңа дербес курсты жүргізуді тапсырды. Көп ұзамай жас ұстазға сәттілік әкелген бір оқиға болды. Оны АЭГ деген атау алған жаңадан жанданған берлиндік электртехникалық фирмаға шақырды. Жас орыс инженері өзге электртехникалық бірлестіктер мен зауыттармен бәсекелесте екпін алып келе жатқан фирманың шеф-электригі қызметіне алынды.

Доливо-Добровольский инженерлік және зерттеу жұмысына қызу кірісіп, сол кезде өзекті болған ғылыми-техникалық мәселе: электрэнергияны қашыққа үнемді жеткізу және өнеркәсіптік электржетектің талабын қанағаттандыратын сенімді электрқозғағышты жасаумен шұғылданды. Бұл мәселе көпфазалы және әсіресе үшфазалы жүйе негізінде шешілді.

Біз білетіндей, айналмалы магнит өрісін бір мезгілде серб ғалымы Н. Тесла мен итальян физигі Г. Феррарис ашты. Г. Феррарис Еуропаға танымал ғалым-электрик еді. Оның 1888 ж. наурызда Турин ғылым академиясында жасаған баяндамасы, осы әлі де жете зерттелмеген құбылыстың іс жүзіндегі болашағы жайлы Доливо-Добровольскийді ынтықтыра түсті.

Феррарис математикалық түрде екі өзара перпендикуляр катушканы фазасы бойынша ширек периодқа ығысқан екі синусоидалы токпен қоректендірсе, онда олардың аймағында айналмалы магнит өрісі туындайтынын дәлелдеді. Тесладан ерекшелігі сол, Феррарис екі ток арасында фаза бойынша ығысуды фазоығыстырғыш құрылғының көмегімен алды. Егер осы катушкалардың ішіне білікке бекітіліген мыс цилиндрді салса, ол айнала бастайды. Бұл – үлгісін Феррарис жасаған – қосфазалы асинхронды қозғағыш, бүгінгі күні Турин қаласындағы мұражайда сақтаулы. Қозғағыштың роторы 650 айн/мин жылдамдықпен айналды, ал қуаты небары 3 Вт ғана болды.

Алайда қозғағыш жұмысының шартын талдау барысында Феррарис қателескен: сол кездегі әлсіз ток теориясына сәйкес ол, қозғағыш қорек көзімен «келісілген» режимде жұмыс істеуі керек және оның ПӘК 50 %-дан жоғары болуы мүмкін емес деп пайымдады. Бұл тұрғыда Феррарис «Осы есептеулер мен тәжірибе нәтижелері *a priori* белгілі жайтты тиянақтады, бұл принципке негізделген аппарат іс жүзінде қолдау таппайды» деп жазды. Ферраристің осындай уәжінен кейін оның қозғалтқышы өндіріске қабылданбағаны өзінен өзі белгілі.

Ал, Тесланың қосфазалы қозғалтқышына келсек, ол бірқатар жерде қолданылғанымен, оның конструкциясында айтарлықтай кемістіктер болды: жинақталған орамды статор полюстерінің шығыңқылығы, үлкен магниттік кедергісі – осының бәрі машинаның сипаттамасын төмендетті. Оған қоса, қосфазалы жүйеде төрт сым пайдаланылды, ол электрберілісі құрылымын едәуір қымбаттатты.

Осы күнге дейін негізгі құрылымдық белгілерін сақтап қалған, өнеркәсіпте қолданылып жүрген үш фазалы жүйені жасау, әрі ғалым, әрі инженер, әрі өнертапқыш болған Михаил Осиповичке бұйырыпты.

Сонау 1888 ж. Ферраристің баяндамасын талдай келе Доливо-Добровольский оның асинхронды қозғалтқыштың іс жүзінде жарамсыздығы жайлы тұжырымын жоққа шығарды. Ертерек, тұрақты ток қозғалтқышымен тәжірибе жасау барысында, ол қозғалтқышты тежеу үшін оның якорының орамын күрт тұйықтаса, онда үлкен тежеуіш момент туындайтынын байқады. Кейінірек осы жайтты есіне ала отырып, оның ойында Феррарис әдісі бойынша айналмалы магнит өрісін жасау және оған кедергісі аз қысқаша тұйықталған якорды орналастыру идеясы туындады: «Бұл якорь аз айналыспен айналғаннан гөрі өзі күйіп кетер. Мен көз алдыма аз ғана сырғуы бар көпфазалы токтың электр қозғағышын елестеттім».

Осылайша, сырғуы көп емес әрі үлкен айналдыру моментін туғызатын, күшті магнит өрісінде ток түзілетін, стерженінің кедергісі үлкен емес роторлық орамы бар асинхронды электрқозғалтқыш туралы идея пайда болған еді. Михаил Осипович Доливо-Добровольскийдің «тиін тор» түрінде жасаған орамы бар роторы инженерлік шығармашылық ойдың әрі конструкторлық батыл шешімнің, қарама-қарсы ағымды үрдісті ұтымды шешудің, жаңа оригинал конструкцияны ойластырудағы тамаша үлгісі болып табылады.

Ферраристің қозғалтқышындағы мыс цилиндрдің (ротордың) кедергісі аз болды, сондықтан ол Доливо-Добровольскийдің талабын қанағаттандыратын секілді боп көрінді. Бірақ, мыс беймагнитті материал болғандықтан мұндай қозғалтқыштың ПӘК шамалы болар еді. Екінші жағынан, егер мыс цилиндрді болатқа айырбастаса, магнит ағыны айтарлықтай өседі, бірақ болат ротордың электр өткізгіштігі аз болғандықтан, ол қозғалтқыштың ПӘК-н кемітуге әсер етеді.

Орыс электртехнигі күрделі мәселенің шешімін оңтайлы тапты: роторды болат цилиндр түрінде жасап (бұл оның магниттік кедергісін азайтады), оның периметрі бойымен бұрғылап, оған мыс стержендер салады (бұл ротордың электрлік кедергісін азайтады). Ротордың шығысында осы стержендер мыс пластина не сақина арқылы сенімді электрлі қосылады.

Осы конструкцияға 100 жылдан астам уақыт өтті. Уақыт-төреші деген осы! Осы жылдары көптеген электртехникалық аспаптар мен құрылғылар танымастай өзгерді, жаңа материалдар мен технологиялық процестер пайда болды, ал «тиін тор» әлі күнге дейін бастапқы қалпын сақтап қалды.

1889 ж. Доливо-Добровольский жасаған бірінші асинхронды қозғалтқыштың қуаты 100 Вт болды. Статор ретінде жартылай жабық ойығы бар тұрақты ток машинасы пайдаланылды.

Бірақ қозғалтқышты жүргізу үшін үшфазалы қорек көзі керек болды. Доливо-Добровольскийдің шығармашылығын зерттеп жүргендердің бірі профессор О. Н. Веселовский сенімді көзден үшфазалы жүйені жасауға ғалымның орасан еңбек сіңіргенін дәлелдейді. Осы мәселенің техникалық, дәлме-дәл айтсақ техника-экономикалық шешімін табу оңайға соққан жоқ. Доливо-Добровольский күн-түн демей көпфазалы тізбектің әртүрлі схемасын зерттеді. Ол: «Орам және одан токтың өту сызбалары мен схемаларын ұдайы қарастыра отырып, мен, тұрақты ток якорінен бірдей аралықтағы үш нүктеден тармақтар жасау керектігі туралы ойға тап болдым. Осылайша тек үш сым бар үшфазалы ток пайда болды. Бірақ бұл орайда мен фаза айырымы 60^0 емес 120^0 -ты алдым» – деп жазды.

80-жылдардан мәлім, бірякорлы түрлендіргішті пайдалана отыра, Доливо-Добровольский үшфазалы ток жүйесін алды. Ол кез-келген сәтте үш токтың қосындысы нөлге тең, демек энергия тасымалдау үшін үш өткізгіш жеткілікті екенін көрсетті. Үшфазалы жүйенің негізгі қасиеті айырықша мәнге ие болды: оның үнемділігі – бірдей жағдайда, бірфазалы тізбекке карағанда үш сымға 25 % мыс кем жұмсалады. Михаил Осипович қорек көзі мен тұтынушы орамдары үшфазалы жүйеде жұлдызша (төртсымды тізбек) және үшбұрышты (үшсымды) түрде жалғана алатынын көрсетті. Төртсымды тізбектің артықшылығы сол, онда сызықты және фазалы екі кернеуді пайдалануға болады.

Үшфазалы жүйенің қасиеті айырықша болып көрінгендіктен, Доливо-Добровольскийдің Берлин электр қоғамында және баспасөзде, ертеректе белгісіз, бірақ электрэнергияны тасымалдауға және үшфазалы генератор мен

қозғалтқыш жасауда өте үлкен мүмкіндік беретін, электр жүйесін жақтап айтуына тура келді. Доливо-Добровольский үшфазалы жүйе неғұрлым ұтымды, ал фаза санын арттыру экономикалық тұрғыда тиімсіз екенін дәлелдеді.

Михаил Осипович тағы да бір бірегей үшфазалы электрқозғалтқышты жасап, оның таланты айшықтана түсті, электрмашиналарындағы физикалық процестердің мәніне терең бойлағаны көрінді. Әлі күнге дейін сақталған фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштың екінші конструкциясына, Доливо-Добровольский былайша келді.

Алғашқы қозғалтқышы сынақтан сәтті өткеннен кейін, фирма неғұрлым қуатты электрқозғағышты жасауды ұсынды. Ондай қозғалтқыш жасалып, қуаты 3,7 кВт-қа жетті. Бірінші тексеру сынағында Доливо-Добровольский қозғалтқыштың оталдыру сәтінің тым төмен және қатты дірілдейтінін, бірақ калыпты жылдамдықта жақсы жұмыс істейтінін байқады.

Михаил Осипович оталдыру сәтінің төмендеуінің себебін мұқият талдап, барынша дұрыс шешімге келді. Оның ойынша, қозғалтқышты оталдырған сәтте аз кедергіде ротор орамындағы стержендерде өте үлкен ток туындап, меншікті магнит ағыны негізгіге қарсы бағытталады. Сонда ғалым бірнеше дүркін тәжірибе жасап, қозғалтқыш роторының кедергісін өзгертті. Бұл фазалық роторы және оталдыру реостаты бар қозғалтқышты жасауға септігін тигізді. Осы өнертабысқа патенттік ұсынысты Доливо-Добровольский 1890 ж. Англияда және Швейцарияда жасады.

Бұл қозғалтқышта статор мен ротордың орамдары үшфазалы болып орындалған, ал ротор тізбегіне сақина мен щетка көмегімен оталдыру сәтінде үлкен кедергі қосылады, оталдыру тогы айтарлықтай төмендейді, яғни аз қуатты желілерде мұндай электрқозғалтқыштарды оталдыру басқа тұтынушылардың жұмысына ықпал етпейді. Әйтсе де қозғалтқыш білігіне жанама сақинаны пайдалану (қысқа мерзімде болса да, өйткені оталдырғаннан кейін ротор орамы күрт қысқаша тұйықталады) осындай қозғалтқыштың техника-экономикалық сипаттамасын айтарлықтай төмендетті. Мұны Доливо-Добровольскийдің өзі де түсінді, ол қысқаша

тұйықталатын роторы бар қуатты электрқозғалтқышын жасау мүмкіндігін зерттей түсті.

Сонымен Доливо-Добровольский өнеркәсіп өте зәру болып отырған, Тесла қозғалтқышынан, айнымалы токтың өзге қозғалтқышын айтпағанның өзінде, айтарлықтай озық, бірегей, жоғары үнемді, сенімді асинхронды қозғалтқыштарды жасады.

Ғалымдардың болжауы бойынша электр жетегінде асинхронды қозғалтқыш ХХІ ғасырдың орта шеніне дейін қала бермек. Сондықтан қазіргі асинхронды қозғалтқыш өте үнемді болуы тиіс. Айталық ПЭК-н 1 %-ға көтерсе, 1 миллион асинхронды қозғалтқыш 240 миллиард кВт/сағ электрэнергиясын үнемдеуге мүмкіндік берер еді!

Өз қозғалтқышын құрастыра отыра және үшфазалы синхронды генератор мен трансформаторды ойластыра отыра, Доливо-Добровольский ХІХ ғасырдың соңында туындаған кешенді ғылыми-техникалық проблемаларды ұтымды шешуді қамтамасыз етті, себебі бұл орайда электрэнергияны үлкен қашықтыққа тасымалдау әрі өнеркәсіптік жетек талабын қанағаттандыратын қозғалтқыш жасау қажеттігі туындаған болатын.

Үшфазалы құрылғыны ендіру үшін тағы бір проблеманы – сенімді әрі үнемді үшфазалы трансформатор жасауды қарастыру қажет болды. Ең оңайы: желінің басына және соңына үш бірфазалы трансформаторды қою еді. Бірақ өз принципіне берік Доливо-Добровольский үшфазалы трансформатордың ұтымды конструкциясын жасауды мақсат тұтты.

Михаил Осиповичтің шығармашылығын зерттеушілердің бірі атап өткендей «М. О. Доливо-Добровольскийдің 1888–1893 жж. қатысты еңбектері өнертабыс пен жаңалық ашудың шашыраңқы механикалық тізбегі емес. Бұл электртехниканың жаңа кешенді саласы. Оның жетістігі күнделікті, шиеленісті және маңдай тер төккен жұмыстардың нәтижесі. Техника тарихында Доливо-Добровольский секілді тұтас кешенді жүйенің басты элементтерін жасаған, оны іс жүзінде орындап, өте қысқа мерзімде өнеркәсіпке ендірген тұлғалар көп емес».

Доливо-Добровольский жасаған үшфазалы жүйе элементтерінің басты сынағы – атакты Лауфен-Франкфурт электрберілісі болды.

1891 ж. жазда Майндағы Франкфуртта (Германия) халықаралық электртехникалық көрме ашылып, онда электр энергиясын беру және тарату бойынша жаңа жетістіктер көрсетілуі керек болатын. Көрме комитеті АЭГ фирмасына Неккар өзенінде гидрокүштік қондырғысы бар Лауфен мекенінен, сол кезде өте қашық деп саналатын 170 км-дегі Франкфуртқа электрэнергияны жеткізуді ұсынды. Доливо-Добровольский үшфазалы жүйенің сенімді екеніне күмән келтірмей, фирма басшылығын тапсырысты қабылдауға келістіріп, барлық ауыртпалық пен жауапкершілікті өз мойнына алды. Ол өзі жазғандай: «менің үшфазалы тоғыма өшпестей кір тағылмауы үшін және оған сенімсіздік тумауы үшін» бұл мәселе қайтсе де шешілуі тиіс еді.

Жарты жыл ішінде қуаты жағынан өте күшті (75 кВт) асинхронды қозғалтқыш, сонымен бірге қуаты 230 кВт синхронды генератор жобаланып жасалды. Лауфенде кернеу 95-тен 15000 В-қа дейін көтеріліп үшфазалы тізбекпен энергия Франкфуртқа беріліп, онда кернеу 65 В-қа дейін төмендеді. Сенімсіздік танытушылардың ойлағандарына қарамастан, берілістің ПЭК өте жоғары, яғни 75 % болды.

Көрмені 1000 электр шамы жарықтандырды. Залда қуаты 75 кВт-қа жуық үшфазалы асинхронды қозғалтқыш орнатылып, декоративті жарықталған су сарқырамасына суды айдайтын гидравликалық насосты жұмыс істетті. Өзіндік ерекшелігі бар энергетикалық тізбек алақанға салғандай болды: жасанды сарқырама 170 км қашықтықтағы табиғи сарқырама энергиясымен жасалды. Көрмеге келушілер электр энергиясының ғажап қабілетіне тәнті болды. Бұл шын мәнінде үшфазалы жүйенің салтанат құруы және сол кезде небары 29 жасқа келген М. О. Доливо-Добровольскийдің электртехникаға сіңірген еңбегін әлемнің мойындауының куәсі болды.

Осы күнгі электрлендіру өз бастауын 1891 жылдан алады деп сеніммен айтуға болады.

Михаил Осиповичтің айнымалы ток тізбегі, машиналар мен трансформаторлардың теориясын жасаудағы еңбегі орасан зор. Оның зерттеулерінің маңызы жоғары, өйткені XIX ғ. 90-

жылдарында тұрақты және айнымалы тоқты жақтаушылардың арасындағы тартыс өзінің шырқау шыңына жетті. Оған дәлел, Доливо-Добровольскийдің электр энергиясын айнымалы токпен жеткізу туралы дайын баяндамасы алынып тасталды, оған себеп АЭГ фирмасының басшылығы тұрақты токқа арналған құрал-жабдық шығаратын, сондықтан өзі достық байланыста болған компаниямен ол араздасқысы келмеген еді.

Әйтсе де айнымалы токпен жұмыс істейтін электр қозғағыштар мен өзге де электр құрал-жабдықтардың айтарлықтай артықшылығы, айнымалы тоқты пайдалану проблемасына қатысты көптеген теориялық мәселелерді шешуді қажет етті.

1891 ж. Доливо-Добровольский Майндағы Франкфуртта электриктердің халықаралық конгресіндегі баяндамасында айнымалы ток теориясының маңызды заңдылықтарын нақты тұжырымдап берді. Атап айтқанда, ол катушканы айнымалы ток тізбегіне қосқанда магнит ағыны магнит кедергісіне тәуелді болмай (тұрақты ток тізбегіне қосылған болат катушка сияқты), келген кернеу шамасымен анықталатынын (өзгермейтін жиілікпен орам санында) көрсетті. Әрі қарай егер магнит ағыны синусоидалды заңдылықпен өзгерсе, онда ЭҚК (не кернеу) де синусоида бойынша өзгереді, бірақ магнит ағыны мен ЭҚК фазалары бойынша $\pi/2$ -ге өзгеше болатынын тұжырымдады. Айнымалы ток теориясының маңызды екінші қағидасын Доливо-Добровольский кернеу мен магнетизм бір-бірімен тек сандық емес, сапалық (қисық бойынша) және уақытқа сәйкес (фаза бойынша) тығыз байланыста болатынымен түсіндірді. Михаил Осипович тоқты активті және реактивті құраушыларға, яғни өзі атағандай «ваттық» (жұмысшы) және «бейваттық» (қоздырушы) токқа жіктеу әдісін ұсынды, бірақ «шын мәнінде ваттық және бейваттық токтардың жеке-жеке бола алмайтындығын» атап өтті.

Бұл әдістің электр машиналары мен аппараттарындағы процестерді талдауда және есептеуде кеңінен қолданылатыны белгілі.

Доливо-Добровольский айнымалы ток қисығының формасы мен оның жиілігі туралы да өз ұсынысын білдірді. Ол синусоиданы және 30-40 Гц жиілікті ұсынды (ол кезде бірқатар

елдерде, атап айтқанда, Америкада 125 және 133 Гц жиілік қолданылатын).

1892 ж. ол трансформатор теориясының және оны жобалаудың негізін тұжырымдап, өзінің «Трансформаторлардың пайдалы әсер коэффициенті туралы» еңбегінде электр желісінің осы маңызды аппараттарының тиімсіздігі туралы тараған тұжырымдарды мүлдем жоққа шығарды.

Доливо-Добровольский үшфазалы қозғалтқыш пен генератордың теориясы мен жобаларын бірінші болып жасады: яғни ол статор мен ротордың сыртымен орамдардың орналасуы, барабан тәрізді орамдарды және жартылай жабық ойықтар (пазы) ендірудің тиімділігі, магнит шашырауын кеміту т.б. еді.

Михаил Осиповичтың назарынан сол кезде маңызды саналған индукторлық генератор жасау мәселесі де тыс қалған жоқ. XIX ғ. аяғында бу қозғалтқышы бар электр стансаларында шабан жүрісті поршенді бу машиналары мен су турбиналары болды. Индукторлық генераторда қоздыру орамының катушкасы қозғалмайтын, ал айналатын индуктордың шапшаңдығы оның тістерінің санына тәуелді болатын. Индукторлық генератор мен шабан жүрісті біріншілік қозғалтқыштың біліктерін жалғау генераторды жоғары да төменгі де шапшаңдықта пайдалнуға мүмкіндік берді.

Доливо-Добровольский электрөлшеуіш техникасының дамуына да айтарлықтай үлес қосты: бірінші патентті 1888 ж. бұған дейін қолданылып келген аспаптармен салыстырғанда бірқатар артықшылығы бар электромагнит жүйесінің амперметр мен вольтметрдің жаңа конструкциясы үшін алып, содан кейін оны барынша жетілдірді. Осы аспаптармен «АЭГ фирмасы электртехникалық рынокты біраз толтырып тастады». 1892 ж. Доливо-Добровольский алғаш рет фазометрді – айналмалы магнит өрісінің қасиетіне негізделген аспапты жасады, ал 1897 ж. жиілікөлшеуішті кейінірек, 1899 ж. – алғашқы ферродинамикалық аспап – ваттметрді ойлап тапты.

1880–90 жж. жоғары кернеуді сенімді ажыратуға қажеттілік өткір тұрды. Қолданыстағы сынапты ажыратқыштар қолапайсыз, қымбат әрі сенімсіз болды. Доливо-Добровольский салмақты пышақпен тұйықталатын, пластиналы серіппелі

контактісі бар максимал автоматты ажыратқышты жобалады. Электрберіліс кернеуінің жоғарлауына байланысты сенімді доғаөшіргі құрылғыны жасау қажеттігі туындады. Мұнда да Михаил Осипович өзінің мықты талантының бір қырын танытты, 1910–1914 жж. негізі күні бүгінге дейін сақталған жоғары кернеу ажыратқышының бірнеше түрлерін жасады.

Өкінішке орай, көпжылғы қауырт жұмыс Михаил Осиповичтің жеке өмірі мен денсаулығына кері әсерін тигізді. Әсіресе ол Отанын сағынды, Ресейде туған-туыстары, жақындары қалған еді. Ол олармен, өзге отандас ғалымдармен, инженерлермен хат жазысып тұрғанына қарамастан, кездесудің, дидактасудың сәті түссе, оны қалт жібермеді.

Михаил Осиповичтің 1899 ж. желтоқсанда бірінші бүкілресейлік электртехника съезінің жұмысына қатысу үшін Петербургке келуі елеулі оқиға болды. Белгілі орыс ғалымы профессор Н. П. Петров съезге төраға бола отырып, Доливо-Добровольскийді жылы шыраймен құттықтап, П. Н. Яблочковтан кейін «электртехникадағы басты рөлдің оған ауысқанын» атап өтті.

Съезде «Үшфазалы ток техникасының қазіргі дамуы» тақырыбына баяндама жасаған Михаил Осипович үшфазалы жүйенің электртехниканың дамуына зор ықпал еткенін көрсетіп, енді оның жақсы жағының «батыс халықтарына» ғана емес, «Русьте де көп ұзамай байқалатынын» атап өтті.

Съезд жұмысымен қатар Петербург политехника институтының ашылуына дайындық шаралары жүргізілді. Институтта жаңа –электртехникалық факультет (бөлімше) ашу көзделіп, ол өнеркәсіпте еңбек ететін инженер-электриктер даярлайтын болды (бұрын электртехникалық институтта әлсіз ток, яғни телеграф, телефон саласындағы мамандар даярланатын).

Профессор Н. П. Петров қаржы министріне жазған хатында Михаил Осиповичті жаңа факультетке декан қызметіне шақыруды ұсынып, «осы тағайындаудың барынша игі нәтижелі болатынын айтып жеткізу мүмкін емес» деп атап көрсетті.

Доливо-Добровольский декан болуға келісті, бірақ АЭГ фирмасының басшылығы келішарттық міндеттемені орындауды талап етіп, бұл шараға келісім бермеді. Әрине, олар

фирманың атын шығарған ірі маманнан айырылғысы келмеді. Достарының біріне жазған хатында Михаил Осипович өзінің әлі «үш жыл қайсыбір құлдықта» екенін көрсетті. Бірақ ол Политехника институтымен тығыз байланыста болды, оқу жоспарын жасауға, зертханалық құрал-жабдықтар алуға жәрдемдесті және өзінің бай кітапханасын институтқа сыйлады.

Үш жылдан соң, Михаил Осипович Петербургке оралатын жағдайы болған кезде оның созылмалы жүрек дерті қозып, емделуге Швейцарияға кетуге мәжбүр болды. Тек 1909 ж. ол Берлинге оралып, АЭГ электр аппараттары зауытының директоры болып тағайындалды. Неге бірден Ресейге ол оралмады деген сауал беймәлім болып қалды; шамасы бір себеп болған секілді. 1910 ж. ол Политехника институтына жоғары кернеудің жаңа зертханасының ашылуына көмектесті.

1914 ж. бірінші дүниежүзілік соғыс басталғанда Михаил Осипович орыс азаматы ретінде, Германиядан Швейцарияға кетуге мәжбүр болып, сол жерде әскери қимылдар аяқталғанға дейін тұрақтады. Ол АЭГ фирмасының электр машина жасау және электраппараттарын жасау бойынша инженер-кеңесшісі болып тағайындалды.

Қайтыс боларынан бір жыл бұрын Доливо-Добровольский бүкіл әлемге өзінің ғалым және инженерлік қабілетін тағы бір паш етті. Айнымалы ток, әсіресе, үшфазалы жүйе саласында өзінің іргелі еңбектерімен даңқы шыққан адам, кенеттен «таяу кезеңде тұрақты токпен электр тарату қажет» деп тұжырымдауын кім ойлапты!

1918 ж. қарашаның соңында электртехникалық қоғамның мәжілісінде Михаил Осиповичтің «Энергияны алыс қашықтыққа жеткізу үшін айнымалы токты пайдаланудың шекарасы туралы» баяндамасы тыңдалды. Егер қуаты 50000 Вт, кернеуі 100 кВ-қа дейін, бірнеше жүздеген километрге электр беруде үшфазалы желі тиімді пайдаланылып жатса, қандай «шекара» туралы сөз болуы тиіс?

Әйтсе де, Доливо-Добровольский ұзындығы 1000 км-ге дейін кернеуі 200 кВ электр энергияны тасымалдау кезінде желінің сиымдылық тоғы күрт көбейіп, шығын артып, ПЭК-тің төмендеуіне әкелетінін дәлелдеді. Оның ойынша таяу жылдары

отын қоры энергияның ірі тұтынушыларынан біртіндеп қашықтайды, сол себепті электр берудің дамуын, батыс еуропалық елдердің кішігірім аумағына ғана бағдарлап болжауға болмайды.

«Мен тұрақты токтың қарымта қайтару мүмкіндігін көріп тұрмын... – деп мәлімдеді Михаил Осипович. – Жоғары кернеулі тұрақты токты пайдалану кезінде кабельдік желіні қолданған ұтымды». Ұлы ғалымның данышпандығы сол, ол болашақта электр жабдықтаудың схемасын да болжай білді: электрэнергияны тудыру және тарату айнымалы (үшфазалы) токпен жүзеге асырылады, содан кейін вентилді құрылғылар көмегімен жоғары кернеулі тұрақты токқа түрленеді. Қазіргі кезде дәл осындай схема қолданылатыны белгілі.

Доливо-Добровольский бұл жаңа ғылыми-техникалық проблеманың шешуін табуға көп күш керектігін, «...бірақ, ... мен осы жаңа проблеманың көп бөлігінің мүмкін шешімін байқап отырмын» деп атап өтті. Ғұмыртанушылардың бірі: «баяндама аспаннан найзағай ойнағандай әсер етті, Доливо-Добровольскийдің тұжырымы аяқастынан болды, себебі бұл тұжырымды жалпы айнымалы ток техникасының басымдығы үшін аянбай еңбек етіп жүрген адам жасап отыр» деп жазды.

Көп ұзамай Доливо-Добровольский Дармштадтқа қоныс аударып электрді тұрақты токпен беру проблемасын зерттеумен айналысуды көздеді. Өкінішке орай, денсаулығының нашарлығына байланысты өз ойын іске асыра алмады. 1919 ж. күзде дерті күрт асқынып, Гейдельберг қаласындағы академиялық ауруханаға жатқызылды. 1919 ж. 15 қарашада Михаил Осипович көз жұмды.

Доливо-Добровольскийдің қазасын әлемнің барлық электртехниктері аза тұтты. Ірі электртехника журналдарында оған қазанама басылып, ғалымның өнеркәсіпте, көлікте, ауыл шаруашылығында және тұрмыста электрдің іргетасын қалауда сіңірген еңбегі атап көрсетілді. Михаил Осиповичтің шынайы еңбегін бүгінде нақты бағалауға болады, себебі электрлендіру көз көріп, құлақ естімеген жетістіктерге жетпесе, бүгінгі қоғамның осылай дамуы да мүмкін емес еді.

Тірі кезінде Доливо-Добровольский көптеген құрметті атаққа ие болды: 1903 ж. Петербург электртехника

институтының кеңесі құрметті инженер атағын берді, ал 1911 ж. ол Дармштадтағы Жоғары техника мектебінің құрметті доктор-инженері болып сайланды. Жүрегінің созылмалы ауруына және қауырт шығармашылық қызметіне қарамастан, ол дертіне мойынсұнбай, спортпен, әсіресе әлі тарай қоймаған велосипед тебумен айналысты.

Қорытындыда профессор О. Н. Веселовскийдің Доливо-Добровольский өмірінің беймәлім жайттарын айтқанын келтірейік.

Польшаның электртехникалық және электрэнергетикалық жүйелерімен айналысатын ғалымдары құжат арқылы Михаил Осиповичтің туған жері мен тәрбиесі орысша болғанымен, поляк екенін тағайындады. Доливо-Добровольскийдің ата-тегі поляктар, олар тіпті «Доливының отбасылық гербін» тапты.

2001 ж. Польшада Михаил Осиповичтің туғанына 140 жыл және Лауфен-Франкфурт электртербелісіне 110 жыл толуына байланысты Халықаралық конференция өтті.

Щецин қаласында Доливо-Добровольский атындағы сквер мен ескерткіш тас бар. Арнайы брошюра шығарылып, онда көне фотосуреттер, оның ішінде Гатчиндегі ғалым дүниеге келген үйдегі ескерткіш тақтаның да суреті бар. Онда: «Михаил Доливо-Добровольский. Еуропалық. Электртехниканың пионері. Поляк» деп жазылған. Оған қоса «Эдисон – электртехниканың американдық символы болса, Доливо-Добровольский – еуропалық символы» деп атап көрсетілген. Әлемдік электртехника тарихында Михаил Осипович Доливо-Добровольский ғаламат рөл атқарды. Оған XIX ғ. соңы – XX ғ. басында маңызды энергетикалық проблеманы шешуде негізгі орын тиесілі».

2.7. Шарль Огюстон Кулон

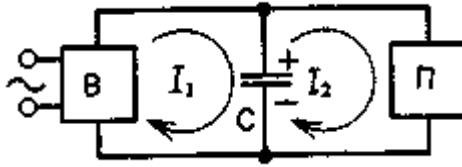
Кулон – электр (электр зарядының) мөлшері ретінде 1881 ж. электриктердің I Халықаралық конгресінде, электротехникалық бірлік өлшемдердің алғашқыларының бірі болып қабылданды. Ол, ток күші 1 А болғанда өткізгіш қимасы арқылы 1 с аралығында өтетін электр санымен анықталады.

Бір-біріне қатысты алғанда қозғалмайтын электр зарядтарының өзара әсерлесуін зерттеуге және олар бағынатын заңды ашуға Ньютонның бүкіләлемдік тартылыс заңының зор ықпалы тиді. Зарядтардың өзара әсерлесу заңы мен бүкіл әлемдік тартылыс заңының ұқсастығын 1785 ж. француз ғалымы Кулон дәлелдеді. Ол заң былай айтылады: бірінен бірі қайсыбір қашықтықта орналасқан екі электрлік зарядтың өзара әсерлесу күші сол зарядтардың көбейтіндісіне тура пропорционал және арақашықтығының квадратына кері пропорционал.

Жалпы, Кулон электрдің мөлшері ретінде қабылданғанымен, ол электрэнергия шығынын есепке алу үшін пайдаланылмайды. Шынына келгенде бұл өлшем қайсыбір аппаратуралардың элементтерін есептеген кезде де сирек қолданылады. Осыған сәйкес электр өлшемі деген ұғым керекі бар ма деген сұрақтар да туындайды. Жок, бұл өлшем керек! Тек есептеу қатынастарында жиналған электрдің мөлшері басқа бірліктермен бейнеленіп кетеді. Мысалы, $q = I \cdot t$ немесе $q = CU$.

Көптеген басқару жүйелерінде немесе байланыс аппаратураларында қайсыбір қажетті функцияларды орындайтын айқын, не байқалмайтын түрдегі конденсаторлар қойылады. Байқалмайтын түрдегі конденсаторлар құрастырушы сымдар мен бұйымдар корпусы арасында, т.с.с. пайда болады. Олардың бәрін схеманың паразит сыйымдылығы деп атайды. Олай болса аппаратура жұмыс істеп тұрғанда сигналдың өзгеру заңдылығына сәйкес бұл конденсаторлар қайта зарядталулары қажет.

Іскер адамның міндеті – конденсатордың қайта зарядталуы мүмкін болатын уақытша сипаттамасын таңдап алу, айталық, синусоидалы және тікбұрышты формадағы сигналды тудыратын генератор жасау, сигналдың формасының ауытқуын азайту үшін қосалқы сыйымдылықты зарядтау мерзімін қысқарту т.с.с. Көбінесе олардағы конденсатор заряды мен кернеудің тұрақтылығын қамтамасыз ету қажет. Мұндай жағдай былайша қарастырылады. 2.4-суретте В түзеткіштен, П тұтынушыдан және С буферлік конденсатордан құралған қарапайым схема келтірілген. Ток тұтыну көбінесе өңделетін сигнал түріне байланысты.



2.5-сурет. Буферлік конденсатордың қосылу схемасы

Тұтынушы ретінде дыбыстық жиіліктегі сигналды күшейткішті алайық. Сонда оркестр музыкасының сигналын күшейткен кезде, түзеткіштен тұтынатын қуат үлестік ваттан бірнеше ондаған ваттқа өзгереді, ал ең жоғарғы қуат үлестік секундтың арасында іріктеледі. Мұндай жағдайда қуатты, яғни қымбат түзеткішті қолданудың қажеті шамалы. Іс жүзінде пайдаланылып жүргендей, сәйкес сыйымдылықты буферлік конденсатор қойса болғаны.

Схема, I аз токпен t уақытта зарядталу есебінен конденсаторда жинақталған q_1 электр мөлшері, q_2 тұтынушы шығындаған электр мөлшерінен артық болғанда жұмыс істейді, яғни $I_2 t = I_2' \Delta t' + I_2'' \Delta t'' + \dots$, мұндағы $I_2' \Delta t' - \Delta t'$ уақытта шығындалған электр мөлшері т.с.с, $t = \Delta t' + \Delta t'' + \dots$

Былайша айтқанда буферлік конденсаторды ауқымды су қоймасы болатындай суы аз өзенге салынған биік платинамен салыстыруға болады.

Су қоймасының көлемі конденсатор зарядына, ал платина биіктігі кернеуге пара-пар деп айта аламыз. Қажет болғанда, қойма суының деңгейі білінер-білінбес өзгергенде, су шығынын кең ауқымда реттеуге мүмкіндік туады. Әдетте, көрсетілген бұйымдарда буферлік конденсатордың сыйымдылығы жұмыстық кернеу 25...50 В болғанда 10 000 мкФ-дан аспайды. Басқаша айтқанда, жиналған заряд 0,25...0,5 Кл түзеді. Көп қолданылатын электролиттік конденсатордың ең көп сыйымдылығы 25 В жұмыстық кернеуде (мысалы, К50-32) 100 000 мкФ; толық заряд 2,5 Кл болады. Осындай конденсатордың массасы 1300 г, диаметрі 80 мм; биіктігі 142 мм. Транзисторлық аппаратурада, әсіресе микросхемалық аппаратурадағы

сипаттамалар ерекше көріністе болады. Салыстырмалы түрде электронның – ең кіші заряд тасымалдаушының – заряды $1,6 \times 10^{-19}$ Кл шамамен бағаланады.

Радиоэлектрондық аппаратурада қойылған конденсаторларда жиналған заряд шамасы кулонның аз үлесін түзеді. Әйтсе де конденсатордағы заряд шамасын ғана емес, кернеуді де ескеру қажет. 300–350 В кернеуде сыйымдылығы бірнеше жүздеген микрофарада конденсаторға кездейсоқ қол тиіп кетсе, өте жағымсыз әсер аласыз, жалпы бұлай істеуге болмайды. Тіпті кейде пенцет пен қолдағы тетіктер жан-жаққа ұшып кетеді.

Электр мөлшерінің бірлігі француз инженері әрі зерттеушісі Шарль Огюстен Кулонның құрметіне алынған. Кулон жайлы мәлімет өте мардымсыз. Ол 1736 ж. 14 маусымда белгілі Коньяк қаласына жақын Шаранта департаментінің орталығы Ангулемада дүниеге келген. Ангулемдік ірі шенеуніктің баласы Парижде инженерлік білім алып, офицер-фортификатор болды. Он жылдай Атлант мұхитының батысында, экватор маңындағы Мартиника аралында қорғаныс бекеттерін салды. Архитектура саласындағы алғашқы еңбегін аралдағы қызметі кезінде жазып, 1773 ж. Париж академиясына тапсырды.

Тропикадағы он жылы 1776 ж. аяқталған соң, Кулон демалыс алып, денсаулығын түзеу үшін Парижге оралды. Осы кезде Париж академиясы «Магнит стрелкасын дайындаудың, оны ілудің және оның бағытын магнит меридианының бағытымен тексерудің тиімді әдісін іздестіру» тақырыбына конкурс жариялады. Әскери қызметтегі Кулон конкурстық жұмыспен қоянқолтық араласты. Бір жылдан кейін жас болмаса да, жас зерттеуші академияның жүлдесін алды. Ұнағаны сондай, одан соң механика саласынан бірнеше еңбек жариялады. 1782 ж. Кулон академияның адъюнкты болды. Екі жылдан соң «Бұрау күші мен металл сымдардың серпімділігін теориялық және тәжірибелік зерттеу» жұмысы жарық көрді. Ол еркін ілінген сымның бұралу бұрышы бойынша түсірілген бұрау күшін анықтай алды. Өте сезімтал аспап жасады. Зарядталған денелердің өзара әсерлесу күшін өлшеу үшін, оларды еркін ілінген сымның төменгі ұшына ортасымен бекітілген

таяқшаның екі ұштарына орналастыру керек. Осылайша электрлік иірілме таразы яғни Кулон таразысы (1784) дүниеге келді. Күні бүгінге дейін ол сезімталдығы жоғары аспаптарда қолданылып келеді. Таразы алғашқы электрөлшегіш аспаптардың бірі болды. Бұл таразыны пайдалана отыра, көптеген зерттеушілер электр мен магнетизм саласындағы кейбір негізгі заңдылықтарды дәлелдеді.

Кулонның өмірінде, 1784 ж. Францияның ормандары мен су қорларының бас қараушысы болып тағайындалған кезден бастап, елеулі өзгерістер болды. Ол ешбір тапшылық көрмей, зерттеу жұмысына жеткілікті уақыты болды деген мәлімет бар. Ол сонымен бірге ағарту Министрлігінде және өлшем мен таразы комиссиясында да еңбек етті.

1785–1789 жж. Кулон электр және магнетизмнен жеті жұмысты (ол кезде мемуар деп аталатын) орындады. Бірінші мемуар электр таразының құрылысына және қолданылуына арналды (1785). Зарядталған екі моншақ шариктердің тарту және тебу күштерін өлшеу негізінде олардың өзара әрекеттесу заңын, жалпы сипатта бұрын белгілі болса да, тәжірибе жүзінде дәлелдеді. Кулон заңы бойынша бұл күш

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

мұндағы k – пропорционалдық коэффициент, q_1 мен q_2 – өзара әрекеттесетін зарядтар, r – зарядтардың арақашықтығы.

Екінші мемуарында екі магниттің электр зарядтары секілді өзара әрекеттесуі дәлелденді (1785). Кулон жұмысын сипаттағанда қазіргі кездегі терминдер пайдаланылғанын атап өту қажет. Ал, зерттеуші «электр сұйығы», «магнит сұйығы» секілді т.б. атауларды пайдаланып отырған.

Кез келген зарядталған дене не конденсатор кез келген шамадағы жүктеме арқылы экспоненциалдық заңмен зарядсызданады – бұл үшінші мемуарының тұжырымы (1785). Осы заңдылықты кез келген байланысшы білуі тиіс.

Төртінші (1786), бесінші (1787) және алтыншы (1788) мемуарлар Кулон заңының әлемдік тартылыс заңына

ұқсастығын дәлелдеуге, дене бетінде және денелер арасында олардың жанасуы кезінде зарядтардың таралу мәселелерін зерттеуге арналды. Соңғы «Магнетизм туралы» мемуары 1789 ж. жарық көрді, ал ол бұл тақырыпқа кейін де көптеген мақалалар арнады.

XVIII ғ. 80-жылдардың соңы және 90-жылдардың басында Франция революциялық толқуларды басынан кешірді. Феодолизм ыдырады. 1792 ж. Франция республика болып жарияланды. Людовик XVI басынан, ал Кулон жұмысынан айрылды. Революциялық өзгерістер елдің барлық мекемелері мен институттарын шарпып өтті. 1793 ж. Париж академиясы таратылды, кейінірек Кулонды өлшем және таразы Комиссиясындағы жұмысынан да «корольге деген жеккөріністіліктің» жеткіліксіздігінен шығарылды. Тұжырым өте дәл, себебі Кулон өз сенімі бойынша революцияға қатыспады. Жұмыссыз қалғандықтан, ол Парижден оңтүстікке қарай 150 км шамасындағы Блуа жанындағы мекенжайына оралды. Ауылдағы тіршілік төрт жылға созылды. Буржуазиялық контрреволюциялық төңкерістен кейін (1794), әлеуметтік өзгерістер аяқасты орын алды. 1795 ж. елдің негізгі ғылыми мекемесі – Франция Институты құрылды, ал екі жылдан соң институт құрамында Париж ғылым академиясы өз жұмысын қайта жандандырды. Кулон қайтадан академик болды. Наполеон Бонопарт 1800 ж. Кулонды техника істері жөнінде кеңесші, ал кейін (1804) халыққа білім берудің бас инспекторы етіп тағайындады.

Ғылыми жұмысын ол ұдайы жалғастырып отырды. Көп уақыты оқытушылық жұмысқа да арналды.

Ш. О. Кулон 1806 ж. 23 тамызда Парижде қайтыс болды.

Кулон тамаша экспериментатор еді. Осы қасиеті мен аналитикалық ойлауда сирек қабілеттілігі арқасында, ол өте дәл және сезімтал өлшеуіш аспапты жасады. Ампер, Ом т.б. өз жаңалықтарын осы аспаптың көмегімен ашқан еді. Өнертабыстың маңыздылығын бағалау мақсатында мына жайтты еске алған жөн. Кенеп жіптің зарядталған ұзынша темірден ауытқуы шкаламен анықталатын қарапайым электрметрді 1745 ж. орыс ғалымы Г. В. Рихман (1711–1753), шыны ыдыста ажырамалы сабақшалары бар электрскопты А. Вольта (1781)

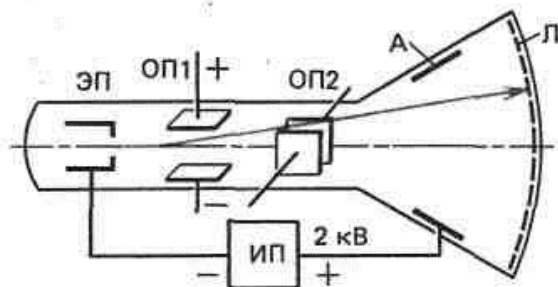
ашты. Ал әралуан электрмагниттік аспаптар электр таразысы жасалғаннан кейін 40–50 жыл кейін ғана қолданылды.

Зерттеушінің екінші негізгі жетістігі – Кулон заңын дәл тұжырымдауы. Осы заңды пайдалану барысында тұрмыстық және кәсіби аппаратурада кеңінен қолдау тапқан барлық электрвакуумды аспаптар жобаланады. Бұл орайда электрондық шоғырдағы электрондардың өзара әсерлесуін және олардың әртүрлі электродтармен түзілетін электр өрісіндегі күйін мұқият ескеру қажет.

Электр өрісінің электрон шоғырына әсерінің нәтижесі жайлы жалпы мағлұмат алу үшін 2.6-суретке жүгінейік. Мұнда сәуленің электрстатикалық ауытқуы бар осциллографты электронды-сәулелік түтіктің қарапайым түрі кескінделген. Өңештің сол жағында қыздыру қылы жоқ және жіңішке электронды сәулені қалыптастыру жүйесі жоқ ЭП электрондық пушка көрсетілген. Одан кейін ОП 1 және ОП 2 ауытқытушы пластиналардың қос жұбы орналасқан. Колбаның конустық бөлігінде А сақиналы графит анод, колбаның түбіне Л люминофор жалатылған. Анодтық қоректендіру көзінің (ИП) кернеуіне көптеген түтіктер үшін әдеттегі шама болып есептелетін 2 кВ алынған.

Электрондық пушкадан аз шапшаңдықпен шығатын электрон шоғыры, Кулон заңы бойынша ОП1 және ОП2 пластиналар жұбының біріне және анодқа бірімезгілде тартылуы тиіс. Біртекті электр өрісінде орналасқан зарядқа әсер ететін күш үшін, Кулон заңы мына түрде болады: $F = qE$, мұндағы $E = U/r$ – электр өрісінің кернеулігі, U мен r – кернеу және өріс тудыратын электродтардың арақашықтығы.

Ауытқытын пластиналардың арақашықтығы 15...20 мм, ең көп кернеу 150...300 В. Пушка мен анодтың арақашықтығы 200...250 мм. Сонымен, барлық электродтар арасындағы өрістің кернеулігі 10^4 В/м. Электрон заряды жоғарыда көрсетілген. Шамаларды қосқаннан кейін, жеке электронға әсер ететін күш $1,6 \cdot 10^{-15}$ Н болады.



2.6-сурет. Осциллограф түтігінің схемалық бейнесі

Күш өте аз, бірақ электрон массасы да аз. Сол себепті экранға ұшып келетін электрондарды экран центрінен 10 мм-ге, тіпті одан да көп шамаға ауытқытуға болады. ОП1 пластиналардың горизонтал жұбына қажет кернеуді бере отырып, осциллографтың экранында кескінді вертикаль жаймалауға болады. Пластиналардың екінші жұбы горизонталь жаймалау үшін қажет.

Люминофор қатты жарқырау үшін электрондардың оған тию жылдамдығы үлкен болуы керек. Ол анодтық қоректің кернеу шамасымен анықталады. Нақты мысалда соққы кезіндегі жылдамдық 27 000 км/с болады. Түрлі-түсті теледидардың кинескопының анодына 25 кВ кернеу беріледі. Электрондар жылдамдығы 96 000 км/с дейін жетеді.

Міне, Кулон заңының тамаша жұмыс істеу көрінісі!

2.8. Эмилий Ленц

1831 жылы ағылшын физигі Майкл Фарадей қазір Фарадейдің электрмагниттік индукция заңы деп аталатын жаңалығын ашып, соған сәйкес өткізгіш контур ішінде магнит ағынының өзгерісі сол контурда тіпті қоректендіру көзі болмаса да электр тогын тудырады. Ал, Фарадейдің индукциялық токтың бағытын анықтау жайлы мәселесін көп ұзамай ресей физигі Эмилий Христианович Ленц шешті.

Батареяға не өзге де қорек көзіне қосылмаған тұйық шеңберлі ток өткізгіш контурға солтүстік полюсімен магнитті ендіре бастасақ, контур арқылы өтетін магнит ағыны артып, Фарадей заңына сәйкес индукцияланған ток туындайды. Өз кезегінде, Био-Савар заңына сәйкес осы ток магнит өрісін жасайды, ол қасиеті жағынан кәдімгі солтүстік және оңтүстік полюстері бар магниттен айырмашылығы болмайды. Ленц индукцияланған токтың бағыты ток тудыратын магнит өрісінің солтүстік полюстері енгізген магниттің солтүстік полюсі жағына бағытталатынын анықтады. Ал, магниттердің екі солтүстік полюсі арасында өзара тебу күші болатындықтан, контурға енгізілген индукцияланған ток магнитті контурға енгізуге қарсы бағытта ағады. Бұл дербес жағдай, ал жалпы тұжырым үшін Ленц ережесі былай: индукциялық ток оны тудыратын ахуалға үнемі қарсы әрекет жасайтын бағытта болады.

Ленц ережесін бүгінде халықаралық жолаушылар көлігінде пайдаланады. Магнит жастықшалардағы поездар жасалып, бүгінде жолаушылар тасымалдауда, осындай поезд вагонының астына болат төсемнен бірнеше сантиметрге орналасқан қуатты магниттер бекітіліп, қозғалыс кезінде төсем контуры арқылы өтетін магнит ағыны ұдайы өзгеріп, онда күшті индукциялық ток туындап, қуатты магнит өрісін жасайды, ол поездың магниттік салпыншағын (подвеска) тебеді (жоғарыда айтқан тәжірибедегідей контур мен магнит арасында тебіліс күші пайда болатынына ұқсас). Осы күштің шамасы өте үлкен, белгілі бір жылдамдыққа жеткенде, поезд төсемнен 10–15 сантиметрге көтеріліп, шын мәнінде ауамен ұшады. Магнит жастықшалардағы поездар 500 км/сағ-тан астам шапшаңдықты ала алады және бүгінгі таңда орта қашықта қалааралық байланыстағы таптырмас көлік болып отыр.

Эмилий Христианович Ленц 1804 ж. (12) 24 ақпанда Тарту қаласындағы (Эстония) магистрат обер-хатшысының отбасында дүниеге келді. Қаланың негізін 1030 ж. орыс князі Ярослав Мудрый қалап, ол Юрьев деп аталды. Неміс крест жорықшылары балтық жағалауын басып алғаннан кейін, қала Дерпт деп аталды. Осы атауы XIX ғасырдың (Ресейге қайтарылса да) соңына дейін сақталды, содан кейін қазіргідей

Тарту (осы жерде эстердің ежелгі мекені – Тарпату болған) атауына ие болды. Әкесі қайтыс болғаннан кейін отбасы көп қиыншылық көрді. Ленцтің шешесі екі баласына дұрыс білім беру үшін қатты қиналды.

1820 ж. гимназияны үздік бітірген Ленц табиғи ғылымдарымен және математикамен айналысып, Ресейдің көне ғылыми орталығының бірі болып саналатын Дерпт университетінің табиғи факультетіне оқуға түсті. Университетте оның бірінші ректоры, физика профессоры Е. И. Парроттың арқасында елдегі ең озық физикалық кабинеттер жинақталған еді. Паррот Ленцті осы кабинеттегі зерттеулерге тарта отыра, кабинетті студенттің болашағына жол ашып берді.

1823 ж. өзінің сүйікті ісімен шұғылданып жүрген Ленцтің кездейсоқ бағы ашылды. Адмиралтейство, профессор Парротқа контр-адмирал Крузенштерннің басшылығымен «физика, геология және астрономия» саласынан ғылыми бақылаулар жүргізу үшін шлюппен жер шарын айналып шығуға талантты студенттерді іріктеп беруді өтінді. Ленц экспедицияның физигі болып бекітіліп, оған теңізде және құрлықта бақылау (теңіз тереңдігі мен температурасын өлшеу, теңіз суының қасиеттірін анықтау, ауа ылғалдылығын анықтау, атмосфералық құбылыстарды, жанартау (вулканның) атқылауын байқау, магниттік ауытқуларды зерттеу т.б.) жасау жүктелді.

Парроттың қолдауымен Ленц экспедиция үшін арнайы екі аспап-тереңдік өлшеуіш және батометр (су пробасын алып әртүрлі тереңдіктегі температураны өлшеуге арналған) жасады. Ленц батометрінің артықшылығы XIX ғ. екінші жартысында ғана өз бағасын алғанын атап өту қажет. Белгілі адмирал С. О. Макаров 1894 ж. «... өте тереңдіктен су алу әдісіне, 1824–26 жж. Ленц пайдаланған әдісті ең үздік деп есептеймін» деп жазды.

Экспедицияның үш жылы ішінде барлық өлшеулерді Ленц қолмен өзі жасап, қызықты деректерді жинақтады. Ол тіпті физика мен математиканы университет курсы ауқымында игеруге де уақыт тапты.

1826 ж. шілдеде сапардан оралысымен Ленц өз бақылаулары жайлы есеп әзірледі. Экспедиция кезіндегі тәжірибелердің нәтижесі туралы баяндамасы оның физик-

экспериментші ретіндегі аса жоғары қабілеттілігін, талдауға және қорытындылауға математикалық аппаратты тиімді пайдалана алатынын көрсетіп, 1828 ж. ғылым академиясына ұсынғанда арнайы комиссияның өте жоғары бағасына ие болды. Ленц академияның физика саласы бойынша адъюнкты болып сайланды (қаулыда ол «ресейлік тума» ретінде барлық жайтта «осындай лауазымға лайық» деп көрсетілді).

1829 ж. көктемде Ленцке қайтадан сапарға шығудың сәті түсті. Бұл жолы Ғылым академиясының ғылыми экспедициясы құрамында Эльбрусқа баратын болды. Оған магниттік және гравитациялық жағдайларды бақылау тапсырылды (магниттік бақылауды жүргізу үшін Ленц барынша дәл аспап – магниттік теодолитті жасады). 1829 ж. маусымда Эльбрус шыңын бағындыруға қатысты, тек шыңға 600 фут қана жетпей, алғаш рет метеорологиялық бақылайтын барометрмен Эльбурстың биіктігін анықтауға мүмкіндік алды.

Кавказдан оралысымен, Ленц Каспий теңізінің жағалауында – Баку мен Астраханьда ғылыми бақылаулар жасады. Атап айтқанда, су бетіне шығатын жанғыш газды бақылап, олардың және мұнайдың үлгілерін алды. Бақылау нәтижелері, әсіресе Апшерон түбегіндегі мұнай қорын сипаттауы Ғылым академиясында аталып өтті. Экспедиция оралудан екі ай бұрын, Э. Х. Ленц 1839 ж. сырттай экстраординар академик болып сайланды. Сонда ол 26 жаста еді.

Экспедициядан оралысымен, Ленц электрмагниттік құбылыстарды зерттеуге кіріскенімен, өзінің өмір бойы айналысып өткен физикалық географиясы мен метеорологиясын мұхиттану және география зерттеулерімен қатар жүргізіп отырды. Бір ғажабы, жер шарын айналу экспедициясында Ленц жасаған бақылаулар мен өлшеулерді одан кейінгі бірнеше экспедиция дәлелдеп берді. 1844 ж. орыс географиялық қоғамы құрылып, Ленц қоғам кеңесінің мүшелігіне сайланды. Ол Солтүстік Орал, Шығыс Сібір және Қиыр Шығыстың бағдарламаларын жасауға және оларды зерттеу материалдарын өңдеуге ат салысты.

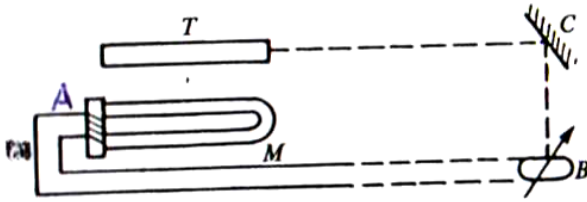
1851 ж. Ленц физикалық географиядан оқулық шығарып, ол бірнеше рет басылып, әрі швед тіліне аударылды. Оқулық жеңіл әрі тартымды болып жазылған Ресейдегі осы саладағы бірінші туынды болды.

30 жыл бойы Ленц физикалық географиядан Петербург университетінде және 13 жыл – Михайлов артиллерия училищесінде дәріс берді. Кейін оның өміртанушылары Ленц «физик-географ ретінде Ленц-физиктен сәл төмен болды» деп жазды.

XIX ғ. басында электрмагниттік құбылыстар жайлы ғылым негізінен сипаттамалық тұрғыда болған еді – зерттеушілер тәжірибелерге сапалық сипаттама берумен ғана шектеліп отырған. Шынында да, негізгі әрі іргелі электрмеханикалық шамаларды, мәселен электрқозғаушы күшті, кедергіні, ток күшін өлшеуге арналған дәл аспаптар болмады. Магниттік шамаларды өлшеуге арналған бірден бір аспап Кулон таразысы еді, ал оның қиын аспап екендігі соншама, онымен жұмыс істеу экспериментатордың асқан шеберлігін қажет ететін. Оған қоса, өлшеудің жалпы қабылданған эталондары мен бірліктері де болмады, тіпті Ом заңына көпшілік физиктер күмән тудырды.

Эксперименттерінде Кулонның иірілмелі таразысын қолдануда біршама тәжірибесі бар Ленц 1832 ж. қарашада Ом заңының дұрыстығын дәлелдеп, бар елдің физиктерінің осы заңды мойындауына себепкер болды.

Ленцтің алғашқы маңызды өнертабысына индукция заңдарын зерттеуге арналған өлшеудің баллистикалық әдісін тұжырымдауы жатады. 1832 ж. Фарадейдің электрмагниттік индукция құбылысын ашқанын біліп, Ленц индукцияның сандық заңдарын тағайындау үшін тәжірибе жасауға кірісіп кетті. Ол «индукцияның лездік тогының күші соққы тәрізді, осы соққының күші мультипликатордың – сол кездегі бірден-бір электр тогының индикаторының стрелкасына берілетін жылдамдық бойынша өлшенуі мүмкін деп санады.



2.7-сурет. Ленцтің баллистикалық құрылғысының схемасы

Ленц тәжірибесінің мәні мынада. Үстелге А якоры бар М тұрақты магнит орнатылады. Якорь ораммен оралып, В мультипликатормен электрлік түрде жалғанған. Мультипликатордың көрсетуін С айна көмегімен Т оптикалық түтік арқылы бақылауға болады (2.7-сурет). Ленцтің баллистикалық өлшеу әдісі қазіргі баллистикалық гальванометрдің негізіне жатады. Ленц әдісі айнымалы тоқты өлшеуге арналған алғашқы дәл аспап — Вебер электрдинамометрі жасалғаннан 14 жыл бұрын ұсынылған еді. Ленц өз тәжірибелерін мұқият талдап қорытындылады және оның тұжырымдары кейіннен жалпы мойындалып, одан әрі дамыды, атап айтқанда, Максвелл еңбектерінде орын алды. Ол индукцияланған токтың пайда болуы катушканың магниттен ажырау жылдамдығына тәуелдігін, катушкада қозатын электр қозғаушы күш орам санына пропорционал әрі әр орамда қозатын электрқозғаушы күштің қосындысына тең болатынын, бұл орайда ол якорьдің материалына және диаметріне тәуелсіз болатынын тағайындады. Ленц тапқан заңдылықтар электрмагниттік индукция құбылысының негізгі сандық сипаттамалары болды. Ол алғаш рет аз тұжырымдарын практикалық мақсатқа пайдаланды: электрмашиналық генератор орамдарын есептеуге арналған, формуланы шығарды. Айта кетейік, сол жылдардағы белгілі «Poggendorffs Annalen» журналының баспагері Ленцтің бірегей әрі батыл тұжырымдарын басудан сескенбеді, олар 1833 ж. Ғылым академиясының мемуарында басылды.

Ленцтің ең көрнекі жаңалықтарына оның есімін алған индукцияланған токтың бағыты туралы заңы жатады. Шын

мәнінде бұл «ереже» емес, тұп-тура «заң». М. Фарадей электрмагниттік индукция құбылысын ашқаннан кейін, өзі және бірқатар ғалымдар дербес жағдайда индукцияланған токтың бағытын анықтауға мүмкіндік беретін біршама мнемоникалық және күрделі «ережелерді» ұсынды. Атап айтқанда, Фарадейдің өзі осы мақсат үшін арнайы «аспап» жасауды ұсынды, бірақ оны пайдалану өте ыңғайсыздық тудырды.

Осы саладағы барлық жұмыстармен мұқият танысып шыққаннан кейін, 1832 ж. Ленц бірқатар өзіндік тәжірибелерді жүзеге асырып, 1833 ж. қарашада Ғылым академиясында «электрдинамикалық индукция қоздыратын гальваникалық токтың бағытын анықтау жайлы» баяндама жасады. Әдебиетте кейде дәл келтірілмеген, ал кейде қате тұжырымдалатын Ленц заңының оның өз баяндамасындағы алғашқы нұсқасын келтірейік: «Егер металл өткізгіш гальваникалық токтың не магниттің маңында қозғалса, онда бойында гальваникалық ток қозып, оның бағыты сол өткізгіштің қозғалмаған кезде, қарама-қарсы жаққа ығысуы жағдайына сәйкес айқындалады».

Осы жұмысында Ленц: «Фарадейдің мақаласын оқығаннан кейін, электрдинамикалық индукция бойынша барлық тәжірибелерді электрдинамикалық қозғалыс заңдарымен түсіндіруге болады деген ой келді, егер қозғалыс заңы мәлім болса, онда индукция да анықталады; осы түсінігім бірқатар тәжірибелерде дәлелденді» – деп жазды.

Ленцтің сіңірген еңбегі индукцияланған ток бағыты туралы жалпы заңды тұжырымдауымен ғана емес, механикалық және электрмагниттік энергияның өзара түрленуі кезінде, энергияның сақталу және түрлену заңының дұрыстығын дәлме-дәл дәлелдеп беруімен де бағаланады. («Энергия» терминін 1853 ж. алғаш рет ағылшын ғалымы Ренкин енгізді).

Шынымен де, тогы бар өткізгішті не магнитті тұйық өткізгіш маңында сыртқы күштің әсерімен жылжытсақ, онда тұйық өткізгіште индукцияланған ток туындайды.

Ең бастысы, Ленц заңы бойынша индукциялық токтың қозғалу бағытына оны тудыратын күш бөгет болады, яғни тогы бар өткізгіш не магнит бар кезде, олардың жоқ болғанынан гөрі, көбірек шығын қажет етіледі. Ал, механикалық энергияның осы

бөлігі индукцияланған токтың электрмагниттік энергиясына өтеді.

Ленц заңы неміс ғалымы Р. Майердің бірінші жұмысы жарияланғаннан сегіз жыл бұрын тұжырымдалды. Ал, Р. Майер энергияның сақталу және түрлену заңының негізін қалаушылардың бірі болып саналады. Сондықтан да, табиғаттың осы фундаментал заңының ашылуына негіз болған Ленц еңбектері. Неміс физигі Ф. Нейман 1845 ж. алғаш рет математикалық тұрғыда индукция теориясын тұжырымдады, әрі Ленц заңын дәлелдейтін индукцияның электрқозғауыш күшінің өрнегін ұсынды.

Ғылым мен техниканың тарихында бір ғалымның іргелі теориялық зерттеулерін жүзеге асырып қана қоймай, оны іс жүзінде қолдану жолдарын да көрсетуі онша көп ұшыраспайды. Осындай ғалымға Э. Х. Ленц жатады. Ол өзі ашқан жаңалық негізінде алғаш рет электр машинаның қайтымдылық принципін тұжырымдады (1833), ал 1838 ж. эксперимент түрінде оны өзі двигательге айналдырған генератор көмегімен дәлелдеді.

Ширек ғасырдан астам уақыттан кейін ғана Ленцтің ашқан жаңалықтары іс жүзінде қолдау тауып, электртехника мен электрмехниканың дамуындағы үлкен бетбұрыс болды. Кейбір деректерде электр машинасының қайтымдылығын Ленц Б. С. Якобимен бірлесе ашты деген жаңсақ пікір айтылған. Ол оны Якоби Петербургке келместен төрт жыл бұрын ашқан еді.

Э. Х. Ленцтің геофизика және электрдинамика саласындағы сіңірген еңбегі жалпы қолдауға ие болып, Ғылым академиясының жоғарғы бағасын алды: 1834 ж. қыркүйекте ол физика бойынша ординарлық академиктердің бірі болып сайланды.

Электр машиналары теориясына Ленц жұмыстары үлкен үлес қосты (1845–1847), атап айтқанда, генерацияланған токтың якорьдың айналу жылдамдығына тәуелділігін дәлелдеді. Ол «якорь реакциясын» ашып, оны тек түсіндіріп қоймай, әрі осы құбылысты іс жүзінде машинаның бейтарап сызығынан щетканы ығыстыру жолымен азайтуға болатынын ұсынды.

Қазіргі электрөлшеуіш техникада осцилограф кеңінен қолданылады. Ал, осы аспаптың жасалуына дейін, Ленц арнайы

коммутатор құрастырып, алғаш рет осы аспаптың көмегімен синусоида түрінде бейнеленген магниттелу тогының фазалық қисығын түсірді.

Академик Б. С. Якобимен бірге практикалық электртехника үшін маңызды, «темірдің магниттелу жылдамдығы туралы неғұрлым терең пайымдауды» алу үшін темірдің магниттелу заңдарын зерттеді. Ленц пен Якобидің «Электрмагниттердің заңдары жайлы» және «Электрмагниттердің тартылысы туралы» еңбектері «өз замандастарының жоғары бағасын алды».

Магнетизм бойынша Якоби мен Ленцтің еңбектерін дамытып, магнит тізбегін есептеудің барынша дәл әдісін ұсынған А. Г. Столетовтың зерттеулерінің нәтижесі тек 30 жылдан кейін ғана жарияланды.

Ленц пен Якоби жасаған магниттік шамаларды өлшеу әдісінің негізіне баллистикалық тәсіл алынды, ол кейін магниттік индукция мен магниттік материалдардың магниттелуін өлшеуде кең қолдау тапты.

Егер «магнетизмді» магниттік ағынмен теңдестірсе, онда Ленц пен Якобидің тәжірибелері материалдық магниттік индукциясының орташа мәнін анықтауға мүмкіндік береді деп айтуға болады: $B = \Phi/S$. Бұл формула қазір де қолданылады. Ленц пен Якоби заттың магниттік күйі және катушканың – орам саны мен өткізгіш қимасының магниттелу параметрлері арасындағы байланысты зерттеу мақсатында бірнеше тәжірибе жасады. Олар ұзындығы әртүрлі өзекше бойында «магнетизмнің» таралуын зерттей алды. Ленц пен Якобидің еңбектері ірі ғалым А. Г. Столетовқа (1839–1896) жақсы таныс болды және оның жұмыстарына ықпал еткені сөзсіз. А. Г. Столетов магниттік өлшеудің «мінсіз» (мамандардың пікірі бойынша) әдістемесін тұжырымдады. Оның темірдің магниттік қасиетін зерттеуі электр машиналарын есептеу әдісінің негізін қалады.

Физика тарихында Ленцтің әртүрлі металдар кедергісінің температуралық тәуелділік зерттеулері айтарлықтай із қалдырды, Ленц бұл зерттеуінде баллистикалық гальванометрге сүйеніп, сол кездегі барынша дәлдікке қол жеткізді. Оның металдар электрөткізгіштігінің температураға тәуелділік

формуласы инженерлік практикада күні бүгінге дейін қолданылады.

Ленцтің ғылыми қызығушылық ауқымы өте үлкен болды. Медицина саласының бір өнертапқышы, бірнеше сырқат адамдарды ток көзінің параллель желісіне қоса алмай қиналғанда, оны естіген Ленц 1844 ж. электрқозғағыш күш көзі бар кез келген параллель қосылған тармақтардағы тоқты анықтайтын формуланы шығарды. Ол шын мәнінде 1847 ж. оның есімімен аталатын, электр тізбегінің екі заңын тағайындаған, неміс ғалымы Г. Кирхгофтың ізашары болды.

Токтың электрмагниттік әсері Ленцтің «электртехникалық» қызығушылығының бір ғана саласы болған жоқ. Оның *электр тогының жылулық әсерін* зерттеу жұмысының маңызы да зор. Токтың жылулық әсері заңына Ленц ағылшын физигі Д. П. Джоульден бөлек келді. Сонау 1832–1833 жж. Ленц металл өткізгішті қыздыру кезінде оның өткізгіштігінің біршама өзгеретініне назар аударды. Бұл электр тізбегін есептеуді қиындатты. Тоғы бар өткізгіш шығаратын жылу мен ток арасындағы сандық тәуелділігін анықтау мүмкін болмады: ол кезде токты өлшейтін дәл аспап та, тұрақты электрқозғағыш күштің көзі де, кедергіні өлшеудің сенімді әдісі де болмады.

Сол себепті, Ленц өлшеу әдістемесі мен нәтижені өңдеу әдісін өте мұқият негіздеп, өзінің аспаптарын жасап немесе бар аспаптарды кемелдендіріп отырды. Өмірбаян жазушылардың жазуы бойынша Ленцтің «схемасы сол кездегі техниканың соңғы жетістігі бойынша құрастырылған». Көптеген өлшеулер негізінде, Ленц 1843 ж. заң шығарып, оны былай тұжырымдады: «Сымды гальваникалық токпен қыздыру, қыздырушы токтың квадратына пропорционал».

Ленцтің тамаша экспериментші ретінде шеберлігі француз физигі Пельтьенің тәжірибелерінің дұрыстығын тексеру барысында байқалды. Пельтье 1834 ж. кейінірек «Пельтье эффектiсі» деген атау алған құбылысты ашты: екі әртекті металдың жапсарлас тұсынан электр тогын өткізсе, онда дәнекерде, ток бағытына сәйкес, жылудың бөлінуі не жұтынуы болады. Пельтье жұмысының жариялануынан кейін көпшілік оның нәтижесіне сенімсіздік танытты. Ленц оны өлшеулер

кателігінің себептерінен деп көрсетіп, өз тәжірибесімен Пельтье тұжырымдарын дәлелдеді. Ол Якоби мен Нервандердің көзінше висмут пен сурьманың дәнекерінен ток жіберіп, дәнекерді қоршап тұрған суды мұзға айналдырды.

Ленц зерттеулері электрхимиялық құбылыстарға да тән. Ол *электродтардың поляризациялануын* зерттеді. Ол поляризация ЭҚК-нің электрод материалына және оған жанасатын сұйыққа тәуелді екенін тағайындады. Осы мәселелерді Ленц, әсіресе, өзінің шәкірті, соңынан белгілі ғалым болған А. С. Савельевпен бірлескен зерттеулерінде барынша терең зерттеді.

Эмилий Христианович көрнекті ғалым және талантты педагог болды, ресейлік электрофизиктер мектебінің негізін қалады. 30 жыл өмірін Петербург университетіндегі қызметіне арнады, оның арқасында Петербург физика-математика мектебі ашылып, әлемдік даңққа ие болды. 1856–1859 жж. ол университет ректоры міндетін атқарушы, ал 1863 ж. бірінші сайланған ректор болды. Физика-математика пәнін оқытуды түбегейлі өзгертіп, бұл сала шын мәнінде гүлденіп, өркен жайған салаға айналды. Кейін белгілі ғалым, педагог болған көптеген шәкірттерінің пікірінше, Ленцтің дәрістерінің ғылыми деңгейі өте жоғары, тұжырымы дәл, күрделі физикалық құбылыстарды түсінікті етіп баяндауымен ерекшеленді. Ленц шәкірттерінің бірі: *«оның жақсы көріп оқитын дәрісі электр, магнетизм және гальванизм болатын. Дәрістерді өзінің жеке күнделігінен оқи отырып, өте сәтті шығатын тәжірибелермен толықтыратын»* деп еске алады. Ленц өзі меңгерген физика кабинеті студенттер үшін әрдайым ашық болатын, үйге кейбір аспаптарды алуға да рұқсат ететін, *«...жалпы кім шын мәнінде еңбек еткісі келсе, оған кеңесін де, қаражатын да аямайтын»*. Ол жылдары бірде бір еуропалық университеттерде студенттерге зертханалық сабақтар өткізілмейтін. Осы бастаманың ізашар жолы Ленцтің талантты шәкірттерінің бірі Ф. Ф. Петрушевскийге бұйырып, ол 1866 ж. осындай сабақтарды университет бағдарламасына ендірді. Ол ұзақ жылдар университеттің физика кафедрасын басқарды. Қашықтыққа жоғары кернеуді электрберудің негізін қалаушылардың бірі Д. А. Логинов Ленцтің шәкірті болды.

Ленцтің өміртанушылары былай деп жазды: «Ленцтің көптеген шәкірттері және шәкірттерінің шәкірттері орыс физиктерінің алдыңғы сапын құрып, олар өзге де физиктермен бірлесе сан-салалы озық жаңалықтар ашып, Отанымыздың даңқын шығарды. Соңырақ олар орыс физикалық қоғамының қайнаркөзін құрады. Қоғам 1872 ж. Петербург университетінде құрылған еді».

Ленц Михайлов артиллерия училищесінде және Бас педагогика институтында физикадан дәріс берді. Педагогика институтындағы шәкірттерінің бірі ғұлама химик және физик Д. И. Менделеев еді. Өміртанушылардың кейбірінің айтуынша Ленц ғалым және тұлға ретінде Менделеевтің дүниетанымын қалыптастыруға игі ықпал етті. Ленцтің атқарған жемісті жұмысы Ресейде әрі шетелдерде лайықты бағасын алды. 1840 ж. Гельсингфор университеті Ленцке философия докторы ғылыми атағын берді, ол Турин ғылым академиясының және Берлин ғылым академиясының корреспондент мүшелігіне сайланды, Еуропа елдеріндегі бірқатар ғылыми қоғамдардың құрметті мүшесі болды. Ленцтің барынша белгілі шәкірттері Фарадей – Ленц – Максвелл ілімінің таралуына, әрі одан әрі дамуына, электр және магнит өрістерінің үзіліссіз бірлігі туралы түсінікті тиянақтауда үлкен рөл атқарды.

XX ғ. Ленинградтық электротехникалық мектептің танымал негізін қалаушы академик В. Ф. Миткевич профессор Ф. Ф. Петрушевскийдің озат шәкірттерінің бірі. Оны, Э. Х. Ленцтің дәстүрін жалғастырушы деп әбден айтуға болады.

Физика және электрөлшеу саласында Э. Х. Ленц өз есімінің даңқын еңбектерімен, XIX ғ. ғылым заңғарларының арасына қосты. 1864 ж. Ленц көзін емдету үшін Римге аттанды. Ешқандай қайғы дерті білінбесе де, 1865 ж. 29 қаңтарда ол кенеттен «апоплексиялық лездік соққыдан» көз жұмды. Эмилий Христиановичті римдік зираттың біріне жерледі.

2.9. Георг Симон Ом

Электр тогының алғашқы көзі – вольт бағаны жасалғаннан кейін 25 жылдан астам уақыт көптеген зерттеушілер, өткізгіш электр тізбегінің таза пассивті бөлігі деп есептеді. Белгілі итальян ғалымы, «Физика тарихы» атты іргелі еңбектің авторы М. Льюцци «оны зерттеумен айналысу тек басты қатыру, өйткені ток көзі ғана активті элемент болып саналады» деп жазды. Өкінішке орай, батысеуропалық физиктерге орыс физигі Василий Петровтың «Гальвани-вольт тәжірибелері туралы хабарлама» атты еңбегі беймәлім еді, Онда ғылымға алғаш рет «кедергі» термині ендіріліп, өткізгіштің электр кедергісі оның көлденең кима ауданына кері пропорционал болатыны дәлелденген еді. Георг Ом сол кезде 13-ке толар-толмас жаста болған! XIX ғ. бірінші ширегінің аяғына таман әр елдің ғалымдарының зерттеулерінің нәтижесінде электр тогының көптеген қасиеттері айқындалды. Бірақ ғалымдардың тұжырымдары негізінен сапалық сипатта ғана болып, электр тізбектерінде сандық заңдылықтар қажет бола бастады. Әйтсе де бұл мәселе оңай шағылатын жаңғақ еместұғын. Тіпті қандай шаманы өлшеу керек екендігі де белгісіз болды. Ол кезде кернеу, кернеудің түсуі, өткізгіштердің кедергісі ұғымдарын көпшілік қабылдай қоймаған, немесе олар әлі белгісіз еді.

Тізбекте токтың жүру процесін дәл өлшейтін аспаптар жоқ болатын, гальваникалық және термоэлектрлік элементтердің де қасиеттері әлі зерттелмеген еді. Көптеген физиктердің электр тогын сипаттайтын шамалар арасындағы қатынасты іздестіруі сенімді нәтиже бермеді. Тек Ом ғана электр тізбегінің негізгі заңын тағайындады.

Электрдинамика саласындағы творчестволық іс-әрекеттерінің барлық сатыларында Омның жолы болмады. Тек таудай талабының, ерен еңбегінің арқасында, кеш болса да, оның есімі дүниежүзіне мәлім болды.

Георг Симон Ом 1789 ж. 16 наурызда кәсіпкер темір ұстасының отбасында дүниеге келді. Эрланген қалашығында тұрып, оқыды. Бозбала тіршілік тауқыметін тартып ержетті. Ол ерте жасында шешесінен айырылды. Георг Ом небары 10-ға толғанда шешесі қайтыс болып, тәрбие тауқыметін әкесі тартты,

ол баласына құралдарды қалай пайдалану керектігін үйретіп қана қоймай, білімге деген құштарлығын жігерлендірді. Эрлангендегі қалалық бастауыш мектепте білікті мұғалімдер жоқ болатын, мысалы арнайы білімі жоқ, бұрынғы қолөнерші-шұлықшы мұғалім болып істеген еді. Мектепті бітірісімен, Георг қалалық гимназияға түсті. Жоғары сыныптарда физика мүлдем оқытылмайтын, ал математиканы жергілікті дьякон оқытты.

Эвклид геометриясын түсіндіру үшін, дьякон материалды жатпай-тұрмай оқып, оны тыңдаушыларына жеткізуге бар күшін салды. Георгтың әкесі гимназиялық білім баласының университетке түсуіне жеткіліксіз екенін байқап, белгілі профессорларға жолығып, балаларына (екінші ұлы – Мартин, кейін белгілі ғалым болды) математика, физика және философия негіздерін оқып-үйренуге жәрдемдесуін өтінді. Ол балаларын кішкентай кезінен-ақ кітаппен өз бетінше жұмыс істеуге баулыды, тіпті үй кітапханасында Л. Эйлердің «Дифференциалдық есептеулер» атты кітабы болды. Шақырылған үш профессор жастардың қабілеттеріне таңдай қағып, олармен ынталы түрде айналыса бастады. Олардың темір ұстасы отбасымен туыстастығы көптеген жылдарға жалғасты.

Эрланген университетінің математика профессоры К. Лангсдорфтың 1804 ж. маусымда он бес жасар Георгтан емтихан алғандағы қызықты естелігі бар: «бес сағат бойы онымен дидарласып, математика, арифметика, геометрия, тригонометрия, статика және механиканың барлық тараулары бойынша, сондай-ақ жоғары геометрия мен математикалық талдау саласынан білімін тексердім. Мен өз сұрақтарыма тез және дәл жауап алдым. Осы отбасындағы екі бала ағайынды Бернулли сияқты атақты болатынына ешбір күмәнім жоқ. Тиынақты әрі талантты балаларды тиісінше көңіл аударып, қолдап отырса, олар ғылымды байытатыны сөзсіз» – деп тұжырымдайды. Профессор Лангсдорфтың керемет көрегендігі бар екен!

1805 ж. гимназияны бітіріп, Эрланген университетіне түсті. Келесі жылы қаражат тапшылығынан оқуын тастап, бір швейцария қаласындағы жекеменшік мектепке математика

пәнінің мұғалімі болып орналасып, педагогикалық қызметін бастап кетті. Сонда жас ұстаз небары 17 жаста еді. Көптеген ғалымдар секілді, оның алдағы өмірі ұстаздық қызметпен ұштасты.

Университетте Ом өзінің терең білімімен және табиғи талантымен ерекшеленіп қана қоймай, спорттық жетістіктерімен және әртістігімен ерекшеленеді, ол – университеттің мықты конькишісі әрі билиардшысы, ал билеу кезінде оған тең келер ешкім болмады. Осының бәрі үшін ол әкесіне қарыздар болды, әкесі балаларын спортқа баулып, қоршаған орта табиғатына жақындата серуенге шығаратын. Тіпті қарапайым өлшеуіш аспаптарды ойластырып, балаларымен жер өлшеу есептеулер жүргізді, егістік ауданын өлшеп, жолдардың схемасын жасап, олардың ұзындығын есептеді.

Мектепте 20-ға жуық оқушы болды. Ом жұмысына құлшына кірісті. Кішігірім замoқтың оқуға және тынығуға жайлы жап-жарық әрі кең бөлмесі, жақсы еңбек ақысы, мектеп директорымен, қызметкерлермен және оқушылармен сыйлы қарым-қатынасы шаруға игі әсер етті. Георг бөлмесінің терезесінен қарлы таулармен қоршалған сәулетті Монблан көрініп тұратын. Әкесінің ақылымен Георг математиканы, физиканы, химияны және философияны оқуды жалғастырды. Әкесі тек басқаларды ғана оқытып қоймай «өзіңді өзің оқытуды игеруің қажет» деп жазды хатында. Георг Эйлер мен Лапласың бірегей еңбектерін оқуды жалғастырып, бірте-бірте университеттегі оқуын аяқтау қажеттігін сезіне бастады. 1811 ж. ол Эрлангенге оралды. Оның өз бетінше оқуының тиімділігі соншалық, ол көп ұзамай университетті ойдағыдай бітіріп, диссертация қорғап, философия докторы дәрежесін алды. Жас докторды университеттің математика кафедрасының приват-доценті қызметіне тағайындады.

Тағы да қаржы тапшылығы. 1813 ж. Вамберг қаласында реалдық училищеге ауысуына тура келді. 1817 жылдан 1825 жыл аралығында Ом Рейндегі Кельнде реалдық гимназияда математика және физикадан аға оқытушы болды. 1820 ж. А. М. Ампермен бір мезгілде гальваникалық тізбекті зерттеуді бастады. Ұнайтын жұмыс таба алмай жүріп қалды. Көп ұзамай Кельнге Иезуит коллегиясына математика және физика

мұғалімдігіне шақырылды. Осы мекемеде оның шығармашылық өмірінде жаңа кезең басталып, физика саласында зерттеу жұмыстарымен нақты айналыса бастады, осы жерде өзінің атақты заңын ашты.

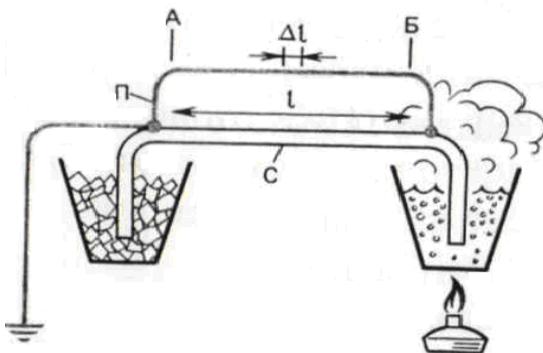
1825 ж. қарай барлық негізгі эксперименттік жұмыстары аяқталды, қолжазбаларын жинақтап бастыру үшін автор Берлинге көшіп келді. Жұмыс жәй жүріп жатты, оған қоса ол Берлин әскери мектебінде сабақ беруге мәжбүр болды. Ақыры 1827 ж. «Гальвани тізбегінің математикалық өрнектері» атты монографиясы жарық көрді.

Қанша жұмыс бітірді, қандай тұжырымға келді, ол жағы беймәлім. Аталған кітаптың алғы сөзінде автор материалдық қиындық болғанын және жаңа әдебиетпен танысу мүмкіндігінің аз болғанын жасырмай тілге тиек етеді. Сол себепті бәсекеге аз ұшырайтын бөлігі ғана жарияланды деп жазды автор.

Алғысөздің нағыз ғалымға тән ұяндықпен жазылғандығы, сонымен бірге өмірі қиын адамның өз еңбегінің бағалануына үміт артқаны байқалады. Өкінішке орай, сенімі ақталмады, артынан қиыншылық қалмады. Тіпті өмірінің ақырына дейін отбасын құрай алмай кетті. Зерттеушінің көпжылдық тәжірибесінің қорытынды нәтижесін қарастырайық. Разряд кезінде кернеудің ұдайы түсіп кетуіне сәйкес гальваникалық элемент ток көзі ретінде бола алмады. Токтың тұрақты көзін С висмут стержень мен оның ұштарын П мыс сым тұйықтаған (2.8-сурет) термопара түрінде жасады.

Стерженнің бір ұшы еріп жатқан мұзға, ал екіншісі қайнаған суы бар ыдысқа матырылады. Осындай тізбекте потенциалдардың контактілік айырымы есебінен Зеебек эффектсіне (1821 ж. ашылды) сәйкес электр тогы пайда болады, оның шамасы әртекті өткізгіштердің дәнекерленген жеріндегі температура айырымымен анықталады. Бұл жағдайда тұрақты айырым 100 °C-қа қамтамасыз етілді, демек тұйық тізбекте тұрақты ток болады, яғни эксперимент жүргізу тазалығының қажетті шарты орындалды. Ом аспабы схемалық түрде көрсетілген, әйтсе де эксперимент жүргізу әдістемесін түсінуге жеткілікті. Шынында, ол өзінше жасалған конструкция еді, онда магнит стрелкасының ауытқу бұрышын тіркейтін

оптикалық тиек те қарастырылған. Ал зерттеушінің бақылау-өлшеу аппаратурасынан тек магнит стрелкасы мен электроскоп қана болғанын айту керек.



2.8-сурет. Ом құрылғысы

Ом өзінің көшбастаушылары секілді электр тогының физикалық табиғатын түсінбеді. Оның жұмысында механикалық пайымдаулар және жылу беру процесімен аналогиялар ұшырасады. Экспериментшінің негізгі жетістіктеріне тоқталайық.

Біріншіден, ол магнит стрелкасы П өткізгіш бойындағы А белгіден Б белгіге ығысқанда, оның ауытқу бұрышы өзгермейтінін тағайындады. Қорытынды: электрқозғаушы күш көзі мен жалғастыратын сымдар тізбектеле қосылған желіде ток шамасы тұрақты.

Екіншіден, электроскоп тиегін А белгіден Б белгіге жылжытқанда, оның жапырақшалары сымның жерге қосылған ұшынан бастап санағандағы ұзындығына пропорционал бұрышқа ауытқитынын байқады. Қорытынды: сымның Δl әр шағын бөлігі арқылы өтетін ток осы бөліктің ұштарындағы потенциалдар айырымына пропорционал.

Ол меншікті электрөткізгіштік δ (қазіргі терминология бойынша), яғни бірлік ұзындықты және бірлік қималық ауданы бар цилиндрлік өткізгіштің электрөткізгіштігі ұғымын енгізді.

Сонда сымның Δl шағын бөлігі арқылы өтетін ток күшінің өрнегі мына түрде болады:

$$I = \delta S \frac{\Delta U}{\Delta l},$$

мұндағы S – өткізгіш қимасы; ΔU – сым бөлігіндегі кернеудің түсуі.

Математик білімі бар Ом ашылған заңды дифференциалдық түрде жазды

$$I = \delta S \frac{dU}{dl},$$

мұндағы dU мен dl – сымның шексіз аз ұзындықтағы кесіндісіне түсетін кернеудің шексіз аз өсімшесі.

Тұрақты ток тізбегінің бөлігі үшін Ом заңының іс жүзінде жазылуы барынша оңай. Шағын dl бөліктеріндегі кернеу түсуін қосып, A және B белгілерінің аралығындағы бөліктердің өзін алып, осы бөліктегі U кернеу мен оның l жалпы ұзындығын табамыз.

Заңның жаңаша өрнектелуі:

$$I = \delta S \frac{U}{l}$$

Осылайша, $l/\delta S$ шамасы тізбектегі токты толық анықтайды. Ол тізбектегі R кедергі деген атауға ие болды. Бұл терминді Ом енгізді, ал тізбек бөлігі үшін оның заңы былай жазылады:

$$I = U / R$$

Ом батысеуропалық әдебиетте алғаш рет «кедергі» терминін енгізді, ал оған дейін ширек ғасыр бұрын оны В. В. Петров енгізген еді.

Омның жұмысын осылай егжей-тегжейлі жазу кездейсоқ емес. Оның ашқан заңы электрдинамикада сөзсіз ең басты болып өзге де заңдардың ашылуына негіз болды. Омның ілеспе

тұжырымдарында, әлде қайда кейін ашылған Кирхгофтың екі заңының негізі жатыр. Ом заңы 1826 ж. ашылды деп есептеледі.

Кітап бірден еуропалық ғалымдарға жөнелтілді, бірақ олардың көпшілігі жауап қатпады не алынған нәтижеге теріс баға берді. Ом тұжырымдарын алғашқылардың бірі болып 1833–1835 жж. орыс ғалымдары Э. Х. Ленц, Б. С. Якоби және неміс физигі әрі математигі К. Ф. Гаусс нақтылады. Бірақ олардың пікірлерімен көпшілік санаспады.

В. Кошманов айтқандай «Ом тапқан өрнек өте оңай болып, өзінің оңайлығымен сенімсіздік тудырды», әрине жас ғалымның бұрынғы сәтсіз жарияланымдары да ұмытыла қойған жоқ еді. Оған қоса Ом зерттеулерінің нәтижесін тексеру өте қиын болды, оның бірегей эксперименттік қондырғысы сол кез үшін өте сезімтал еді, ал тәжірибелердің өзін өткізу экспериментшіден табандылық пен мұқияттылықты, қиындықты жеңе білетіндей шыдамдылықты талап етеді. Ірі еуропалық университеттердің ысылған ғалымдары атағы әлі шыға қоймаған гимназияның оқытушысына онша сеніңкіремеді, ал Фарадей мен Генри сынды ірі физик-экспериментшілер, неміс тілін білмегендіктен Омның жаңалығын кеш біліп, бармақтарын тістеді.

Ом тізбектей қосылған өткізгіштердің кедергілерін «қосу» ережесін дәлелдеді. Содан кейін ол теория жүзінде n элементтен құралған батареядан қоректенетін тізбектегі токты анықтайтын формуланы қорытты. Оның енгізген, берілген нүктедегі тізбектің күйін сипаттайтын «электроскопты» деп аталған U шамасы, «...электр теориясына кейіннен енгізілген потенциал ұғымының бастауы болды».

Ом өз еңбегінде электр тізбегін талдауда дифференциалдық және интегралдық есептеулерді, қатарлар теориясын пайдалана отырып математикалық әдістерді кеңінен қолданды. Оның туындысы шын мәнінде электр саласындағы алғашқы теориялық жұмыс деп саналады. Ом ұтымды түрде тек «жылулық» деген сөзді ғана емес, «гидравликалық» деген атауды да (түтіктегі су ағыны) пайдалана білді. Диаметрлері бірдей не әртүрлі, сатылай орналасып қысқа көлбеу түтікпен қосылған екі құбырды алсақ, онда горизонталь құбырлардағы судың ағу шапшаңдығы, құбырлардың орналасу деңгейлерінің

айырымы мен олардың диаметрлеріне тәуелді болады. Деңгей айырымын «электрскоптық күш» айырымына, ал құбыр қимасының диаметрін – өткізгіш кедергісіне теңестіруге болады.

Егер құбырдың «көлбеулігі» үлкен болса, су ағысының шапшаңдығы да көп, ол тіпті «көлбеулікті» «токқа себепші» деп көрсетіп арнайы диаграмма да жасады.

Өз басынан өткерген қиындықтарды көрсете отырып, Ом «егер алынған нәтижелердің құндылығы басымнан өткізген қиындықтарға татитын болса, онда гальваникалық электр теориясы жана зерттеулердің бастамасы болмақ» – деп жазды.

Ом еңбектері алғаш рет Англияда танылды. Оның кітабы 1841 ж. сол жақта жарық көрді. 1842 ж. Ом Лондон Корольдік қоғамының мүшесі болып сайланып, электр тогы заңдарын зерттегені және тізбектегі ток күші барлық электрқозғағыш көздерінің қосындысының, осы тізбектегі барлық кедергілердің қосындысына бөлінген мәніне тең деген тұжырымы үшін Коплей медалімен марапатталды. Бірақ та, электр тізбегінің бірінші заңын толық мойындау әлі де бірнеше жылға созылды. Францияда Омның кітабы, мәселен, тек 1860 ж. ғана шықты.

Омның жоғарыда аталған кітабы жарық көргеннен кейін, ол 1830 ж. дейін электр тізбегімен тәжірибесін жалғастырды. Кейінірек оптика және акустикамен айналысты. Кедергі бірлігі Г. Омның құрметіне 1881 ж. Электрикердің I Халықаралық конгресінде қабылданды. Ом – ұштарында ток күші 1А кезінде 1В кернеу туатын өткізгіш кедергісі.

Электрбайланыс аппаратураларын жобалау кезінде Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесінің көпшілік элементтері пайдаланылады. Олардың ішінде айырықша металдар – «патшалар» бар. Тіпті алғашқы электртехниктер тотығуға шыдамды металды – алтынды, нағыз электрөткізгіш – күмісті, нағыз жұмсақ – қорғасынды, өте қиын балқитын-вольфрамды, сондай-ақ мыс пен қалайыны кеңінен пайдаланды. Уақыт барысында бұл металдардың маңызы арта түсті. Әрине, Ленц те, Якоби де Ом еңбектерін түпнұсқадан оқыды. Оның еңбегі ағылшынша 1841 ж., итальянша – 1847, ал француз тіліне 1860 ж. (!) ғана аударылды. Осыған орай бір таңғаларлық жайт

болды. Француз ғалымы Пулье Омның неміс баспасөзінде басылған кейбір теориялық жұмыстарын біле отырып, ғалымның тұжырымдарын эксперимент жүзінде тексеруге бел буып, оған көз жеткізді. Француз физиктері заңға Пулье есімін берді. Әрине, көп ұзамай Пулье «Омның басымдығын сөзсіз мойындады».

Омның кітабының ағылшын тіліне аударылуы және Ленц пен Якобидің тамаша пікірлері, оның сіңірген еңбегін ресми мойындауға септігін тигізді. Англияда Ом идеясын насихаттаушы «Уитстон көпірін» жасаушы белгілі ғалым Ч. Уитстон болды. Ал, атақты американ физигі Дж. Генри былай деп жазды: «мен Омның теориясын алғаш рет оқыған кезде, ол маған қараңғылық басып тұрған бөлмені кенеттен жарқыратып жіберген найзағай түрінде әсер етті».

Белгілі неміс физигі Г. Кирхгофтың 1849 ж. жариялаған еңбектерінің бірі «Ом заңының тұжырымдары жайлы» деп аталып, Кирхгоф бұл заңды өз зерттеулеріне негіз етіп алды.

Ом қайтыс болғаннан кейін де оның заңының дұрыстығы туралы талас бітпеді. Д. К. Максвелл шәкірттерінің біріне заңды тексеру туралы эксперимент жүргізуді тапсырды. Тәжірибеден кейін «менің бір шәкіртім Ом заңын тексеруге үзіліссіз жұмыс істеді, Ом осы сынақтан үлкен салтанатпен мүдіріссіз өтті» – деп жазды ол.

Омның Берлин университетінің профессоры болу арманы жүзеге аспайтындай болды. Мемлекеттік шенеуніктермен ұзақ та, барынша қиын өткен келіссөздерден кейін, оған Берлиннің әскери мектебіне жұмыс ұсынылды.

Тек 1833 ж. ол Нюрнберг қаласында ашылған политехникалық мектепте физика профессоры қызметін алды. 1839 ж. оның ректоры болды

Жиырма жылдай Ом өзінің отанында мойындалуын күтті. Тек 1845 ж. ол Бавар ғылым академиясының толық мүшесі болып сайланды, ал 1849 ж. 60 жасқа толғанда, оны Мюнхен университетіне экстраординар профессор қызметіне шақырды. Осыны ол көп жылдар армандаған еді. Сол жылы Бавария королі Омды физика-математика аспаптарының мемлекеттік орталығының сақтаушысы етіп сайлады. Ғалым оған қоса физика және математикадан дәріс берді. Бірақ ғалымның

денсаулығы сыр бере бастады, көп жылғы қиыншылықтардың зардабы көріне бастады. Бар ғұмырын ол ғылымға берді. Ом тіпті отбасын да құрмады.

Өмірінің соңғы айларына дейін Ом ширақ, сергек, әзілқой, басқа адамдарға, әсіресе шәкірттеріне мейірбан болды. Ом әдетте, жұмысы мойындалмағанда ешбір қайғы-мұңсыз күй кешті, ал еңбектері халықаралық деңгейде мойындалғанда менменсіген жоқ.

1854 ж. көктемде жүрек талмасынан кейін Ом төсек тартып қалды, ал денсаулығы дұрысталғанда, дәріс оқуын жалғастырды. 1854 ж. маусымда ұлы ғалымның жүрек соғысы тоқтады. Ол Мюнхен қаласындағы ескі зиратқа жерленді. 40 жыл өткеннен кейін Мюнхенде оған ескерткіш орнатылды. Осы кезеңде оның еңбектерінің толық жинағы жарық көрді.

Тумасынан талант иесі, ұстаз әрі ғалым, егер творчестволық шабыты болған кезде, ашқан жаңалықтарын дәлелдеуге күшін сарқымай өзіне деген қамқорлық пен қолдауға ие болғанда әлі де қаншама жаңалықтар ашар еді, десеңші!

2.10. Василий Владимирович Петров

1952 жылы Мемлекеттік Эрмитаждың қосымша қорынан үстінде қандай да бір физикалық аспаптар орналасқан үстелге сүйеніп тұрған жас адамның акварель портреті табылды. Көп ұзамай «Литературная газетінде» (1952 ж. 21 маусымы) В. Ченакалдың «Құнды дүние» атты мақаласы жарияланып, осы портрет қосымша берілді, онда автордың пайымдауынша В. В. Петровтың портреті делінді. Бірақ, көп жылдар Петровтың еңбектерін зерттеумен айналысқан ғалымдардың пікірінше портреттің шынайылығын тұжырымдайтын деректер жеткіліксіз. Бұл ғылымға үш қайнаса сорпасы қосылмайтын және сол кезеңде модаға айналған физикалық эксперимент жасауға әуесқойлық танытқан вельможаның портреті болуы ықтимал. Оған қоса, кейін белгілі болғандай, үстелде электрстатикалық машинаның бөлігі мен лейден банкісі бейнеленген, осындай аспаптар Петербург пен Мәскеудің бай үйлерінде өте көп болды.

Портретте бейнеленген бет әлпеті реңсіз, селқос, қолы баланың қолындай томпиған адам, көз алдымызға елестейтін, көптеген физикалық эксперименттерді өткізу үшін тетіктер мен құрылғылар жасаған қайратты қолы бар, ер тұлғалы, ерік-жігері мол ғалымның бейнесіне мүлдем ұқсамайды. «Литературная газетінің» материалына көпшілік оқырмандар сілтеме жасай бастады, сол кезде техника ғылымдарының кандидаты В. В. Голоушкин «Успехи физических наук» журналына «Академик В. В. Петровтың портреті жайлы» атты мақаласында «Мемлекеттік Эрмитаж бұл портретті В. В. Петровтың бейнесі екенін мойындамайтынын атап көрсетті, сол себепті жалған портретті бұдан ары таратуды тоқтату керек» деді. А. А. Елисеев пен Я. А. Шнейбергтің 1961 жылы жарық көрген «В. В. Петров» атты кітабында бұл портрет жоқ.

Жазушы Д. Гранин В. В. Петровтың зерттеулерімен айналыса отырып, ол туралы өзіндік сипаттағы «Жоқ портрет алдындағы ой» (1968) атты повесть жазды. «Ол қандай болды, ешкім де білмейді... – деп жазды Д. Гранин, – физика тарихының әралуан курстарында бет әлпеті сапалы-салтанатты болып келетін ұлылардың, ғұламалардың, атақтылардың портреттері ішінде, ежелгі гректердің бюстерінің, нақыштарының, сондай-ақ алғашқы фотосуреттерінің ішінде, мектеп қабырғасынан таныс тұлғалардың ішінде көне әріппен терілген көмескі мұқаба бар. Ол қандай адам болды? ... Тіпті оның сырт келбеті де беймәлім. Шіркін оның бет әлпетін, көзқарасын көрсе...».

Ғалымның портреті жайлы мәселе шешілгендей болып еді, бірақ 1980 жылы «Вопросы истории естествознания и техники» журналында (№1) пікірталас ретінде А. И. Леушиннің «Академик В. В. Петров портретінің шынайылығы туралы» мақаласы жарияланып, онда табылған портрет бейнеленіп, жан-жақты түсіндірме берілді, оның мақсаты портрет ғалымдікі екенін мойындату болды. Мақалада «суретші «тұрақты магнитпен», «қармағыш тәріздес рычагпен және спирт жанарғымен эксперимент жүргізіп тұрған ғалымды бейнелеген» – деп тұжырымдалды. А. И. Леушиннің дәлелі мүлдем сенімсіз. Осы журналда (1980, №2) П. К. Володин А. И. Леушиннің мақаласына орай «XVIII ғасырдың соңындағы электр

тәжірибелері және «Петров эксперименті» атты мақаласында оның тұжырымын жоққа шығарып, В. В. Петровтың портреті «... ең бір қызықты тарихи-техникалық жұмбақ болып қала бермек» деп пайымдады.

В. В. Петров секілді ірі ғалымның, академиктің еңбектерінің ұмыт болуын қалай түсіндіруге болады?

Шын мәнінде Ресей ғылымы тарихындағы құрметті орынның бірі Василий Владимирович Петровқа лайық. Ол көрнекті физик және электртехниканың негізін қалаушы адамның бірі.

Василий Владимирович тамаша ұстаз әрі физиканы оқытудың көшбасшысы болды. Өкінішке орай, Василий Владимировичтің өмірі мен қызметі қайғылы оқиғалармен қабаттасып, оның көптеген құжаттары, қолжазбалары және мұрағаты жоғалып кетті. Тіпті оның шынайы портреті де сақталмады.

Оның шығармашылық қызметінің өркендеуі XIX ғ. басында, яғни 1799 ж. итальян физигі А. Вольта токтың бірінші электрхимиялық көзі – вольта бағанын ойлап тапқаннан кейін бастау алды. Еуропалық тілдерді еркін меңгерген ол электр тогының қасиеттерін алғашқы зерттеушілердің барлық жұмыстарымен танысып, содан кейін өзінің эксперименттеріне көшті. Ол осы кезде Еуропадағы ірі физикалық кабинеттері бар Петербург Медико-Хирургиялық академиясының профессоры еді.

Ғалым өзінің бірегей зерттеулерін 1803 жылы жарық көрген «Физика профессоры Василий Петров Санкт-Петербург Медико-хирургиялық академиясында тұрған, кей жағдайда 4200 мыс және мырыш құтылардан құралған батареялардың көп жиынтығы арқылы жасаған, гальваникалық тәжірибелердің хабаршысы» атты іргелі еңбегінде жан-жақты сипаттады.

Осы шығармасында Петров дүние жүзінде ең қуатты жоғары кернеулі электр тогының өзі жасаған көзін сипаттайды, оның көмегімен аса көрнекті жаңалықты – электр доғасы құбылысын ашып, оны іс жүзінде қолдану мүмкіндігін дәлелдейді. Ғалымға электр тізбегіндегі заңдылықтарды зерттеу, оның ішінде электр тогының өткізгіштің көлденең қимасына

тәуелділігін тағайындау тиесілі. Кейінірек ағылшын ғылыми журналдарының бірі: «осы жаңалығымен Петров ширек ғасыр кейін, яғни 1827 жылы ғана жарияланған ... Ом заңының алдын орап кетті» деп жазды.

Ол электрфизика және электрхимия саласында іргелі зерттеулерді жүргізді, вакуумдағы жарық тасымалдау құбылысын зерттеді әрі электр (газ) разрядының әртүрлі формаларын жан-жақты сипаттады. Ғалымның электрстатика саласындағы зерттеулері де қызығушылық тудырады.

Өмірінің соңғы жиырма жылы үкіметтің ағарту саласындағы қатал реакциясымен тұспа-тұс келді. 1815 жылдан І Александр басқарған Еуропадағы халықтар мен революцияға қарсы құрылған патшалар мен корольдердің «Қасиетті одағы», өз әрекетін «еркін ойшылдық, философиялық және саяси еркін ойлайтын азаматтар ұясы» деп Ресейдегі университеттерге қарсы бағыттады. Осындай саясаттың салдары жаратылыстану ғылымының дамуына көп көлеңкесін түсірді. Шыншыл, батыл, тиянақты, әрдайым өз көзқарасы бар әрі реакцияшыл басшылыққа жалдамшы ғалым болудан бас тартып отыратын, Василий Владимирович Петров отандық ғылым мүддесін айырықша қорғады. Бұл жайт Ғылым академиясының президенті граф С. Уваровтың қаһарын туғызды. Ал, Уваров болса, оның жақын адамдарының айтуынша, «... ол бармайтын сұрқиялық пен оңбағандық болмайды», дейтіндей адам еді. Жыл өткен сайын В. В. Петров Ғылым академиясы мен Ағарту министрлігі тарапынан қысымшылық көре бастады. Ғылым академиясының физика кабинетін қайта жарақтандыруға және жаңартуға қаржы бөлінбеді, ескі пәтері де жөнделмей, эксперименттерін үйінде жасауына да мүмкіндік болмады. Осыған ерегісіп, ғалым 1825 ж. І Александрды жерлеуге де бармады.

Осыдан кейін Уваров көпе көрнеу оны физика кабинетін басқарудан аластатып, оның еңбектерін басуға тиым салды. Көп ұзамай оны физика профессоры болып істеген екінші Кадет корпусынан да жұмыстан шығарды. Еңбек сіңірген профессор 40 жылдай еңбек еткен Медико-хирургиялық академиядан да қуылды. Бір жыл өткен соң аурушаң ғалымның денсаулығы күрт төмендеп, 1834 ж. 3 тамызда дүниеден озды.

Медико-хирургиялық академиясы басшылығының оның ұзақ жылғы пайдалы еңбегін тиісінше бағалау туралы өтінішін де Уваров қабылдамады. Оған қоса Петровтың жалғыз қызы да өзіне тиісті зейнетақыдан қағылды.

Уваровтың тапсырмасы бойынша ғалымның есімі физикадан ғылыми еңбектер мен оқулықтарда көрсетілмейтін болды. Осының салдарының отандық физиктердің бақандай екі ұрпағы ол туралы ештеңе естімеді де, білмеді де. В. В. Петровтың көп қолжазбасы табылмады, тіпті оның Смоленскідегі қабірі де жоғалып кетті.

Жалпы Уваровтың қандай адам болғанын сипаттайтын мына бір фактіні айтпай кетуге болмайды. Ол 1837 ж. дуэльден қайтыс болған А. С. Пушкиннің суретін азалы рамканың ішінде бір газеттен көргенде: «Пушкин мұндай құрметке бөленетіндей адам емес» – деп ызаланған екен.

Жарты ғасырдан астам уақыт өтті. Әйтсе де кездейсоқ жағдай күтпеген жайттарға әкеледі ғой. 1886 жылы, кейін белгілі ғалым болған Петербург университетінің студенті А. Гершун, Вильно қаласында демалыста жүріп, көпшілік кітапхананың бір сөресінен кітаптарды қарастырып жатып, өзіне танымал физиктің 1803 ж. Санкт-Петербургте басылған «Физика профессоры Василий Петров жүргізген гальвани-вольттік тәжірибелері туралы хабарламасы» деген атпен шыққан кітапшаны тауып алды. Білімқұмар студенттің осы кітаптан ғалымның бірегей электр доғасы құбылысын ашқаны жайлы мәліметті білгендегі таңданысы қандай болды десеңізші! Петербургке оралысымен Гершун осы оқиға жайлы әскери-медицина академиясы физика кафедрасының меңгерушісі профессор Н. Г. Егоровқа мәлім етті. Көп ұзамай Петровтың қызығушылық тудырған тағы екі кітабы табылды.

Осылайша ұлы ғалымның «екінші ғұмыры» басталды. 1887 ж. «Электр» журналы Н. В. Поповтың мақаласын жариялап, оқырмандарға В. В. Петровтың тамаша еңбегі – электр доғасын ашқаны жайлы мәлім болды. Ал, ертеректе оны ағылшын физигі Х. Дэви ашқан деп айтылған-ды.

В. В. Петровтың игі істері мен оның отандық электр техникасына сіңірген үлкен еңбегі профессор Н. Г. Егоровтың

тынымсыз әрекетінің арқасында өзінің тиісті бағасын алды. Әскери-медицина академиясында өзінің «Электр және жарық» актілік сөзінде (1889), орыс физика-химия қоғамының салтанатты мәжілісінде жасаған баяндамасында (1893), «Электр» журналында, Брокгауз және Ефронның белгілі энциклопедиялық сөздігінде, 1899 ж. Бірінші жалпыресейлік электртехника съезінде «Электр тогының жүз жылдығы» атты баяндамасында, сондай-ақ өзге де сөздері мен жарияланымдарында Н. Г. Егоров отандық және әлемдік электртехниканы дамытудағы В. В. Петровтың орасан еңбегін нанымды түрде көрсетіп берді.

Бірінші электртехника съезінің ашылуында профессор Н. Г. Егоров былай деді: «Әскери-медицина» академиясының профессоры Василий Владимирович Петров алғаш рет көлбеу вольта бағандарының орасан зор мөлшерін жасап қана қоймай, өкінішке орай өзімізде және шетелдік әдебиеттерде мүлдем белгісіз, бірқатар тамаша тәжірибелерді де жасады». «Гальвани-вольт тәжірибелері туралы хабарлама» үстіміздегі ғасырдың басындағы ғылыми әдебиетке қосқан құнды үлесі болып табылады. Егер «Хабарлама...» латын не жаңа шетел тілінде жазылғанда, Петров сол кездегі еуропалық ғалымдармен қатар құрметті орынға ие болар еді».

1892 ж. Н. Г. Егоровтың ұсынысы бойынша Әскери-медицина академиясының конференциясы «... марқұм профессор Петровты вольт доғасын бірінші бақылаушы ретінде еске алып, академия жанында жаңадан ашылған электрстансасына қашалған жазуы бар мәрмер тақта қадау туралы» шешім қабылдады.

1915 ж. М. Г. Егоров Смоленск зиратынан В. В. Петровтың қабырын тауып, Әскери-Медицина академиясының қаражатына ескерткіш қойылып, қоршаумен қоршалды.

1934 ж. бүгінгі электртехниканың негізін қалаушы В. В. Петровтың қайтыс болғанына жүз жыл толуы КСРО-да атап өтілді. Физика және электртехниканың ірі ғалымдары, академиктер С. И. Вавилов, В. Ф. Миткеевич т.б. өз мақалалары мен баяндамаларында В. В. Петровтың бейнесін айшықты етіп көрсете білді. КСРО ҒА оның президенті С. И. Вавиловтың редакциялауымен басып шығарған мақалалар жинағында

профессорлар Л. Д. Белькинд және А. А. Елисеевтің зерттеулерінің арқасында В. В. Петровтың қызметі жайлы жаңа мәліметтер жарияланды. В. В. Петровтың «Гальвани-вольттік тәжірибелер туралы хабарламасы» атты кітабы қайта басылып шықты.

1935 ж. КСРО ОАК Президиумы «1802 ж. Дэвиге дейін бірнеше жыл бұрын вольта доғасы құбылысын ашқан және осы құбылысты техникада қолдану туралы тұжырым (электрмен жарықтандыру, металдарды пісіру, электр металлургиясы) жасаған «бірінші орыс электртехника академик В. В. Петровтың қайтыс болғанына жүз жыл толуын атап өту туралы» қаулы қабылдады.

Қаулыда Петров есімін Мәскеу энергетика институтының зертханасына беру қарастырылды. Елдің ірі үш электртехника институтында үздік диплом жобаларына жыл сайынғы сыйлықақы тағайындалды, ғалымның туған жері Обояниде В. В. Петровқа ескерткіш орнату ұйғарылды; оның есімі қала алаңына және трактор-механика мектебіне берілді.

Василий Петров 1761 ж. 19 маусымда Ресейдің кішігірім қаласы Обояниде (қазіргі Курс облысы) қарапайым приход діндардың отбасында дүниеге келді. Өзінің білімге деген құштарлығын таныта отырып, шіркеу-приход мектебін бітіргеннен кейін, сол кездегі Ресейдің оңтүстігінде танымал оқу орны, Харьков коллегиумына, оқуға түсті. Осы оқу орнында жаратылыстану және гуманитарлық ғылымдар, батыс-еуропалық, латын және грек тілдері тиянақты оқытылатын. Кейінірек Петров «шетел тілдерін білу физикадан еуропалық ғалымдардың еңбектерін оқуға мүмкіндік берді» деп жазды. Коллегиумды бітіріп, қаражаты жоқ жас жігіт «қазына есебінен» Петербург мұғалім гимназиясына (кейін мұғалімдер институты) түсті. Үш жыл математика мен физиканы оқыды. 1788 ж. Петров батыл шешім қабылдады, ол алыс Алтайға Ресейдегі және шетелдегі ірі тау-кен кәсіпорны, бағалы металл өндіретін Колываново-Воскресенск училищесіне физика мен математикадан сабақ беруге аттанды.

Бұл кәсіпорын патша сарайының меншігінде болып, тау-кен ісі шеберлерін даярлайтын. Училищеде жақсы ғылыми

зертхана және кітапхана жұмыс істеді. Өз білімін іс жүзінде қолдану, тәжірибесіне игеру мақсатында ол болашақ мамандарға физика, химия, математика негіздерін зор ынтамен үйретіп, оларды технологиялық нақты мәселелерді шешуге баулыды. Осы жерде ол белгілі өнертапқыш-механиктермен, гидротехниктермен, соның ішінде жерасты үңгірлеріне орнатылып, суды айдау және терең шахталардан руданы көтеруге арналған диаметрі 17 м орасан зор су доңғалағын жасаған К. Д. Фроловпен танысты. Осы зауыттарда Петров келгенге дейін алғашқы универсал жылу қозғалтқышын жасаған атақты өнертапқыш И. И. Ползунов еңбек еткен еді.

Үш жылдан кейін Петербургке қайта оралған В. В. Петров жаратылыстану ғылымдарын, дамып келе жатқан өнеркәсіптің мәселелерін табысты шешу үшін оқытуды қалай ұйымдастыру керектігін жете түсінді. Бұл жылдар жас физиктің ғылыми көзқарасының қалыптасуының басы болды. Ғылыми болжамдарының дұрыстығына тыңғылықты өткізген тәжірибелері дәлел бола алады.

Бірақ Петров физикадан дәріс бере бастаған Әскери-инженерлік училище мен Бас дәрігерлік училищеде жаңа приборлармен жарақталған ғылыми зертханалар болмады.

Әйтсе де, көп ұзамай жағдай өзгере бастады. 1795 жылы екі дәрігерлік училище біріктіріліп, Петербургте алғашқы ірі медициналық оқу орны –Медико-хирургиялық академия құрылды. Академияға бұрыннан есімі мәлім, әрі өздерін таныта білген профессор ғалымдар тартылды. Үміткерлер сынақ дәрістерін оқуы тиіс еді. Өзінің сауатты сынақ дәрісінен кейін В. В. Петров 1795 жылы Академияның физика және математика профессоры қызметіне тағайындалып, өмір бойы осы қызметті атқарып, осы жерде көрнекті ғалымның таланты толығымен ашылды.

Петров ең алдымен физиканы оқытудың жаңа әдістемесін, яғни дәріс кезінде тек тәжірибе көрсетумен шектелмей, эксперименттік жұмыстарға арнайы физика кабинетіне студенттерді де тартуды жүзеге асыруға талпынды. Тер төге отырып, жас ғалым кезінде батыс еуропалық ғалымдардың еңбектерінен білетін жаңа физикалық аспаптарды сатып алуға қаражат бөлдіруді жүзеге асырды. Ала алмаған кейбір

аспаптарды Петров өзі жасады. Жылдар өте кабинетте Петровтың өзі немесе оның сызбасымен жасалған аспаптар жинақталды. Батымды әрі түсінікті дәріс оқумен қатар, шебер экспериментатордың өз қолымен күрделі физикалық аспаптарды жасауын көрген студенттерге ол қандай әсер қалдырып, ықпал еткенін көз алдына оңай елестетуге болады. Көп ұзамай Академияның физика кабинеті Ресейде ең тәуірлерінің қатарынан орын алып, Петербургтік журналдардың бірі жазғандай «Бүкіл Ресей империясының ең озығына айналды».

1799 жылы итальян физигі А. Вольтаның ашқан вольта бағаны – электр тогының алғашқы көзі жайлы өнертабысын білісімен, Петров Академия басшылығына жаңа тәжірибелер жасау мақсатында осы «гальвани приборын» сатып алуға өтініш білдірді. Еске сала кетейік, алғашқы вольта бағаны бірнеше ондаған мыс және мырыш ыдыстан құралып, қос-қостан қышқылды суға не мүсәтір ертіндісіне дымқылданған сәтен астарлармен бөлінген түрінде болды. Былай қарағанда қарапайым аспаптың жасалуы электрлік және магниттік құбылыстарды зерттеуде жаңа кезең болып, қазіргі заманғы электртехниканың іргетасын қалауға негіз болды. М. Фарадей жазғандай, Вольта «... алғашқының бірі болып ақыл-ой қараңғылығын тас-талқан етіп, білімнің белгісіз дүниесіне жол ашты».

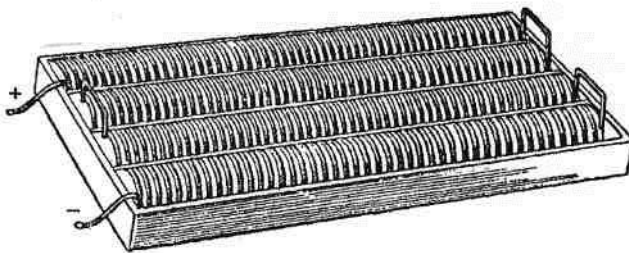
1800 жылы ағылшын физиктері А. Карлейль мен В. Никольсон электр тогының суды оттекке және сутекке бөлетін қабілетін ашты.

«Гальвани приборының» қасиеттерін зерттеуге кірісе отырып, Петров көп ұзамай «шетелдік еңбектерде жазылғаннан гөрі» барынша қуатты «ауқымды» батарея жасау қажеттігі жайлы тұжырымға келді.

1802 жылы сәуірде «ауқымды» уникал батарея құрастырылып, ол 4200 мыс және мырыш ыдыстардан құралып, әр жұптың арасына мүсәтір ертіндісі сіңірілген картон кружка салынды. Осы батарея арқылы өзге физиктердің жасаған бұрыннан мәлім тәжірибелерін қайталап, содан кейін «...бұрын беймәлім болған жаңа тәжірибелер жасалды» – деп жазды Петров.

Батарея құрылымы мен маңызды тәжірибелердің тиянақты сипаттамасы Петровтың жоғарыда айтқан «Гальвани-вольт тәжірибелері жайлы хабарламасы» атты еңбегінде жарияланды.

Шетелдік физиктердің көпшілігі металл пластиналарды (кружкаларды) баған түрінде тік орналастырған болатын, бұл жағдайда Петров құрастырған батареяның биіктігі 12 метрден асып кетер еді, сол себепті ол кружкаларды көлденең, түбі мен қабырғалары лакпен және май сіңірілген қағазбен қапталған ағаш жәшікке орналастырды. Жәшіктің әр төрт қатары басқасымен тізбектей жалғанды (2.9-сурет).



2.9-сурет. Петров батареясы элементтерінің орналасуы және жалғануы

Петровтың көлбеу «ауқымды» батареясының сызбалық суреті 1900 ж. Парижде өткен Дүниежүзілік көрме залында ілінген үлкен тақтада кескінделді. Шетелдік ғылыми орта осыдан кейін оның жұмыстарымен таныс болды.

Электр тогының химиялық, жылулық және жарықтық әрекеттерін зерттеудегі көптеген тәжірибелерінің ішінен оның вакуумдағы электр доғасы мен электр разряды құбылысын ашуы үлкен қызығушылық тудырады.

Ол электр жарығын іс жүзінде – үлкен кеңістікті («қара тыныштық») жарықтандыруға пайдалану мүмкіндігін дәл көрсетті. Осы жаңалығымен Петров өз кезеңінен көп алға кетті, дәлірек айтсақ, оның идеясы іс жүзінде жарты ғасырдай уақыттан кейін ғана орындалды.

Петровтың электр доғасы құбылысын ашқан мерзімі мен «ауқымды» батареясымен жасаған алғашқы ашық

тәжірибелерінің дәл уақыты көп жылдар бойы белгісіз болып келді. 1950 жылы 1804–1806 жж. Петербургте басылған «Северный вестник» журналында бір мақала табылды. Осы мақалада алғашқы ашық тәжірибелерінің мерзімі 1802 жылы 17 мамыр деп көрсетілген.

Электр доғасын жарықтандыруға Петровтың бұрын ешкім білмеген осы құбылысты іс жүзінде қолдануы тек алғашқы қадам болды. Ғалым доға «жалынында» әртүрлі металдардың балқуын және металдардың өз тотығынан қайта қалпына келтірілуі мүмкіндігін алғаш рет дәлелдеп берді, осы жаңалығымен ол электрметаллургияның негізін қалады.

Кез келген құбылысты зерттеу барысында Петров өте көп тәжірибе жасады. Ол доға «жалынына» әртүрлі металдарды: күміс, мырыш, жалпақ қалайы қиығын, алтын, темір сым т.б. ұстады. «Ауқымды» батарея тұйықталғаннан кейін электродтар арасында «... үлкен не кіші жалын пайда болып, онда металдар лезде балкиды, қайсыбір жарықты жалынмен жанады және оксидке айналады» деп жазды ғалым. Металл тотықтарының таза металға айналуын Петров былайша сипаттайды: қорғасын, сынап, мырыш тотықтары доға жалынында күйіп «... жалынмен бірге таза металл түріне өтеді».

Жоғарыда айтылғандай, электр доғасының ашылуы 80 жыл бойы ағылшын ғалымы Х. Дэвиге тіркелген-ді, ол бұл құбылысты 1808 жылы бақылаған. Ол сонда 2000 пластинадан батарея құрастырған еді. Бір қызығы, Дэвидің өзі осы жаңалықты өзіне теліген жоқ. Электр доғасы құбылысын сипаттап жазған «Химиялық философия элементтері» атты туындысы 1812 жылы жарық көрген. Оған Ресейде доға бұрынырақ ашылғаны туралы белгілі болатын. 1804 жылы Петербург ғылым академиясы «Жарық табиғаты туралы» тақырыпқа халықаралық конкурс жариялап, онда күн жарығына ұқсас үлкен вольта бағанындай көз қорқытар жарқылы бар гальваникалық элемент секілді құбылысты зерттеу қажеттігі атап көрсетілді. Бірақта Петровтың есімі аталмады. Петровтың басымдылығын ағылшынның «Science Progress» журналы (1936 ж. №122) тиянақтады. «Ұмыт болған электртехник» мақаласында ғалымның эксперименттері сипатталып, олардың

«... вольта доғасын ашуға әкелгенін» көрсетті, әрі Дэвидің «өз тәжірибелерінің» бірегейлігіне таласпағанын да атап көрсетті.

Петров заманында кернеу өлшейтін құрал болмады. Ал ғалымға тәжірибе кезінде кернеуді өлшеу қажет болды. Сонда Василий Владимирович өзін вольтметр ретінде пайдаланды. Ол қолының саусағының терісін сыдырып, ашық нерв ұштарымен электр кернеуінің әсерін анықтады. Электр доғасы теориясы туралы түсінігі болмаса да, осы құбылысты бақылып қана қоймай, өзінің мұқият жүргізген тәжірибесінің арқасында бірнеше ондаған жылдан кейін пайдалана бастаған негізгі қасиеттерін ашқанына таңданбасқа болмайды.

1807 жылы Петров орыс гимназиялары үшін физикадан «Физиканың бастапқы негіздері» атты оқулық шығаруды ұсынды. Бұл басылымның бір бөлігі Василий Владимирович редакциялаған белгілі неміс ғалымының шығармасының аудармасы болды. Электр доғасы туралы баяндалды. Сол себепті де орыс гимназияшылары осы ғажап құбылыс жайлы еуропалық физиктерден ертерек білді.

«Хабаршының» жеке тарауы «ауасыз жерде», яғни вакуумдағы «жарықтасымалдау» құбылысының ашылуына және оны зерттеуге арналған. В. В. Петров сиретілген ауадағы газ разрядын алғаш рет зерттеді. Еуропалық физиктер ол кезде мұндай тәжірибелерді жасаған да жоқ еді. Мыс шенберге «ауа насосына» орнатылған шыны «қоңыраудан» ауа сорылып алынды, ал қоңырау астына «ауқымды» батареямен қосылған әртүрлі пішіндегі электродтар бекітілді.

«Қоңырау» астындағы қысым 7–10 мм сын.бағ. дейін кемігенде, «стақан» түбі мен «кәдімгі» жуан ине ұшының арақашықтығы 2,5 мм-ге дейін қысқарғанда, электродтар арасында «жарықтасымал» жалын пайда болып, ине «қып-қызыл болып қызып» тұрды.

Осылайша, Петров бірте-бірте вакуумның дәрежесін, электродтардың пішінін, материалын және полярлығын, сондай-ақ олардың арақашықтығын өзгерте отырып, газ разрядының әр түрін бақылады.

Тек 30 жылдан кейін, Петровқа карағанда неғұрлым кемелденген құрал-жабдықтары мен электрөлшеуіш аспаптары бар атақты Фарадей вакуумдағы электр разрядының бірқатар

зандылығын тағайындады. Олардың ішіндегі ең маңыздысын шын мәнінде алғаш рет Петров тағайындаған еді.

Электр тізбегінің негізгі заңдарының бірі 1827 жылы неміс физигі Г. С. Ом ашқан – Ом заңы баршаға мектеп партасынан мәлім. Ал, Омның алғашқы бастаушысы В. В. Петров екенін екінің бірі біле бермейді.

Таңқаларлығы сол, табанды экспериментатор ешбір электрөлшеуіш құралы болмаса да, сұйық пен қатты өткізгіштердің олар арқылы өтетін электр тоғына «қарсы әрекетін» байқаған. Осы «қарсы әрекетті» ол «кедергі» деп атады. Осы термин бүгінгі электртехникада кеңінен қолданылады.

Әртүрлі сұйық арқылы (оның ішінде «өсімдік майы» мен «шарап спирті» де бар) токтың өтуін зерттей отырып, Петров олардың электр кедергісі неғұрлым үлкен болған сайын, осы сұйық арқылы «өтуі» үшін «гальвани-вольта сұйығы» (ол электр тоғын осылай атады) соғұрлым көп болуы тиіс деп атап көрсетті. Қазіргі электртехникаға токтың кедергісі үлкен заттан өтуі үшін тізбектегі кернеуді көбейту қажеттігі жақсы мәлім.

Василий Владимирович «кедергі» ұғымын енгізумен шектеліп қалған жоқ. Ол өткізгіштің қима ауданына токтың сандық тәуелділігін тағайындай алды. Ол бірінші рет батарея әрекетінің жалғастыратын сымдардың материалы мен жуандығына тәуелді екенін көрсетті. Ом заңы белгілі бір кернеуде өткізгіштегі ток күші оның кедергісіне кері пропорционал екендігін тұжырымдайды. Аталған заңдылықты Петров 1802 жылы тағайындағанда, Ом небары 15 жаста болатын.

Петров неғұрлым жуан сымды қолданғанда «... соғұрлым күшті әсер болып, гальвани-вольта сұйығы барынша шапшаң ағады» деп пайымдады. Басқаша айтқанда, гальвани-вольта сұйығы неғұрлым шапшаң қозғалса, уақыт бірлігінде өткізгіштің көлденең қимасынан электр мөлшері соғұрлым көп өтеді, демек, өткізгіште ток көп болады. Осылайша, оқымысты токтың өткізгіштің қимасына тәуелді екенін тағайындап қана қоймай, осы тәуелділіктің сипатын да анықтап берді.

Енді мынадай сұрақ туындайды: қолында ешбір электрөлшеуіш аспабы болмай, ол осының бәрін қалай жүзеге асырды? Оның кітабына сүйенсек, ол электр тогының әрекетін әртүрлі сұйықтың электролизінің қарқындылығы бойынша бағалаған. Осыдан 20 жылдан кейін, осы тұжырымға ағылшын физигі Х. Дэви де келген.

Дэвидің отанында Петровтың еңбектерінің бағалануы тіптен заңды. Жоғарыда аталған «Science Progress» журналы: «Петров сымның көлденең қимасы мөлшерінің ықпалын ашты... неғұрлым жуан өткізгіштер соғұрлым тиімді екенін айқындады: ... осылайша Ом заңының алдын орады» деп жазды.

Электр тізбегіндегі заңдылықтарды зерттей келе, В. В. Петров тағы бір маңызды жаңалық ашты: ол алғаш рет электр тогы өткізгіштерін параллель жалғауды жүзеге асырды. Ғалым, бұл «төрт не бес жеке-жеке аспаптарда» –шыны түтіктерде бір мезгілде судың электролизін бақылауға мүмкіндік береді деп ұйғарды. Электролизге тек су емес, ішімдік, әртүрлі «сығылған майлар» – зәйтүн, миндаль, жаңғақ майлары да тексерілді. Осы тәжірибелер ғалымға әртүрлі сұйықтың электрөткізгіштігін айқындауға мүмкіндік берді. Атап айтқанда, ол бірінші рет «сығылған майлар мен шарап спирті» сумен салыстырғанда «нашар» өткізгіш болып табылатынын дәлелдеді.

Баршаға мәлім, бірнеше ондаған жылдардан кейін, майлар өнеркәсіпте изоляциялық материал ретінде кеңінен пайдаланыла бастады. Ғалымның назарынан тағы бір жайт тыс қалған жоқ, яғни зәйтүн майының электролизі кезінде электродтардың арақашықтығы 5 мм-ден аспағанда, олардың ұштарының арасынан «... шамасы мен жарқырауы әртүрлі ұшқын түріндегі жарықты» бақылады, ол қазіргі тілмен айтқанда майдың пробойы еді. Ол сонымен бірге су мен «нашар» өткізгіштердің электролизіне температураның әсерін тағайындады.

Петровтың электрхимиялық зерттеулері XIX ғ. басындағы еуропалық ғалымдардың электролизді зерттеу саласындағы жинақталған дүниесіне қомақты үлес қосты.

В. В. Петров еңбектерінің нәтижесінде қазіргі замандағы электр өнеркәсібінің маңызды саласы – электр изоляциялық техниканың негізі қаланды. Ғалым өткізгіштерді сургуч және балауызбен (воск) изоляциялау әдісін ойлап тапты. Алдын-ала

жасалған көптеген тәжірибелердің негізінде ол мынадай тұжырымға келді: «гальвани-вольта сұйығы жақсы қызыл сургуч пен балауыз арқылы өте алмайды». Ол «қызған мыс және темір сымдардың тек ұштарын ғана ашық қалдырып, қалған тұстарын сургучпен және балауызбен қаптап тастады».

XIX ғ. басына дейін статикалық электр құбылысын зерттеу барысында изоляциялық материал ретінде шыны, жібек және шайыр пайдаланылды. Петров өткізгіштерді изоляциялаудың неғұрлым ұтымды тәсілін – оларды арнайы кабатпен изоляциялауды тапты.

Еуропалық барлық тілдерді біле отырып, Петров гальанизм саласындағы бүкіл жаңалықтарды қадағалап отырды әрі өзге физиктердің жұмыстарында ұшыраспаған жаңа ашылуларды кездестірмегендіктен, «мен ойлап таптым» деген сөзді ұдайы пайдаланды. Әралуан тәжірибелер жүргізе отырып, ғалым өзге де изоляциялық материалдарды: жайпақ шыныны, түтіктерді, ағаштарды, шайырды, қағазды пайдаланды. Ал жоғары кернеулі ток көзімен жұмыс істегенде, сенімді изоляцияның қажеттігін біліп, көбінесе сургуч лакты не балауызды қолданды. Атап айтқанда, «ауқымды батарея» пластиналары орналасқан ағаш жәшіктің қабырғалары сыртынан майлы қағазбен оралған сургуч лак қабатымен (1,5 мм) мұқият оқшауланды.

В. В. Петровтың іргелі ғылыми еңбектерінің ішінде оның 1804 жылы Санкт-Петербургте басылған «Жаңа электрлік тәжірибелер» атты шығармасы көңіл аударарлық.

Электр тогына қарағанда электрстатикалық құбылыстар ежелден белгілі еді, сондықтан Петровтың ғылыми қызметінің басталу кезеңінде білімнің бұл саласы көптеген қызықты жаңалықтармен байытылған болатын.

Әйтсе де әлі көп нәрсе түсініксіз еді. Таным заңдылығы осылай, ғалымдар табиғат құпиясына бойлап енген сайын, өз білімдерінің әлі де жеткіліксіз екендігін сезінеді.

Василий Владимировичке электрстатика саласындағы ұлы жаңалықтар белгілі еді, ол ғалымдар арасында әлі де тартыс тудырған денені үйкеліс арқылы электрлеу құбылысын зерттеуді ұйғарды.

В. В. Петров «үйкеліс электрін» жан-жақты зерттеген алғашқы орыс ғалымы болып саналады. Ең алдымен ғалым бірқатар еуропалық физиктердің металдарды үйкеліспен электрлеу мүмкін емес деген тұжырымдарын жокқа шығарды.

Көптеген тәжірибелер жүргізе отырып, Петров металдарды жерден және заряд өткізетін өзге де заттан мұқият оқшаулаған жағдайда (шетелдік физиктер, мұны орындамаған) олар электрлене алатынын нақты дәлелдеп берді. «Өте жұмсақ күйге келтірілген жүнмен электрлеу әдісін ойлап тапты». Ғалым оқшауланған металды электрлеудің неғұрлым ұтымды тәсілін ойлап тапты. Өзіне тән шеберлікпен ол электрлеу дәрежесіне қоршаған ауаның ылғалдығы мен температурасының, электрленетін дене беті және температурасы күйінің ықпалын тағайындады. Осының барлығы көп физиктердің кейін жасаған зерттеулерінде дәлелденді.

«Үйкелеу» арқылы электрлеу әдісі 1814 ж. және 1825 ж. Мәскеу университетінің студенттеріне арналған, профессор И. Двигубский жазған физика оқулығында, сондай-ақ бірқатар ғылыми журналдарда жарық көрді.

«Өз ақылының болжамы» негізінде Петров электр зарядтары «нашар өткізгіштер» түріндегі «тосқауылдан» айналып «қысқа» жолмен қозғалады деп пайымдады. Оны өз жаңалықтарының іс жүзінде қолданылу мүмкіндігі қызықтырды. Осылайша, ағаш көмірін электрлеуді зерттеу барысында, ол дәрі зауыттарында дәрінің оталу оқиғаларына зейін аударып, дәрі дайындауда көмірді қарқынды электрлеуден аулақ болу қажеттігі жайлы ой айтты.

Петровка дейін электрстатикалық машиналардың алуан түрлі конструкциялары жасалған еді. Ғалым машиналардың кейбір конструкциясында үйкеліс кезінде электрленетін шыны шарды не цилиндрді пайдаланудың қауіптілігіне назар аударды, өйткені машина жұмыс істеп тұрғанда температурасы жоғарылап, үлкен шулы жарылыс болып «адамдарға зиян келтіретін» оқиғаға әкеп соғар еді.

Өз машинасымен тәжірибе жүргізе отырып, Петров электр зарядтарының туындау себебін анықтауға күш салды, ол электрдің туындауы – оттегі бар кезде мүмкін деп пайымдады. Бірақ тәжірибелер бұл пайымдауды теріске шығарды: электр

зарядтары «жануға қабілетсіз» – сутек, азот т.б. газдарды «қоңырау» астына айдаған кезде де пайда болды.

Ғалым өз зерттеулерін неғұрлым кемелденген машинада жалғастырып, бақылау нәтижесін «өз физикасында» жазбақ ниетін білдіргенімен, жаңа физика оқулығын жаза алмады.

Петров еңбектерінің басым көпшілігі, қазір люминесценция түрінде мәлім, денелердің «салқын» жарқырау себептерін зерттеуге арналды. Петровқа дейін бұл құбылыспен М. В. Ломоносов айналысқан еді, бірақ «жұмбақ» жарқыраудың себебін оригинал тәжірибелер негізінде Петров анықтап берді.

В. В. Петров шын мәнінде электрфизиктер мектебінің негізін қалаушы атына лайық. Мұрағат және әдеби көздерді қарастыру барысында, патша шенеуніктерінің кертартпа саясатына қарамастан, Ресейдің түкпір-түкпірінде электр саласынан көптеген зерттеулер жүргізіліп, бірегей электр машиналары жасалды, әрі электрді нақты мақсаттарға, жеке тұрғыдан айтқанда медицина саласына пайдалану жолдары қарастырылғаны мәлім.

В. В. Петров өзінің талантты шәкірттері мен ізбасарларын даярлады.

Өз еңбектерінде Петров шәкірттері оның электр ғылымына қосқан үлесін, оның әкелік қамқорлығын ұдайы атап отырады.

1815 жылы Медика-хирургиялық академия басшылығы Ағарту министрлігіне В. В. Петровты ... «өзіне сай шәкірттерді тәрбиелегені үшін» –марапаттау жайында өтініш білдірген.

Ғалым қайтыс болғаннан кейін де оның бағалы ғылыми мұрасын ресми шенеуніктер ол кезде жарияламады. Ал В. В. Петровтың шығармашылығы электр ғылымының дамуына зор ықпал етті.

2.11. Эрнст Вернер Сименс

Электр кедергісімен қатар электр өткізгіштік ұғымы да бар. Бұл кедергіге кері шама, $g = 1/R$. Ол электрондық схемаларға теориялық талдау жасау үшін пайдланылып, практикалық есептеулерге қажет. Ом⁻¹ таңбалануын пайдалану нәтиже бермеді. «Кері Ом» атауы және «мо» белгісі қолданыла бастады.

1936 ж. халықаралық электротехникалық комиссияда электр өткізгіштік бірлігін алғаш рет сименс деп атау ұсынылды. Ал өткізгіштік бірлігінің ресми атауы XIV өлшеуіштер мен таразылар жөніндегі бас конференцияда ғана қабылданды (1971).

Қолмен есептеуді айтпағанда, қолданылатын аспаптың түріне қарамастан, бірнеше параллель қосылған резистордан тұратын тізбектің кедергісін өткізгіштік арқылы табу, инженерлік есептеулерде өте ыңғайлы. Оған оңай көз жеткізуге болады. R_1, R_2, R_3 параллель қосылған үш резистордан құралған тізбектің кедергісін есептеу керек. Есептеу көлемін сезіну үшін үш таңбалы цифрдан құралған кез-келген үш санды алайық та, уақытты белгілейік. Тіке есептеу формуласы: $R = R_1 R_2 R_3 / R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3$. Өткізгіштік арқылы есептеу: $g = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$; $R = 1/g$. Соңғы жағдайда уақыт 2...3 есе аз кетеді.

Электр өткізгіштік бірлігі белгілі неміс өнертапқышы және өнеркәсіпкер Сименстің құрметіне қойылған. Бұл адам көп жағдайда жалтақтау болған Омға қарама-қарсы кейіпкер еді.

Эрнст Вернер Сименс көпбалалы жалға алушы кедей шаруаның отбасында 1816 ж. 16 желтоқсанда Ганновер маңындағы Ленте қаласында дүниеге келді. Үйде білім алды. Оқуын жалғастыруға қаражат тапшылығы қолбайлау болып, 16 жасында Берлинге жол тартып, артиллерияға ерікті жасақшының оқуына түсті. 3 жыл бойы өз бетінше дайындалып, Берлин инженерлік артиллерия академиясына түсіп 1838 ж. оны бітіріп шықты. Бір жылдан кейін жас офицер әкесі мен шешесінен айырылды. Жеті бауыры мен екі әпкесін бағып-қағу өзінің мойнына артылды. Қызмет пиротехника сабағынан басталды, ал көп ұзамай дуэльге қатысқаны үшін (секундант ретінде) түрмеге қамалды.

Гальваностегия және гальванопластиканы (металдарды электролиттік шөктіру) ойлап тапқан, белгілі орыс физигі және электртехнигі Борис Семенович Якобидің (1801–1874) тәжірибелерін біле отырып, ол отырған камерасында лаборатория жасап, бағалы емес металдарға алтын және күміс жалату әдістерін қарастырды. Жұмыс дұрыс жолға қойылды,

бірақ қамалу мерзімі (алты ай) бітті. Ол бостандыққа шығуға құлқы болмай, тәжірибелерін жалғастыру үшін, түрмеде қалдыра тұруды өтінді. Оның бұл мінезі жергілікті басшылықтың ашуын тудырды. Түрмеден қуылған болашақ өнертапқыш бастаған ісін үйінде аяқтады. Бағалы металдарды жалату әдісі үшін ол 1841 ж. патент алып, кейінірек оны Германия мен Англияға тиімді түрде сатып жіберді.

40-жылдардың басында Сименс білімін жалғастырып, университетте дәріс тыңдап, физика және политехника қоғамдарының жұмысына араласты.

Эксперименттік жұмыстар бір сәт те тоқтамады. Саналуан өнертабыс жасалды. Оның өмірінің соңғы кезеңдерінде ашқан жаңалықтарын, фирма қызметшілері ашты деген де сөз бар.

1837 ж. ағылшындар В. Кук пен Ч. Уитстон алғашқы жұмыс істейтін телеграф жүйесін патенттеді. Әр телеграфисте әріптер мен цифрлар орналасқан циферблаты бар қабылдағыш және таратқыш аппарат болды. Көрсеткіш ретінде бір ғана стрелка орнатылды. Телеграф кілтін басқанда ол бір цифрдан келесісіне жылжып отырды. Қабылдағыш телеграфист хабарламаны жазып алып, дәл жоғарыдағыдай келесі станцияға беріп отырды.

Ағылшын телеграф жүйесі 1846 ж. Германияда сынақтан өтті. Сименстің назарына тарату жылдамдығының өте баяу екендігі, тарату-қабылдау кезінде кателіктердің болатыны және аппаратураның қолапайсыздығы ілікті. Ол дереу іске кірісіп, қабылдағыш және таратқыш аппараттарын біріктіріп, байланыс желісіне параллель қосты. Тарату шапшаңдығы бірнеше есе артып, кателіктер азайды. Стрелкалар барлық аппараттарда бір мезгілде қозғалатын болды. Осылайша синхронды-синфазалық телеграф аппараты жасалып, оны прусс мемлекеттік телеграф желісі пайдалана бастады. Іскер Сименс пен механик Иоганн Георг Гальске қарызға алған ақшаларына 1847 ж. 25 қазанда, кейін атақты болған «Сименс және Гальске» фирмасын ашты, ол бақылау-өлшеу және байланыс аппаратураларын жаппай шығаруға бағытталды.

1842 ж. Англияда гуттаперча – 100 жылға жуық қолданыста болған өткізгіштердің универсал изоляторы пайда болды. Ол

негізінен Оңтүстік Шығыс Азия аралдарында өсетін кейбір өсімдіктердің сүтті сөлі латекстен дайындалып сым өткізгішке қызған күйде қолмен жағылады, ал салқындағаннан кейінгі оның эластикалылығы азаяды.

Жер астындағы өткізгіштер изоляциясының ажырап кетуіне сәйкес жиі істен шығып отырды. Сименс 1846 ж. жерасты сымдарын не кабельдерді гуттаперчпен қорғауды алғашқы болып ұсынды. Келесі жылы ол автоматты түрде әрі үзіліссіз өткізгішті изоляциялық материалмен қаптайтын станокты ойлап шығарды. Изоляция сапасы өте жоғары болды. 1846 ж. бастап Сименс ұдайы байланыс желісін жасаумен шұғылданып, оны үнемі жетілдіріп отырды. Сымдарды бұрап жалғастырудың орнына дәнекерлеуді қолданды. Жанбырлы күндері байланыстың нашарлайтынын байқап, 1849 ж. түбі ылғи құрғақ боп тұратын қазіргі фарфор изоляторды ұсынды, ол изолятор бетімен кететін сигналды көп есеге азайтты. Жоғарыдағы астауша сызықты сымды салуға арналды, ал төменірек орналасқан сақиналы ойық сымды байламды бекітуге арналды. Кеміргіштерден қорғау үшін ол жерасты кабельдерінің сыртын болат сымды қорғауышпен орауды ұсынды, ол қазірге дейін қолданылады.

Бизнестегі жақсы табысы Сименстің 1849 ж. отставкаға кетуіне негіз болды. Ол бір жылдан кейін Еуропада Морзе аппаратының пайда болатынын білмеді. Морземен бәсекелестіктен ешбір нәтиже шықпайтынын біліп, бәсекелесінің моделін айтарлықтай жетілдіріп, оны жаппай шығаруды жолға қойды.

Ресей нарығы нағыз таптырмас рынок болды, себебі мұнда бір ғана Петербург-Мәскеу телеграф желісі және бірнеше мүлдем ескірген француз Клод Шапптың оптикалық телеграф жүйесі ғана жұмыс істеді. Басталған Қырым соғысы (1853–1855) Сименске жақсы пайда табуға себеп болды. Бірнеше мың километрлік телеграф желісі салынды. Ол Петербург-Севастополь желісін салып, бір мезгілде Варна-Балаклава бағытында ағылшын-француз десантына арналған кабельді төсеуге қатысты. Шыныменде, ақша үшін не істемейсің?!

Берлиндегі кәсіпорын тапсырысты зорға орындап отырды. Бағандардан басқа барлық жабдықтар тасып әкелінетін 8-ден 12

жылға дейінгі техникалық қызмет көрсетуді фирма жүргізетін. Орыс желісіне Сименс алғаш рет реперфоратор мен трансмиттерді (1854) енгізді. Реперфоратор көмегімен хабар тесік түрінде еркін шапшандықпен қағаз лентаға түсіріліп, дереу трансмиттер (тасымалдағыш) арқылы өткізілді. Осы жаңалықтың арқасында тасымалдау жылдамдығы минутына 40 сөзден 400 сөзге дейін арттырылды.

Ресейдегі қызу жұмысынан кейін, 1855 ж. Сименс Берлинге оралды. Ал Петербургте фирма бөлімшесі ашылып оның басқарушысы бауыры Карл болды. 50 жылдан соң фирма елдегі байланыс, сигнал, өлшеуіш аппаратурасы, электр қозғағыш және өзге де электртехникалық жабдықтар өндірісінің басым көпшілігін өз қолына алды. Фирманың Мәскеуде, Варшавада, Харьковте және Одессада филиалдары болды. Мына жайтты айтпай кетуге болмайды. 1908 ж. патша күзетінен қашқан белгілі орыс революционері Леонид Борисович Красин (1870–1926) шекарадан заңсыз өтіп Берлиндегі Сименс концерніне жұмысқа тұрды. Екі жылдан кейін концерн басшылығы талантты инженерге мәскеу бөлімшесін басқаруды ұсынды. Бірақ онда барса, тұтқындалады. Бірақ олай болмады. Концерннің қысымымен Мәскеуге жұмыс істеуге рұқсат берілді. Тағы үш жылдан соң Красин Петербургтегі концерннің бүкіл ресейлік филиалының басқарушысы болды.

Кейінгі жылдары Сименс Қызыл теңіз және Атлант мұхиты арқылы кабель тартуға қатысты. Ол кеме құрылғысына динамометр мен тежеуішті пайдалануды ұсынды. Бірінші рет үзілген кезде төсеуді дереу тоқтатып, кабельдің үзілген жерін барынша дәл анықтауға мүмкіндік беретін төселетін кабель кедергісін тұрақты бақылауды енгізді.

Кедергіні бақылау үшін өлшеу бірлігі қажет болды. Сименс ом эталонын – биіктігі 106 см (дәлденген шама) және қимасы 0°C температурада 1 мм^2 болатын сынап бағанын ұсынды (1860). Ағайынды Сименстердің ірі кәсіпорындарының біріне 1869 ж. салынған Лондон-Бомбей-Калькутта телеграф желісі жатады. Ол фирманың аппаратурасымен жабдықталып, 25 жыл бойы қызмет етті.

Сименс қызметінің әрқырлы болуы таңдандыраарлықтай. Оның фирмасы ареометрлер, фотометрлер, генераторлар, трамвайлар, әртүрлі телеграф аппараттарын т.б. өндірді. «Сименс және Гальскеден» кейін іле-шала «Сименс және Шуккерт» фирмасы құрылып, өте дәл аппаратура жасап шығарумен айналысты. Сименс кәсіпорындағы мүдделер мен табыстардың әралуандығы атақты американдық өнертапқыш және кәсіпкер Т. А. Эдисонды еске түсіреді. Соңғы жылдары Сименс қоғамдық қызметпен кеңінен айналыса бастады, фирма қызметкерлерінің зейнетақысын өсірді, көп қайырымдылық шараларын жасады, Шарлоттенбургте физика-техникалық институттың ашылуына жағдай жасап, Орталық метрологиялық институтты ашуға атсалысты. Ол Берлин университетінің философия докторы (1872), Берлин ғылым академиясының мүшесі (1872) және Петербург Ғылым академиясының корреспондент-мүшесі (1882), сондай-ақ көптеген ұйымдардың мүшесі болды, ал 1888 ж. дворян атағына ие болды.

Э. В. Сименс 1892 ж. 6 желтоқсанда өкпе ауруынан Берлинде қайтыс болды.

Эдисон қазаға орай төрт кісі зорға көтеретін «менің досым Вернер фон Сименске» деген жазуы бар гүлтәж жіберді. Қазіргі кезде «Сименс» (Германия) концерні Еуропаның ірі электртехникалық бірлестігі болып саналады, дүние жүзіндегі ірі фирмалардың бірі. Оның өнімі әлемнің 125 еліне шығарылады. Концерн электртехникалық және электрондық өнімдерді шығару жөнінде әлемде бесінші орынға ие.

Концерн өнімдерінің ішінде үлкен ассортиментпен әртүрлі электрондық құраушылар, есептеу техникасы, байланыс техникасы, электр стансалары, электр күштік және жарықтандыру техникасы т.б. өнімдер шығарылады. Өнімнің үлкен бөлігі (28 %) байланыс құралдары, одан кейін электр күштік жабдықтар (26 %), 50 %-ға жуығы электроника саласындағы бұйымдар болып табылады. «Сименс» концерні әртүрлі сипаттағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын да жүргізеді. Кәсіби мамандар даярлауға айтарлықтай көңіл бөлінеді, атап айтқанда 11700 адам оқиды және 1300 студент-практикант бар. Э. В. Сименстің ашқан кәсіпорны көп салалы аса қуатты концернге айналып, қазір трансұлттық корпорация деген дәрежеге ие болды.

2.12. Никола Тесла

Никола Тесла туралы сөз қозғау бір жағынан оңай, ал екінші жағынан –қиын. Ол өз заманының ғана емес, бүгінгі күннің де ұлы ғалымы. Оның алған 800 өнертабысының көпшілігі осы күнге дейін электротехника, электроэнергетика салаларында қолданылып жүргенін баса айтқан жөн.

Тек қана оның атымен аталатын бірлікпен өлшенетін магнит индукциясы $B=\Phi/S$, мұндағы S -магнит өткізгіштің көлденең қимасының ауданы, жөнінде тапқан өнертабысының қаншама бағалы екендігі, бұл күндегі қолданылып жүрген тұрмыстық бұйымдардан да байқалады.

Тесла-көлденең қимасы 1 м^2 ауданнан 1 Вб тең магнит ағыны өтетін магнит индукциясы. Өз кезегінде магнит индукциясы магнит материалдың қасиетіне және магнит өрісінің кернеулігіне тәуелді болады, яғни $H=IW/l$, мұндағы I – орамдағы ток, W – орам саны, l – магнит өткізгіштегі орта магнит сызығының ұзындығы. Әрине, H шамасын қалағанша өсіруге болады, бірақ олай жасауға болмайды. Ферромагнетиктер атомдарының көпшілігінің магниттік моменттері бір жаққа бағытылғанда, индукцияның өсуі тоқтайды. Материалдың магниттік қасиеті түгесіліп, магнитөткізгіштің не өзекшенің қанығуы басталады. Белгілі трансформаторлық болаттың магниттік сипаттамасынан магнит өрісі кернеулігінің $0,02 \text{ А/м}$ асқанда, қанығу құбылысы болатыны айқын байқалады. Оны ары қарай өсірудің қажеті шамалы: өзекшенің эксплуатациялық қасиетінің техникалық шегі туындайды. Магнитөткізгіште индукция $1,4 \text{ Тл}$ аспауы тиіс. Міне, сол себепті трансформатор қуатын өсіру қажет болғанда, магнит ағынын арттыру үшін магнитөткізгіштің қимасын, демек, оның басқа да өлшемдерін міндетті түрде ұлғайту қажет. Қуатты стереофондық күшейткіштер массасының үштен бір бөлігін трансформатор массасы құрайды.

Бұл жағдайдан шығудың жолы қайсы? Иә, бар, ол біреу ғана. Магнит ағынының шамасын, соған сәйкес магнитөткізгіш массасын кеміту қажет, ал берілетін қуат шамасын сақтау мақсатында, трансформаторға келетін кернеу өзгерісінің

жиілігін арттыру керек. Ол бұрыннан-ақ солай істелінді. Мысалы, ұшу аппараттарының және өзге де жылжымалы құралдарының борттық желісінің жиілігі 400 Гц құрайды. Оны одан ары арттыруға болмайды, себебі спецификалық қиындықтар туындай бастайды.

Соңғы жылдары екіншілік электр қоректенудің жаңа импульстік көздері пайдаланыла бастады. Олардың жұмыс принципі қарапайым. Жиілігі 50 Гц айнымалы кернеу жартылай өткізгіш диодтар көмегімен тұрақтыға түрленеді, содан соң жиілігі 16...40 кГц болатын айнымалыға ауысып, шағын габаритті трансформаторға беріледі. Трансформатордың екіншілік орамынан айнымалы кернеу қайтадан тұрақтыға түрленіп, электрондық схеманы қоректендіруге беріледі. Мынадай сұрақ туындауы мүмкін: қорек көзін күрделендіру өзін-өзі ақтай ма? Әрине! Материал шығыны 2...3 есе азайып, ПЭК 10...15 % артады. Электр қоректендірудің импульстік көзі бар теледидарларды шығару 20 мың тонна жоғары сапалы трансформаторлық болатты және кемінде 5...6 мың тонна қымбат әрі зәру мыс сымын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Магнит индукциясының бірлігі көрнекті өнертапқыш, алғаш рет өнеркәсіптік жиіліктегі айнымалы ток пен жоғары жиілікті токтарды пайдаланған Никола Тесланың атымен аталады. Бірлікті 1956 ж. 26 шілдеде Мюнхенде өткен Халықаралық электртехника комиссиясы бекітті.

Никола Тесла 1856 ж. 10 маусымда шағын хорват ауылы Смилянде дінуағыздаушының отбасында дүниеге келді. Николаның әкесі Милутин Тесла көп жыл бұрын Сербиядан Хорватияға қоныс аударған ежелден «Драглич» («қымбатты») деп аталған серб тайпасынан тарайды.

Хорватияға көшіп келгеннен кейін бұл тайпа «Тесла» деп аталып кетті. Себебі, үлкен отбасының көпшілігі ағаш аспабы – тесламен (қашаумен) астау, қасық, беті иілмелі өзге де бұйымдарды жасайтын ұсталар еді. Милутин Тесла жоғары білімді кісі болды, ол үйінде тамаша кітапхана жинастырды. Николаның анасы ақылгөй бола отырып, қол өнерімен айналысты, мейірімді, табанды кісі еді.

Әке-шеше балаларын еңбекке, адамдарға сүйіспеншілік дарытып, мейірімділікке баулыды әрі мақсатқа жету жолында

табандылыққа үйретті. «Электр» сөзін Никола алғаш рет әкесінен естіді, ол баласына қараңғы бөлмеде мысықпен ойнап отырғанда мысықтың жотасына жанасқанда шығатын ұшқынның қайдан пайда болатынын түсіндіріп әлек болатын. Ол кезде бала осы жұмбақ құбылысты зерттеуге бар ғұмырын арнайтынын білген де жоқ еді.

Тесла оқуды Смилянда бастап, отбасы – Лика (Хорватия) провинциясының орталығы Госпич қаласына, көшіп келген соң, сонда бастауыш реалдық училищені бітірді. Мектеп қабырғасында-ақ оның ой өрісінің мықтылығы, математикаға алғырлығы, әртүрлі механизмдер тетіктерінің өзара әрекетін ойша тез елестету машықтығы секілді айырықша қабілеті байқалды. Ол поэзиямен, музыкамен әуестенді, адам еңбегін жеңілдету үшін «ақылды» машиналар жасауды армандады. Бойшаң әрі сомдағай ол жылы жүзді, ойын кезінде епті, өмірде сенімді әрі шынайы дос бола білді. Мектепте серб және хорват тілдерін қоспағанның өзінде, неміс, француз, итальян тілдерін меңгерді. Әйтсе де оны электр құбылыстары ерекше ынтықтырды, ол электр жайлы кітаптарды жаттап, мектептің физика кабинетінде электрстатикалық машина және лейден банкісімен тәжірибе жасай отырып, ұзақ бөгелетін болды.

1871 ж. Тесла Карловец қ. әкпесіне жоғары реалдық училищеге түсу үшін көшіп келді. Үш жыл ішінде төртжылдық оқу курсын бітіріп шықты. Никола инженер-электрик болуды армандаса, әкесі дін танушы болуын қалады. Никола өз талдауынан бет алмай, ақыры 1875 ж. Граце қ. Жоғары техникалық мектептің студенті атанды. Тесла асқан табандылықпен оқуға беріліп, тәулігінде небәрі 5–6 сағат қана тынықты. Оны электртехникалық зертханада әралуан тәжірибе жасау үстінде жиі көретін. Оның жетістіктерін байқаған техника факультетінің деканы әкесіне: «Сіздің ұлыңыз – бірінші шамадағы жарық жұлдыз» деп жазды.

Зертханада жуырда алынған Грамм машинасымен тәжірибе басталғанда (бұл сақиналы айқышталған якоры бар өздігінен қозатын генератор еді, электртехниканың дамуында жаңа кезеңді ашқан қазіргі коллекторға ұқсас), коллектордың ұшқындалуын бақылай отырып Тесла тұрақты ток

машинасының кемістігіне көз жеткізді. Көп ұзамай ол айнымалы ток қозғалтқыш жасау мүмкіндігі туралы ойын профессор Я. Пешлеге жеткізді. Бірақ белгілі ғалым бүкіл курстың алдында аз шәкіртінің пайымдауын жоққа шығаруға тырысты: «Тесла – сөзсіз ұлы істер жасайды, бірақ айтқан идеясын ол ешуақытта жүзеге асыра алмайды».

Талмас еңбек, ұйқысыз өткен түндер, өз идеясын жүзеге асыруда мазалаған ойлар жүйке ауруына әкелді. Жақын достарының бірі еске алғандай Тесла серуен кезінде, қолындағы таяқпен құмға электрқозғағыштың схемасын салғанда, тез сауығып кететін. Ол электрқозғағыштың әрекеті айнымалы магнит өрісі құбылысына негізделген-ді. Бұл 1882 ж. ақпанның соңында болған еді.

1882 ж. ақырына дейін Тесла қосфазалы электрқозғағыштардың бірнеше жобасын жасап, оны жүзеге асыру үшін Парижге аттанды. Онда Эдисонның Құрлықтық компаниясына жұмысқа тұрды. Көп ұзамай оны Страсбургке, электрстанса құрылысын жүргізіп жатқан Компанияға маңызды тапсырмаларды орындауға іссапарға жіберді. Көп уақытын шеберханада өткізіп, ол өз қолымен дүние жүзінде бірінші айнымалы токтың электрқозғалтқышының үлгісін жасап, сынақтан өткізді. Тесла қозғалтқышты қаладағы белгілі кәсіпкерлер алдында көрсетіп, қарапайымдылығымен әрі сенімділігімен ерекшеленетін мұндай қозғалтқыштардың артықшылығына сендірді. Бірақ оларды шығару мүмкін болмады, себебі кәсіпкерлер қаражаттарын жаңа, әлі белгісіз өндіріске салуға асықпады. Ренжіген Тесла 1884 ж. Парижге оралды. Бұл жерде ол Старсбургтегі жемісті орындаған тапсырмасы үшін компания уәде еткен ақшаға қозғалтқыштарды жаппай шығаруды жолға қоймақшы болды. Алғашқы эксперименттен кейін, шығармашылық жетістіктерге құштар жас өнертапқыш Тивадар Пушкаштың (алғашқы телефон коммутаторын ойлап тапқан Эдисон зертханасының бұрынғы қызметкері) қолдау хатымен Эдисонның Құрлықтық компаниясының париж бөлімшесінде жұмысқа кірісті. Ол Парижде және Страсбургте электрстансалар салды, Эдисонның машиналарын кемелдендірді, ал қысқамерзімді демалысында айнымалы токтың электрқозғағышының үлгісін жасаумен

шұғылданды. Ең ақырында үлгі жұмыс істеді! Құрылысшы, ұйымдастырушы, өнертапқыш Тесланың жетістіктері кеңінен қолдау тапты.

Бірақ ... компания басқармасы уәде еткен ақшасын төлемеді, ешкім де электрмоторды жасауды қаржыландырғысы келмеді. Ренішті өнертапқыш американдық әріптесінің айтуымен Эдисонға жолығуға келісімін берді. Эдисонға жазған қолдау хатында американдық: «Мен екі ұлы адамды білем, оның бірі сіз, екіншісі – мынау жас жігіт» деп жазды. Әйтсе де «ұлы» жас жігіттің жолы болмады. Парижде бекетте әмиянын, шағын жүгін, Нью-Йоркке дейін пойызға және пароходқа алған билеттерін ұрлатып алды. Жүріп бара жатқан пойызды Тесла қуып жетіп мінді де (қалтасындағы ұсақ ақша Гаврға дейін ең арзан билетке жетті), портта капитанды билетін жоғалтып алғанына жалына жүріп сендірді. Осылай 1884 ж. көктемде Нью-Йорк портының пирсіне қалтасында төрт центі бар аш-жалаңаш жолаушы келіп түсті.

Жыл бойы Тесла уақытпен санаспай, Эдисон компаниясының нью-йорктік бөлімшесінде еңбек етті. Тұрақты токтың электр қозғағыштары мен генераторларын жөндеді, Эдисон машинасының 50 мың доллар сыйақы алу үшін 24 түрін жасады. Эдисон жаңа инженердің қабілетін жоғары бағалады, ал уәде еткен сыйақы жайлы «Тесла әлі де американдық әзілді жете түсінбейді» деп жауап берді. Эдисон қатал капиталист екендігін мақтан тұтты.

Баршаға мәлім, Эдисонда арнайы инженерлік білім болған жоқ, математикалық ойлау жүйесі әлсіз, өнертапқыштық қабілеті төмен, жаппай шығарылып, үлкен пайда әкелетін электртехникалық машиналар мен құрылғылардың түрлерін жасау іскерлігі болған жоқ. Ал, Тесла болса нағыз ғалым және инженер еді. Ол өз идеясын алдымен теориялық тұрғыда тұжырымдап алып, сонан кейін ғана эксперимент жасайтын. Бірақта оның көптеген теориялық идеялары іс жүзінде өзінің тиімді орнын таба алмай жатты.

1885 ж. көктемде Тесла жұмыс берушіден біржола кетіп, кездейсоқ табыспен екі жыл күн кешті. Өз әріптестерінен алданған Тесла жүк түсіруші болып жанын бақты, не отбасы, не жеке пәтері болмады.

Көшені жарықтандыратын электр шамын ойлап тауып (1887), оларды қолдану жөнінде компания ашқаннан соң ғана оның шаруасы жөнделе бастады. Айнымалы токтың электрқозғағыштарымен тәжірибе жалғастырылды. 1887 ж. 12 қазанда Тесла АҚШ-тың Патенттік комиссиясына екі тарихи ұсынысын берді, онда электрэнергияны айнымалы ток және электрқозғағыш арқылы беру жүйесінің сипаттамасы баяндалды. Кейін өзге елдерде оларды патенттеу жүзеге асты. Айнымалы токты мойындамаған Эдисон масқара болды. Тек айнымалы токты қолдана электрэнергияны алысқа жоғары вольтты желімен таратуға, тұтынушы желісіндегі кернеуді төмендетуге, қарапайым әрі сенімді электрқозғағыштарды жасауға болады екен. 1888 ж. 16 мамырда Тесла Американ электринженерлер институтында «Айнымалы токтың қозғағыштары мен трансформаторлардың жаңа жүйесі» тақырыбына жалпы дәріс оқыды. Мұндай мәртебеге неғұрлым көрнекті электртехниктер ғана ие болатын. Дәріс көпшіліктің қызығушылығын тудырды, әр елдің ірі журналдарына басылып, Тесла есімі кеңінен мәлім бола бастады. Осы дәрісте болған инженер Б. Беренд былай дейді: «... Фарадей кезінен бері көпфазалы айнымалы токты алу және пайдалану тәсілі жөніндегі эксперименттік шындықты бірде-бір адам Тесла секілді ешқашан түсінікті және қарапайым сөзбен түсіндірген жоқ. Оның есімі электр жайлы ғылымның дамуын дәуірге айналдырды. Оның зерттеулерінің нәтижесінде электртехникада төңкеріс болды».

Тесламен бір мезгілде айнымалы өріс құбылысын Италиян профессоры Г. Феррарис те ашып, 1888 ж. наурызда Турин ғылым академиясында «Айнымалы ток арқылы жүзеге асатын электрдинамикалық айналу» атты баяндама жасады. Екі ток арасындағы фаза ығысуын ол «бір айнымалы токтан» жасанды фаза тудыру жолымен алды. Шамасы, осы жағдайда фазалардың ығысу бұрышы 90^0 -тан көп не аз болып, магнит өрісі дөңгелек емес, эллипсті болар еді.

Ал, Тесла өз қозғағыштарын практикалық мақсатта пайдалану мүмкіндігін көрсетсе, Феррарис теориялық қате ұйғарымға орай, өзі ұсынған «аппарат» (ол өзі жасаған қос

фазалы қозғағышты осылай атады) «қозғағыш тұрғысында ешқандай практикалық мәні жоқ» деп тұжырымдады.

Айнымалы ток жүйесін ендірудің бастамашысы белгілі американ өнертапқышы және кәсіпкері Джордж Вестингауз (1896–1914) болды. Ол теміржол көлігі үшін пневматикалық тежеуішті ойлап табушы ретінде атағы кең тарады. 1888 ж. жазда Вестингауз Тесланың зертханасына келді, екеуі бірнеше мәрте тіл қатысқаннан кейін, өнертапқыштың қолында миллион долларға чек және қойылатын генераторлар мен электрқозғағыштардағы арттырылатын әрбір ат күшіне бір доллардан төлеп отыру туралы міндеттеме қалды. Вестингауз 40-тан астам патентке ие болды.

Адамдар айнымалы токтың артықшылығын бірден бағалады. Әлемнің ірі электртехникалық компаниялары 25 жыл бойы «Вестингауз электрик компанимен» 25-тен астам рет көпфазалы токты пайдалану құқығы үшін соттасты, бірақ Тесланың патенттері ешбір ақаусыз жазылған еді. Соңында олар ақша төлеуге мәжбүр болды.

Қосфазалы машиналар мен трансформаторлардың бірнеше түрінен бөлек, ол байланысты үшфазалы жүйені жасау мүмкіндігін көрсетіп, өз замандастарының көпшілігінен озық болды.

Әйтсе де, Тесланың өнертабысын іс жүзіне асыру барысында генератор мен қозғағышты қосуға көп сым пайдаланылып, ол беріліс желісінің айтарлықтай қымбаттауына әкеп соқты.

1888 ж. Тесла қосфазалы жүйенің барлық элементтеріне патенттерін Американ электртехникалық компаниясының басшысы Дж. Вестингаузге сатты. Бұл Компания АҚШ-тағы айнымалы токты іс жүзінде қолданудың басында тұрды.

Тесла байлыққа кенелді. Алғашында ол Вестингауздың инженерлеріне көмектесуге тырысты, 60 Гц жиілікті пайдалануды ұсынды, бірақ үлкен айлықтан бас тартып, толық еркіндік қажет екенін ұғынды. Өнеркәсіптік жиіліктегі айнымалы ток оны енді қызықтырмады. Әлемде айнымалы токтың үшфазалы желісін пайдалануды (Тесла қосфазалыны жасаған) орыс электртехнигі М. О. Доливо-Добровольский

(1861-1919) ұсынды. Оның жетекшілігімен 1890–1891 жж. үшфазалы генераторлар, моторлар мен трансформаторлар жасалды.

Тесла ешкіммен араласпай тұйық өмір сүрді, анда-санда бір қонақүйден екіншісіне көшіп отырды, бірақ кейде бай дастархан ұйымдастырып, ғылым мен өнердің белгілі қайраткерлерін шақырды. Уақытының көпшілігін жұмысқа арнады. Оны көпшілігі қызық адам деп санады. Американдық дағды бойынша, оның мінезі соған келеді де. Мәселен, алған миллион долларының жартысын кім тегін бере салады. Келесі бір жағдайда Вестингауз компаниясын сақтау мақсатында қойған генераторлары мен моторлары үшін тиесілі 10–12 млн. доллардан бас тартты.

1891 ж. үшфазалы жүйенің зор жетістігінің бастауы болған атақты Лауфен-Франкфурт электр берілісі салынды. Соған қарамастан Ниагар су құламына сол кездегі ең ірі саналатын гидростанса салуға конкурс жарияланып, Вестингауз компаниясына әрқайсысында 5000 а.к. бар үшқосфазалы генераторға тапсырылыс беріліп, 1896 ж. «зеңбіректердің гүрсілі мен жалпы қуаныш» үстінде гидроэлектрстансаның салтанатты ашылуы болды. Сол жүзжылдықтың соңында генератор саны сегізге көбейіп, стансаның жалпы қуаты 40000 а.к.-не дейін жетті. Бұл қондырғы Тесла жүйесінің триумфы болды.

Бірақ қосфазалы машиналар конструкциясында айтарлықтай кемістік болды: шығыңқы полюстер, полюстер мен ротордағы топталған орамдар, төрт сым пайдалану қажеттігі – барлығы қосфазалы жүйені үшфазалымен салыстырғанда бәсекеге қабілетсіздігін көрсетті. Көп ұзамай Вестингауз компаниясы үшфазалы электр машиналарын шығаруды бастады.

1889 ж. Тесла жоғары жиілікті тоқты зерттеумен, жарықтың жаңа көздерін жасаумен, энергияны сымсыз берумен т.б. айналысты. Алдымен 10–20 кГц жиілікке есептелген электрмашиналы генератор жасаумен айналысып, соңына қарай жиілігі бірнеше мегагерц электромагниттік толқындарды зерттеумен айналысты. Ғалымның ойлап тапқан резонанс-трансформаторы шын мәнінде алғашқы ұшқын типтес радиотаратқыш болып табылады. Жоғары жиілікті токтың тірі

ұлпаларды қыздыратыны анықталды. Оны медициналық мақсатқа пайдалану ұсынылды. Адамдарға электр шамдары мен Тесланың қолындағы жоғары жиілікті электрмагнит өрісінің әсерінен жарқырап тұрған газ-жарық түтіктер ерекше әсер етті.

Неғұрлым жоғары жиілік алуға ұмтылған Тесла жоғары жиілікті машиналы емес басқа әдіспен тудыруды қарастырды. Ғалымның зейінін электр разрядтарының тербелмелі сипатын зерттеу тартты. Ол электр тізбегіндегі резонанстық құбылыстар жайлы жарияланымдарды қаперінен тыс қалдырған жоқ.

Теслаға тамаша бір ой келді – бір аспапта трансформатор қасиеті мен резонанс құбылысын біріктіру. Сонымен, 1891 ж. ол электртехника мен радиотехниканың әр саласының дамуына айтарлықтай үлес қосқан өзінің атақты «резонанс-трансформаторын» ойлап тапты. Ол «Тесла трансформаторы» деген атпен кеңінен тарады. Ал, француз электриктері мен радистері оны жай ғана «Тесла» деп атады. Тесла аспабында біріншілік және екіншілік орамдар резонансқа келтірілген. Біріншілік орам разрядтауыш арқылы индукциялық катушка мен конденсаторға жалғанған. Разряд кезінде біріншілік тізбектегі магнит өрісінің өзгерісі көп орамнан тұратын екінші орамда кернеуі мен жиілігі айтарлықтай үлкен ток тудырады.

Тесла конденсатор сиымдылығын өзгерте отырып, толқын ұзындығы әртүрлі электрмагниттік тербелістерді байқауға болатынын тұжырымдады. Қазіргі өлшеулер резонанстық трансформатор арқылы амплитудасы жүз мыңдаған вольтқа дейін жететін жоғары жиілікті кернеу алуға болатынын көрсетті.

Эксперименттерді жүргізу барысында Тесла аса жоғары кернеуде катушкалардың изоляциясының сенімділігіне күмән тудырды. Ол кейін трансформаторлық деп аталған катушка орауыштарын кенеп не минерал майға батырып қояды ұсынды. Минерал майлардың жоғары электризоляциялық қасиеттерін алғаш рет XIX ғасырдың басында орыстың көрнекті электртехнигі В. В. Петров ашқан болатын.

Жоғары кернеудің жоғары жиілікті көзімен жұмыс істей отырып, Тесла эксперимент кезінде қауіпсіздік техникасына назар аударды. Ол бірнеше ерекше тәжірибелер, соның ішінде

тәжірибені өзіне де өткізді. Нәтижесінде алғаш рет мұндай токтар мен кернеулердің адам үшін қауіпсіз екені дәлелденді. Оның жаңалықтары негізінде электртехниканың бүтіндей бір саласы – диатермия, УЖЖ аппараттары туындап, шапшаң дами бастады. Тесла бірнеше электрмедициналық аппараттардың түрін жасады. 1898 ж. Америка электртерапевтік ассоциация конгресінде ол баяндама жасады.

Тесла резонанс-трансформаторды жер бетінен биік орнатылған, жоғары жиілік энергиясын сымсыз таратуға қабілетті «өткізгіш-шашыратқышты» қоздыруға пайдалануды ұсынды. Шамасы, Тесла «шашыратқышы» радиобайланыста кеңінен қолдау тапқан бірінші антенна болды. Егер Тесла электрмагнит толқындарға сезімтал қабылдағыш жасағанда, радионы тапқан болар еді. Тесла ғұмыртанушылары А. С. Попов пен Г. Маркониге қарағанда Тесланың осы жаңалыққа бір табан жақын болғанын атап өтеді.

Тесла болашағы зор болатын газ-жарық шамдарын жасауда үлкен еңбек сіңірді. Жоғары жиілікті тербелістермен эксперимент жасай отырып, Тесла оларды іс жүзінде пайдалану мүмкіндігінің тұжырымын көрсетті.

Тесла сол кезде таңғаларлықтай болатын баяндамалары мен демонстрацияларын Америка және Еуропаның көптеген қалаларында көрсетіп, зор құрметке бөленді. 1892 ж. ақпанда Лондонда Тесла Корольдік қоғамның залына шақырылып, зор қошеметке ие болды, оны Фарадейдің креслосына отырғызып, кезінде Фарадей тауыспай кеткен бөтелкеден бір бокал вискиді ішкізді. Ұлы ағылшын физигі қайтыс болғаннан кейін бірде-бір ғалым мұндай құрметке ие болмаған еді.

Тесланың жоғары жиілікті электрмагниттік толқындар көмегімен әртүрлі механизмдерді басқару жөніндегі жұмыстарын да атап өткен жөн. 1896 ж. Тесла Нью-Йорктің маңында екі мегагерц (оған дейін мұндай толқындарды ешкім ала алмаған) жиіліктегі қысқа толқын шығаратын кішігірім радиостанса тұрғызды. Сигналдарды Гудзонда жүзіп жүрген кемелер ұстады. Табысқа қуанған Тесла айтарлықтай қашықтықта радиосигналдармен басқарылатын кеме моделін жасаумен айналысты.

1898 ж. қарашада осы өнертабысы үшін патент алып, радиотелемеханиканың (кейін дәл осындай патентті басқа елдерден де алды, оның ішінде Ресей де бар) негізін қалады. Бұл өнертабыс соншалықты ғажап болып, тіпті Вашингтондағы патенттік бюро қызметкерлерінің өздері оның шындығына күмән келтірді.

Содан кейін ғалым ашық теңіздегі кішігірім кемелерді қашықтан басқару жүйесін жасады.

Тесланың электрод материалының және газдың сирексу дәрежесінің газ-жарық шамның жарқырауына ықпалы туралы пікірі де қызықты. Электрондардың болатындығынан хабарсыз екендігіне қарамай, оны газ молекулаларының «қозғалыс жылдамдығымен» және олардың колба шынысынан тебілуімен түсіндірді. Жоғары жиілікті ток «осы процестің үлкен жылдамдықпен өтуін» тудырады, бұл кезде зат бөлшектері энергия жинақтайды. Осы құбылыстың сипаты энергиясы үлкен зарядталған бөлшектердің, атом ядросының құрылысын зерттеуге арналған қазіргі үдеткіштердегі процесті еске түсіреді.

Өзінің ұзақ шығармашылық өмірінде Тесла, ғалымның жоғары мәртебесіне сай қарапайымдылық, ешбір мүддесіз тіршілігімен ерекшеленеді.

60-қа аяқ басқанда барлық еңбектерінің жиынтығы бойынша Теслаға Нобель сыйлығы берілді (1915). Айта кету керек, екінші лауреат Томас Алва Эдисон (1847–1931) болды. Ар-намысы биік Тесла оны ғалым деп санамай әрі, жалпы қабылданған нормадан бөлек оның кәсіпкерлік талпынысын жөн көрмей өзіне қажет болатын 25 мың доллардан бас тартты. Келесі жылы Америкн электр инженерлері институты ғалымды электртехника саласындағы жоғары награда – Эдисонның алтын медалімен марапаттап, оны ұзақ үгіттеуден кейін ғана зорға алғызды. Тесла екі хатшысын жұмыстан шығарарда, медальді қақ бөліп, екі жартысын, еңбектері үшін екі хатшыға бөліп берді.

АҚШ-тағы алпыс жылға дерлік ғұмырында Тесла елден екі-ақ рет шықты. Бірінші рет ол 1889 ж. Париждегі Дүниежүзілік көрмеге барып, туысқандарын аралап Белградқа барды. Екінші рет (1892) белгілі ғалым ретінде Еуропаға келіп, су зерттеулері

жөнінде дәрістер оқыды. Лондонда корольдік қоғамының және Француз физика қоғамының, сондай-ақ Парижде электриктердің халықаралық қоғамының мүшелерінің алдында сөйлеген сөзі үлкен табысқа ие болды. Бірақ екі күннен кейін арнайы жалдаған пойызбен Загребке өлім аузында жатқан анасына жол тартты. Одан ары аттарды ауыстырып мініп, шешесіне келді, шешесі қолында қайтыс болды. Шешесі қайтқаннан кейін таңертең қарындастары оның шашының ақ шалғанын байқады. Содан кейін ол ұзақ науқастанды. Шешесі ғылымға қызмет ет деп өсиет қалдырды. Тесла дәрістік сапарын тоқтатып, зертханасына оралды.

Келесі үш жылда жаңалықтар бірінен соң бірі ашылып жатты, бірақ ешқайсысы техникалық пайдалану деңгейіне жеткізілмеді. Ғылым бәрінен жоғары деген ұран мызғымастай орындалды. 1895 ж. 13 наурыз зерттеушінің шығармашылық өмірінде қаралы күн болды. Нью-Йорктегі оның үлкен зертханасы түгелдей өртеніп кетті, ғалым тақырға отырып қалды. Бітпеген ісінің ішінде сымсыз алыс қашықтыққа беру әдісі ойға орала берді. Демек, Тесла радиобайланысты ашуға сәл қалды деп пайымдауға болады.

Сарқылмас күш-жігері мен өте еңбекқорлығы арқасында жеке адамдардың қамқорлығымен жарты жылда жаңа зертхана жасау мүмкін болды. Келесі жылы әрекет ету қашықтығы 32 км радиостанса жасалды. Нағыз құрметке бірінші рет радиомен басқарылатын кеме моделі (1898), яғни тарихта алғаш рет телебасқарылатын жүйе ие болды. Тесланың жеке өмірі сәтсіз болды: оның не жеке үйі, не отбасы болмады, үнемі қонақүйлерде ғұмыр кешті. Оның жақын құрбыларының бірі: «Тесла өмірге өкпелеген ересек бала тәрізді; Тесладай адам некен-саяқ кездеседі» – деп ағынан жарылды.

Зерттеулерге ақша ұдайы жетпеді. 1899 жылы кезекті рет ақшасы таусылды, дәл сол кезде ғалымға Жер арқылы электрэнергияны әлемдік тарату идеясы келген-ді. Идея қияли болғанымен, өзіне тартты. Оны пайдаланып ақша табуға АҚШ-тың ірі қаржы тобының негізін қалаушы Д. П. Морган бел шешіп кірісіп, өнертапқышқа 150 мың доллар ұсынды.

Жаңа жүзжылдық Тесла үшін Нью-Йорктен 60 км жерден ауданы 81 га-ға жуық жер учаскесін алумен есте қалды. Ол

жерде ең қуатты радиостанса құрылысын салу ойластырылды. Электрэнергия беретін екінші стансаны Ниагар су құламасы маңына салу жоспарланды. Бірақ қаржы тапшылығына орай ол құрылысты төрт жылдан кейін тоқтатуға мәжбүр болды. Ешкім де мұндай «сенімсіз кәсіпорынға» ақша салғысы келмеді. Тесла салиқалы қаражатқа ие болар еді, егер оның өнертабысын пайдаланып жүрген кәсіпкерлерден ақша талап етуден бас тартпаса.

Одан кейінгі жылдары Тесла кедейшіліктің тауқыметін қатты тартты, кездейсоқ табыстармен күнелтті, турбиналар, насостар, спидометрлер, жиілік өлшеуіштер т.б. ойлап тапты. Уақыт кері оралмайды. Ең жемісті де жеңісті жылдары артта қалды. Өз өмірінде ол 800-ден астам өнертабыс пен оларды пайдалану жөнінде ұсыныстар ашқан екен. Тек Т. А. Эдисон 1300-ден астам патент алып, оның алдында болды. Әйтсе де Эдисон зертханасында барлық дамыған елдердің көптеген талантты ғалымдары еңбек еткенін естен шығармаған жөн.

Жылдар жылжып, Тесланың денсаулығы да сыр бере бастады. Келген кәрілік, көрген бейнет бірте-бірте өз дегенін істей бастады. Жылма-жыл ғалымның материалдық ахуалы төмендеп, кедейшілік есік қақты. Бірінші дүниежүзілік соғыс Еуропадағы туыскандарынан, дос жарандарынан байланысты үзді. Өз заттарын несиеге беруге тура келді. Бірақ ол өз идеяларын жүзеге асыру ойынан ажырамады. Атап айтқанда, барынша кемелдендірілген бу және газ турбиналарын, реактивті автомобиль мен тікұшақ (геликоптер) жасауды армандады. 1916 ж. бүгінгі таңда кеңінен қолданылатын спидометрді ойлап тапты. Электрэнергияны сымсыз тасымалдау жөніндегі идеясын қаражаттың тапшылығына орай бітіре алмағанына өкінді. Өз отанының да оның еңбегін жеткілікті бағалағанын мақтан етті. Югославия үкіметі жылына 6 мың доллар өмірлік зейнетақы тағайындады. 75 жылдығында Тесла Альберт Эйнштейннен құттықтау алып, онда ғылыми қызметтегі «ұлы жетістіктері» атап өтілді. 1936 ж. маусымда Тесла 80 жасқа толып, Белградта оның шығармашылығына арналған халықаралық ғылыми конгресс өтті. Югославияның көп қаласында ғылыми съездер мен салтанатты жиындар өткізілді. Ғалымның құрметіне почта

маркасы шығарылды, белгілі Югослав мүсіншісі Динчич оның мүсінін жасады. Тесланы үкімет шешімімен құрылған жоғары жиілік тоғы мен үлкен кернеуді пайдалану жөніндегі ғылыми-зерттеу институтының құрметті директоры етіп сайлады.

Соңғы айларында қауһарсыз Тесла үйден шықпады. Оған тек жиені ғана, онда да анда-санда кіре алды. Тесла өмірде және ғылымда жалғыз болды, ғылыми мектебі болмады.

1943 ж. қаңтардың 7-нен 8-іне қараған түні Тесла сексен жеті жасында Нью-Йорк қонақүйінің бірінде көз жұмды. Ғалымның күлі салынған урна Фернклиф зиратына қойылды.

Никола Тесланың еңбектерін барлығы да мойындады. Американ электр инженерлері институтының электртехника саласындағы ең жоғарғы наградасы – Тесла медалі болып саналады. Ғалымның жеке мұрағаты Югославия елшілігіне табыс етілді, ол Белградтағы Никола Тесланың ұлттық мұражайында сақтаулы.

Жоғарыда айтылғандай, 1895 ж. Тесла сымсыз хабар тарату әдісін ойлап тапты. Эксперименттер жоғары жиілікті электрмагнит толқындармен жүргізілді, қуатты радиотаратқыш жасалды, ал детектер-когерер бұрыннан белгілі болатын. Радионың шығуына да аз уақыт қалды. Сол 1895 ж. А. С. Попов радиоаппаратураның толық нұсқасын аяқтады.

Электртехника және басқа салалардан 800-ден аса өнер табыс патентін алған Н. Тесланың жарық көрген еңбектерінің біраз бөліктерімен танысқанда, көп бөлігі осы күнге дейін адамзатқа қызмет етіп жатқан соншама жаңалықтарды тек бір адамның ашқанына таң қаласың. Осы кезде сербтің бір ақыны жазған мына жолдар еріксіз еске түседі: «Тесланың басындағы орасан зор ойлар араның ұясындай!».

Айта кетер бір жай, ғылым мен техниканың даму тарихы көптеген ғалымдардың өз заманынан озған, бірақ осы күнге дейін іске аспаған ұлы идеяларын сақтауда. Мысалы, 1893 жылы Тесла Филадельфия қаласындағы Франклин институтында сөйлеген сөзінде өзінің «электр энергиясын ешқандай сымсыз үлкен қашықтыққа беру» проблемасын жақын арада ашатыны туралы жобаны қарастырып жатқанын мәлімдеді. Бірақта ол ұзақ жылғы өмірінде өз арманының оңай орындалмайтынына көзі жетті. Шынында, ғылым мен

техниканың қазіргі даму деңгейінің өзінде, электр энергиясын сымсыз беру әлі де іске аспай отыр.

Шын мәнінде бұл «фантастикалық» идеяны іске аспай отыр деп айтуға да болмайды. 2011 жылға қарай ПЭК 40 % болатын микротолқындық аумақта қуаты ондаған киловаттқа жуық электр энергиясын бір километрге дейін беруге болатын тәжірибе іске асырылды.

Haier Group 2009 ж. әлемде бірінші болып сымсыз LCD-телевизорын жасады. Бұл телевизордың жұмыс істеу принципі профессор Марина Соляничтің (Массачусет технологиялық институты) энергияны сымсыз беру зерттеулеріне негізделген.

1900 ж. Тесла «Электрэнергияны дүниежүзілік беру үшін» өте қуатты радиостанцияның құрылысын бастады. «Дүниежүзілік» деп аталған бұл жоба, өте үлкен 47 метрлік каркасты башнялы ғимаратты салуды қарастырған. Ол Америкадағы белгілі бір журналға «Никола Тесланың манифесі» мақаласын басты. Бұл мақала арқылы банкирлерге өзінің өнер табысынан үлкен пайда түсетінін айтып материалдық көмек боларына үміт артты.

Өкінішке орай «Дүниежүзілік жүйе» іске аспады. Электрқұрылғылардың монтажи қаржының жоқтығына байланысты кейінге қалдырылды, ал Бірінші дүние жүзілік соғыстың басталуымен барлық жұмыстар тоқтатылып, шпиондық мақсатта пайдаланылмас үшін башня қопарылып тасталды.

Тесланың электрэнергияны сымсыз беру туралы мақаласын көптеген елдің электртехниктері қызыға қарсы алды. 1905 ж. «Электричество» журналында орыстың бір электртехникі былай деп жазды. «Мүмкін Тесланың ойы утопия да шығар, бірақ бұл ұлы утопия». Жоғарыда айтылғандай Тесланың көптеген ұлы идеялары іске де асты, ал бірқатар, шынымен де фантастикалық идеялары әлі де болса өз орнын таба алған жоқ. Бұл идеяларды болашақта жас ғалымдардың іске асыратынына біздер кәміл сенеміз.

1956 ж. Тесланың туғанына жүз жыл толуы әлемде салтанатты түрде атап өтілді. Белградта ғалымның қызметі жайлы ұлы физик Нильс Бор баяндама жасады. 1956 ж. шілдеде

Халықаралық электртехникалық комиссия магниттік индукция бірлігіне «тесла» атауын беруге қаулы қабылдады. Құрама Штаттарда Американ электринженерлер институтының Халықаралық секциясы мәжіліс өткізді. Институт Тесла медалін тағайындап, ол электр саласындағы жұмыстар үшін берілетін жоғары награда болып саналды. Эдисон атындағы электр институтының жиналысында Тесла «барлық шығармашылығы қазіргі қоғам өміріне ықпал еткен алып» деп танылды.

2.13. Джеймс Уатт (Ватт)

XVIII ғ. орта шенінде ағылшын буржуазиясы барлық жерде машина өндірісін ендіре бастады. Англия әлемде бірінші болып өнеркәсіптік төңкеріс жолына түсті. Кез келген машинаны іске қосу үшін механикалық энергия көзі қажет. Ол кезде осындай адамның және жануарлардың бұлшық ет күші, құлап аққан судың энергиясы секілді үш қана энергия көздері бар болатын. Алғашқы екі көздің қуаты аз, ал үшінші көз барлық жерде ұшыраспайды және оны әрқашан толықтай пайдалану мүмкіндігі бола бермейді.

Тіпті ірі су электр стансаларында үлкен су қоймалары болғанның өзінде, құрғақшылық кезінде су жетіспейді.

Англияда кез келген жерге орнатуға болатындай универсал қуатты двигательге деген сұраныс өткір болды. Осы өзекті міндетті 1784 ж. ағылшын Джеймс Уатт кемелді бу машинасын жасап, табысты орындады.

Былай қарасаң, бұл жайт электртехникаға, тіпті электрбайланысқа үш қайнаса сорпасы қосылмайтындай, өйткені алғашқы ток көзі – Вольта элементі 1800 ж. пайда болған еді. Мәселенің мәнісі басқаша.

Қуатты әрі сенімді двигательдің пайда болуымен өнеркәсіп орындарында еңбек өнімділігі күрт өсіп, шикізатқа деген сұраныс артты, өнімді кең көлемде сатуды ұйымдастыру қажеттілігі туындады. XIX ғасырдың басы паравоз сүйрейтін сол кездегі жүрдек теміржол көлігінің пайда болуымен сипатталды. Сенімді әрі тез әрекетті байланыс құралдардың қажеттілігі артты. Пайдалануға жарамды бірінші телеграф жүйесін Ч. Уитстон мен В. Кук 1837 ж. патенттеді.

Уаттың қуат бірлігін тағайындауға тікелей қатысы бар. Жаңа машина жасап, оны сол кездің кең тараған қозғалтқышы – атпен салыстыра өнімділігін тексерді. Осындай ұқсастықты өткізу жарнамалық мақсатта да маңызды еді. Орташа баға бойынша лондондық сыра қайнатушылардың жылқысы ұзақ уақыт өнімділігі минутына 33000 фунт-фут құрайтын жұмыс істей алды. Секундқа шаққанда осы қуат «ат күші» деген атау алды. Бірлік әрине шартты және ыңғайсыз болды. Бірақ «Болтон және Уатт» фирмасы көптеген елдерге алғашқы машиналарды сатып, халықаралық деңгейде өзін мойындатты.

1784 ж. қуат бірлігін тағайындау туралы шешім Уаттқа оңайлықпен келмегенін айтқан жөн. Сол кезде ол Англияда ондық жүйені ендіру және бүкіл әлем үшін физикалық шамалар бірлігінің біріңғай жүйесін жасау жолында тер төгіп жүрген болатын.

Өнертапқыш әрі ғалым тілегі халықаралық бірліктер жүйесі (СИ) қабылданғаннан кейін орындалды. «Ат күші» алынып тасталды, қуаттың жалпы бірлігі – ватт ендірілді, яғни ол 1 с ішінде 1 Дж жұмыс жасалатын қуат. Бірлік атауы алғаш рет 1889 ж. II Халықаралық электриктер конгресінде қабылданды.

Электртехникада және электр байланыста ватт – қуаттың белгілі бірлігі, ал механикада ол қиын қабылданады. Айталық, автокөліктердің қуаты ат күшінде өрнектеліп, жақшада ватпен беріледі.

Электрбайланыста тетіктер мен аппаратуралардың тұтастай алғанда қажетті температуралық режимдерін қадағалау қажет болады. Элементтік база бойынша барлық анықтамаларда резисторлардың, транзисторлардың, электрондық шамдардың т.б. мүмкін қуатының рұқсат етілген мәндері міндетті түрде көрсетіледі. Абсолют мәні бойынша таралатын қуат әр элементте бірнеше микроваттан ондаған, тіпті жүздеген киловаттқа жетуі мүмкін.

Аппаратуралардың барлық түрлерінің техникалық құжаттарында тұтынатын қуат міндетті түрде көрсетіледі. Ірі радиостансалардың энергия тұтынуы бірнеше мегаваттқа жетеді. Оған қоса, әртүрлі аппаратуралардың техникалық құжаттарында жүктемеге берілетін қуат көрсетіледі. Қуатты әралуан

ваттметрмен тікелей өлшейді (әртүрлі физикалық құбылыстар пайдаланылады). Нақты жиілік диапазонында олардың бірін қолданған жөн.

Джеймс Уатт шотландтық шағын қалашық Гринокеде 1736 ж. 19 қаңтарда дүниеге келді. Джеймстің әкесі жергілікті судья болды, сонымен бірге саудамен айналысты, үй салды, шағын верфьтің иесі, ағаш ұстасы, мысшы, слесарь, ұста болды, музыкалық аспаптарды жөндеді, теңіз навигациялық аспаптарды жасады. Әкесіне жәрдемші болған бала көп мамандықты игереді. Жергілікті колледжді бітірісімен, он сегіз жасар бозбала Глазгоға келіп, оптикалық және дәл механикалық аспаптарды жөндейтін шеберханаға шәкірт болып орналасты. Бірақ оның біліктілігі жоғары болып, Лондонға жол тартты. Онда сағат шеберханасында шәкірт бола жүріп, механик әрі астроном Джон Морганнан біршама уақыт оқыды. Денсаулығы онша емес Джеймс сырқаттанып, 1756 ж. ата-анасына оралды. Біраз тыныққаннан кейін қайтадан Глазгоға оралып, университет шеберханасында жұмыс істеді. Мектеп жылдарында өздігінен тиянақты білім алған жас шебер университетте және ағасы профессор Мьюирхедтің үйінде оқытушылармен жиі кездесіп жүрді.

Уаттың өз естелігіне сүйенсек, бу машиналарымен тәжірибелерді 1761 немесе 1762 ж. бастаған. Осы саладағы істің ахуалымен жете танысу үшін неміс және француз тілдерін үйренді. Өріптесімен бірге Уатт жұмыс заттары мен әртүрлі музыкалық аспаптарды жөндеу шеберханасының жұмысын ұйымдастырып, қалада олардың аты тарай бастады, ал оның иелерінің біріне тәжірибе ісіне көбірек көңіл бөлуге мүмкіндік туды.

Уаттың зерттеулеріне қатысты мына жайтты атап өтуге болады, ол өзінің көптеген әріптестеріне қарағанда нақты техникалық мәселені шешуде тиянақтылық таныта білді. ПӘК 0,1...0,6 % машиналарды мұқият зертегеннен соң, бу қасиетін анықтайтын тәжірибелерді жүргізіп, машиналардағы жылу шығынының себебін анықтап, қажетті нығыздауыш пен майларды іріктеп алды, бу мен судың шығыны қадағаланды. Жұмыстың бірінші кезеңі пайдаланылған будың конденсаторын машина макетіне жалғаумен аяқталды, ПӘК 2,7 есе өсті.

Машинаның тәжірибелік нұсқасын жасауға көп қаражат керек болып, оны шотланд кәсіпкері Джон Ребек төлеуге келісім берді. 1769 ж. Уаттқа патент берілді. Ребекпен шартқа отыру барысында машинаны сатудан түскен табыстың үштен бір бөлігі өнертапқышқа тиесілі болды. Машинаны жасау ұзаққа созылып, жетілдіріле түсті. Ал, Уатт геодезиялық түсіру, каналдарды жобалау және салу жұмыстарымен тіршілік етті. Қаражат мәселесі де қиындық тудырды. 1771 ж. Уатт Лондондағы орыс елшісі арқылы Ресейге жұмысқа шақыру алды, бірақ сыпайы түрде келісім бермеді. Өнертапқышқа қайғы әкелген 1774 ж. келді. Көктемде Ребек банкротқа ұшырап, күзде әйелі қайтыс болды. Кейінірек Ресейден екінші мәрте шақыру алды. Уатт енді келісімін берейін деп тұрғанда оны бирмингемдік ірі кәсіпкер Мэтью Болтон айнытты. Ребектің бұрынғы несие берушісі Болтон көптен бері Уаттқа көз тігіп жүрген-ді. Оған жазған хатында кәсіпкер соңғы мақсат бүкіл әлемді әр деңгейдегі машиналармен қамтамасыз ететін кәсіпорын қажет екендігін ашып айтты. 1776 ж. Болтон жасаған шартта Уаттың сызбалар әзірлеп, жұмысты басқаратындығы көрсетілді. Ал, қалған шаруа – табыстың үштен екі бөлігіне ие болатын кәсіпкерге тиесілі болды. Көптеген тәжірибелер мен кемелдендіруден кейін, 1784 ж. өнертапқыш жаңа машина жасады, оның бұрынғы двигательдерден өзгешелігі мұнда бу цилиндрде поршеньді екі бағытта қозғады, яғни қос әрекетті машинаны ойлап тапты. Қуат екі есе артты!

Уатт өзінің өнертабыстық қызметін 1785 ж. аяқтады. «Болтон және Уатт» фирмасы тұрақты түрде табыс әкеліп отырды. Уатт 1819 ж. 19 тамызда қайтыс болды.

Джеймс Уаттың еңбектері барынша жоғары бағаланды. 1784 ж. ол Эдинбург корольдік қоғамына, ал бір жылдан кейін Лондон корольдік қоғамына мүше болып сайланды. 1804 ж. оны Париж ҒА өз мүшелігіне қабылдады. 1806 ж. Глазго университеті Уаттқа құқық докторы ғылыми атағын берді.

Қайырымды отандастары оған Хэндсвортта, Глазгода және Вестминстер аббаттығында ескерткіш қойды.

Жетістік мәні бойынша Уатты замандастары Архимедке теңеді. 1932 ж. Англияда Халықаралық Джеймс Уатт алтын

медалі тағайындалды, ол машина жасау саласындағы ірі жетістіктер үшін берілетін болды. 1967 ж. кеңес академигі И. И. Артоблевский осы медальмен марапатталды.

2.14. Майкл Фарадей

Бүгінгі күнгі радиоэлектрониканың элементтік негізі айтарлықтай әралуан. Өте көп таралыммен резисторлар, одан кейін конденсаторлар шығарылады. Тек Ресейдің өзінде ғана кеңінен қолданылатын 300-ге жуық әртүрлі конденсатор жасалады. Конденсаторлар сүзгілердің, тербеліс контурларының, түзеткіш тізбектердің аралықтарында байланыс элементтері ретінде пайдаланылады.

Электр сиымдылығының бірлігі – фарад, яғни бұл, 1 Кл зарядтау кезінде астарларының арасында 1 В электр кернеуі туындайтын конденсатор сиымдылығы. Бірлік белгілі ағылшын физигі әрі химигі М. Фарадейдің құрметіне I Халықаралық электриктердің конгресінде (1881) аталып, қабылданған.

Іс жүзінде, көп жағдайда сиымдылығы бірнеше пикофарадтан (10^{-12} ф) бірнеше мың микрофарадка (10^{-6} ф) жететін конденсаторлар қолданылады. Өте үлкен 1 Ф сиымдылық туралы оқулықтарда айтылған, сол себепті ол туралы сөз етудің қажеті жоқ. Мәселен, ол Жерден үлкен дараланған шардың немесе арақашықтығы 10 мм, ал әрқайсысының ауданы 1100 км² (Алматының ауданынан бірнеше есе үлкен) жазық конденсатордың сиымдылығындай. Дегенмен бұл мәліметтер ескірген. 1983 жылдан кейбір фирмалар 5 В жұмыстық кернеуге арналған сиымдылығы 1,2 Ф кеуек диэлектригі бар электролиттік конденсаторларды жаппай шығаруға кірісті. Қазірше бұл 6 Кл энергияны сақтайтын ең сиымды сақтауыш.

Конденсаторлардың тұрақты, айнымалы, жолақты, төменгі вольтті, жоғары вольтты, төменгі жиілікті т.б. түрлері бар. Нақты құрылғыға қайсыбір конденсаторды іріктеп қою үшін жеткілікті классификациялық белгілер болады. Егер қажетті параметрлері бар конденсаторды таңдай алмаса, сәйкес қосылған бірнеше конденсаторды орнатады. Мысалы, нақты жұмыс істеп тұрған құрылғыда конденсатор кернеуі аз болса,

онда тізбектей екі конденсаторды жалғайды. Кейде конденсаторлар жиіліктің пайдаланылатын жиілік диапазонында жұмыс істемей қалады. Бұл жағдайда бірі төменгі жиілік аймағында айнымалы токқа кедергісі аз болатын оксидті диэлектригі бар, ал екіншісі дәл жоғарыдағыдай қасиетке жоғары жиілікте ие болатын слюда не керамикадан жасалған диэлектригі бар параллель екі конденсаторды жалғайды.

Бәріміз де радиоқабылдағышты бабына келтіретін айнымалы сиымдылықты конденсаторларды көрдік. Әрекеті осы принципке ұқсас элементтер теледидарды және өзге де аппаратураны баптауға пайдаланылады. Шын мәнінде олар жазық конденсаторлар. Пластиналарды қамту дәрежесін оператор реттейді. Аппаратты жасау барысында мамандар мынадай қайшылыққа тап болады: 1) конденсатор мүмкіндігінше басқару панеліне жақын орналасуы тиіс; 2) конденсаторды схеманың ол қосылған торабынан алыстатуға болмайды; 3) конденсаторды автоматты баптау өте қиын.

Конденсаторлардың қасиетін жан-жақты зерттеуді алғаш рет М. Фарадей жүзеге асырып, «диэлектрик» ұғымын ендірді, конденсаторда бөлетін орта поляризацияланады деп көрсетті.

Ағылшын физигі және химигі Майкл Фарадей 1791 жылы 22 қыркүйекте Лондонда шағын протестант сектасына жататын жай ұстаның отбасында дүниеге келген. Дұрыс білім алуға XIX ғасырдың басындағы Англияның әлеуметтік құрылымы мен шығу тегіне байланысты мүмкін болмады. Бар-жоғы тегін бастауыш мектепті бітіріп, 12 жасынан кітап дүкенінде шабарман, 14 жасынан сол жерде кітап түптеушінің көмекшісі бола жүріп, өзі түптейтін ақылды кітаптарға қызыға бастады. Жасөспірімнің ғылымға деген құштарлығы «Британ энциклопедиясының» жаратылыстану ғылыми тарауларын түптеу кезінде оянды. 1810 жылы кітап дүкенінің тұрақты бір келушісі Фарадейге сол кезеңдегі танымал ағылшын химиктерінің бірі, корольдік институттың профессоры Гемфри (Хамфри) Дэвидің (Humphry Davy, 1778–1829) тәжірибе көрсете отырып окитын төрт циклды көпшілік дәрісіне абонемент сыйлады.

Фарадей осы соңғы төрт дәріске қатысып, жаратылыстану ғылымына қызыққаны соншалық, өзі қатысқан төрт дәрістен жасаған конспектісін былғарымен түптеп өзінің мақсатының салмақты екенін білдірмек болып, ғылыммен айналысуға көмек сұраған хатымен бірге сэр Дэвиге хат жазады. 1813 жылы сэр Дэви Фарадейді корольдік институтқа өз ассистенті қызметіне алды. Осы тұста жас ғалым өзін өте тамаша көрсете білді, сондықтан да бүгінгі таңда ол Викториан дәуіріндегі ең ұлы британ ғалымы деп саналады; королева Викторияның өзі ғалымды ұдайы қабылдап отырды.

Көп ұзамай жас ассистентке құрылықтың тәуір ғалымдарымен танысудың сәті түсті. Дэви жұбайымен соғыс өрті жайлаған Еуропаға сапар шегуге дайындалды. Тұрақты камердинер қауіп-қатерлі сапарға шығудан бас тартып, оның орнын Дэви батыл Фарадейге ұсынды. Қорқыныш текке болды. І Наполеон – еуропалық монорхтардың қаһары, жеңілістен жеңіліске ұшырап, құрылықтық блокаданы ендірсе де, атакты профессордың сапары жүзеге асты. І Наполеон үнемі ғылым жанашыры болуға ұмтылатын, Франция институтына (біздің Ғылым академиясындай) жиі барып, белгілі ғалымдармен кездесіп, хат алмасатын, тіпті кейбірін үкімет құрамына кіргізуге де талпынған.

1813 ж. күзінен 1815 ж. көктеміне дейін Фарадей Дэвиге жартылай көмекші, жартылай малай қызметін атқара жүріп, көптеген ғалымдармен, Ампермен, Вольтамен т.б. танысты. Өзінің досына: «... Мен өзімнің қарабайырлығымды түсіндім, өзімнің кемшіліктеріме ұялам, енді осы ахуалды пайдаланып, оларды түзетуге тырысам» – деп жазды.

Англияға оралысымен жас зерттеуші химия саласында жемісті еңбек етіп, мақалаларын жариялай бастады. Оның табысы 1824 ж. Лондон корольдік қоғамына мүше болумен көрінді. Кейін белгілі ғалым химия зертханасының директоры (1825) болып тағайындалды, ал 1827 жылы профессор болып сайланды.

Оның негізгі жетістіктері алда еді. Барлығы 1821 ж. басталды. Жазда Фарадей балалық шақтағы құрбысы Сарра Бернардқа үйленді. «Осы жайт бақытымның жануына және ақыл-ойымның кемелденуіне игі әсер етті» деп жазды ол кейін

өзі туралы. Сол кезде ол Эрстед пен Ампердің тогы бар өткізгіш маңында магнит стрелкасының ауытқуы жайлы тәжірибелеріне қанық болды. Бірнеше ай өтіп, желтоқсанның соңында экспериментші сакиналы магниттік күш сызықтарының болатынын, яғни іс жүзінде белгілі «бұрғы» ережесін тұжырымдады. Күнделігінде «магнетизмді электрге ауыстыру» міндетінің тұрғанын жазды.

Фарадейдің ұлы жаңалықтары электр мен магнетизм арасындағы байланысты ашу саласына қатысты. Одан басқа, есімімен аталатын электролиз заңдарын тұжырымдады, электрэнергияны тудырудың принциптік техникалық шешімін жасады. Химиямен алғашқы сәтте жиі айналыса отырып, Фарадей бірінші болып сұйытылған хлор мен бірқатар газды алды, бензол формуласын ашты. Ғылымға қосқан зор үлесі Фарадейге оңай келген жоқ. Ол ең алдымен тапқыр экспериментатор болды, өз дәуіріндегі орнығып қалған ғылыми пайымдарға сын көзбен қарап, тәжірибе жүргізуден қаймықпады. Ол ғылымның көрнекті насихаттаушы болды, 1826 ж. корольдік институтта күні бүгінге дейін жыл сайын балаларға оқылатын арнайы дәріс циклдерін ұйымдастырды.

XIX ғасырдың басында электр тогы магнит өрісін тудыратыны тағайындалғаннан кейін, (Эрстед жаңалығы, Био-Савар заңы) ғалымдар кері заңдылықтың болуы, яғни магнит өрісі электр тогын тудыруы тиіс деген көзқараста болды. 1822 ж. М. Фарадей қойын дәптеріне «магнетизмді электрге айналдыру» тәсілін табуым қажет деп жазды. Осы мәселеге ол он жылдай ғұмырын арнады. Проблеманы шешуге дүркін-дүркін оралып, ең соңында қазіргі оймен қарағанда мүлдем басқаша эксперименттер топтамасын ойлап тапты. Дөңгелек нан түріндегі темір катушкаға айталық, бір жағына темір өзекшеден оқшауланған, ұзын өткізгішті нығыз ораммен орады, ол қуатты электр батареясына қосылды, екінші жағына электр тогын сезуге арналған аспап – гальванометрге қосылған электр өткізгішті нығыз ораммен орады. Фарадейдің электрді магнетизмге және керісінше түрлендіруге қатысты ұйғарымы қате болуы мүмкін еді. Дәл осы сәтте кездейсоқтық көмекке келді. Фарадейді екінші орам тізбегіндегі гальванометр

стрелкасы батареяны қосқанда не ажыратқанда ғана нөл қалыптан секірмелі түрде ауытқитыны таңқалдырды. Сол кезде Фарадейдің көзі жеткені: электр өрісі магнит өрісі өзгергенде ғана қозатындығы. Тек магнит өрісінің болуы жеткіліксіз екен. Бүгінде электр өрісінің магнит өрісі өзгергенде пайда болу құбылысын физиктер электромагниттік индукция деп атайды.

Өз тәжірибесін қайталай, нәтижелерін талдай отырып Фарадей көп ұзамай мынадай тұжырымға келді, контур бойымен ағатын электр тогы контур арқылы өтетін магнит ағынының өзгерісіне пропорционал болады. Айталық тұйық электрөткізгіш контур магнит өрісінің күш сызықтары өтетін қағаз бетіне орналасады. Магнит ағыны деп контур ауданының осы аудан арқылы өтетін әрі оған перпендикуляр болатын магнит өрісінің кернеулігіне көбейтіндісін айтады (шартты түрде күш сызықтарының саны).

Алғашқыда Фарадейдің электромагниттік индукция заңы былай тұжырымдалды: контур арқылы өтетін магнит ағынының өзгерісі кезінде, өткізгіш контур бойымен электр заряды өтіп, ол электр батареясы түріндегі сыртқы қорек көзінің көмегімен қозатын магнит ағынының өзгерісіне пропорционал.

Электр заряды өлшеуге қиын шама болғандықтан, тұжырымға онша көңілі толмаған Фарадей өз заңын Ом заңымен біріктіріп, контур арқылы магнит ағынының өзгеруі нәтижесінде туындайтын электрқозғаушы күшті анықтайтын формуланы алды (оны кейде Фарадейдің электромагниттік индукциясының екінші заңы деп те атайды). Магнит ағынын контур арқылы үш тәсілмен өзгертуге болады:

- контур ауданын өзгерту;
- магнит өрісінің қарқындылығын өзгерту;
- магнит өрісі мен контур жатқан жазықтықтың өзара

бағдарлануын өзгерту.

Соңғы тәсіл орындалады, өйткені мұндай қозғалыста магнит өрісінің проекциясы контур ауданына перпендикуляр өзгереді, мұнда магнит өрісінің кернеулігі де, контур ауданы да өзгермейді. Іс жүзінде бұл өте маңызды, себебі дәл осы құбылыс кез-келген электргенератордың қозғалысының негізі болып саналады. Генератордың ең қарапайым нұсқасында сым контур

күшті магнит полюстерінің аралығында айналады. Ал, айналу кезінде контур арқылы өтетін магнит ағыны үнемі өзгеріп отырады да, ол арқылы ұдайы электр тогы ағады. Ленц ережесіне сәйкес контурдың бір жарты айналымы кезінде ток бір жаққа, ал келесі жарты айналымда басқа жаққа ағатын болады. Осы принцип бойынша әлем тұрғындарының үйлеріне энергиямен жабдықтау желілері арқылы жеткізілетін бізге мәлім айнымалы ток өндіріледі. Ал, оның жиілігінің Америкада 60 герц, Еуропада 50 герц болатыны маңызды емес, ең бастысы оны өндіру болып табылады. Оған қоса американдық генератор секундына 60 айналым, ал еуропалық секундына 50 айналым жасауы – тарихи дәстүр. Электргенераторлар технологиялық өркениетте маңызды рөлді атқарды, атқарып отыр және атқара бермек, өйткені ол энергияны бір жерден өндіріп, келесі жерде пайдалануға мүмкіндік береді. Бу машинасы көмірдің жану энергиясын пайдалы жұмысқа түрлендіре алғанымен, ол энергияны көмір оттығы мен бу қазаны орнатылған тұста ғана пайдалануға болады. Электрстанса энергия тұтынушыдан шалғай орналасуы мүмкін, оған қарамастан онымен зауыттарды, үйлерді қамтамасыз ете алады.

Бірде Фарадей электргенератордың түптілғасын Ұлыбритания казначействосының канцлері Джон Пилге (John Peel) көрсеткен екен. Ол ғалымнан «Жаксы, мистер Фарадей, барлығы да қызықты, ал осыда қандай мән бар?» деп сұрағанда, – «Қандай мән дейсіз бе» деп Фарадей таңқалғандай сыңай танытып, – «Ал, сіз білесіз бе, сэр, белгілі уақыттан кейін бұл дүниенің қазынаға қаншама салық түсіретінін!» – депті.

Он жыл бойы сол кезеңдегі өте күрделі болып саналған эксперименттер жасады. Алғашқы жетістік күнделікте 1831 ж. 29 тамыз деп көрсетілген. Тәжірибе үшін екі оқшауланған орамы бар магнитжұмсақ темірден жасалған сақиналы өзекше пайдаланылады. Олардың бірінің шығысы маңында магнит стрелкасы қойылған өткізгішпен тұйықталды. Гальваникалық батареяны келесі орамға қосқанда, магнит стрелкасы ауытқиды. Тәжірибе әдістемесі Генридікі секілді болды, тек өзекше басқа формада жасалды. Тәжірибе нәтижесі 1831 ж. соңында жарияланды.

Содан кейін Фарадей қарапайым динамомашинаны ойлап тапты, «индукция» және «магниттік күштік сызықтар» ұғымын ендірді, өткізгіштерде ток тек олар қиылысқанда пайда болады деп тұжырымдады. Тәжірибе нәтижесі материяның жаңа түрі бар екендігін көрсетті. Енді оны қалай дәлелдеу керек? Электр және магнетизм саласындағы эксперименттік техника мен теориялық зерттеулер қаз-қаз тұрып келе жатқан кез еді. Сонымен, дәлел жоқ, ол өз идеясының басымдылығын жоғалтып алғысы келмеді. Сонда Фарадей қулыққа басып, 1832 ж. 12 желтоқсанда корольдік қоғам мұрағатына белгілі хатын тапсырды. Хат эксперименттік тұжырым бола қалған жағдайда, жаңалықтың ашылу датасын бекіту мақсатында жазылған еді.

Жаңалықтың мәні:

- электр индукциясы аяққы жылдамдығы бар толқын тәрізді таралады;

- жарық құбылыстар электр индукциясынан ерекшеленбейді;

- көрсетілген құбылыстарға талдау жүргізу үшін тербеліс теориясын пайдаланған жөн.

Жаңа терминологияны пайдалансақ, онда Фарадей электрмагниттік индукция құбылысын ашты және электрмагниттік толқындардың бар екендігін ойша ұйғарды. Радиотолқындардың бар екендігін Генрих Герц тек 55 жылдан кейін ғана тұжырымдады. Сақтауға берілген оның хаты тек 100 жылдан кейін, 1938 ж. табылды. Ұлы болжау шындыққа айналды!

1832 жылы 12 желтоқсанда, яғни Фарадей жоғарыдағы хатын мұрағатқа тапсырған күні, оның жерлесі ұлы ғалым Д. К. Максвелл әлі бір жасқа да толмаған еді (ол 13.06.1831 жылы туған). Д. К. Масквелл кейінде электрмагниттік өріс теориясының негізгі қағидаларын математикалық түрде бейнелеп тұжырымдаған ғалым.

Фарадейді математика әдістерін білмеген, оның «электрді экспериментал зерттеу» деген алты мың параграфтан тұратын еңбегінде бір де бір математикалық формула жоқ деп кінәлайды. Бірақ, Д. К. Максвелл Фарадей еңбектерінде жалпы қалыптасқан математикалық символдар қолданылмағанымен, «... оның

құбылыс туралы түсінігінің өзі математикалық» және оны математикалық түрде бейнелеу өте оңай деп атап көрсетті.

Максвеллдің сөзінің дұрыстығының дәлелі ретінде Фарадейдің электрмагниттік индукция заңын тұжырымдауын алуға болады: «қозғалысқа әкелінген электр мөлшері кесіп өткен күштік сызықтардың санына тура пропорционал». Бұл тұжырым кейіннен белгілі $d\phi/dt$ өрнегімен бейнеленді.

Фарадей идеясын математикалық өңдеп әрі қарай дамыту шынымен де Максвеллге тиесілі.

Кейінгі жылдары ғалым электрхимиямен айналысып, бірқатар заңдарды ашты, «электрод», «анод», «катод», «электролит», «электролиз», «анион», «катион» атауларын ендірді. Өздік индукция құбылысын зерттеу нәтижесінде магнит энергиясының электрге ауысатыны жайлы ой түйіндеді (1834). Одан ары электрстатикалық индукциямен тәжірибе жалғасты.

Конденсатордағы диэлектрик поляризацияланады, ал сиымдылық диэлектрик түріне тәуелді. Қарқынды тәжірибе жұмыстарымен қатар, Фарадей кәсіпкерлерге кеңес берді. Корольдік институтта дәріс оқыды, баяндама жасады, апталық («жұмалық») жиналыс өткізіп, өзекті мәселелер: құрылыс, каучукты пайдалану, ағаштың шіруінің алдын алу шаралары, болат қауырсын өндірісі т.б. талқыланды. Көркем әдебиетпен, театрлар репертуарымен танысуға да уақыт тапты.

1830 ж. орта шенінде шаршағандық белгі бере бастады. 1834 жылдан бастап өзінің ойынша ғылыми жұмысқа кедергі келтіретін қызметтерден біртіндеп бас тарта бастады.

Салтанатты қабылдауға барудан, жобаларға сараптама жасаудан және химиялық талдаудан бас тартты, дәріс оқуын тоқтатып, корольдік институт президенті қызметімен хош айтысты, 1841 ж. «жұмалық» жұмысы да аяқталды.

Денсаулығы күрт нашарлады. Достары демалыс алып, Швейцарияға барып тынығуға үгіттеді. Сапар игі әсер еткенімен, шаршаған денсаулығына жәрдем ету қиынға соқты. Жадының әлсіреуі ерекше қайғы әкелді.

1845 ж. Фарадей күштік сызықтар көмегімен электр және магнит өрістерін кескіндеді. Мұндай суреттер көптеп сақталынған. Сол кезде ол магнит өрісі мен поляризатордың

(Никол призмасы) көмегі арқылы жарық поляризациясы жазықтығын бұра алды. Магнетизм мен жарықтың байланысы орнатылды!

Соңғы эксперименттік жұмыстар 40-жылдардың соңы 50-жылдардың басында орындалды. Негізінен әртүрлі денелердің магниттік қасиеттері зерттелді. Екі мақала (1854 және 1855) телеграф сигналдарын суасты және жерасты кабелдерімен беру мәселесіне арналды. Дәл осы кезде кабель желісі құрылысының бастамашылары үлкен қиындыққа тап болған еді. Жетпіс жасар Фарадей шығармашылық қызметін өзінің атақты еңбегі «Жарқырама тарихы» кітабын жариялаумен тоқтатты. Ол еуропалық барлық тілдерге аударылып, көп рет қайта басылды. Әлемде ол туындыны ғылыми-көпшілік әдебиеттің озық үлгісі ретінде таниды.

Өмірінің соңында ғалым Еуропаның түгелдей дерлік ғылым академияларының, жоғары ғылыми қоғамдардың, оның ішінде Петербург ҒА (1830) мүшесі болды. Десек те құрмет оның еңбекқор әрі қарапайым адам боп қалуына ешбір кедергі жасамады, байлыққа қызығу, біреуді көре алмау оған жат болды. Фарадей ойланбастан дворяндық атақтан (пэр мәртебесі ұсынылған), корольдік қоғамның президенттігінен, өзге мекемелердің төрағалығынан, кәсіпкерлер ұсынған ірі қаламақядан, тіпті мемлекеттік зейнетақыдан да бас тартты.

Өзінің әлсіздігін сезінген Фарадей 1858 жылы Лондонды тастап, астана маңындағы Хэмптон Корт мекеніндегі патшайым сыйлаған үйге қоныстанды. Үй өзінің шәкіртіне, кейін белгілі физик болған Джон Тиндалға (1820–1893) ғана ашық болды. Майкл Фарадей 1867 жылы 25 тамызда әйелінен бір жылдан кейін қайтыс болды. Вестминстер аббатында жерленді.

Әрбір сымдар жұбы, кез-келген құрылғы қорабы мен сым, қатар орналасқан тетіктер жұбы, тіпті күшейткіш аспаптағы электродтар жұбы қарапайым конденсаторды жасайды. Осындай конденсаторлардың сиымдылығын схеманың паразиттік сиымдылығы деп атайды. Олардан, конденсатор-тетіктегідей айнымалы ток, яғни өңделетін сигнал тогы өтеді. Мұндай «өтпе» токтар жоғары жиілік аймағында өте қауіпті, өйткені сигнал жиілігі өскен сайын конденсаторлардың реактивті кедергісі сызықтық заңы бойынша төмендейді. Жеке

каскадтағы шығыс сигнал бөлігі қайтадан олардың кірісіне не тұтас тораптың, аппаратура блогының кірісіне келеді. Паразиттік кері байланыс туындайды. Әсіресе оң паразиттік кері байланыс қауіпті. Ол, егер кері байланыс тізбегінен келетін сигнал кіріс пен фаза бойынша дәл келсе туындайды. Өздік қозу пайда болуы мүмкін. Мамандар осы қауіпті құбылысты болдырмау үшін күш-қуатын әрі қаражатты шығындауға мәжбүр.

Сонымен, конденсатордың пайдасы да зияндығы да аян. Бірін іскерлікпен пайдалансақ, екіншісімен – іскерлікпен күресу керек. Сондай-ақ, сыртқы түрінен ажырату қиын болатын конденсаторлар да бар. Мысал – кинескоп. Оны теледидардың міндетті тетігі екенін бәрі біледі. Оның экранында біз көретін кескіндер ғана қалыптасып қоймай, сонымен бірге жоғары вольтты түзеткіш үшін жүктеме конденсаторы да болады. Кинескоптың шыны колбасының ішкі беті алюминделіп (анод), алюминий пленкасына контакт арқылы түзеткіштен келетін сым жалғанады. Колба конусының сыртқы бетіне графиттік бояу жағылып, ол теледидар қорабымен жақсы электрлік контактіде болады. Бұл жағдайда қарапайым конденсатор жасалынады.

2.15. Вениамин Франклин

Вениамин Франклин Америкада Бостон қаласында 1706 жылы 17 қаңтарда Англиядан келген эмигрант, сабын және шырақ жасаушы Джозая Франклиннің отбасындағы он бесінші бала болып дүниеге келген. Білімді өз бетінше меңгерді. Джозая баласын оқытқысы келгенімен, қаржы тапшылығына сәйкес, оны тек екі-ақ жыл оқытуға шамасы жетті. Бенджамин 12 жасынан бастап ағасының типографиясында жұмысшы болып істеп, баспа жұмысын көп жылдық мамандығына айналдырды. Ол 84 жасында, яғни 1790 ж. дүние салды. Оның қызметі XVIII ғасырды қамтып, сол кезеңде жаратылыстану және қоғамдық ғылымдардың қарқынды дамуымен біте қайнасты.

Бұл дәуір ағартушылардың дәуірі болып, Еуропадағы қоғамдық төңкерістердің кезеңіне тұспа тұс келді. Франклин есімі әлемдік мәдениет тарихына ірі ғалым, сондай-ақ электр

жөніндегі ілімнің негізін қалаушы әрі Американың озық ойлы мемлекет және қоғам қайраткері ретінде енді.

Өз замандастары Франклинді кең ойлы, дүниетанымы мол жан-жақты білімді, тартымды әрі өткір әріптес ретінде бірауыздан сипаттайды. Ол ұдайы саяхат жасап, ұзақ жылдар Англия мен Францияда тұрды. Озық ойлы замандастарымен сырлас болып, өмірінің соңында Еуропада ең танымал тұлға саналды.

Өз отанында, Америкада, АҚШ тарихының барлық кезеңінен күні бүгінге дейін, Фраклин барынша құрметті адам болып саналады. Франклиннің өмірі мен қызметінің барлық кезеңдері жақсы зерттелген, оған көптеген еңбектер арналған.

Франклиннің негізгі ғылыми жаңалықтары XVIII ғасырдың 50 жылдарында Гальвани мен Вольтаның еңбектеріне дейін, яғни гальвани тогы дәуіріне дейін ашылып, ғылымның табиғаттың осы қуатты күшін игеруінің бастапқы кезеңіне сәйкес келеді.

Франклиннің еңбектеріне де 300 жылдай уақыт болып қалды. Электр жайлы ғылым алға дамып кетті. Қазір Франклиннің еңбектері орта мектепте, физикамен алғаш таныс болған сыныптарда ғана оқытылады. Бізге сонау жас кезімізден статикалық электр ілімі әбден таныс, бәлкім, кейбіреуіміз Франклин нақты не жасағанын ұмытып та қалған болармыз. Мәселен, оң және теріс полюстер атауын Франклин енгізгенін естен шығарған да болармыз.

Электр бойынша Франклин еңбектері қысқа мерзім ішінде, 1747 жылдан 1753 жыл аралығында, небары 7 жыл ішінде жасалған. Ол ғылыми жұмыспен 41 жасында айналыса бастады. Сол кездегі кішігірім Филадельфия қаласында ол ұйымдастырған баспа ісі, газет, атақты альманах, өзге баспа басылымдар үлкен жетістікке жетті. Ғылыми жұмыспен ол кездейсоқ, электр жөнінде тәжірибе көрсетілген, көпшілік дәрісті тыңдаудан кейін, айналыса бастады. Сол кезде мұндай дәрістер кең таралды, өйткені электрленген денелердің тартылуы мен тебілуі, электр ұшқыны, адам денесінен разряд жібергенде болатын ұнамсыз әсер – жаңа әрі өзіндік ықпалы тартымды ғылыми дәрістерге таптырмас материал еді.

Осы дәрісте қатысардың алдында ғана лейден банкісі ашылып, алғаш рет электрді айтарлықтай мөлшерде конденсациялауға мүмкіндік беретін әдіс ойлап табылған.

Франклин электр бойынша тәжірибеге зор ынта қойып, жеті жыл бойы бар уақытын осы ғылыми жұмысқа арнады. Өз кезінде бұл еңбектер өте маңызды болып, әлемдік құрметке ие болды. Қысқа мерзім ішінде Франклин өз заманының үздік оқымыстысына айналды. Көптеген ірі ғылым ошақтары немесе академиялар Франклиннің ғылыми еңбектерін айырықша бағалап, өзінің мүшелігіне қабылдады, ал бірқатар университеттер оған доктор құрметті атағын берді.

Осы орайда мынадай заңды сұрақ туындайды: бұрын ешқандай физикамен айналыспаған, әлемдік ғылым орталықтарынан алшақ жатқан Американың кішігірім қаласында, әжептеуір жасқа келген кісі бірнеше жыл ішінде тұтас ғылыми пәнді қалайша басқарып кетті?

Оған қоса, бұл жайт XVIII ғасырдың орта шенінде, Ньютон, Гюйгенс, Эйлер секілді ғалымдар еңбек еткен кезеңде өрбиді. Дилетанттық туралы әңгіме жоқ. Кәсіби ғалымдар жете алмаған осындай нәтижеге Франклин қалай жетті?

Франклин электр құбылыстарының мәнін бірінші болып түсінді, сол себепті ол осы салада жалғасын табатын жолды дұрыс тандап алды. Электрді зерттеудің алғашқы сатысында осындай батыл қадам жасалуы тиіс болды. Франклин оны істеді.

Франклиннің еңбектеріне дейін тәжірибелік материалдар молынан жинақталғанымен, фактілер шашыраңқы еді. Ал, ол ұсынған болжам осы фактілерді біріктіріп, бір ізге түсірді әрі зерттеулерді жалғастыруда дұрыс бағыт берді.

Өзінің басты болжамын Франклин 1749 ж. Питер Коллинзге жазған хатында баяндады. Ол дененің электрленуі кезінде өтетін процестердің айқын түсінігін баян етті. Күні бүгінге дейін осы түсінік дұрыс болып отыр. Сол хаттан үзінді келтірейік: «Электрлік материя тым кіші бөлшектерден тұрады да, олар металл секілді тығыз заттардан айтарлықтай кедергіге ұшырамай-ақ оңай өте алады». Бүгін «тым кіші бөлшектерді» электрондар деп атаймыз. Франклин кез-келген денені электрдің осы бөлшектерімен қаныққан губка ретінде қарастырды.

Дененің электрленуі мынаған саяды: артық электр бөлшектері бар дене оң зарядталған; егер денеде осы бөлшектер аз болса, онда ол теріс зарядталған. Сан жүзінде Франклин бұл құбылысты көрнекі тәжірибемен дәлелдеді.

Айталық, екі кісі балауыз жастықтың, яғни изолятордың үстінде тұр делік. Оның бірі үйкеліс арқылы шыны таяқшаны электрлейді. Егер ол таяқша екінші адамға тисе, онда екеуі де жерге қатысты электрленеді. Енді оның дәлелі, екеуінің кез-келгені жерге қосылған затқа жанасса, ұшқын пайда болады. Ал электрлене салысымен, изолятор үстіндегі кісілер бір-біріне жанаса қалса, олардың арасында да ұшқын пайда болады да, соңынан жерге сәйкес электрленгіштік жоқ болады. Мұны жерге қосылған денеге жанасқанда ұшқынның болмайтындығы дәлелдейді.

Франклиннің гипотезасы электрдің материялық табиғатынан туындап, бұл тәжірибелерді оңай түсіндірді. Егер оқшауланған кісі шыны таяқшамен электрленген екінші адамға жанасса, онда олардың біреуі электр материясын жоғалтады да, екіншісі дәл солайша электрленеді. Олардың бірі оң, екіншісі теріс зарядталған. Егер олар бір-бірімен жанасса разряд болады, өйткені электр материясының тұрақты мөлшері сақталып, бұрынғы тепе-теңдік қалпына келеді.

Сол кезде Франклин тәжірибе арқылы электрдің материялық екенін көрсетуге мүмкіндігі болмады, сол себепті шынайы қайсысы электр материясын алатынын, яғни оң зарядталатынын, қайсысы оны жоғалтатынын, яғни теріс зарядталатынын білмеді. Сол себепті ол электрленген шыны оң зарядталған деп тұжырымдады, ал жүн материя шыныға үйкелгенде одан шыныға электр ауысады деп ойлады. Тек XIX ғасырдың соңында, электр бөлшектері – электрондар белгілі болғанда ғана, Франклин ойлағандай емес, электр бөлшектерін оң электрод жинақтамай теріс электродтың жинақтайтыны белгілі болды. Оң және теріс полярлықтың үйреншікті таңбалануын өзгертпес үшін, электронға теріс заряд тағылды. Аттас зарядталған денелердің өзара тебісу қасиетін Франклин металл өткізгіштердегі зарядтарға таратты. Ол бір-бірінен тебілген зарядтар электрленген металл дененің сыртына

шығуға тырысады деп есептеді. Өз ұйғарымын ол мына тәжірибемен дәлелдеді.

Металл шәйнек изоляторға қойылып, электрлендірілді. Зарядтың шәйнектің сыртқы бетіне таралатынын дәлелдейтін тәжірибе жасау керек болды. Ол үшін шәйнек ішіне шынжыр салынды. Оны изоляцияланған тұтқасы арқылы әлсін-әлсін шәйнек ішінен шығару керек болды. Шәйнектің электрлену дәрежесі оған жіппен ілінген екі шариктің тебілісі бойынша анықталды. Тәжірибенің мәні изоляцияланған тұтқамен шынжырды шәйнектен ақырындап шығару барысында шәйнектің электрлену дәрежесі қаншалықты кемитінін бақылау еді.

Франклин былайша пайымдады: шынжыр шәйнек ішінде болғанда, шәйнектің ішкі беті ұлғаяды, ал шынжырды сыртқа шығарғанда, шәйнектің сыртқы беті көбейеді. Франклин мынадай тұжырымға келді: егер заряд электрленген өткізгіштің сыртқы бетімен таралса, онда оның беті ұлғайған сайын электрлену кеми бастайды. Бұл, шын мәнінде, тәжірибе барысында байқалады.

Осы екі тәжірибе өзінің оңайлығы жағынан өте дарынды, ал нәтижесі бойынша барынша іргелі. Өзінің барлық жұмысының жазбасын Франклин өз хатында Англиядағы досы Коллинзге жіберді.

Осы хаттарында қазірде классикалық болып есептелетін әртүрлі көптеген тәжірибелерін, яғни электр желін алу, өткір ұштан зарядтардың ағылу қасиеті т.б. баяндады. Сонымен бірге Франклин өз болжамы тұрғысынан бірқатар мәлім болған электр құбылыстарына, мәселен, лейден банкісінде электр зарядтарының толуын, осы негізде жазық конденсатор жасағаны жөнінде түсінік береді. Франклиннің еңбектері жайлы Коллинз Корольдік қоғамда баян етті. Содан кейін ол оларды жеке кітап етіп шығарды. Бұл кітап Франклиннің негізгі ғылыми еңбектеріне айналды. Кітап бірнеше мәрте қайта басылып, көптеген тілдерге аударылды.

Франклин найзағай табиғатын дәлелдейтін тәжірибелер жасады. Бұл тәжірибелер Франклиннің көзі тірісінде мәлім болып, ол барынша танымал тұлғаға айналды. Франклинге дейін де үйкеліс арқылы электрленуден туындайтын найзағай мен

разряд – әртүрлі деңгейдегі бір ғана құбылыс екені туралы болжамдар айтылса да, осы болжамдардың шынайылығы тәжірибе жүзінде дәлелденген жоқ еді.

Франклиннің электрлену құбылысын айқын және дұрыс түсінуі найзағай (күн күркіреу) разрядының электрлік табиғатын алғаш рет нақты дәлелдеуге мүмкіндік берді. Франклин тәжірибесінің мән-мағынасы былай.

Найзағай бұлтты мен жер арасына ұзын вертикаль, жерден оқшауланған металл стерженьді қоямыз. Егер найзағай бұлттында электр заряды болса, онда қарама-қарсы заряд стерженнің жоғарғы бөлігінде жинақталады. Стерженнің жоғарғы жағын ұштаса, онда жинақталған заряд ағып кетеді де, стержень бұлттың таңбасындай электрмен зарядталады.

Франклин осы зарядтың бар екендігін өткізгішке жерге қосылған сымның бос ұшын тигізсе туындайтын ұшқын арқылы білуге болады деп есептеді. Ол, тәжірибе дұрыс болуы үшін стерженді бұлтқа жақын биіктікке қою керек деп пайымдады. Әрине бұл болжам кейін қате болды, үйінің жанында биік жер болмағандықтан, бұл тәжірибені жасау мүмкін болмас деп ойлады. Ол оны қалай жасауды жан-жақты баяндап, өзгелердің жасауына ұсынды. Ал, өзі болса оны биік жерді керек етпейтін, өзгеше тәсілмен жасауға бел байлады.

Осы тәжірибе үшін металл стерженнің орнына батпырауықпен көтеретін жіпті пайдалануды ұйғарды. Күн күркірегенде жел тұрады, батпырауықты ұшыруға болады, жаңбыр жауады, сонда жіп суланып өткізгішке айналады да металл стерженнің орнын басады. Жіп жеңіл зарядталуы үшін, жіптің жоғарғы ұшынан зарядтардың ағуына мүмкіндік қарастырды. Ол үшін батпырауық рамасының бұрыштарына ұштық орнатты. Ал, жіпті жерден оқшаулау үшін оның төменгі ұшына жаңбырдан қорғалған жібек жолақ байланды. Жерде жіптің ұшына металл кілт байланып, одан Франклин найзағай кезінде ұшқын тудырды. Осылайша, жолдастары мен таныстарының алдында найзағай бұлттының электрлік табиғатты екенін дәлелдеді. Батпырауықпен жасалған тәжірибені Франклин 1753 ж. 12 сәуірде жасады, сол кезде ақ ол найзағай бұлттының әдетте теріс зарядталатынын анықтады.

Француз оқымыстысы Далибар Марлиде Франклиннің сипаттамасы бойынша дәлме-дәл оқшауланған стерженді жасап, 1752 ж. 10 мамырда күн күркіреген кезде тәжірибе жүзінде электр ұшқынын алды. Сөйтіп Франклиннің әдісі бойынша найзағайдың электрлік табиғатын дәлелдеп берді. Франклиннің осы және өзге де тәжірибелерінің техникалық тетіктері барынша қызғылықты және оқымыстының эксперименттік өнертапқыштығының өте ауқымды екендігін көрсетеді.

Франклин жұмыстарының даму тарихына көз жүгіртсек, оның көзқарасы ғылымға тез енетінін көреміз. Бірқатар көрнекті ғалымдардың, мәселен аббат Нолле, Вильсонның қарсы пікірлеріне қарамастан, Франклиннің ой тұжырымдары өте қысқа мерзімде ғылымға мықтап енді. Ғылыми ақиқат өмірге әрдайым жолдама алады, әйтсе де бұл жол шындықтан гөрі адамдарға тәуелді. Бұл орайда Франклиннің қызметі бүгінде өз ғылыми жетістігін ендіруде өнеге бола алады.

Франклин өз жұмыстарын қауымға бірден жеткізуді мақсат тұтты. Филадельфияда жергілікті тұрғындарды біріктіріп философия қоғамын ұйымдастырып, онда демонстрациялар өткізіп, дәріс оқыды. Франклин шет елдерде жиі болып, ғылыми қауыммен етене араласты. Ол Франция, Италия және Америкамен соғысып жатқан Англияның көрнекті ғалымдарымен жиі хат алмасты. Ол өз бетінше француз, итальян, испан тілін үйренді, латынды да білді.

Оның жаңа идеялар үшін күресінің айқын көрінісі өмірге жайқайтарғышты ендіруде байқалды. Бұл туралы алда тоқталамыз. Ал, қазір Франклиннің электр бойынша жұмыстарының әрі дамуына оралайық.

Франклин идеясына байланысты көптеген елдердің ғалымдары электр табиғатын зерттеу жұмыстарымен шұғылданды. Петербургте Ломоносов пен Рихман атмосфералық электрді зерттеу үшін стержендер жасап, оны «найзағай машинасы» деп атады. Өкінішке орай, Ломоносовтың электр, ең бастысы химия саласында өзі алғаш рет ашқан материяның сақталу заңы іргелі болғанына қарамастан, сол кезде әлемдік ғылымның дамуына ықпал ете алмады. Бұл зерттеулер әрине үлкен құрметке лайық еді.

Оның басты себебі Ломоносов тіршілік етіп, еңбектенген әлеуметтік жағдай, оған өзге елдердің ғалымдарымен араласуға әрі шетелге шығуына мүмкіндік бермеді. Ломоносов пен Рихман еңбектерінің оқшаулануы орыс ғылымының әлемдік ғылымға деген ықпалына тежеу болды.

Әсіресе, Рихманның тағдыры қайғылы еді. Рихман өз еңбектерінде Франклиннің тәжірибелік жұмыстарының одан ары дамуы үшін электрлену құбылысы сандық сипаттау жолымен жүруі керек деп, дұрыс бағыт көрсетті. Күн күркіреу кезінде «найзағай машинаның» электрленген стерженіндегі зарядты сандық өлшеу әдісін қарастыру кезінде, Рихман, сандық өлшеуді жүргізем деп, иіліп, өткізгішке тым жақындап кеткен еді. Осы кезде басына электр разряды тиіп, мерт болды. Бұл 1753 жыл еді.

Франклин жұмыстарынан кейін, электр жөніндегі ғылымның дамуындағы ірі кезең электр құбылысын сандық сипаттау болып табылады. Оны тек 1785 ж. Кулон ашты. Ол өзара әрекеттесу күші зарядтардың арақашықтығының квадратына кері пропорционал болатынын дәлелдеді.

Осыдан кейін Гаусстың, Лапласстың, Пуассонның теориялық еңбектерінде жалғасын тапқан табиғаттың осы негізгі заңын бүгінгі таңда кеңінен қолданылатын электрстатикалық өріс теориясынан көреміз.

Әйтсе де электр өрісі туралы ілімнің даму тарихында Франклиннің іргелі еңбектеріне қатысы бар салыстырмалы түрде беймәлім бет бар, оны еске алу орынды болар.

Кулон еңбектерінен кейін 100 жыл өткен соң, яғни 1877 ж. Максвелл электр саласындағы Генри Кавендиштің жарияланбаған еңбектері жайлы мақала жазды. Максвеллге Кембридждегі Кавендиш зертханасының алғашқы директоры ретінде Кавендиштің ұрпақтары салып берген Генри Кавендиштің мұрағаты берілді. Осы мұрағаттан ол Кавендиштің жариялауға мүлдем әзір қолжазбасын тапты, онда Кулон ашқан арақашықтық квадраты заңы эксперимент жүзінде дәлелденген екен. Кавендиш тәжірибесіндегі эксперименттік дәлел Кулон тәжірибесінен айтарлықтай өзгеше және қарапайым еді әрі Кулондікіне қарағанда дәлірек болған. Кавендиш

қолжазбасында күні көрсетілмегенімен, Максвелл оны 1775 жылдан кеш емес яғни, Кулон заңы ашылудан кемінде 10 жыл ерте жасалған деп пайымдады.

Кавендиш өз еңбектерінде, қуыс металл өткізгіштің сыртқы бетінде электр заряды тек егер бұл зарядтар арақашықтық квадрат заңы бойынша өзара тебіскенде ғана орналаса алуын теория жүзінде көрсетуге ұмтылған. Бірақ зарядтың өткізгіштің сыртқы беті бойынша таралуын Франклин жоғарыда айтқандай, шынжыры бар электрленген шәйнекпен жасаған тәжірибесінде дәлелдеген еді, енді оны барынша дәл дәлелдейтін әдісті табу керек болды.

Сол себепті Кавендиш бұл тәжірибені неғұрлым кемелденген түрде жасады. Шәйнек орнына қуыс металл сфераны, ал шынжыр орнына оның ішінде осы сфераға концентрлі екінші металл сфераны орналастырды. Екі сфера да қажеттілікке сәйкес не оқшауланған, не тұйықталған болулары мүмкін. Кавендиштің концентрлі сфераны таңдағаны, денелердің мұндай формасының тәжірибеден алынған нәтижелерді сандық өңдеуге мүмкіндік беретіндігінде еді. Кавендиштің тәжірибесі, сыртқы сфераға берілетін зарядтың тек осында ғана таралып, ішкі сфераға өтпейтінімен сипатталды.

Максвелл Кембрижде Кавендиш тәжірибесін барынша кемелденген өлшеу аспабымен қайталап, Кулонның екінші дәреже заңының бір миллиондыққа дейінгі дәлдікте ақиқат болатынын көрсетті. Ал мұны Кулонның иірілмелі таразысы арқылы бір пайыздан сәл астам дәлдікпен ғана тексеруге болар еді.

Осы тұста, 100 жыл бойы, электр өрісі теориясын жасаушылар Гаусс, Пуассон, Лаплас т.б. озық ойлы ғалымдар Франклиннің шәйнекпен жасаған электрстатикалық өрістің негізгі заңы – Кулон заңының дұрыстығының тәжірибелік дәлелін неге қаперіне алмады, деген сауал туындайды.

Кавендиштің еңбектері 100 жыл бойы неліктен белгісіз болып келді? Максвелл өз мақаласында Кавендиштің жариялауға әзір тұрған жұмысында Кулон заңынан бөлек, Ом заңының да тұжырымдалып, жай ғана тексерілгендігін көрсетті. Бұл жай Омның өзі ашқан заңынан 70 жыл бұрын болған.

Кезінде «Қазіргі химияның Ньютоны» деп аталған Кавендиш секілді ірі ғалым электр жөніндегі еңбегін неге жарияламаған деген сауал туындайды. Әрине бұған жауап жоқ. Тек, ол бұл жұмысын жариялауды ұмытып кеткен сияқты деп болжауға болады.

Бұл жайт көңілге қонбайтындай, себебі, оның жолдастары, ғалымдар осы еңбектерді біле отырып, оның есіне салмағаны қалай? Осы тұста Кавендиштің мінезінің ерекшелігі көрініс береді, оның не достары, не жолдастары болған жоқ, ол өзгелерден бойын аулақ ұстады. Ол Герцог Девонширдің бауыры, өте бай бола тұра, томаға-тұйық тіршілік етіп, тек ғылыммен ғана айналысты. Оның сарайындағы малайына да жататын бөлмесінде көзге түсуіне тиым салды. Ол асүйге кірер алдында тамақты дастарқанда әзірлеп қоятын. Міне, Кавендиштің Англияда адамдардан қашық жүріп-тұрып ашқан ғылыми еңбектері, ғылыми жетістіктері әлемдік ғылымның дамуына ықпал етпегені де осыдан болуы мүмкін..

Көп уақыттан кейін француз және неміс ғалымдары табиғаттың осы заңдарын бір-біріне тәуелсіз дербес ашты. Олар өз ілімін адамдарға берді, сондықтан шындығына келгенде табиғаттың іргелі заңдары Кулон, Ом есімдерімен аталды.

Таза ғылыми еңбектерінен басқа Франклиннің тағы бір көпшілік мойындаған жетістігі болды, ол жайқайтарғышты табуы еді. Осы өнертабысын өмірге ендіруде оның үйренерлік жайты да бар. Бұл өзі ұзақ әңгіме, ол туралы көп зерттеу жұмыстары жазылды. Сол себепті Франклин жайқайтарғышты қалай ойлап тапты, оны іс жүзінде қалай кәдеге жаратты, соған тоқталайық.

Жоғарыда айтқандай, Франклин эксперимент түрінде найзағай қарама-қарсы электр зарядтары бар бұлт пен жердің арасында өтетін электр ұшқыны екенін дәлелдеді. Найзағай разрядының құпиясы ашылғаннан кейін, найзағайдың өрт тудыратын, бүлдіретін зардаптарымен қалайша тиімді күресуге болады деген заңды сұрақ туындады. Найзағай ғимаратқа, кемеге немесе өзге биік нысанға түскенде, қуатты электр тогы нашар өткізетін ортада залал тудыратыны белгілі болды. Сол себепті ғимаратқа, найзағай түскенде, электр разрядына жақсы өткізгіш ортаға, мәселен металға өтуіне қам жасау қажет, сонда

оның зардабы болмайды. Металл шатырлы және ақпа құбырлы ғимаратқа найзағай разрядының әсері әлсіздеу болатыны түсінікті болды. Мысалы, Иерусалимдегі Соломонның храмына мың жыл ішінде бірде бір рет найзағай түспеген, өйткені ол жылтыр металл жолақтармен жабылған.

Әрине, Франклиннің найзағай разрядының табиғатын ашатын жұмыстарынан кейін, көп адамдарда найзағайдан жақсы өткізгіш металл стержень арқылы электр зарядын әкету идеялары туа бастады.

Чехияның кішігірім қаласында қарапайым Прокоп Дивиш есімді діндар 1754 жылы электр разрядтары процесін түсіне отырып, токты аластататын өткізгіш ретінде жерге қосылған тізбекті үйінің шатырына орнатты. Ол құрылғы Франклин жайқайтарғышын еске түсіретін. Бірақ қалашық тұрғындары діни қорқыныш сенімге бой алдырып, ол құрылғыны қиратып тастады.

Өткір ойлы Франклин өзгелерден ерте найзағайдан қорғануда токты әкету мүмкіндігін байқағаны сөзсіз. Оған бәрінен қиыны жайқайтарғыштың неғұрлым тиімді түрін тауып, найзағай тудыратын заламен күресте ұтымды құрал екендігі жайлы қоғамдық пікір қалыптастыру болды. Бұл мәселені Франклин тамаша шешті, осы бағытта бүгінге дейін жаңа техникалық идеяны өмірге ендірудегі оның қызметі үлгі болмақ.

Франклин өзінің жайқайтарғышына патент алмай-ақ, өзгелердің оны пайдаланғанына ақы да сұрамады. Оған қоса ол жайқайтарғышты өмірге ендіруде тәп-тәуір насихат жұмысын жүргізді.

Дәл осылай бірде бір өнертабыс әртүрлі пікірталас тудырмаған шығар. 200 жылдан астам мерзім бұрын сол бір кішігірім металл стержень бүгінде әр ғимаратта дерлік орын алып, оның конструкциясының стандартты тетігіне айналды.

200 жылдан астам мерзім бұрын «Тәңірдің қолындағы найзағай – кек алу құралы, сондықтан онымен қарсыласу – күнә» деп ұйғарса, енді бірі «найзағай оты қараниеттілер, жын-шайтандар тәңірге бағынбаған кезде ойнайды, сол себепті қарсы тұрудың бірден-бір жолы – қоңырау беру, ал ол қараниеттілерді қуады» деп тұжырымдады. Осындай тұжырымдар салдарынан

ұзақ уақыт күн күркірегенде қоңырау беріліп келді. Ал шіркеу қоңырауларын найзағай кезінде соғу қауіпті іс болды. Тіпті жайқайтарғыш табылғаннан кейін де оны ұзақ уақыт шіркеу төбесіне қоймай, қоңырау беру тоқталмады.

XVIII ғасырдың соңында Германияда 33 жыл ішінде 120 қоңыраушы мерт болып, 4000 қоңырау үйі қирады.

Франклин жайқайтарғышы үшін негізгі талас діни сенімдегі халықпен емес, сол кездегі қоғамның атқамінерлерімен болды. Жайқайтарғышқа қарсы ғылыми еңбектер жазылып саяси қарсылық та білдірілді.

Франклин былай деп санады: егер ғимараттың үстінде найзағай бұлтты болып, жайқайтарғыш ұштықпен жабдықталса, онда одан электр заряды баяу ағады. Бұл құбылысты біз тыныш разряд деп атаймыз. Ол бұлттың зарядын бейтараптандырып, оны разрядтайды. Франклин жайқайтарғыш ғимаратты қорғап қана қоймай, найзағай разрядының алдын алады деп те пайымдады. Франклиннің ғылыми қарсыластары өз тарапынан заряд ұштықтан аққанда бұлт зарядын бейтараптандырмайды, керісінше найзағай түсуге тиімді жағдай тудырады. Сол себепті жайқайтарғыш зиянды, өйткені онсыз туындамайтын найзағай разрядын тудыруға мүмкіндік береді деп санады.

Осы көзқарастағы ғалымдар жайқайтарғыш орнатылған ғимарат көршілес орналасқан ғимаратқа көп зиянын тигізеді деді.

Осы мәселеге қоғамдық пікір өте ауқымды болды, оны мына жағдай дәлелдей түседі. Францияда Сент-Омерде, де Виссери мырза үйіне жайқайтарғыш қойғанда, көршілері шошып сотқа береді. Іс үлкен шу шығарып, ол бірнеше жылға, атап айтқанда 1780–1784 жылдарға созылды. Бір қызығы қорғаушы ретінде жас адвокат Максимильтян Робеспьер болып, осы шулы іс оның атын шығарды. Сондай-ақ талапкер тарапынан сарапшы ретінде Марат болып ол жайқайтарғыш қауіпті, оны орнатуға болмайды деп санады. Ұзақ текетірістен және аппеляциядан кейін де Виссери жеңіп шықты.

Жайқайтарғыш үшін осы шулы істе Франклиннің көзқарасы қызықты.

Ол әдетте көпшілік алдында көрінбей, әңгіме және ұзақ хат алмасу арқылы жетекші ғалымдар мен қоғам қайраткерлеріне

дамылсыз ықпал етті. Осындай насихатпен, ол өзіне сол кезеңдегі озық ойлы тұлғалардан өзінің жайқайтарғышы үшін қуатты дауыс жинай білді.

Жайқайтарғышқа қарсы шара Англияда күрт саяси сипатқа ие болды. Ағылшын ғалымы Вильсон жайқайтарғыштың залалды әрекетін оның ұшын заряд ағуға тосқауыл болатындай доғал етіп жасау қажет деп санады. Ал, осы талас Американың құлдықтан азат болу кезеңіне сәйкес келгендіктен, доғал ұшы жоқ жайқайтарғыш орнатқан Англияның кез-келген азаматы саяси сенімсіз тұлғаға айналды. Себебі Франклин жас Американың ірі саяси қайраткері әрі бостандық үшін белсенді күрескері еді.

Англия королі III Генри Корольдік қоғамнан, ағылшын ғылым академиясынан Франклин жайқайтарғышының ұшын жақтап берген шешімдерін жарамсыз деп тануды талап етті. Бұл талапқа Корольдік қоғамның президенті, корольдің лейб-медигі әрі Франклиннің жақын досы сэр Джон Прингль мынадай белгілі жауабын берген: «Өзімнің парызым және өзімнің бейімделуіме байланысты, күш-жігерімнің шама-шарқына қарай ұлы мәртебелімнің кез-келген тілегін орындаймын, бірақ мен табиғат заңдарын, олардың күшінің әсерін өзгерте алмаймын». Осы сөзі үшін ол корольдік дәрігер қызметінен, корольдік қоғамның президенттігінен алынып тасталды.

Жайқайтарғыш жайлы мәселе бойынша тартыста Франклинге және оның достарына қарсы әртүрлі айла-шаралар жасалып жала жабылды. Франклин олардың ешқайсысына назар аудармай, үлкен салқынқандылық таныта білді, ол ғылым мәселесінде шындық тек тәжірибемен дәлелденетінін алға тартты. Шынында өкінішке орай ондаған жылдардан кейін, найзағай разрядтары және электр өрісі жайлы ілім жаңа деңгейге көтерілгенде ғана бұл таласты тәжірибе арқылы шешті. Осы таластың ешбір негізі жоқ екенін енді білеміз, өйткені кәдімгі жайқайтарғыш үшін оның ұшы үшкір ме жоқ доғал ма, бәрібір. Жерден шағын аралықтағы жайқайтарғыш ұшының геометриялық пішіні жер үстіндегі электр өрісінің таралуына айтарлықтай ықпал ете қоймайды.

Найзағай разряды бойынша жетекші мамандардың бірі доктор Шонланд Франклин тыныш разряд арқылы бұлттың зарядын бейтараптандыру процесін жайқайтарғыштың ұшы жерден үлкен қашықтықта, ол бұлттың биіктігімен тұспа-тұс болғанда ғана жүзеге асыруға болатынын көрсетті. Бұл американдық өте биік ғимараттардағы жайқайтарғышта орын алған, бұл тұста стержень ұшынан найзағайға айналмайтын тыныш разрядты байқауға болады. Шонланд бұл туралы былай жазды: «Егер Франклин мұны білгенде, оны қанағат сезімі баурап алар еді».

Қазіргі жайқайтарғыш – бүкіл ғимараттардың бөлінбес бөлігі, әрине қираудан не өрттен аман қалған ғимараттарды, құрылыстарды, кемелердің санын санау мүмкін емес. Бұны шынайы түрде Франклиннің бастамасы деп атауға болады.

Франклиннің қызметі ғылымның өзге де салаларымен байланысты.

Франклиннің атакты өнертабысынан басқа, ғылымның өзге саласындағы ашқан жаңалықтарына қысқаша тоқталайық.

Ол геофизикамен шұғылданды, Гольфстрим ағысының картасын жасады, шыны шармен үйкелетін музыкалық аспапты, Америка мен Францияда әлі де пайдаланылатын үнемді пешті, көше шамдарын, қарттықта алысты көретін қосарлы көзілдірікті т.б. көптеген жаңалықтарды ойлап тапты. Оған қоса көпшіл әрі шапшаң ойлауы арқасында Франклин ғылымның дамуына көптеген ақыл-кеңес бере отырып, оның әрі дамуына ықпал етті. Ақыл-кеңестерінің көпшілігі ұмыт болып, кейбірі ғана бізге жетті.

Айталық, XVI Людовик доктор Месмердің «жануар магнетизмі» деп аталатын емдеу әдісінің құндылығы жөнінде мәселе бойынша комиссия мүшесі болуын сұрады. Бір қызығы, осы комиссияда гильотинді ойлап тапқан доктор Гильотен де болды. Франклин жануар магнетизмі жоқ деп есептеді, бірақ ол әдіс емдеу үшін зиянды емес деп санады, өйткені ол ауқатты адамдарға зиян келтірмей көңілін көтереді, өзге беймәлім дәрімен емдеу тәсілдері жайлы олай айтуға болмайды.

Франклин ғылыми жетістіктер бүкіл адамзаттың игілігі, сондықтан әлемдік ғылымның дамуына деген қамқорлық халықтар арасындағы саяси және қарулы қақтығыстан сырт

тұруы тиіс деп санады. Англиямен соғыс кезінде атакты зерттеуші капитан Кук өзінің жүзу сапарынан қайтқанда, Франклин барлық американдық кемелер мен корсарларға капитан Кукке қай жерде кездеспесін зор құрмет көрсетуді тапсырды. Біз үшін бір қызығы, Франклиннің конгресс мәжілісінде ағылшындық барлық тауарларға эмбарго салынғанда, ғылыми құрал-жабдықтарға оны салмауға көндіруі.

Бенджамин Франклин тәуелсіз Америка Құрама Штаты мемлекеті білімінің негізі болып саналатын тарихи үш құжатқа қолын қойған: АҚШ тәуелсіздік Декларациясы, АҚШ Конституциясы және 1783 ж. Версаль бейбітшілік келісімі.

Бенджамин Франклиннің суреті американың 100 долларлық купюріне салынған.

Франклиннің ғұмырнамасын зерттей отырып, адамзатқа Америка берген үлкен есімді адамға сүйіспеншілікпен қарап, әрдайым оның аруағына бас ию керек екенін түсінесін.

2.16. Томас Альва Эдисон

XIX ғасырдың екінші жартысы мен XX ғасырдың бірінші жартысындағы ғылым мен техниканың көрнекті өкілдерінің ішінен талантты американ өнертапқышы Томас Альва Эдисонның есімі айырықша құрметті орынға ие. Өз ғұмырының 65 жылын техника мен ғылымның әр саласы бойынша бірнеше ондаған бірегей техникалық құрылғыларды, аспаптар мен жүйелерді: электрмагниттік телеграфияны, телефонияны, электр жарықтандыруды, электрэнергетиканы, электртартқышты, кинематографты, аккумуляторды т.б. жасауды практикаға ендірді. Тек 1869-дан 1910 жылдар арасында 1300-ден астам патентті АҚШ-та, 3000-нан астам патентті өзге елдерден алды. Ол нағыз «еңбек фанатигі» әрі «асқан адам» болды деп жазды өміртанушылардың бірі. Өнертабыс бюросының директоры әзілдей: «Маған келетін жолда жас Эдисонның басқан ізі кеппей жатады» деп айтқан. Эдисонның өнертабыстары біздің өміріміз бен тұрмысымызға, өнеркәсіпке, өндірістің әр саласына нық енді.

Әлемдік даңққа шығар жолында Эдисон айырықша еңбексүйгіштік, білімге деген құштарлық, табандылық пен жаңа идеяны тудырумен шектелмеушілік танытып, аз өнертабысын тамаша түрде техникалық кемелдендіре отыра оны практикада кеңінен қолдануға дейін жеткізді.

Томас Альва Эдисон 1847 ж. 11 ақпанда Гуран өзені бойында орналасқан шағын американдық Майлен қаласында (Огайо штаты) дүниеге келген. Әкесі Самюэль Эдисон – ауқатты отбасынан шыққан, нан және ағаш сатушы; Эдисонның арғы атасы АҚШ банкі директорларының бірі болған, оның қолтаңбасы 1778 ж. американдық ассигнацияларда бар. Эдисонның анасы Нанси Эллиот өнегелі тәрбие алған, күйеуге шыққанға дейін канадалық белгілі мектептердің бірінде мұғалім болған.

Эдисон 7-ге толғанда, отбасы Мичиган көлінің маңындағы Порт-Херон қаласына көшіп келді. Әкесінің шаруасы ойдағыдай жүріп, отбасы қаладағы тәуір үйдің біріне қоныстанып, барлығы да жеткілікті болды. Эдисонның балалық шағы қамсыз, шешесінің тәрбиесімен және біліммен сусындаумен өтті. Талантты мұғалім болған шешесі ұлына бастапқы білім әліппесін үйретіп, жаңа білімге құштарлығын, кітапқа деген құмарлығын оятты. Ол бар ынта-жігерімен өміріне қауіпті болғанына қарамастан химиялық тәжірибелер жасады. Эдисонның өмірбаяншыларының жазуынша ол ерте ержетіп, білімге деген орасан құштарлық, өмірлік тәжірибесімен практикалық тәжірибелерді ұштастыра білді. Мектептегі сабақ онша қызықтырмай мұғалімдерге үнемі қиын сұрақтар беріп, әбден қажытатын, содан бірнеше айдан кейін үйіне қайтарылды. Шешесі Эдисонды жақсы тәрбиелеп сабақ бергенімен, оның іргелі ғылымдар – физика, химия, математика, электртехника салаларындағы білімі жеткіліксіз болды, оны ол өмір бойы сезініп өтті.

Машиналармен, механизмдермен (дәлірек айтсақ, бу машинасының құрылғысымен), сондай-ақ химиялық тәжірибелермен айналысу үшін тиісті қаражат керек болды, ата-анасы көне америкалық дәстүр бойынша бала «өмір мектебінен» өтуі тиіс, яғни өзін асырауы, өзіне жол табуы үшін қаражатты өзі табу керек деп тұжырымдады.

Он екі жасар баласын әкесі жақын маңдағы темір жолға «поезд баласы» (trainboy) етіп орналастырды. Ал, Эдисон болса поезбен жүріп, жолаушыларға газет-журнал, тәтті және әртүрлі ұсақ-түйек заттарды сатты. Ақылы пысықтығына сай Эдисон жаңа мамандықты меңгергені соншалық, ол өзіне төрт көмекші алып, жылына 500 долларға дейін ақша жинады. Көп ұзамай Эдисон өзінің газетін шығара бастады, оны сапар барысында теріп, басты, бұған дейін мұндай газетті ешкім шығармаған еді.

Газетке материалды соңғы стансаларда жинады, ал аралық стансаларда жаңалықтарды жас көмекшілері беріп отырды. Газет бұрын темекі тартатын орын болған ескі тауар вагонында басылды. Жас Эдисон өзі редактор, терімші әрі баспагер болып, бұл газет тіпті лондондық «Times» газетінің мақтауына иілінді. Газетке материал дайындау барысында Эдисон көп кітап пен журнал оқып, олардан техникалық жаңалықтарды топтай бастады. Бұл жұмыс оның ұйымдастырушылық және коммерциялық қызметінде практикалық дағдыларын қалыптастырды. Көп ұзамай соңғы жаңалықтарды жеткізіп бере алатын телеграфтың зор мүмкіндігі бар екеніне көзі жетті. Осы жайт белгілі бір дәрежеде телеграфияға және электртехникаға деген қызығушылығын оятты.

Осы тауар вагонында Эдисон өзін қызықтыратын химиялық тәжірибелерді де жүргізді. Көп ұзамай фосфордың тұтануынан оның «баспаханасы» мен «зертханасы» өртеніп, ол өзінің тәжірибелерін үйінің жертөлесінде жалғастырды.

Телеграфияға деген қызығушылығы өсіп Эдисон арнайы әдебиетті оқи бастады.

Темір жол стансасында жиі болып, ол машинистерден паровоздың құрылысы туралы сұрап, жүріп бара жатқан локомотив кабинасына отыруға рұқсат алып отырды. Әйтсе де Эдисонды телеграф барынша қызықтыра берді. Ал оның телеграфист болуына кездейсоқ жағдай себеп болды. Бірде, Порт-Херон маңындағы шағын стансада, өз өміріне қауіп төнгеніне қарамастан, станса бастығының екі жасар ұлын локомотив доңғалағының астынан құтқарып қалды. Эдисонның ерлігі бүкіл қалаға жайылып, қуанышты станса бастығы алғысы ретінде оған телеграф аппаратында жұмыс істеуді үйренуге

ұсыныс жасады. Жасалған ұсынысқа қанағаттанған Эдисон күн сайын газетін сатып болғаннан кейін тауар поезымен ұстазына келіп, түні бойы телеграфта жұмыс істеді. Табиғи қабілет пен құштарлық оған бірнеше айдан кейін Порт-Херонда айлығы 25 доллар болатын телеграфист қызметіне орналасуға мүмкіндік берді. Сонымен бірге түнгі кезекшілікте істегені үшін қосымша ақы алды. Сөйтіп 16 жасар телеграфист өмірінің жаңа бетін ашты.

Көп ұзамай Эдисон «телеграф кілтiнiң серісі» деген даңққа ие болды, ол Морзе әліппесінің көмегімен телеграфист шеберлігін игерді. Бірде балалық шағында ол поездға отырар кезінде мертігіп, нашар ести бастады. Осы жайт телеграфтағы жұмысын қиындатқанымен телеграфистік ғажап қабілеттілігі оған тіршілік барысында көп көмегін тигізді. Бір қызығы телеграфиямен айналысу кейіннен отбасы мүшелерінде де байқалды: ел Эдисонның қызын әзілдеп Доу (нүкте), ал ұлын – Dash (тире) деп атады.

Бес жыл бойы Эдисон әртүрлі қалаларда телеграфист болып қызмет атқарды. Тапқан қаражатының біразын электротехникалық тәжірибелер негізінде қайсібір құрылғыларды ойлап табу үшін жұмсады. Бір мезгілде баяндауы түсінікті, ойлау логикасы анық Фарадей еңбектерімен таныса бастады. Фарадей күрделі электрмагнитті процестерді математиканы пайдаланбай-ақ асқан шеберлікпен сипаттай білді (Эдисонда Фарадей секілді математиканы меңгере алмай-ақ кетті). Фарадей еңбектерімен танысу Эдисонның білімін байытып, электртехника саласындағы өнертабыстылығына дем берді.

Әрине, оның алғашқы өнертабысы электрмагниттік телеграфиямен, электр мен магнетизмді іс жүзінде барынша пайдаланған саламен байланысты болды. Өзінің бірінші патентін Эдисон 1863 ж. маусымда АҚШ конгресіне дауыс беру шарасында дауыстардың электрсанауышын («иә» және «қарсы») тапқаны үшін алды. Аспапта электрмагниттік реле мен тісті дөңгелек жүйесі қолданылды. Бір жылдан кейін Эдисон жаңа өнертабысына – биржалық курсты жазуға арналған универсал басу аппараты – биржалық тиккерге авторлық заявка берді. Аспап бұрын пайдаланған құрылғыға қарағанда неғұрлым

кемелденген еді. Өнертапқыш оны ірі телеграф кәсіпорнына 40 мың долларға сатып, ол американ биржа кеңселерінде кеңінен қолданылды.

Жас өнертапқыштың материалдық жағдайы біршама жақсарды. Эдисонның өз өнертабысын кемелдендірудегі қажымас ұмтылысын мынадан, атап айтқанда екі жылда 63 патент алуымен, және оның әрқайсысының практика жүзінде аспапты жетілдіруге бағытталуымен түсіндіруге болады. Көп ұзамай Эдисон Нью-Йоркке қоныс аударып, инженерлердің бірімен біріге отырып аспаптарды жаппай шығару үшін шеберхана ашты.

Ол телеграф аппараттарын, телеграф хабарларын автоматтандыру және берілетін сигналдардың «нығыздығын» арттыру әдістерін кемелдендірумен табанды түрде айналысты, ал бұл бағыт дамып келе жатқан жаңа телеграф желілерінің аса маңызды мәселелері болатын.

Телеграф желісінің өткізу қабілетін арттыруда Эдисон үлкен жетістіктерге қол жеткізді. Ол дуплексті және квадруплексті телеграфия жүйесін жасады, бұл жүйе екі депешаны қарама-қарсы немесе екі депешаны бір бағытта беруге және бір мезгілде екі өзге депешаны оларға қарама-қарсы беруге мүмкіндік тудырды. Квадруплексті телеграфтау Эдисонға дейін Еуропада және Ресейде пайда болғанына қарамастан, ол бұл мәселенің озық шешімін тауып, оның ұсынған жүйесі практикаға бірінші болып енді. Эдисонның сіңірген еңбегі сол, ол өзінің жаңашылдық тәжірибелерімен телеграфия саласындағы прогреске итергі болды.

Сөз арасында айта кетейік, Эдисон жазу машинасын кемелдендіріп, өз өнертабысын Ромингтон зауытына сатты (осы атаумен машинкалар кең тарады).

Эдисонның ұшқыр қиялына таңғалмасқа лаж жоқ. Ол сымсыз телеграфтаудың орасан зор болашағын көре білді, тіпті 1875 ж. болашақта байланыстың сымсыз болатынын көрегендікпен болжады.

70 жылдардың орта шенінде Эдисон өнертабыстық қызметін айырықша жандандырды. Оның Нью-Йорктегі бес шеберханасында көп жұмыскер істеп, тапсырыс та күрт өсті.

Тілшілер болса Эдисонның артынан қалмады. Ол басқа жерде арнайы ғылыми-өндірістік орталық ашып, шеберханалар мен зертханалар жасауды, оларды заманға сай құралдармен жабдықтауды, тұрғын үй салуды, күштік кондырғылы машина корпусын, техникалық кітапхана ұйымдастыруды ойластырды. Орталықтың құрылысы 1876 ж. Нью-Йорктен 25 миль қашықтықтағы Пенсильван темір жолының бойында орналасқан тыныш бос Менло-Паркте басталды. Менло-Парктегі зертханаларда білімдар қызметкерлер мен мамандар – физиктер, механиктер, математиктер және химиктер еңбек етті.

Эдисонның ойынша Менло-Парк әлемдегі бірінші өнертабыстық қызмет көрсететін индустриалдандырылған өнертабыс және өнеркәсіптік зерттеу орталығы болуы тиіс еді. Өміртанушының жазуы бойынша «Шын мәнінде, осы идеяның өзі Эдисонның ғажап өнертабысы еді».

1876 жылдан бастап Эдисон Менло-Паркке көшіп келді, оның қызметі барынша тиімді әрі табанды болып, осы жерде оған әлемдік даңқ әперген ірі өнертабыстар дүниеге келді. Американдықтар Эдисонды «Менло-Парктің ғажабы» деп сүйіспеншілікпен атады.

Телефонды кемелдендірудегі Эдисонның сіңірген еңбегі, оны ғылым мен техниканың аса бір тамаша жетістігіне айналдырудағы қосқан үлесі өлшеусіз. Дыбысты қашыққа жеткізудегі алғашқы талпынысты неміс өнертапқышы Ф. Райс 1862 ж. жасаған еді. Алайда Райс сөзді даралап жеткізе алмады.

1876 ж. телефонға патентті американдық А. Г. Белл алды. Бірақ та Эдисонның көмір микрофонды жасауымен ғана телефон кең қолдау тапты.

Осы проблемамен өзге өнертапқыштар да айналысты, бірақ Эдисон шын мәнінде қажыр-қайратын жұмсап, микрофондардың әр түрімен жүздеген тәжірибе жасап, барынша тиімді нәтижеге қол жеткізді. Эдисонның сөзі бойынша оның тәжірибелерінің жазбасы «бірнеше мың беттен тұратын қолжазбаны құрады».

Телефонды кемелдендіру бойынша көптеген эксперименттер барысында Эдисон оның атын әлемге жайған тағы бірегей аппаратты-фонографты ойлап тапты (1878). Өз

жаңалығын Эдисон былайша сипаттайды: «Бір сәт мен телефон тұтқасына ән айттым, жұқа болат жүзінің дірілі саусағыма сезіліп тұрды. Осы жайт мені ойға қалдырды. Егер мен болат жүзінің дірілін жаза алсам, содан кейін жүзді дәл сол тұстан өткізсем, онда бұл құрылғы жұмыс істемейді деуге негіз жоқ».

1877 ж. Эдисон цилиндр білікті фонографқа бірінші патентті алды. 10 жыл бойы жұмсаған өнертапқыштың зор күш-жігерінің нәтижесінде, 1889 ж. Парижде өткен Дүниежүзілік көрмеде оның фонографы таңғаларлық оқиғаға айналды. Қойылған бірнеше аппаратқа ұзын кезек болып, газеттер нағыз «вавилондық қым-қуат шара» болды деп жазды. Келушілер сөзді де, музыканы да, тіпті симфониялық оркестрдің өнерін де тыңдай алды.

Эдисонның табысы орасан еңбектің нәтижесі еді: тек бір жыл ішінде (1886-дан 1887-ге дейін), ол кемелдендірілген фонографтың әр түріне 100 патент алды.

Ішінде атакты композитор Шарль Гуно бар Париж көркем өнер академиясының саликалы комиссиясы аппаратқа зор баға берді.

Фонограф Франция президентіне, Берлинде – II Вильгельмге және онда қонақ болып жатқан орыс императоры III Александрға, Венада – император Франц-Иосифке жеке-дара көрсетілді. Фонографты жасағаны үшін Швед ғылым академиясы Эдисонды алтын медальмен марапаттады.

1909 ж. Эдисон алғыс сезімі ретінде сексен жасқа толуына орай Л. Н. Тостойға фонограф сыйлады. Ясная Полянаға келген Эдисонның өкілі Лев Николаевичтің даусын жазып алды. Толстойдың өтініші бойынша Эдисон АҚШ-қа қоныс аударған орыс жұмысшыларына жәрдемдесті. Одан кейінгі жылдары да Эдисон фонографты кемелдендіруді жалғастыра берді.

Эдисонның кинематографияның бастауында тұрғанын екінің бірі біле бермес. 1888 ж. бірқатар эксперименттен соң «біреулерге құлақ үшін керек фонограф болса, енді біреулер үшін көз болатын» аппаратқа патентке алдын-ала өтініш берді. Ол сол кезде мәлім адам көзінің көру әсерінің инерциялығы жайлы физиологиялық мәліметтерімен мұқият танысып, фотографтармен біріге отырып бір секундағы сурет санын

анықтады әрі фототүсіруге жаңа материалды іздестірді. 1889 ж. соңында ол целлулоидты пленканы (шыны пластинканың орнына) үлкен жетістікпен пайдаланды. Көп ұзамай Эдисон өз әріптестерімен кескінді синхронды сөйлететін кинотүсіру камерасын жасады. Ол қозғалыстағы кескінді бақылауға арналған, өзге аспаптан принциптік айырмашылығы бар, таспалы киноаппаратқа жол ашқан, қазіргі кинематографияның негізін қалаған ленталық түрдегі аспап еді.

Эдисон кинотүсіруді бастап, өз өнертабысын коммерциялық түрде пайдалана білді. 1893 ж. ол кинотүсірімге арналған алғашқы павильонды ашып, оны «Қара Мария» (студияның қабырғалары қара бояумен сырланған еді, сол кезде өзге жарық көздерінің әсерін болдырмас үшін солай істейтін) деген ат берді. Келесі екі жыл көлемінде студияда бишілердің, акробаттардың, жонглерлердің, үйретілген аңдардың кинотүсірілімі жасалды. «Kinetoscope Company» ұйымдастырылып, «Кинетоскоп салоны» ашылды.

Бродвейде боксшылардың ойыны көрсетілген салон алдында қарақұрым халық жиналып, кей сәтте полицейлердің араласуына тура келді. Эдисонның жұмыстары Еуропада әртүрлі киноаппараттардың жасалуына түрткі болды. Бүгінгі кинематографтың тууы 1895 ж. деп саналады, себебі осы жылы Францияда ағайынды Люмьерлер алғашқы түсірілімді және кинокартинаны проекциялауды жүзеге асырды. Эдисон өзін кинематографияның өнертапқышымын деп санамады, бірақ ол осы бір нағыз интернационалдық өнертабысты кемелдендірудің бастауында тұрды.

Эдисонға әлемдік даңқты барлық бөлшектері күні бүгінге дейін сақталған қыздыру шамдары әперді. Электрмен жарықтандыру көпшіліктің алғашқы электрді энергетикалық пайдалануы болды. Өнеркәсіптің, ғимараттардың, қонақүйлер мен ірі өндіріс үйлерінің өзге де нысандардың даму қарқынына орай газбен жарықтандыру өмір талабын барынша қанағаттандыра алмады. Сол себепті XIX ғ. әр елде көптеген ғалымдар мен инженерлер жарықтың электр көздерін жасаумен айналысты. Эдисон зор құлшыныспен қыздыру шамын кемелдендіру ісімен айналысты, оған қажеттілер – қаражат та,

өндіріс шеберханалары мен білікті мамандар да жеткілікті болды.

1879 ж. сәуірде Эдисон Америкада және басқа елдерде ауасы сорылып алынған шыны колбаға орналастырылған платина қылы бар шамға патент алды. Бірақ шамның қызмет ету мерзімі аз болды және платинаны өзге елдерден әкелуге тура келді. Эдисон баяу балқитын металл қылы бар шамның конструкциясына жақын келгенімен, осы материалдар жайлы ғылыми әрі тәжірибелік деректер жеткіліксіз болғандықтан, ол арнайы отпен шынықтырылған көмір қылмен ертеректе жасаған тәжірибелеріне қайта оралуға мәжбүр болды.

1879 ж. 4 қарашада Эдисон көмір қылы бар вакуумдық қыздыру шамына өтініш беріп, патентті 1880 ж. қаңтарда алды. Алайда оның алдында шешілмеген мәселелер жеткілікті еді: барлық қажетті қондырғылық арматураны, ажыратқышты, сақтандырғыштарды, сенімді әрі үнемді генераторларды, реттегіштерді, санауыштарды жасау қажет болды. Күні бүгінге жейін жеткен бұралмалы цоколь мен патрон – Эдисонның оригинал өнертабысы.

Менло-Парк зертханасының бүкіл ұжымы күн-түн демей еңбек етіп, 1879 ж. рождество мерекесі қарсаңында негізгі жұмысты аяқтап, Менло-Парктің барлық ғимараты, тіпті алаңы да электр жарығымен жарықтандырылды. Бұл дүние жүзінде бірінші қыздыру шамы бар ірі жарықтандыру қондырғысы еді, ол энергияны өзінің блок-стансасына орнатылған электрмашиналы генератордан алды.

Эдисонның шамына үлкен қызығушылыққа орай 1880 ж. 1 қаңтары – Жаңа жылда Менло-Паркте электр жарықтандыруды көпшілікке көрсетуге шешім қабылданды. Ол үшін қыздыру денесі ретінде бристол картонының көмірленген жолақтары қолданылған бірнеше жүздеген шам әзірленді. Көпшілік көрсетілімге 3 мыңға жуық кісі келді, олардың ішінде ғалымдар, инженерлер, кәсіпкерлер, белгілі қоғам қайраткерлері болды. Көрсетілім зор табыспен өтіп, әлемде Эдисон жүйесі бойынша электрмен жарықтандыруға үлкен қызығушылық тудырды. Оған қоса Эдисон жарықтандыру жүйесін кемелдендіруді жалғастыра отырып, шамдарды параллель

косты, энергияны берудің үшсымды жүйесін, сол кездегі ірі, онша жетілдірілмесе де, электр генераторын жасады. Оның атақты «Джамбо» (1890) генераторы 27 тонна тартты, бірақ небары 1200 шамды ғана энергиямен қоректендірді.

Электрэнергетика саласындағы Эдисонның сіңірген зор еңбегі, оның бірінші рет іс жүзінде электрмен жарықтандыру жүйесінің комплексті шешімін жүзеге асыруы, қажетті құрал-жабдықтары бар қоғамдық пайдаланылатын электр стансасын алғаш рет жасауы және қыздыру шамын жаппай қолдануға нақты жағдай туғызуы.

Электрмен жарықтандыру тарихында Эдисоннан басқа тағы бір өнертапқышты – П.Н. Яблочковты атауға болады, ол «электр шырағын» ойлап табумен шектелмей, электр энергиясының орталықтандырылған өндірісі мен оны тарату проблемасымен де айналысты. Бірақ электр стансасын салуға Яблочковтың нақты мүмкіндігі болмады.

Эдисонның қажетті қаражаты болды, оны ірі кәсіпкерлер қолдады, оның қабілетті әрі іскер мамандары болды. Оған қоса, Эдисон электрмен жарықтандыру проблемасын неғұрлым озық жолмен шешті, яғни барынша кемелдендірілген жарық көзін жасады, оны жаппай әзірлеп, іс жүзінде алғаш рет электр энергиясының орталықтандырылған өндірісі мен таратуын жүзеге асырды.

Алғашқы электр генераторларын Эдисон сонау 1879 ж. Менло-Паркті жарықтандыру жүйесін жобалағанда жасаған болатын. Ол қос полюсті барабанды якорьлі және ауыр тік электрмагниті бар машина еді (электрмагниттердің мұндай конструкциясы сәтсіз болды). Якорьлардың өзекшелі кертік болып, болат табақша дискілер бір-бірінен оқшаулана жасалды. Эдисон коллектордың конструкциясын да жасап, орам схемасының өз нұсқасын ұсынды.

Эдисон компаниясының 1882 ж. көптеген кәсіпорындар, дүкендер, кеңселер, бекеттер т.б. мекемелер орналасқан Нью-Йорктегі Перл-Стриттегі (төменгі Манхэттен ауданы) жасаған электр стансасы дүние жүзінде бірінші құрылыс болып, қазіргі заманғы электр энергетикасының басы болып есептелді.

Электр стансаның әрекет ету ауқымын кеңейту мақсатында, Эдисон тоқты тасымалдаудың үшсымды жүйесін жасап, 1882 ж.

оған патент алды. Мұндай жүйе тұрақты токты пайдаланғанда кеңінен қолдау тапты, бес сымды жүйелер де пайдаланыста болды.

Дүние жүзінде бірінші рет жасалған, электр энергиясының шығынын нақты есептеуге қажет – электр энергиясының санауышы да Эдисонның есімімен тығыз байланысты.

Эдисонның табиғи таланты мен зеректігі, көп адам байқай бермейтін дүниелерді көре білуге септесіп отырды, әрі өзі байқаған жаңа құбылысты іс жүзінде қолдануға да оның икемі болды. Қыздыру шамының ұзақ мерзім жанғанда шыны қолбаның ішкі бетінің қарайып кететінін байқаған Эдисон бұл құбылысты байыппен зерттей отырып, термоэлектрондық эмиссияны ашты, ол «Эдисон эффектісі» деп аталды. Ал, өзге адам болса осы құбылыстың байыбына бармас та еді. Осылайша мүлдем жаңа бағыт – ғылыми-техникалық прогресті тездетуге түрткі болған электрониканың негізі қаланды.

1904 ж. ағылшын ғалымы Д. А. Флеминг Эдисон эффектісі негізінде алғашқы қос электродты шамды («Флеминг диодын»), үш жылдан соң американ инженері Ли де Форест Флемингтің қос электродты шамын детектирлеуге пайдалану идеясын басшылыққа ала отырып, шамға үшінші электродты (торды) ендірді. Осылайша триод пайда болып, ол электр тербелісін күшейтуге қолданылды. Демек, Эдисонды радиоэлектрониканың алғашқы сатысында тұрғандардың бірі деп санауға болады.

Дамып келе жатқан өндірістің өскелең қажеттілігі көлік техникасын кемелдендіруді қажет етті. Өздігінен қозатын электр машиналарының пайда болуы және электр қозғағышты көлікте пайдалану кезіндегі артықшылығы айқындалғаннан кейін, 80-жылдары Ресейде, Еуропада трамвай желісінің құрылысы басталды.

1882 ж. Эдисон Швейцарияда электрлендірілген темір жол салуға тапсырыс алды. Эдисонның көмекшілернің бірі электрлік көлік үшін құрал-жабдықтарды жобалаумен арнайы айналысты. Оның жобасы бойынша АҚШ-та Ричмонд қ. алғаш рет трамвай жасалынды (1888). Эдисон көлік мәселесінен біртіндеп алшақтап, басқа проблемалармен айналыса бастады, әйтсе де электрлік тартқыш жасауға оның сіңірген еңбегі ауқымды.

1887 ж. Эдисон Менло-Паркті тастап, бүкіл зертханалары мен шеберханаларын Вест-Орендже қ. (Нью-Джерси штаты) көшірді, осы жерде ол өмірінің ақырғы күніне дейін өз зерттеулерін табысты жалғастырды.

Эдисонның ұшқыр ойы оны жаңа техникалық міндеттерді шешуге жетелеп отырды. Ол алғашқылардың бірі болып дербес электр тартқыштың артықшылығын сезінді, оны электромобильге пайдалануға болатынын біліп, өзіне тән күш-жігермен сенімді де, үнемді аккумулятор жасаумен айналысты. Электромобиль мәселесімен ғылым мен техниканың қазіргі озық ойлары әлі де шұғылданып жатқаны баршамызға мәлім.

Қаражаттың молдығына сүйене отырып, Эдисон аккумуляторды жетілдіру үшін химия саласының ірі мамандарын іске тартып 1903 ж. жалпы пайдалануға жарамды темір-никель электроды бар сілтілік аккумуляторды жасады. Оның сілтілік аккумуляторы қорғасынды аккумулятормен салыстырғанда үш есе жеңіл болды және екі есе көп энергия (массаның 1 фунтына шаққанда) берді.

Бензинді қозғағыштардың тез кемелденуі автомобильдердің электромобильден бірқатар артықшылғын танытты. Бірақ Эдисон берілмеді, ол өзінің аккумуляторына өзге тұтынушы табуға тырысты. Олар электрстансаларда, поездарды жарықтандыруда, тау-кен жұмыстарын жарықтандыратын фонарларда кеңінен қолданылды. Эдисон автомобильді ығыстырып шығаратын электромобильге аккумулятор жасай алмаса да, оның жаңалыққа құштар талпынысы, озық техникалық шешімдері үнемі үлгі болуға тұрарлық.

Эдисон қартаң тартқан шағында да өзінің еңбекқорлығын танытып, тәулігіне 5 сағат қана ұйықтап, кейде зертханасынан шықпайтын. Дәл осындай талапты өзінің қызметкерлеріне де қойып, олардың кәсібилігін, ақыл-ойын, жалпы дүниетанымын, адамгершілік қасиетін бағалады. Ол өзінің эксперименттерінің нәтижесін мұқият талдап отырды. Эдисонның Вест-Оренджегі мұражайында оның 3400 қалта дәптері сақтаулы!

Осынау таңғажайып жан туралы даңқ әлемнің түкпір-түкпірін шарлады.

Аты әлемге әйгілі Альберт Эйнштейн Эдисонмен кездескен сәтінде: «Сіз әрі пионер, әрі орындаушы және ұйымдастырушы

ретінде бірдей жетістікке ие болдыңыз. Сіздің электр шамыңыздың конструкциясы ірі электр өнеркәсібінің қуатты дамуына түрткі болды. Техниканың ұлы жасаушылары, оның ішінде қомақты табысқа ие болған сіз, осы жүз жылдықта адамзат әлі үйренісе қоймаған барынша жаңа ахуал жасадыңыз» деп зор сезімін білдірді.

Дүниежүзілік даңққа ие болғанына қарамастан, Эдисон барынша қарапайым, көпшіл, қалжыңбас боп қала берді. Ол өзін мақтағанды суканы сүймеді, жасының ұлғайғанына қарамай, өмірге құштарлығы бір сәт бәсеңдемеді. Тіпті, керең боп қалғаны да, оған бөгет бола алмады. Осыған орай мынадай бір жайтты айта кету ләзім. Кеңес ғалым-электртехнигі Л. Д. Белькинд 1928 ж. қыркүйекте АҚШ-та өткен Халықаралық жарық техникасының конгресіне қатысып, 300 делегаттың бірі болып Вест-Оренджде Эдисонның қабылдауында болды. Эдисон өзінің көмекшілерімен бірге, оның ішінде жақын досы, бұрынғы телеграфист Дж. Либ те бар, қонақтарды өзінің зертханаларымен таныстырды. Көріп болғаннан соң барлығы Эдисонмен сұқбаттасу үшін көгалға жайғасты. 82 жастағы Эдисонның мүлдем естімейтіндігіне қонақтар алаңдаушылық білдірді. Дж. Либ Эдисонмен қатар отырып, әр сұрақ қойылған сайын, сөздерді Морзе әліппесін пайдалана отырып оның иығын балғамен ұрып отырды. Эдисон тез түсіне қойып, баппен барлық сұрақтарға жауап берді. Кез келген істегі жоғары профессионалдылық – адамның зор байлығы!

Эдисон ғылыми және техникалық журналдардағы жаңалықтарды, басылымдарды қалт жібермеді. Уақытының тапшылығына қарамастан, күніне 7–8 газетті қарап шығуды әдетке айналдырды. Жазушылардың ішінен Шекспир мен Гюгоны бөле-жара қарады. Ол музыканы, әсіресе Бетховенді жақсы көрді, өзі скрипкада тамаша ойнады. Оның жеке кітапханасы Вест-Оренджде жеке үш қабатты үйде орналасып, әр тілдегі кітап қоры 100 мың томнан асты.

Эдисонның мықты денсаулығы біртіндеп сыр бере бастады. Достарының кеңесімен ол өзінің шығармашылық эстафетасын алып жүретін ізбасарды таңдауды ұйғарды. Ол адамның бойында Эдисон жоғары бағалайтын қасиеттер болуы тиіс еді.

Ол неғұрлым талантты жасты іздеп, оған жоғары білім алуға және шығармашылық өнертабыстық қызметке дайын болуына мүмкіндік бермекші болды. Осы мақсатта өзіне етене жақын ғалымдардың, фабриканттардың, қоғам қайраткерлерінің көмегімен 57 сұрақтан тұратын анкетаны 48 штатқа және Колумбия округіне жіберді. Анкетаның әдеттен тыс сұрақтары мен қазылар алқасының салиқалы құрамы Америкада зор қызығушылық тудырды. 57 сұрақтың 18-і математика, физика және химиядан білімділігін анықтаса, қалғандары жас жігіттің мәдени және адамгершілік өресін, оның мінез-құлқы мен мектепте алған білімін іс жүзінде жүзеге асыру қабілетін тексеруге арналды.

Бірінші тур штаттар бойынша өткізіліп, комиссияны губернатор басқарды. Содан кейін таңдалып алынған 49 жас жігіттер Вест-Оренджіге келіп, Эдисон басқаратын қазылар алқасы олардың ішінен бір – ең талантты жігітті таңдауы тиіс болды.

Анкетадан бірнеше мысал келтірейік. «Химия» бөлімінен сұрақ: «Бөтелкелерде ұнтақ түріндегі заттар бар: мыс купоросы, марганец, көмір, ультрамарин, хлорлы калий. Аты көрсетілген жапсырма жыртылған. Бөтелкелер ішіндегі құрамды шапшаң әрі дәл қалай анықтауға болады?». «Физика» бөлімінен сұрақ: «Жаз түнінде жартас маңынан өтіп бара жатқан кеме капитаны кеме гудогының жаңғырығын гудок берілгеннен 4 секунд өткеннен соң естіді. Жартас қандай қашықтықта болды? Егер гудок дәл сол тұстан қаңтар айында күндіз берілсе, капитан уақыт бойынша қандай да бір айырмашылықты сезінер ме еді? Егер сезген болса, онда ол қандай әрі неге?». Сұрақтардың ішінен мыналары өте қызықты: «Сіз экспедиция басқарушысыз. Экспедиция елсіз далада қиын апатқа ұшырады. Сіздің карамағыңызда ең жақын мекенге жету үшін үш адамға ғана жететін азық пен су қалған. Ал қалғандары қырылуы керек. Сіздің серіктестеріңіз: тамаша ғалым – 60 жаста, оның әйелі – 39 жаста, ұлы – 6 жаста, екі жолбастаушы метистер – 41 және 32 жаста, сіздің қыз-қалыңдығыңыз, сіздің ең жақын досыңыз бен құрдасыңыз және өзіңіз. Осы жағдайда кім қалуы керек, кім құрбан болуы тиіс? Неге?». Тағы екі қысқа сұрақ: «Өтірік айтуға бола ма?, «Егер сіз мирасқорлыққа миллион доллар алсаңыз, оның 92 % жауабын дұрыс деп шешті. Ол Массачусет

технология институтының Эдисондық стипендианты атанды. Тағы да жауаптары дұрыс деп танылған үш жігіт Эдисонның каражатымен басқа колледждерде оқыды. Бірақ даңқты өнертапқыштың сенімі ақталмады. Гестон да, қалған үшеуі де Эдисонды алмастыра алмады. Ғұмырнамашылардың бірі жазғандай: «... Эдисонның ерекше және соңғы адаммен жасаған эксперименті нәтижесіз аяқталды».

Осы конкурстан бір жыл кейін Эдисон жатып қалды, қайтыс болғанға дейін бірнеше ай төсектен тұрмады. 1931 ж. 17 қазанда Эдисон қайтыс болды.

Зертхана кітапханасына қойылған табыт жанынан ұлы американдықпен ақтық қоштасуға келген адам легі екі күн және екі түн толастамады.

Менло-Паркте темірбетон тұғырға қола тақта бекітілген шомбал тас орнатылған. Оның жоғарғы тұсына Эдисонның портреті бар медальон бейнеленген, ал төменгі жағында: «1876–1882 жж. Прогресс жолында адамзатқа жол көрсету қызметін Томас Альва Эдисон осы жерде бастады» деген жазу қашалған.

Менло-Парктегі зертханалар мен құрылыстар түгелдей бұзылып, Детройт маңындағы Дирборнға көшірілді, оларды Эдисонның жан досы атақты Генри Форд қалпына келтіріп, осы жерде «Эдисония» мемориалдық мұражайын ашты. Вест-Орендждегі Эдисон 50 жыл бойы еңбек еткен зертханалар ұлттық ескерткішке айналды. Осы жерде Эдисонның және оған жақын адамдардың өміріне қатысты мұрағаттар – мыңдаған хаттар, құжаттар, патенттер, оның өнертабысының үлгілері мен көшірмелері сақтаулы.

1961 ж. Эдисон қайтыс болғаннан 30 жыл кейін Нью-Йорк университетінің Ұлы американдықтардың Даңқ залында оның бюстін қою салтанаты өтті. Салтанатта ғылым мен техниканы дамытуда Эдисон еңбектерінің орасан зор ықпалы аталып өтілді.

Қазіргі әлемде ғылыми-техникалық орасан жетістіктерге Эдисонның қосқан үлесі айтарлықтай көрініс табуда. Оның өзекті көптеген техникалық идеялары қазіргі актуал проблемалармен ғажап үндестік табуда. Олардың өз уақытынан озғандығы сонша, кейбірінің шешімдері осы таңға дейін әлі де табылмай отыр.

2.17. Павел Николаевич Яблочков

П. Н. Яблочков – атақты электр свечаны жасаған өнертапқыш, электр энергиясын «электр зауытта» өндіріп, газ және су секілді пәтерлерге таратуды ұсынған электрмеханик. Ол индукциялық катушка арқылы «жарықты жіктеуді» тапты. Оның ұсынған «біріншілік қозғағыш-генератор – тарату желісі-кабылдағыш» жүйесі қазіргі энергожүйенің алғашқы нұсқасы болды.

Павел Николаевич Яблочков Саратов губерниясы Сердоба уезіндегі атамекеннің бірінде, 1847 ж. 2(14) қыркүйекте дүниеге келді. Оның ата-анасы белгілі рудан таралып, ұлының туған мерзімінде кедейленген жергілікті ұсақ дворяндар еді.

1858 жылға, яғни Саратов гимназиясына барғанға дейін, ол өз үйінде білім алды. Отбасылық дәстүр бойынша ол кадет корпусына баруы тиіс еді, бірақ Павел аурушаң әрі әлсіз болып өскендіктен оған әскери қызмет бұйырмады. Ауызекі әңгімеге сәйкес Павел жастайынан өнертабысқа құштар болып, кейін ол оның өмірінің мәніне айналды.

Саратов гимназиясы мұғалімдерінің көпшілігінің кәсіби және жалпы мәдени деңгейлері төмен болды, төрт жыл оқығанда Павел не тиянақты білім, не дұрыс тәрбие ала алмады. Сол себепті ата-анасы әскери оқу орнына түсуге даярлауға шешім қабылдады. Таңдау Петербургтегі Николаев инженерлік училищесіне түсті. Бұл таңдау жас Яблочковтың инженерлік икемділігінің айтарлықтай дамуына игі әсер ететіндей еді. Емтихан тапсыруға гимназиялық білімі жеткіліксіз болып, 1863 ж. Яблочков Петербург пансионына қабылданды, оны, кейін белгілі әскери инженер әрі композитор Цезарь Кюи, басқарған еді. Оның жетекшілігімен Яблочков жалпы білімнің алғашқы тиянақты негізін қалады, онда ғылыми ілімге деген қызығушылығы оянды. 1863 ж. күзде Яблочков Инженерлік училищенің төменгі (кондукторлық) сыныбына қабылданды.

Училище оқытушыларының арасында И. А. Вышнеградский, М. В. Остроградский секілді т.б. атақты ғалымдардың болғанына қарамастан, сапта жүру сабағының тиянақты өтуі де, фортификацияны жан-жақты оқыту да техника жетістіктерімен барынша тиянақты айналыса бастаған албырт жасқа ұнамады.

Үш жылдан кейін Киев қорғанысының инженерлік командасы Саперлік батальонының подпоручнигі шеніндегі Яблочков өзі онша мүдделі емес әскери-инженерлік қызметке алғашқы қадамын жасады. Сол себепті, бір жылдан сәл аса офицер болып, 1867 ж. аяғында отставкаға кетті.

XIX ғасырдың 60-жылдарында электр практикалық мақсат үшін, әсіресе электрмагниттік телеграфияда, гальванопластикада кеңінен қолданыла бастады. Орыс армиясында Б. С. Якобидің магнитэлектрлік генераторы электр миналарын тұтандыруға қолданылды, сонымен бірге ол өзінің электр қозғағышын кемеңі қозғалысқа келтіру үшін бірінші рет көрсетті.

1866 ж. Еуропа мен Америка арасында телеграф байланысы орнатылды. Электр машинасының өздігінен қозу принципінің ашылуы динамомашиналарды іс жүзінде қолдануға және өндірісті ұлғайтуға айтарлықтай себін тигізді. Бұл, әсіресе электр жарықтандыру бағытын дамытуда кең қолданылды.

Орыс әскери электртехниктері ерекше электр су асты миналары мен тұтандырғыштарды, алғашқы электравтомат құрылғыларды жасауда айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізді.

Электрді іс жүзінде қолдануға жалпы қызығушылық П. Н. Яблочковтың назарынан тыс қалмады, ол электртехника табыстарын қалт жібермей қадағалап отырды. Сондықтан да электртехникалық білім алуды көздеп, Ресейдегі жалғыз арнаулы электртехникалық оқу мекемесі – техникалық гальваникалық мекемеге түсті. Мұнда электр, магнетизм және гальванизмнен теориялық курсты ірі электртехник Федор Фомич Петрушевский оқыды. Бағдарламада офицерлердің практикалық далалық сабақтары, атап айтқанда, электр миналар арқылы қопару жұмыстары өндірісі қарастырылды.

1869 ж. Гальваникалық мекемені бітіргеннен соң Яблочков Киев саперлік батальонына гальваникалық команда бастығы ретінде қайтадан барды. Бірақ мұндағы қызмет ұзаққа бармады. Ол біржола отставкаға шығып, Мәскеуге ауысты.

1872 ж. Яблочков – Мәскеу-Курск темір жолы телеграф қызметі бастығының көмекшісі. Оның өмірінде шығармашылық табысқа, оған әлемдік даңқ әперген ұлы жаңалықтарға толы

жаңа кезең басталды. Мәскеуде ол өз зерттеулерімен, өнертабыстарымен даңққа бөленген А. Г. Столетов, А. С. Владимирский, В. Н. Чиколев т.б. сынды белгілі ғалымдармен, инженер-электриктермен танысты.

Сол 1872 ж. Мәскеуде І Петрдің туғанына 200 жыл толуына орай политехникалық көрме ұйымдастырылды. Осы көрмеге Яблочков Мәскеу-Курск темір жолының шеберханасында қара-жазғыш телеграф аппаратын дайындады, ал В. Н. Чиколев электр жетегі бар алғашқы тігін машинасын көрсетті. Политехника мұражайының қолданбалы физика бөлімінің тұрақты комиссиясын Яблочковтың жұмысы қызықтырды. Оның мәжілістеріне қатысу Яблочковқа Ресейдегі және әлемдегі жаңа идеялармен, өнертабыстармен танысуға мүмкіндік берді. Осы жерде сол заманның ірі электртехниктерімен танысып, ұзақ жылдар бойы достасты; талантты өнертапқыш Н. Г. Глуховпен танысып, кейінірек екеуі бірге ортақ кәсіпорын – электртехникалық аспаптарды жөндеу шеберханасын ашты, бұл Яблочков үшін өнертабыстық жолындағы жөнсілтеу болды.

Темір жолдағы қызмет бірте-бірте қиындап, Яблочков өз бетінше еңбектенуді жөн санады да, темір жолдағы жұмысын тастап, Глуховпен бірге электролизде, гальванопластикада, электртерапияда қолданылатын электр машиналарын, аппараттар мен құрылғыларды жөндеу бойынша жеке шеберхана ашты. Мұндай шеберхана Мәскеуде жоқ еді. Яблочков клиенттердің әртүрлі тапсырыстарын орындай отырып, өз өнертабысын ашуға, әралуан электртехникалық құрылғыларды пайдалану кезінде өзінің техникалық идеяларын жүзеге асыруға мүмкіндік болар деп пайымдады. Сонымен бірге, жеке кәсіпорын оған біршама табыс әкеліп, отбасының жағдайын түзейді деп сенді. Бұл кезде Яблочков үйленіп үш балалы болған еді.

Глухов екеуі қажетті құрал-жабдықтарды сатып алып, әртүрлі тапсырыстарды орындай бастады, өз өнертабысымен шұғылдану туралы ойы да бар еді. Яблочковтың замандастарының бірінің пікірі бойынша, оның шеберханасы «уақыт ағынынан 20 жыл озған жаңашылдығымен танылған батыл да алғыр электртехникалық кәсіпорындардың» орталығына айналды. Бұл жерде динамомашиналардың тетіктері

жасалды, аккумулятор жетілдірілді, «электр шамын реттегіштердің күрделі жүйесі ойлап табылды». Яблочков пен Глухов тәжірибе жасауға беріліп, қабылданған тапсырыстарды дер кезінде орындамай борышқорларға қарызға да кіріп кетті, шеберхана иелерінің коммерциялық істері мүлдем тоқырап, қарыз үшін түрмеге отыру қаупі де туындады.

Яблочковты жаңа пайда болған доғалық электр шамы қызықтырды. Оның кең таралуына кедергі болған, былай қарағанда, ұсақ-түйек деп саналатын –доғаның жану барысына қарай электродтардың арақашықтығы алшақтап, доға кез-келген сәтте өшіп қалуы еді.

Бірінші доғалық шамды француз физигі Фуко 1844 ж. жасады. Электродтардың аралығы қолмен реттелді. Мұндай шам тек қысқа мерзімді әрекетке пайдалануға жарады, оны Фуко микроскоптың заттық шынысын жарықтандыруға пайдаланды. Осы шамды 1874 ж. Париж опера театры спектакль барысында (Мейербердің «Пайғамбар» операсында) Күннің шығуын көрсету үшін барынша тиімді пайдаланды. Көрермендер кенет жарқ еткен жарыққа қорқынышын да, қуанышын да жасырмады. Алғашқы электрмагниттік реттегіші бар доғалық шам француз Аршроның (1846) шамы болды. Онда электродтардың арасы алшақтағанда, тізбектегі ток азайып, катушкадан құралған жүк әсерінен өзекше тартылып, бұрыштар жақындайтын.

Неғұрлым сенімді доғалық шамды 1854 ж. талантты орыс өнертапқышы А. И. Шпаковский ойлап тапты. Шамда электрмагниттік және механикалық реттегіштер қойылды. Шпаковскийдің шамының артықшылығы, 1856 ж. Мәскеуде император II Александр таққа отыру салтанатында ұтымды пайдалану кезінде айырықша байқалды. Лефортовтағы Екатерина сарайының шатырына он «Шпаковскийдің электр күні» (шамдар солай аталған) орнатылып, кең алаң қараңғы түнде, қатты жарқырады. Осы көз көрмеген оқиғаны ресей және шетел газеттері шабыттана жазды.

Доғалық шамдардың сенімді реттегіштерін жасау мәселесі П. Н. Яблочковты қатты қызықтырды, өйткені ол өз тәжірибесінде оның өте қажетті екендігіне көз жеткізді. Бұл

барынша қызықты жағдайда өтті. 1874 ж. күзде II Александр Қырымға тынығуға Мәскеу-Курск темір жолымен сапарға шығуы керек еді. Яблочков патша пойызының түнгі жолын француз өнертапқышы Фуконың ұсынған реттегіші бар доғалық электр жарығымен жарықтандыруды ұсынды. Фуко шамы сенімсіздеу болып, Яблочков локомотивтің алдындағы арнаулы платформада, суық желдің өтінде түні бойы сенімді доғаны қолмен ұстап отырды, ал шам қысқа мерзімге өшіп қалса, оның арты қиын болар еді (оған қоса полицейлерде патшаға қастандық жасалуы туралы ақпарат бар еді). Гальваникалық элементтердің батареяларының қалыпты жұмысын, электр сымдардың ақаусыздығын және шамның өшіп қалмауын қамтамасыз ету үшін, Яблочков қиын сәттерді басынан өткізді. Осы суық түнде оның доғалық шам үшін сенімді автоматты реттегіш жасау ойы бір сәт те есінен шықпаған болу керек. Бұл жайт темір жолды электрмен жарықтандыруда әлемдегі бірінші тәжірибе еді. Тек сегіз жылдан кейін ғана француздық «*La lumiere electrique*» журналы (1882, 6 т.) осыған ұқсас паравозға прожектор қолдану туралы жазды.

Жаңалық қалай ашылды? Күн демей, түн демей, нәр татпай зертханада, не болмаса жұмыс үстелінде отырып, адам қиялға беріліп ойға шомады. Ондай да болады, бір қызығы Менделеев өзінің периодтық кестесін алғаш рет түсінде көрген деген сөз бар. Көптеген ғалымдар мен өнертапқыштардың жаңалық ашуына сол жаңалықтың не өнертабыс затының ықпалы негізінде туындаған оқиға себепші болған (тіпті Ньютон алмасын еске түсірсек!). Ол кезде жаңалық «кездейсоқ» ашылды деп топшылаған. Әйтсе де жаңалық кездейсоқ ашылмайды, жағдай іздеген адамға ғана кездеседі, дән өсу үшін дайындалған топыраққа түсуі қажет.

Яблочковтың атағын жайған ең белгілі өнертабысы шеберханада ашылды.

... Ас тұзын электролиздеу тәжірибесі әдеттегідей өтіп жатты. Кенет параллель орналасқан екі көмір электрод «тым жақындасқанда» (соңынан Яблочков дәл осылай жазды) бір-бірімен жанасты. Доға жарқ ете түсті. Тәжірибе жүргізіп жатқан Яблочков пен Глухов тамаша көріністен көздерін алмады. Доға сұйық ішінде жанып жатты, ал олар оны қалың шыны ыдыстан,

«көмір электродтар түгелдей жанып, ыдыс шытынағанға дейін» бақылап тұрды. Параллель орналасқан көмір электродтардың ұштары арасындағы доғаны көріп, Яблочков: «Қарашы, ешқандай реттеуіштің қажеті де жоқ» деп шаттана үн қатты. Жаңалық ашылды. Доғалық шамды ашқан өнертапқыштардың барлығы электродтардың біріне бірін қарсы қоятын (тік не көлбеу)», доғалар жанған кезде электродтардың арақашықтығы ұлғайып, доға өшіп қалатын. Яблочков доғалық шамның электродтарын бір-біріне тік және параллель орналастырды, көмірдің жануына қарай, электродтар ұштарының өзара арақашықтықты өзгермейді. Ең күрделі, қымбат әрі жарықтың доғалық көзінің нәзік бөлігі – реттеуіштің қажеті болмай қалды. Әрине, дербес компьютері бар, әрі Интернетпен айналысатын бүгінгі оқушы үшін, бұл оқиғаның сол кезде үлкен жаңалық болғанын түсіну қиын. Өнертабыс иесі небары 28 жаста болатын!

Жаңа идеяны өмірге ендіруге бірнеше күн жеткілікті болғанымен, несие берушілер қарызын өндіріп алудан күдер үзіп, Яблочковтың үстінен іс қозғап, ол банкротқа ұшырады. Егер ол қарызы үшін түрмеге отырса, идеясы далада қалатын болды. Ол қиын да батыл шешім қабылдап, қарыз берушілерден жасырынып, түрмеге отырмау үшін әрі өз өнертабысын сақтап қалу мақсатында шет елге кетуге бел бұды.

П. Н. Яблочковтың өмірі мен қызметіне жан-жақты талдау жасау барысында, оның басты өнертабысының негізі болып табылатын іргелі зерттеулері көптеген маңызды электртехникалық жаңалықтарының бесігі болып табылатын Мәскеуде, өзінің шеберханасында бастау алғанына көз жеткізуге болады.

Парижге келісімен Яблочков Француз Ғылым академиясының мүшесі, белгілі физик әрі өнертапқыш дәл аспаптар жасайтын (телеграф аппараттары мен электр машиналары да бар) зауытының иесі Л. Ф. К. Брегемен жолықты.

Реттеуіші жоқ электр доғалық шам туралы Яблочковтың идеясымен танысып, оның болашағынан үлкен пайда табатынын білген Бреге Яблочковты зауытқа жұмысқа қабылдады. 1876 ж.

наурызда П. Н. Яблочков бірнеше патентке ие болды. Оның ішінде 23 наурызда атақты «электр шырағына» алған №112024 патенті де бар. Ал, сол жылдың қарашасында «жарықты жіктеу» үшін индукциялық катушканы қолдану патентінің қосымшасын алды. Оған қоса, «электрқозғағыш элементке», айналмалы тетігі жоқ айнымалы тоқтың магнитэлектрлік машинасына т.б. патент алды.

1876 ж. сәуірде Лондонда физикалық аспаптардың көрмесі ашылып, Яблочков Бреге павильонының жетекшісі әрі өнертапқыш ретінде қатысты. «Электр шырақ» көпшілікке алғаш рет көрсетіліп, көрермендерді таңқалдырып көрмеде сенсация жасады. Көрермен халық «бұл өнертабыстың ерекшелігіне (бірегейлігіне)» тәнті болды. Шынында да бұл шырақ кішігірім қуаты бар жарық көздерінің белгілі түрлерінің ішіндегі ең қарқындысы болды. Ол арзан, қарапайым болып, реттеуішті қажет етпеді. Шырақтың жасалуымен электр жарығы қымбат дүние болып саналмай, көпшіліктің пайдалануына жол ашылды. Керосин шамының сарғыш түсі мен газ түтіктің көгілдір алауы электр шырақтың күшті жарығының алдында әлсіз әрі түкке тұрғысыз болып қалды. Шырақ ғалымдар мен өнертапқыштарды ғана қызықтырып қоймай, кәсіпкерлер мен ірі өнеркәсіптік кәсіпорындар иелерінің де қызығушылығын тудырды.

Электр шырағы параллель орналасқан екі көмір электрод түрінде болып, олар бір-бірінен каолин не гипс қабатымен оқшауланып, ток көзімен қосылған шырағданның (светильник) арнайы клеммаларына жалғанды. Доғаны жағу үшін көмір электродтардың ұштарына ток өткенде бірден жанатын жұқа көмір пластина жапсырылды. Жалын көмірдің үстіңгі бөлігінде пайда болып, кәдімгі шырақ сияқты біртіндеп жанды.

Кейінгі жылдары Яблочков негізгі патентіне бірнеше қосымшалар алды, оларда шырақтың жануының және жарықтылығының сенімділігін арттыру көзделді. Ол, қолмен, жартылай автоматты және автоматты айырып-қосқыштары бар бірнеше шыраққа арналған арнайы фонарьлар (электр жарықтандырғыштар) жасады.

Парижде компания мен арнайы фабрика ашылып, ол тәулігіне 8000-ға дейін шырақ жасап, баға күрт түсе бастады.

Шырақты пайдалану үлкен табыс көзіне айналып, әр елдерде (оның ішінде Англия мен АҚШ бар) Яблочков жүйесімен жарықтандыратын компаниялар құрыла бастады. Электр шырағымен Париждегі үлкен әмбебап «Лувр» дүкені (мұнда 80 шырақ 2000 газды шамды алмастырды), 8000 кісі сиятын ипподромның ірі ғимараты жарықтандырылды. Шырақ Опера көшесіне де (генератордан жарық көзіне дейін 1000 м болды, бұл генератордан электр энергиясын қабылдағышқа дейінгі ең алыс аралық еді) қойылды. Яблочков жүйесі бойынша порттар мен кемелер, әскери әрі арнаулы мақсаттағы ғимараттар жарықтандырылды. Яблочков жазғандай «Парижден тараған электр жарығы бүкіл әлемге тарап, Парсы шахы мен Камбоджа королінің сарайына дейін жетті».

Электрмен жарықтандырудағы өз жүйесін кемелдендіру шарасын жалғастыра отырып, Яблочков электртехниканың дамуында төңкеріс жасаған бірқатар өнертабысын жасады.

Ең алдымен шырақты жаппай қолдану практикаға айнымалы тоқты енгізуге септесті. Мәселенің мәнісі мынада: көмірді тұрақты ток көзіне қосқанда оң электрод екі еседей шапшаң жанып, соның салдарынан оны терісіне қарағанда екі еседей қалың жасауға тура келді. Бірқатар тәжірибе жүргізу барысында, Яблочков шырақты айнымалы токпен қоректендіргенде, ол барынша тиімді болатынын дәлелдеді, өйткені екі электрод та бірдей күйде болады. Бұл бұрыннан қолданыста қолдау таппаған айнымалы ток генераторларының қарқынды өнеркәсіптік өндірісін жолға қоюға мүмкіндік берді.

Яблочковтың таңдамалы еңбегіне «электр жарығын ыдырату жүйесін», яғни бір генератордан қоректенетін тізбекке доғалық шамдардың кез келген санын қосып, бір шамның өшуі өзгелеріне әсер етпеуін табуы жатады. Сонда ғана электр шырағы шын мәнінде жаппай қолданысқа ие болады.

Яблочковтың «жарықты жіктеудің» бірнеше әдісінің ішінен екеуі іс жүзінде қолданылды. Біріншісі – генератор якорының орамдарын бөліктеу. Электртехникалық зауыттар жарықтандыру қондырғылары үшін генераторға жалғауға мүмкін шырақтар сандарына сәйкес қуаты «шырақтарда» көрсетілген арнайы генераторды жасап шығара бастады.

Екіншісі – неғұрлым озығы – қазіргі трансформаторлардың түпнұсқасы болып табылатын индукциялық катушкаларды пайдаланды, яғни шырақтардың барлығы индукциялық катушканың екіншілік орамына жалғанды.

Осы схемада индукциялық катушкалар ажыратылған магнит өткізгіші бар және трансформациялау коэффициенті бірге тең, бір фазалы трансформатор түрінде болды. Осылайша бұл схема бүгінгі күнгі электрсхеманың барлық тетіктерін: біріншілік қозғалтқышты, генераторды, тасымалдау желісін, трансформаторды, қабылдағышты қамтиды. Егер тізбек тұрақты ток көзіне қосылса, онда схемада үзгіш қарастырылған.

«Жарықты жіктеудің» жаңа жүйесі шырақты неғұрлым тиімді әрі үнемді пайдалануға септесті. Яблочковтың есімі әлем газеттерінен түспей, ол ұсынған жарықтандыру тәсілін «Орыс жарығы», «Солтүстік жарығы» деп атады. Патенттерді пайдаланатын компаниялар орасан зор пайданың астында қалды, тапсырыстың көптігі соншама, оларды орындауға мұршалары келмей жатты. Электр шырағының шырқауы 1878 ж. Париждегі Дүниежүзілік көрмеден кейін болды, мұнда электрмен жарықтандырудың жаңа жүйесін қолданудың қарапайымдылығы әрі күрделі еместігі тағы да көрініс тапты.

1878 жылдың соңына қарай Яблочков Мәскеудегі қарызынан түгелдей құтылды. Енді оған өз шаруасын бірқалыпты жүргізуге мүмкіндік туды. Әйтсе де, ол тағы бір мәселені шешуі тиіс болды: әлі де әр шырақ жеке генератордан қоректеніп, біржарым сағат қана жанатын. Жасалған іске көңіл толатындай, соның жемісін жеп жүре беруге болатын секілді көрінгенмен, Яблочков практика көрсеткендей өз жұмысын кемелдендіруді одан ары жалғастыра берді. Жарықтандыру жүйесінің ол жасаған нұсқасы сол кезде электр энергиясының орталықтандырылмаған өндірісі аясында онша тиімді болмады: яғни тұтынушылар кішігірім электрстанцияларына (блок-станса) ғана қосылатын (блок-станцияларға).

Бүгінгі оқырманға Страсбургтегі вокзалды жарықтандырудың 1870 жылдардың басында жасалған қондырғысы күлкілі болуы да мүмкін. Әрқайсысы жеке динамомашинаны қосылатын 60 доғалық шам қою керек болды.

Ал 60 генератордан бөлек, сәйкес қуаты бар бу агрегаттары да қажет еді.

Көпшілікке арналған дәрісінде Яблочков (1879 ж. Петербург) электр энергиясын «электр зауыттарда» орталықтандыра өндірудің қажеттігі туралы ой таратты, яғни тұтынушыға газ бен суды қалай жеткізсе, электрэнергиясын да дәл солай жеткізуді ұсынды. Осындай алғашқы «электр зауытын» Эдисон 1882 ж. Нью-Йоркте тұрғызды.

Осы жайтта, өзге де жағдайдағыдай, орыс өнертапқыштарының техникалық ойлары шетелдік практикадан озық болды.

Өзінің «электр зауыттары» туралы дәрісінде Яблочков электрмен жарықтандыруды қолданғанда тиімділікті бағалауды комплексті қарастырудың қажеттілігін алғаш рет көрсетіп, сонымен бірге жұмыс орны мен бөлмені жарықтандыруға тікелей байланысты еңбек өнімділігін арттыруды міндетті түрде ескеруді атап өтті.

Өкінішке орай, Ресейде электр шырағына қызығушылықтың бәсең болуына (қолда бар алтынның қадірі жоқ), өнертапқыш өкініш білдірді. Шетелге кетуін уақытша деп санаған Яблочков, өз өнертабысын елінде пайдалануды армандады. Париждегі дүниежүзілік көрмеден кейін оның жарықтандыру жүйесіне Теңіз ведомствосы қызығушылық танытты. Яблочков Ресейге қайтуға шешім қабылдап, шырақты пайдалану жөнінде серіктестік құруды жоспарлады. Бірақ бұл орайда ойламаған жерден қаржы қиындығы туындады, яғни оның патенттеріне иелік етіп отырған француз компаниялары Яблочковтың өнертабысын Ресейде пайдалануы үшін миллион франк төлеуін талап етті. Осы үлкен соманы төлеп, қалтасында көк тиын жоқ Яблочков Петербургке жол тартты.

Белгілі өнертапқышты отанында үлкен құрметпен қарсы алды. Ол электр шырағын, машиналар мен аппараттарды жасайтын коммерциялық компанияны ұйымдастырды.

1878–1880 жж. Кронштадта порт пен кемелерде, Петербургте Дворцовый және Литейный көпірлерінде, Александр театры алаңында жарықтандырғыш қондырғылар орнатылып, онымен электрлік шырақтың газбен

жарықтандырудан артықшылығы танылды. 1882 ж. Балтық флотының кемелеріне 178, ал Қара теңіздікіне 62 Яблочковтың шырағы орнатылды. П. Н. Яблочков, В. Н. Чиколев, Д. А. Лачиновтардың және орыс техникалық қоғамының өзге де мүшелерінің бастамасымен 1880 ж. басында қоғам жанында электртехникалық бөлім (VI) ашылып, П. Н. Яблочков оның вице-төрағасы болып сайланды. Оның бастамасымен және белсенді қолдауымен 1880 ж. сәуірде Санкт-Петербургте бірінші Бүкілресейлік электртехникалық көрме өткізіліп, ол дүниежүзіндегі электртехника саласынан алғашқы мамандандырылған көрме болды. Көрменің табысты болуына Яблочковтың өзі «түсінік беруші» ретінде қатысуы және өнертабыстарын көрсетуі себеп болды. Көрмеден түскен қаржы орыстың алғашқы электртехникалық «Электричество» журналының ашылуына жұмсалды. Бұл журнал 1880 ж. шілдеде жарық көріп, кейін электртехника бойынша әлемдегі ең ірі басылымға айналды (ол бүгінге дейін, сол деңгейде).

Әйтсе де Яблочков қызметінің болашағы Ресейде бұлыңғыр болды. Электрмен жарықтандыруды одан ары ендіру ауыр болды, бүкіл жабдықтарды, тіпті шыраққа қажет престелген көмірді де Франциядан тасымалдауға тура келді. Яблочков ғылыми жұмыстармен, атап айтқанда электр машиналары саласында еңбек еткенімен, бірқатар себептерге байланысты оларды соңына дейін жеткізбеді, өнертабысқа бірде-бір өтініш бермеді.

Электр шырағын Ресейде кеңінен таратуға тағы бір маңызды мәселе кедергі болды.

1879 ж. Америкадан белгілі американ өнертапқышы Т. А. Эдисонның қыздыру шамымен жасаған эксперименттерінің табысты болуы туралы хабар түсе бастады. Орыс электртехнигі Л. Н. Лодыгиннің (1847–1923) қыздыру шамын көпшілікке көрсетудегі алғашқы тәжірибелері Ресейде 1870 ж. көрсетілген болатын. Бірақ қаншама жетілдірілгенімен Лодыгин шамдары қарапайым әрі арзан электр шырағымен бәсекелесе алмады. 1879 ж. желтоқсанда «Нью-Йорк Геральд» газеті Эдисонның қыздыру шамы жайлы материал жариялап, онда А.Н. Лодыгин мен П. Н. Яблочковтың жарық көзін жасау

саласында Эдисонның жолын ашып берушілер ретіндегі есімдері аталып өтті.

1880 ж. басында Эдисон қыздыру шамының бірқатар тетіктерін тиімді жасап шықты (Эдисон туралы мақаланы қараңыз). Оның электр шырағымен салыстырғанда көптеген артықшылығы болды. Ал, оны Яблочков онша менсінбеген еді. Әйтсе де оның өнертабысының ішінде каолинді қыздыру шамы да бар.

Шам өндірісін коммерциялық негізге қойып, Эдисон электр энергиясының орталықтандырылған өндірісі және таратуы жайлы Яблочковтың идеясын жүзеге асырып, қоғамдық пайдалануға арналған бірінші электр станциясын салды.

Әрине Парижге қарағанда Петербургтен электрмен жарықтандыру саласындағы болып жатқан оқиғаларды қадағалау жеңіл болмады, оған қоса патша өкіметі Парижде 1881 ж. ашылған Халықаралық электртехникалық көрмеде көрсетілетін жаңа табыстарға қызығушылық таныта қоймады. Кері қарай тез ораламын деген Яблочковтың Парижге сапары ойдағыдай болып шықпады.

Электр шырағы жарықтандырудың тиімді әрі үнемді көзіне жол ашып берді. Яблочковтың еңбегін көпшілік бағалады. Электриктердің Париждегі Халықаралық конгресінде ол оның мүшесі болып тағайындалды, ол 1881 ж. жоғары марапат – Құрметті легион орденінің иегері болды. П. Н. Яблочковтың еңбегін электртехникалық көрменің халықаралық алқасы толықтай мойындады.

Электр жарықтандырумен Павел Николаевич айналысуды тоқтатты; аз ғұмырының соңғы 13 жылын басқа маңызды мәселе – электрэнергиясын тудырумен; динамомашина және гальвани элементтерінің әралуан түрлерін жасаумен шұғылданды. Өз өнертабысын іске асыруда қолдау табу үшін ол Парижде қалуды ұйғарды.

Ол жетілдірілген динамомашиналар мен электр қозғағыштары, сұйықсыз электрхимиялық гальвани элементі үшін бірнеше патентке ие болды. Ол ұсынған және тек жарты ғасырдан кейін ғана жүзеге асқан гальвани элементінің жаңа түрі – «отындық элемент» өнертапқыштың жаңашылдық

идеясының айқын көрсеткіші болды. Павел Николаевич 1884 ж. патент алған автоаккумулятордың құрылғысына үлкен сенім артты. Оның ойынша бұл аккумулятор шағын өндірісті электрэнергиямен қамтамасыз етіп әртүрлі станоктардағы электржетекті пайдалану арқылы қол жұмысын алмастыруға мүмкіндік берер еді. Бірақ бұл өнертабысын жүзеге асыра алмады, оның идеясын пайдаланып кеткен шетелдіктерге сот арқылы талап қоюға қаржысы болмады. XIX ғасырда жоғары жиілікті ток алуға арналған индукторлық генератордың басты сипатын қамтитын «магнитдинамоэлектр машинасының» құрылысы ерекше болып шықты.

1881–1893 жж. патенттелген барлық өнертабысы Яблочковтың талантты, жаңашыл-инженер екендігін танытты. Өкінішке орай, ол жеке-дара өнертапқыш болып қалды, ал жаңа электр қондырғыларын жасау үшін және оны жүзеге асыру үшін үлкен қаражат пен қабілетті мамандардың ұжымы қажет.

Осы жылдары көбейіп кеткен материалдық мұқтаждық, бұрынғыдай табыстардың болмауы әрі сенімнің жоғалуы оның денсаулығына зардабын тигізбей қойған жоқ.

Қаражатқа қиналған Яблочков үйінде жұмыс істеуге мәжбүр болды. Натрийді қолданып жасалған бір эксперимент кезінде бөлінген газдан қопарылыс болып, тұншығып еденге құлаған Павел Николаевич өлімнен әзер аман қалды. Бұл жағдай да оның денсаулығын нашарлата түсті. Павел Николаевич еліне келгеннен соң Саратов губерниясындағы жекеменшік жерін сатып, өз зерттеулерін жалғастырып, Кавказға барып емделемін деп ойлады.

1893 ж. қыркүйекте Петербургке келді, бірақ қалада тіршілік етуге жағдайы келмеді, оған қоса Петербургтің күзгі ауа-райы денсаулығына кері әсер етті. Ол, туған жеріне, Саратов губерниясына, өзіне жақын адамдардың арасында сүйікті жұмысымен айналысуға бет бұрды. Тағдыр, онша қартаң тарпаған, бірақ ауруы меңдеген адамға қырын қарады. Тұратын мекен-жайы болмағандықтан ол арзанқол қонақүйге орналасуға мәжбүр болды. Денсаулығының нашарлығына қарамастан, ол үздіксіз жұмыс істеп, бөлмесін зертханаға әрі шеберханаға айналдырды. Жұмыстан бір сәт босағанда, төңірегіндегілермен дидарласып, әрдайым әңгіме-дүкен құрып жүрді. Өзі әңгімешіл

адам еді. Оны таза ауада серуендеуге шығару мүмкін болмады. Бойы 2 м-ден астам (І Петр ұқсас); қауға сақалды, кигені шетелдік костюм мен пальто болған ол айналасындағылардың сұқтана қарауын жақтырмады.

Ол дертімен күресіп бақты, бірақ жүрегі сыр беріп, аяғы ісіп кетті. Төсектен тұрмай жатып, диванға таяу қойылған үстелде экспериментін жалғастыра берді.

Дәрігерлердің кеңесі бойынша ол ісіктен арылу үшін операция жасауға келісімін бергенімен, халі одан ары мүшкілденіп, 1894 ж. 31 наурызда көз жұмды. Ол небары 46-да еді!

Өлер алдында, дін иесінің уағызынан бас тартты, бірақ туыстарының есінде «Онда қиын болды (Парижде), мұнда да оңай емес» деген сөздері қалды.

Өз өтініші бойынша Павел Николаевичті туып-өскен, жастық шағын өткізген кішігірім Петропавл ауылының іргесіндегі Сапозок елді мекеніндегі шіркеу ауласындағы туыстар зиратына жерледі.

Көптеген орыс және шетелдік газет-журналдар көңіл айтуды жариялады. «Электричество» журналында (№ 7, 1894) Яблочковтың электр шырағының құрылысының ерекшелігі: «Шешімнің оңайлығы... шын мәнінде таңғаларлықтай ... Яблочков шырағы тудырған бүкіл эффекті көрсету қиынның қиыны» деп атап өтілді. «Электртехникалық жаршы» журналы (№ 4, 1894) Яблочковтың есімі «... әлемдік танымал болып, электртехниканың даму тарихымен ұдайы байланысты... Яблочков есімі өлмейді, тарих пен ғылымда әрдайым құрметті орынға ие» деп жазды. Яблочков еңбегіне – «Electrotechnische Zeitschrift», «La lumiere electrique» «Electrician» т.б. шетелдік журналдарда да жоғары баға берілді.

Профессор Л. Д. Белькинд «Жаңа ғасыр – электр ғасыры жаршыларының ішінде Фарадей, Ампер, Максвелл, Ленц, Якоби, Доливо-Добровольский есімдерімен қатар көрнекті практик-қайраткер П. Н. Яблочковтың есімі де аталуы тиіс» деп жазды.

1947 ж. П. Н. Яблочковтың туғанына 100 жыл толуына орай үкіметтің оның есімін мәңгі қалдыру туралы қаулысы

шықты. Яблочков есімі Саратов электртехникалық техникумына, Мәскеу жарық техникасы зауытына берілді. 1952 ж. П. Н. Яблочковтың зиратына ескерткіш қойылды, Мәскеу, Санкт-Петербург, Саратов қалаларындағы ол тұрған үйлерге мемориалдық тақталар орнатылды. Оның есімімен Саратов, Мәскеу, Санкт-Петербург, Париж және өзге қалаларда көшелер аталады.

2.18. Борис Семенович Якоби

1837 ж. қыркүйекте Петербург тұрғындары айырықша құбылыстың куәсі болды: Невамен 12 жолаушысы бар үлкен катер жүзіп келе жатты, ал онда не ескекшілер, не қою түтін шығатын құбыр – қысқасы ештеңе байқалмады. Мұндай жағдай бұрын-соңды болмаған еді. Әрине, еспе доңғалақтар қозғалысқа электр двигателімен келгенін ешкім білген де жоқ.

Алғашқы іс жүзінде жарамды электр двигателін жасаған белгілі ғалым-электротехник, профессор Борис Семенович Якоби еді.

Алманияның (Германия) тумасы Морщ Герман Якоби 1835 ж. Ресейге шақырылып, орыс азаматтығына қоса, өзінің аты-жөнін де Борис Семеновичке ауыстырып, өмірінің ақырына дейін 39 жыл Ресейде ғұмыр кешті.

Морщ Герман Якоби 1801 ж. Потсдамда кәсіпкердің отбасында дүниеге келді. Үйде жақсы білім алып, артиллерия бөлімшесінде қызмет етіп, 1821 ж. Геттинген университетін инженер-архитектор мамандығы бойынша бітіріп шықты. Алғашқы кезде жол құрылысымен айналысып, онда неғұрлым заманға сай техниканы қолдануға ұмтылды. Көп ұзамай Кенигсберге ауысып, ірі гаваньда инспектор болды. Кенигсберг университетінде математика және физика саласының көрнекті ғалымдарымен, дәлірек айтсақ, электрмагниттік индукция құбылысын математикамен өрнектеген профессор Ф. Нейманмен танысады. Ұстаздарының ықпалымен Якоби электрмагнетизмді зерттеуге қызығушылық танытып, оны энергетикалық мақсатта пайдалануға талпыныс жасады. Терең инженерлік білім мен әралуан машиналар жасаудағы тәжірибе оған, қолапайсыз әрі тиімсіз бу машинасынан ерекшеленетін

электр қозғалтқышының конструкциясын жасауға септігін тигізді.

Якобиге «магниттік тартылыс пен тебіліс» орындалатын, ал якорь тербелмелі қозғалысқа ие болатын алғашқы электр қозғалтқыштарының конструкциялары белгілі болатын. Борис Семенович алға бір қадам жасап якоры айналмалы қозғалыста болатын қозғалтқышты ұсынды. Ол оське П-тәріздес электрмагниті бар диск орнатып, ол қозғалмайтын рамаға бекітіліген электрмагниттермен әсерлескенде, дискімен бірге айнала бастайды. 1834 ж. Якоби Париж академиясына «тұрақты айналмалы қозғалысты» тудыратын «магниттік машинаны» ойлап тапқаны жайлы хабарлама аттандырды. Ток көзін гальваникалық батареялар атқарды, ал бірегей коммутатор қозғалмалы электрмагниттерде ток бағытын біліктің бір айналымы кезінде сегіз рет өзгертуге мүмкіндік берді, олардың полярылығы да ауысады, сөйтіп олар қозғалмайтын электрмагниттермен алма-кезек тартылып, тебіледі.

1834 ж. мамырда Якоби жұмыс істейтін двигательдің үлгісін Кенигсберг университетінің көрнекті ғалымдарына көрсетті. Олар жас ғалымның жетістігін жоғары бағалады, ал Пруссия королі «мәні зор магнетикалық тәжірибелерді» жалғастыру үшін қаражат бөлді.

Бірақ тағдыр Якобидің маңдайына электродвигательді кемелдендіруді Ресейде жалғастыруды жазыпты. Белгілі орыс академиктері К. Бэра мен В. Струве Ресейдегі ежелгі Дерпт (қазіргі Тарту) университетіне азаматтық архитектура профессоры қызметіне шақырды.

Якоби бұрыннан-ақ Ресейге қызығушылық танытқан. Ол, әсіресе, шетелге мәлім Э. Х. Ленц пен П. Л. Шилингтің электромагнетизм саласындағы зерттеулеріне айырықша назар аударды.

Дерпт университетінің физика зертханасында Якобиге жұмсақ темірден жасалған құбырдың токпен магниттелу тәжірибесін жасауға және гальваникалық батареясын кемелдендірумен айналысуға мүмкіндік туды. Көп ұзамай Якоби қозғалтқышы жайлы Петербургте әңгіме кеңінен таралып, бұл орайда қолайсыз және өртке қауіпті бу

қозғалтқыштарымен салыстырғанда оның сөзсіз артықшылығы айтыла бастады.

Ленц және Шиллингтің араласулары арқасында үкіметтің басшы шенеуніктері электрқозғауышқа қызығушылық танытып, қаржы министрі Якобиге жұмысын жалғастыру үшін, сол кездегімен салыстырғанда ірі сома – 50 мың сом (Якобидің Петербургке көшіп келуін қоса есептегенде) бөлді. Ғалым орыс министрінің ашық қолдағанына таңданысын жасыра алмай, ағасына: «Ат сияқты тынымсыз еңбек ететін, тіршілік ету мақсатында әрдайым сұрап жүретін немесе күресетін потсдамдық үшін бұның бәрі таңқаларлық жайт болды» деп жазды.

Императордың нұсқауымен арнайы Комитет құрылып, ол «Профессор Якобидің әдісі бойынша электромагниттік күшті машина қозғалысына үйлестіруге қатысты тәжірибелер өндірісі үшін жасақталған комиссия» деп аталды. Комиссия құрамына физика және кеме ғылымдары саласындағы ірі ғалымдар мен мамандар енді. Олардың ішінде Э. Х. Ленц, математик және механик М. В. Остроградский, П. Л. Шиллинг болды, ал комиссияны атақты теңізші және ғалым И. Ф. Крузенштерн басқарды.

Комиссияның 1837 ж. жаздағы алғашқы отырысында Якоби электр қозғалтқышын көрсетіп, «Комиссияның барлық мүшелері оның тамаша қимылына көз жеткізді». «Осы қозғалтқышты кеме қозғалысына қолдануға баса назар аудару қажеттілігі ұсынылды».

Борис Семенович іс жүзінде жарамды электрқозғағышты жасау туралы ойын жүзеге асыру үшін және, ең ақырында «...Темза мен Тибрден бұрын Нева бетін магниттік қозғағышы бар кемелер жауып кетті» деп айтылуы үшін өте зор еңбек сіңірді.

Ғалымның алдында аса қиын мәселе туды: қысқа мерзім ішінде қуаты айтарлықтай үлкен, неғұрлым үнемді, сонымен бірге мөлшері онша үлкеймейтін қозғағыштың конструкциясын жасау керек болды. Ол алдымен 24 қозғалмайтын электромагниті бар (әр жағынан 12-ден), ал олардың аралығында 12 электромагниті бар айналмалы диск орнатылған «қосарланған» қозғағыш жасады. Бірақ жаңа қозғағыштың мөлшері мен

салмағы айтарлықтай өскенмен, қуаты жеткіліксіз болып қала берді.

Қозғалмайтын және қозғалатын электрмагниттерді кеңістікте орналастырудың неғұрлым тиімді техникалық шешімін іздестіру қажет болды. Электрмагнетизм саласындағы жұмыстар жайлы жарияланымдардың барлығымен қалт жібермей танысып отырды, 1837 ж. Якоби айналатын якоры төрт крест тәрізді орналасқан электрмагнит түрінде болатын электрқозғағыштың үлгісін жасағаны туралы американдық техник Девеннорттың хабарына назар аударды. Онда электрмагниттер ағаш сақинаға бекітілген жарты шеңбер түріндегі екі қозғалмайтын тұрақты магнитпен өзара әрекеттеседі. Осындай конструкция қозғалмалы және қозғалмайтын тетіктердің бір горизонтал жазықтықта орналасуына сәйкес едәуір ықшамды болып келді. Ал, өзге жағынан бұл қозғалтқыш Якоби қозғалтқышына жете алмады, себебі ол сенімсіз болды және онда салмағы үлкен қозғалмайтын тұрақты магниттер орналастырылған еді. Электрмагниттердің күшін жан-жақты зерттеп, көптеген тәжірибелердің арқасында (соңғыларын Ленцпен бірге жүргізді) Якоби электрқозғағыштың мүлдем басқа бірегей конструкциясын ұсынды: екі вертикаль оське горизонтал орналасқан 40 (әр оське 20-дан) кішігірім крест тәріздес электрмагниттерді (роторлар) бекітті, олар қозғалмайтын жарты шеңбер электрмагниттердің ішінде (статорлар) айналады. Статорлар ағаш тиянаққа магнит емес материалдан жасалған ілмекпен бекітіледі. Қозғағыштың жалпы биіктігі 1,2 м, ал табаны – 0,7х0,77 м болды, яғни ол кемеде орналасқанда аз жер алады. Қозғағышты Ижор зауытына жасауға тапсырыс берілді, 1838 ж. тамызда ол әзір болып, сегіз ескекті катерге қою ұйғарылды. Электрқозғағышты коректендіру үшін 320 гальваникалық элемент қойылды. «Электр боттың» көпкүндік сынағын комиссия табысты деп бағалады. Сынақ кезінде катер Невада ағыс бойымен және ағысқа қарсы 7 км аралықта 2 км/сағ жылдамдықпен жүзді. Бұл, электрқозғағышты кеме қозғалысы үшін әлемде бірінші рет іс-жүзінде қолдану тәжірибесі еді. «Электр бот» ақаусыз жұмыс істеп, барлық үмітті ақтады.

Замандастары «тәжірибе табысы өте тамаша болды» деп бағалады. Сонымен бірге, комиссия коммутатор мен электрмагниттер орамының изоляциясын жетілдіруді, гальваникалық элементтердің қуатын арттыруды (қозғағыштың қуаты небары $\frac{1}{4}$ ат күшіне тең болды) ұсынды.

Б. С. Якоби тиімді ток көзін табу мақсатында көптеген тәжірибелерді жүзеге асырып, егер мыс-мырышты элементтегі мысты платинамен алмастырса, батареялардың тең көлемінде 10–15 есе үлкен «күшті» алуға болатынын аңғарды. Платина-мырышты элементі бар қозғағышты сынақтан өткізу үшін пұтқа жуық (16 кг) платина қажет болды. Қозғағыш сол катерге орнатылды, бірақ 320 мыс-мырыштың орнына небәрі 64 платина-мырыш орнатылып, оның алатын орны 6 еседей кішірейді. 1839 ж. тамызда жаңа қозғағышты сынау басталды, оған үлкен үміт артылды. Петербургтік «Северная пчела» (1839 ж. қыркүйек) газетінің екі санында үміт отын оятатын тақырыппен мақалалар жарияланды. Онда «Алпысқа жуық ғалымдар, әдебиетшілер және ғылым сүйер қауым (оның ішінде бірнеше жоғары санаттағы шенеуніктер)» Петров аралында жиналып электрмагнетикалық күшті кемеге пайдаланудың жаңа тәжірибелерінің куәсі болды» деп жазды. 12 адамы бар электромагнетикалық күшпен қозғалатын катер ($\frac{3}{4}$ ат күші бар) ағысқа, күшті соққан желге қарсы бірнеше сағат бойы жүзді. Жаңа, неғұрлым қуатты қозғағыш еспе доңғалақты шапшаң айналдырып, катердің жылдамдығы 4 км/сағ-қа дейін жетті. Қозғағыш сынағы шет елдерде жасалған өзге қозғағыштардан әлдеқайда қуатты екенін көрсетті. Жаңа электрқозғағышқа әскери-теңіз ведомствоның өкілдері айырықша назар аударды, өйткені олар бу қозғалтқышымен салыстырғанда, әсіресе кемелерде қолдануда, мұның сөзсіз артықшылықтарын байқады. Жау снаряды желкенді кемеге түскенде, ол икемділігін, басқарулылығын және қабілеттілігін жоғалтады. Бу қозғалтқыштары әскери флотта өзінің тиімділігін көрсеткенімен, бір ғана жау снаряды бу қазанына, цилиндрге не түтін мұржасына түссе болды, «кеме өзінің бар қимылынан айырылып қалады». Электрқозғалтқышты кемеңіз астына орнатып, «ядродан қауіпсіз тығуға болады». Көп көлемді көмірден, бу қондырғысынан босаған кемеңіз озық артиллериямен жаратқандыруға, кеме

командасының штатын 200–300 матросқа дейін қысқартуға мүмкіндік береді. Оған қоса батарея беретін электр тогын жарықтандыруға және қопару ісіне пайдалануға болады.

Электрқозғағыштың сынағының табысты болуы шетелдерге белгілі болып, әлемдік баспасөзде кеңінен насихатталды. Ұлы Фарадей Якобиге марапат хат жолдап, онда: «Мен шынайы сезіммен Сіздің еңбегіңізге лайық жоғары марапатқа ие болуыңызға тілектеспін» деп жазды. Фарадей электрқозғағыштардың Англия мен Үндістан арасында қатынайтын сол кездегі ірі кемелерге орнатылатынына сенді. Фарадей «Бұл қандай керемет іс болар еді» деп шаттанды.

1840 ж. Якоби Британ ғылымды жандандыру ассоциациясының съезінде баяндама жасап, электрмагнетизм саласындағы еңбектерге және өзі жасаған қозғалтқышқа тоқталды. Якобидің «осы тамаша машиналардың жұмысын басқаратын заңдарды анықтау» жөніндегі зерттеулері, сондай-ақ Э. Х. Ленцпен бірге атқарылған «Электрмагниттер заңдары туралы» еңбегі айырықша бағаланды. Якобидің ғылыми жетістіктерін атай отырып, Британ ғылымды жандандыру ассоциациясы оны 1840 ж. қарашада өзінің құрметті мүшесі етіп қабылдады. Англия мен Алманияға барған сапарынан кейін Якоби «ол жақта іс жүзінде жарамды электрқозғағыш жасауға айтарлықтай қаржы бөлінгенімен, теориялық және практикалық тұрғыда біз бір қадам алда тұрмыз» деген еді. Шетелдік сапар нәтижесі мен Ресейдегі электрмагнетизмді іс жүзінде қолдану саласындағы қол жеткен табыстар жайлы Якоби комиссия отырысында баян етті. Комиссия үш электрқозғағыш жасап, қолданылған қозғағыштың қуатын тағы да арттыруға шешім қабылдады. 1841 ж. соңында қуаттырақ батареясы бар қозғағыш жаңа ботқа орнатылды. Бірақ, сынақ электрқозғағыштың экономикалық тиімділігінің жеткіліксіз екенін көрсетті: гальваникалық батареяларды пайдаланғандағы бір ат күші бу машинасын пайдаланғаннан 12 есе қымбатқа түсті. Сол себепті Комиссия 1841 ж. желтоқсанда ресми түрде «алғашқы жағдайдағы жұмыс аяқталды» деп жариялады және «электрмагнетизмді кеме қозғалысына пайдалану ахуалы» кемелдендірілген соң істі жалғастыруға әзір екенін атап көрсетті. Ал, Якоби 1842 ж. қаңтарда Ғылым академиясында жасаған

баяндамасында төртжылдық жұмысын қорыта келе «...электрмагнетизмді қозғаушы күш ретінде пайдалану барысында электрқозғағышты гальваникалық элементтермен қоректендіру тиімсіз» – деп мойындады.

Кемеге орнатылатын электрқозғағышты қоректендіретін жеңіл әрі тиімді электр энергиясы генераторының жаңа түрін жасау қажет болды. Оның тәжірибелерінен кейін 160 жыл өткеннен соң да электрмеханиканың таңғажайып жетістіктеріне қарамастан, электрлі кемелердің жасалмағанына Якоби таңқалар еді. Қазіргі кезде мұхит айдынында ірі турбоэлектркемелер, дизель-электркемелер, атомкемелер кезіп жүр. Оларда да қосалқы қорек көзі ретінде аккумуляторлы кіші станса қойылады. Болашақта қазіргі ғылымның даму барысында көрнекті ғалымның көрегенділігі шындыққа айланар деген үміт әлі бар.

Электрқозғалтқышты жасаудағы Якобидің еңбектері электртехниканың дамуына орасан зор үлес қосты. Олар электрмагнетизмді іс жүзінде қолдану саласында жаңа зерттеулер жүргізуге зор ықпал етті. Якобидің бұл орайда еңбегі үлкен.

Фарадейдің ашқан бірінші электрмашиналы генераторынан кейін тұрақты магниттен қозатын магнитэлектрлік генератордың бірнеше түрі жасалды. Бірақ конструкциялардың кемелсіздігіне сәйкес оларды іс-жүзінде пайдалану мүмкін болмады.

Өз замандастарының жасаған машиналарының кемшіліктерін түзетуде Якоби алғашқы маңызды қадам жасап, 1842 ж. генератор құрастырып, ондағы қолапайсыз тұрақты магниттерді қозғалмайтындай етті, ал олар тудыратын өрісте катушкалар айналды. Катушкаларда ЭҚК туындады, қарапайым қоспластиналы коллекторда ток түзетіліп, ол миналы оталдырғыштың тұтануына пайдаланылды. «Магнитэлектрлік батарея» деп аталған осы генератор орыс әскерінің гальваникалық командасын жарақтандыру үшін қабылданды.

Біраз уақыт гальваникалық ток көзін зерттеумен шұғылдану барысында, Якоби 1836–1838 жж. тағы бір маңызды жаңалық ашты, ол – мыс-мырышты элементтің мыс электродында мыстың шөгетіндігі. Электролиттің белгілі бір концентрациясында және процестің өту мерзімінде түпнұсканың (үлгі) нақты әрі нығыз металл көшірмесін алуға болады екен. Осылайша, гальванопластика ашылды.

Гальванопластиканы ашу Якобидің есімін әлемге паш етіп, Ленцтің т.б. академиктердің ұсынысы бойынша ол 1838 ж. Петербург ғылым академиясының корреспондент-мүшесі болып сайланды. Гальванопластика өнертабысы І Николайдың тапсырмасымен Якобиден «мемлекет меншігіне» 25 мың күміс рублімен «бүкіл Империя пайдасына, қала берді бүкіл Әлем пайдасына» сатып алынды. 1846 ж. Б. С. Якоби «орыс ғылымы, әдебиеті және өнеркәсібінің дамуына ықпал ететін үздік жұмыстары» үшін Петербург ғылым академиясы жыл сайын беретін Демидов сыйлығына ие болды.

1839 ж. жазда І Николайдың өкімімен Якобиге «Минаны тұтандыратын гальваникалық снарядты» жасау жүктелді. Осы орайда бұл мәселе бойынша іс-әрекеттер мен сынақтар өте құпия болуы атап көрсетілді.

Электрлік мина-қопару жұмыстарын жүргізуге білікті мамандар әзірлеу қажет болды. 1840 ж. лейб-гвардиялық сапер батальонында «гальванизмді теориялық оқыту және оны әскери пайдалану әдісіне үйрету» үшін «Ерекше оқу командасы» жасақталды. Офицерлерге «Гальванизм теориясы» және оны іс-жүзінде пайдаланудан дәріс оқу Б. С. Якобиге жүктелді. Бұл шара шын мәнінде Ресейдегі «бұл орайда өзге елдерді басып озатындай» арнайы электртехникалық білім берудің бастамасы болды.

1841–1842 жж. кең көлемде сынақтар жүргізілуі нәтижесінде, зарядтардың тиімді мөлшерін, мина қорабының ұтымды қалпын, оларды герметикалау әдістерін, миналардың рұқсат етілетін арақашықтығын, оларды қолдану тактикасын анықтауға мүмкіндік туды. 1842 ж. жазда Якоби ботты жаруды көрнекі көрсетті. Бот үш қатар мина қойылған жерге келгенде, «быт-шыт» болды. 26 минадан үшеуі ғана сымдардың үзілуінен және изоляциясының бүлінуінен жарылмай қалды.

Ток көзі ретінде гальваникалық элементтер қолданылды, ал 1842 жылдан бастап Якобидің осы мақсатта жасаған электр генераторы пайдаланылды. Ғалым мина тұтандырғышын индукциялық катушканың екіншілік орамына косудың тиімділігін дәлелдеп, оның тұтандырғыш полюстерінде кернеуді едәуір көбейтетінін көрсетіп берді. Тұтандырғыш генератор

тұтқасын айналдырғанда оталды, ал егер батарея қолданылған болса ток үзгіші бар бір ғана элемент жеткілікті болар еді.

Ғалымның сіңірген еңбегінің тағы бірі жеке электр тізбегіне жағаға орнатылған телеграф аппаратын қосып, кемелердің мина даласы маңынан өткенін тіркейтіні («телеграф машинасы» деп аталды). Бұл автоматика тарихындағы «... қашықтықтан автоматты бақылау және сигналдау» тәжірибесі еді. Б. С. Якобидің жемісті ғылыми қызметі кеңінен мәлім болып, 1843 жылы Э. Х. Ленцтің ұсынысымен «қолданбалы математика» саласынан экстраординар академик болып сайланды.

Электр және магниттік құбылыстарды іс-жүзінде қолдануды кеңейтудегі негізгі кезең Б. С. Якобидің «электрмагниттік телеграфтардың» бірнеше бірегей конструкциясын ойлап табуы болды.

«Жазғыш» телеграфты жасау барысында Якоби «... белгіленген телеграф таңбаларының соңғы стансада шапшаң ретпен, ыңғайлы оқылатын, қарапайым, дұрыс әрі таза күйінде өздігінен (автоматты) тіркелетіндігіне» ұмтылды.

Якобидің телеграф аппаратурасын кеңінен пайдалануға «телеграф желілерін құпия төсеу» туралы үкіметтің қатаң талаптары қиындатты. Осыған орай бұрын зерттелмеген жерастындағы сымдардың сенімді изоляциясын жасау проблемасы туындады.

Белгілі американ физигі Дж. Генридің гальваникалық тізбекті қашықтан қосалқы сызықты электрмагнитпен басқару схемасымен танысқаннан кейін, Якоби телеграф желісіне контрбатарея қосу схемасын жасады. Берілетін сигналды қабылдайтын сызықты электрмагнит, қосалқы «жергілікті» батареядан қоректенетін, жұмыстық электрмагнит контактісін ғана тұйықтады. Бұл жағдайда сызықты электрмагнитке ықпал ету үшін аз ғана ток қажет болды, ал токтың ағуы болса, ол желі жұмысына аса әсерін тигізе қоймады.

1839–1840 жж. ағылшындар Кук пен Уитсон стрелкалы синхронды-синфазалы электрмагнит аппаратын жасауға ұмтылғанымен, олардың бұл ісі қолдау таппады.

Өз замандастарының тәжірибелерімен таныса отырып, Якоби олардың дайын сағат механизмін пайдаланғанын айқындады, ал стрелкалы телеграфтың сенімді жұмысы үшін

неғұрлым қарапайым әрі арзан сағат механизмі ғана қажет деп тұжырымдады. Мұнда ол ең басты талап – стрелкалардың бірдей синхронды-синфазалы қимылын қамтамасыз ету.

1842–1845 жж. аралығында, яғни үш жыл ішінде Якоби стрелкалы аппараттардың тұтастай бір тобын жасады. Олар жетек жүйесі (электрмагнитті, серіппелі кіртасты), циферблаттың орнатылуы (тік, көлбеу) болмаса беріліс кезінде манипуляция сипаты (штифт қою, тиек басу), ең ақырында аппаратты пайдалану (әскери-далалық, кеңселік, дербес) бойынша ерекшеленді.

Ең ұтымды түрі үкімет мекемелерінде пайдалануға арналған клавиатуралы көлбеу түріндегі аппарат болды (1845). Аппарат I Николайға қатты ұнап, ол жеке әңгімелесе алатын аппараттың екі данасын жасауды талап етті.

Көлбеу аппарат Еуропада кеңінен таралды. Ол жайлы 1845 ж. демалыс кезінде Берлинге барған Якоби егжей-тегжейлі баяндады: «Синхронды екі аппаратты 1845 ж. мен жасап, 1845 ж. 7 наурызда физика-математикалық бөлімнің (Ғылым академиясы) мәжілісінде көрсеттім. Достарымның біріне жаңа аппараттың схемасын көрсетіп ол туралы ешкімге тіс жармауын өтіндім. Кетер сәтте Сименс мырза келді. Менің білуімше ол, сол кезде телеграфиямен айналыспаған еді. Менің схемаларым үстелде жатқан. Мен ешкімді де плагиаттыққа жамандап отырған жоқпын, тек фактіні айтып отырмын. Синхронды қозғалысты телеграф Сименске атақ пен байлық әкелгені бәрімізге аян». Көп ұзамай Сименс механик Гальскемен бірлесе отыра Якоби аппаратына бірқатар өзгерістер енгізіп, стрелкалы аппараттың жаппай өндірісін жолға қойды. 1851 ж. Якоби «... мен алғаш рет шығарған жүйе қазіргі кезде Америкада, Еуропаның көпшілік елдерінде қабылданды, бұл аппараттар ... өзге адамдарды байытты» деп өкінішпен жазды.

Телеграф аппаратын жасау саласында Якобидің соңғы жұмысы 1855 ж. дүние жүзінде бірінші рет кеме капитаны мен механиктің байланысын жүзеге асыратын корабльдік электрмагниттік телеграф болды. Ғалымның электрмагниттік телеграф конструкциялау саласындағы көпжылдық қызметінің нәтижесін қорытындылай келе, мамандардың пікірінше, жазғыш

аппаратты ерекше бөліп айту керек, «ол идеясы, сондай-ақ конструкциясы бойынша мәнді әрі ғалым ойлап тапқан аппараттарының ішінде бірегейі болды. Бұл орайда Якобиден асқан ешкім болған емес, өнертабыстың жаңашылдығы айқын аңғарылып тұр». Осы аппараттар кеңінен пайдаланылды.

Якобидің зердесін көп тәжірибелері барысындағы үнемі туындап отыратын электрлік өлшеулер толғандырды. 1841–1842 жж. ол ток реттегіші деп атаған реостаттың алғашқы нұсқасын жасады. 1842 ж. ол Ғылым академиясында ЭҚК пен электр тізбегінің кедергісін өлшейтін аспапты жетілдіргенін баян етті, оны алғашында вольтметр, кейіннен агометр деп атады.

Кедергінің өлшеу бірлігін тағайындау қажет болды. Якоби кедергі эталонын жасап, оны Париж ғылым академиясында көрсетті.

Бұрыннан белгілі екі аспапты – гальванометр мен вольтметрді пайдалана отырып, Якоби «амперметр» деген атаумен бізге жеткен гальванометрді алғаш рет көрсетті. Ол ток күшінің бірлігін азот қышқылды күміс ерітіндісінен электролиз кезінде бөлінетін күмістің мөлшерімен анықтауды ұсынды. Якобидің ұсынған «электр бірлігі» көп жыл өткен соң қабылданғанын айтып өту жөн, ол 1893 ж. Чикагодағы Халықаралық электр конгресінде «ампер» деп аталды (1948 ж. бірлікті анықтау әдісі дәлденді).

Өлшеу бірліктері туралы халықаралық келісімге қол жеткізуде Якоби көп еңбектенді. Мысал ретінде осы мәселедегі түсініспеушілік туралы мынаны айтуға болады, мәселен, сол жылдары «фунт» сөзі әр елде салмақ бірлігінің 390 түрін, ал «фут» – ұзындықтың 282 түрін қамтыған.

1865 ж. Э. Х. Ленц қайтыс болғаннан кейін, Якоби Ғылым академиясы физика кабинетінің директоры болып тағайындалды және физикадан ординар академик болып бекітілді. Өмірінің ақырына дейін Б. С. Якоби тынымсыз еңбек етті.

Қатты науқастанып жүрсе де ол 1874 ж. 26 ақпанда аккумулятор батареясы жайлы соңғы еңбегін баспаға дайындады. 27 ақпанның түнінде қайтыс болып Петербургтегі Смоленск зиратына жерленді.

3. ЭЛЕКТРЛІК ПЕН МАГНЕТИЗМ ТУРАЛЫ КӨРНЕКТІ ЖАҢАЛЫҚТАР ЖӘНЕ ӨНЕРТАБЫСТАР

Бұл тарауда электртехниканың және бүгінгі электрэнергетиканың дамуына себепкер болған көрнекті жаңалықтар және өнертабыстармен танысысыздар.

3.1. Аңыздар мен дәлелдер

«Электр» мен «магнетизм» атаулары қайдан шықты? Ежелгі Римде ауруларды «электр балығымен» қалай емдеді?

Қытайда алғашқы компас қалай жасалды? Қытай билеушілерінің ғимаратына қойнына металл қаруларды жасырып кіргізген адамдардан «магниттік қақпа» қалай қорғады?

Ағылшын ғалымы В. Гильберт жер магнетизмін қалай дәлелдеді?

Алғашқы электрстатикалық машина қалай жасалды, сондай-ақ «электр машиналары» медицинада қалай қолданылды.

Осылар жайлы көне жазбалар мен аңыздардан, электр мен магнетизм туралы алғашқы ғылыми еңбектерден танып білеміз.

Ежелгі дәуірден-ақ қоршаған ортаны және табиғат құбылыстарын бақылай отырып, адамдар әртүрлі жаңалықтар жасады, ал олардың көпшілігі адамзатты мәңгі байытты. Бір ғалымның жазғанындай, «бір жаңалықтан сабақтар өсіп шыкса, келесісінен танымның алып бәйтерегі пайда болды». Ғаламат зор нәтиже берген іргелі жаңалықтардың бірі электр және магниттік құбылыстардың ашылуы.

Ежелгі ойшылдардың бірі Фалес (б.д.д 640–550) алғаш рет үйкелген янтардың жеңіл денелерді – мата кесігін, жіңішке заттарды т.б. өзіне тарту қасиетін сипаттады. Осы бақылауды жер шарының көп адамдары янтардан жасалған жылтыр әрі әсем бұйымдарды әдемілік үшін кеңінен пайдаланды. Гректер янтарды «электрон» (electro) деп атап, ол бірнеше ғасырдан соң «электр» сөзін тудырды. Жерорта теңізінің және Ніл өзенінің алқабында өмір сүрген ежелгі халықтар кейбір, мәселен скат,

жылан балық және жайын секілді балықтардың адаммен жанасқанда жансыздандыратын әсері мен қабілетін бақылады. Гректер осы балықтарды «наркэ» деп атады, ол «жансыздандырғыш» деген ұғымды білдірді. Бүгінгі таңда расталғандай, осындай балықтарда кернеуі 200 В-тан асып түсетін электр органдары болғаны мәлім. Біздің эрамыздың бірінші ғасырында-ақ рим емшілері электр балықтардың «әсерін» бас ауруда, подаграда және өзге де ауруларды емдеуге қолданды. Әрине, емшілер электр күштері туралы ештеме білмей, балықтардың әсерін айырықша у деп түсіндірді.

Көптеген мың жылдық ауқымында ежелгі адамдар найзағайдың жарқылы мен күннің күркіреуін аса қорқынышпен бақыласа да, сол кезеңдегі ойшылдар үйкелген янтардың тартылысын, «электр» балықтардың ықпалын және атмосферадағы күннің күркіреуінің табиғатының бір екенін түсіндіре алмады.

Көптеген дереккөздерді зерттей келе, 1600 жылға дейін электр құбылыстары саласында айтарлықтай жаңалықтар ашу бола қоймағанына көз жеткізе аламыз.

Ал, магнит құбылыстарына келсек, табиғи жеңіл магнит кесегінің темір заттарды өзіне тартуының тылсым қабілеті дүние жүзі бойынша – Азия, Үндістан, Қытай, Орталық Америка, Грекия және Римде ежелгі аңыздар мен жазба дүниелерде ұшырасады. «Магнит» сөзін ежелгі табиғаттанушылар әртүрлі етіп түсіндіреді. Айталық, римдік оқымысты әрі жазушы Плиний (б.д. 23–79 жж.) өзінің 37 томдық «Табиғи тарих» атты еңбегінде мынадай аңызды келтіреді. Магнесс деген малшы аяғындағы шәркейінің (сандали) шегелері мен қолындағы таяғының темір ұшының Крит аралындағы таудың етегінде шашылып жатқан үлкен тастарға тартылатынын байқайды. Осы тастар Магнестің құрметіне «магнит» деп аталып, ал тарту құбылысы – «магнетизм» деп аталған дейді.

Ал, ежелгі грек ойшылы Платон (б.д.д 427–347 жж.) «магнит» сөзі ежелгі грек провинциясы Магnezияға сәйкес шыққан, ондағы тұрғындарды «магнеттер», ал Магnezиядан шыққан тастарды «магниттер» деп атаған дейді.

Магнитті іс жүзінде пайдаланудың қызықты деректерін білуге болады. Көне үндістер сонау екінші мың жылдықта магнитті жараланған сарбаздардың денесінен жебенің темір ұштарын шығарып алуға пайдаланған. Кейбір қытай жазбаларында императорлардың сарайының маңына магнит қақпаларды орнатып, киімінің астына металл қару тыққан адамдарды өткізбейтін тексеру жайлы айтылады (осы қақпалар адамдардың кейбір ғимараттарға және көпшілік шараларға кіруі кезінде металл іздегіштерді еске салады).

Қытайдағы мұражайлардың бірінде б.д.д. екінші мыңжылдыққа қатысты компас сақталған. Сонымен бірге, қытайлықтар «оңтүстік көрсеткіші» деп аталатын аспап жасап, онда беті оңтүстікке қаратылған, айналмалы магнитте орнатылған адам бейнесі салынған (өйткені сауда жолдары мен әскери жорықтар Қытайдың орталық аймағынан оңтүстік теңіздерге бағытталған).

XI ғ. еуропалықтар компасқа қытайлықтардан арабтар арқылы қол жеткізді, бірақ католик-капитандар инквизициядан қорқып оны құпия түрде ғана пайдаланды. Инквизиция өкілдері компасты «сиқыршылар жасаған шайтан аспап» деп бағалады.

Ежелгі оқымыстылар магниттің қасиетін Алла тағала берген деп түсіндірсе, Фалес пен Аристотель магниттің темірді тартатын «жаны» бар деп есептеді.

Рим ақыны Лукреций (б.д.д. 99–55 жж.) екі мың жыл бұрын жазған өзінің атақты «Заттардың табиғаты жайлы» поэмасында магниттен «тұқым бөлініп» не «ток ағып», тас пен темірдің арасындағы ауаны ығыстырады да, пайда болған «бос кеңістікке» көзді ашып-жұмғанша темір орын тебеді деп сипаттады. Лукрецийдің қарадүрсін пайымына қарамастан, магниттің айналасына толтыратын «материалдық ағын» магниттік күш сызықтары мен магнит өрісінің бүгінгі ұғымын еске түсіреді.

Еуропалық табиғаттанушылардың бірқатар зерттеулеріне сәйкес XI–XIII ғғ. өзінде-ақ магниттің әр аттас полюстері мен олардың өзара ықпалы, сондай-ақ магнит әсерінің әртүрлі денелерге (қағазға, ағашқа т.б.) таралуы тағайындалды. Италияндық Д. Б. Порто мен француз П. Перегрин магнит

жебелерді дайындау тәсілін сипаттады, ал П. Перегрин компасты градуирленген шкаламен жабдықтады (1270 ж. шамасында).

Көптеген ғасырлар бойы магнит, жылу және электр құбылыстары айырықша сұйықтылықтың әсерімен түсіндірілді, тек XIX ғ. 20-жылдарында атақты француз физигі А. М. Ампер алғаш рет магнетизмнің электрлік табиғатын дәлелдеп берді.

Мистицизмге, жалған нәрсеге, соқыр сенімге сауда мен қолөнердің қауырт дамуымен сипатталған ғылыми зерттеулердің эксперименттік әдістерінің өркендеуі айтарлықтай соққы берді. Осы әдістің негізін қалаушылардың бірі Леонардо да Винчи болды. Оның қойын дәптерінде «Тұжырымы тәжірибемен дәлелденбеген ойшылдардың пайымын тыңдама» не болмаса «Даналық – тәжірибенің қызы» деген өсиет жазылған.

Магнетизм жайлы алғашқы іргелі еңбек – «Магнит, магнит денелер және үлкен магнит – Жер туралы» (1600) белгілі ағылшын ғалымы Королеваның лейб-медигі Вильям Гильбертке (1554–4603) тиесілі. Гильберт «әртүрлі құбылыстардың жасырын себептерінің» құпиясын ашқан 600-ден астам «тамаша» тәжірибелер жасады.

Өзінің көптеген замандастарынан Гильберттің ерекшелігі сол, ол магнит стрелкасының қозғалуына Жердің магнетизмі себеп болады, ол «үлкен магнит» болып саналады деп пайымдады. Оны бірегей тәжірибемен дәлелдеді, яғни магнит темірден кішігірім шар – «шағын жерді» жасап оны «терелла» деп атады. «Терелланың» бетінің әр тұсында магнит стрелкасы жер магнетизмінің өрісіндегідей қалыпта орнатылды. Осы мысалдың өзі эксперимент көмегімен ұлы ғалымдардың ашқан жаңалығына дәлел болды. Гильберт сонымен бірге электр құбылыстарын да зерттеді, үйкелген кезде электрлік қасиетке жоғарыда айтылған янтарь ғана емес, өзге де денелер – күкірт, шайыр, тау хрусталі де ие болатынын дәлелдеді. Осы денелерді ол «электрлік», янтарьды сәйкес «электрон» деп атады.

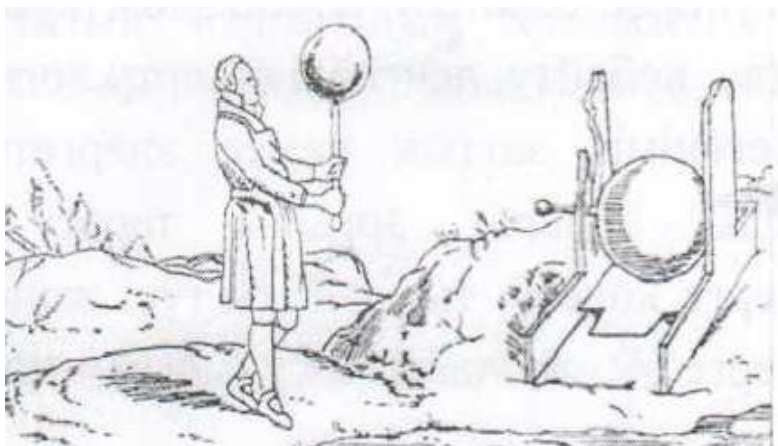
Ғалым «электр күшінің дәрежесі» әртүрлі болатынын, ылғалдың үйкелген кездегі дененің электрлену қарқындылығын төмендететінін дәл тағайындады. Әйтсе де Гильберт магнит және электр құбылыстарының табиғаты бірдей емес, «электр

күші» кейбір денелердің үйкелісінен ғана туындайды, ал магнит темірге үнемі әсер етеді деп қате тұжырымдады. Осы тұжырым ғылымда 200-ден астам жыл ұстанымда болды.

Әрине, жаңа деректерді тану жолы оңай емес. Айталық, Гильберт бір-бірінен оқшауланбаған металдарды үйкеп электрлендірмек болды. Гильберттің қатесін екі ғасырдан кейін ұлы орыс ғалымы В. В. Петров түзетті.

Гильберттің іргелі еңбегі XVII ғ. ауқымында бірнеше рет басылып, еуропалық көптеген жаратылыстанушылардың күнделікті пайдаланатын кітабына айналды, әрі электр және магнетизм жайындағы ілімді дамытуда маңызды рөл атқарды.

Неғұрлым озық ойлы жаратылыстанушылар Гильберттің туындысын зерттей отырып, «электр күшінің» пайда болуында үлкен әсер алу үшін жоғарыда айтылған денелерді өзара үйкеудің жаңа арнайы құрылғысын жасауға ұмтылды. Осындай «машинаны» бірінші рет ауа насосын ойлап тапқан белгілі өнертапқыш, Магдебург бургомистері Отто фон Герике (1602–1686) болды. 1650 ж. ол күкірттен «баланың басындай» шар жасап, оны ағаш штативке орнатылған темір оське отырғызды (3.1-сурет). Қолсаптың көмегімен шар айналып, алақаннан не шарға қолмен жабысқан мата кесегінен электрленді.



3.1-сурет. Герикенің электрстатикалық машинасы

Герике жеңіл мамықтың алдымен шарға тартылып, кейін тебілетінін, оған қоса қараңғыда шар әлсіз жарқырайтынын байқады. Осы тәжірибелер алғаш рет 1672 ж. кітапта сипатталды, бірақ бақыланған құбылысты Герике де, оның замандастары да ұзақ уақыт түсіндіре алмады.

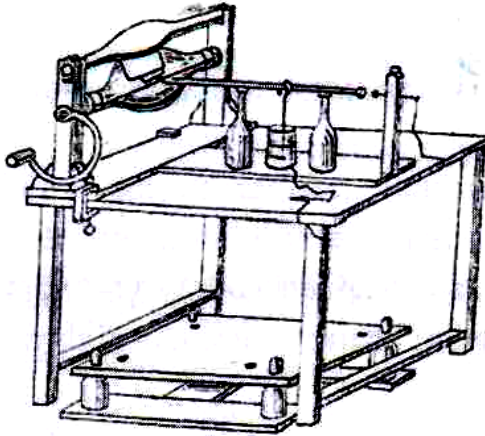
Тағы бір жұмбақ құбылыс – электр ұшқынын алғаш рет белгілі неміс ғалымы Г. В. Лейбниц 1672 ж. Герикенің машинасымен тәжірибе жасау барысында байқады.

Жаратылыстанушылар электрстатикалық машинаны бірте-бірте кемелдендіре бастады. XVIII ғ. бірінші жартысында күкірт шарды шынымен айырбастады (шыны неғұрлым қарқынды электрленеді), бірақ шарды не цилиндрді әзірлеу қиын, ал қыздырғанда жарылып кететіндіктен, оларды шыны дискімен алмастырып, оны серіппе арқылы жанасатын тері жастықшамен үйкеді. Электрленуді күшейту үшін кейінірек жастықшаны амальгамамен қаптады. 1744 ж. машина қосымша қажет тетікпен – кондуктормен толықтырылып, ол алғашында жібек жіпке, кейін оқшауланған тірекке орнатылған металл түтік түрінде болды. «Кондуктор» шыны дискіні үйкегенде пайда болатын электр зарядтарын жинақтауыш ретінде пайдаланылды. XVIII ғ. 60–70 ж. электрстатикалық машина жаңа тұрпатқа ие болды.

Кейбір өнертапқыштар көбірек эффект алу үшін үлкен машиналар жасай бастады. Англияда 1849 ж. дискісінің диаметрі 2 м 27 см болатын машина жасалып, ол бу машинасымен айналдырылды. Париж мұражайында дискісінің диаметрі 1 м 85 см болатын машина сақтаулы. Электрстатикалық машина медициналық мақсатқа пайдалануда қызығушылық тудырды (XVIII ғ. соңы мен XIX ғ. басы).

Электрмедицина саласында көшбастаушылардың бірі белгілі ғалым –энциклопедист Андрей Тимофеевич Болотов болды (1738–1833). Оның «электрицизм және электр машиналардың әртүрлі ауруды емдеу қабілеті жайлы қысқаша әрі тәжірибеге негізделген ескертпелер» (СПб 1803) атты кітабында жасаған электрстатикалық машинасы (3.2-сурет) және әралуан оригинал – «қарапайым әрі сенімді», оның ішінде шыны дискісінің диаметрі 20 см болатын «бөлме» және «жол» машиналары мен аспаптары жайлы жан-жақты баяндалған. Бұл

машиналар адам денесінің «қиын» бөліктерін, атап айтқанда «құлақ», «ауыз» және т.б. дерттерді емдеуге арналған. Болатов өз бетінше емделе алмайтын «қарапайым халықтың» ауруларын емдеуді ұсынды. Оның машинасы көп жөндеуді қажет етпей, екі жыл мерзім үзіліссіз жұмыс жасай алды.



3.2-сурет. А. Болотовтың электрстатикалық машинасы

Электрстатикалық машиналармен жасалған тәжірибелер және жаратылыстану саласындағы табыстар жаңа жаңалықтарға әкелді. Әсіресе, Лондон корольдік қоғамының мүшесі С. Грейдің (1670–1736) және Париж ғылым академиясының мүшесі Ш. Ф. Дюфенің (1698–1739) еңбектерін айырықша атап өткен жөн. 1729 ж. Грей денелерді екі топқа: өткізгіштерге (мысалы, сым, металл талшық) және өткізбейтіндерге (жібек жіп, шыны тиянақ) бөлуді, ал «шыны түтіктің жеңіл заттарды тартатын электрлік қабілеті, өзге денелерге берілуі мүмкін» деп тұжырымдады.

Дюфе алғаш рет (1733–1738) электрдің «шынылық» және «шайырлық» екі тегін байқап, әр аттас зарядтардың тартылатынын, ал бір аттастардың –тебілетінін тағайындады. Ол іс жүзінде кеңінен қолданылған, электрленгенде алшақтайтын ілінген екі жіп түріндегі электроскоптың алғашқы нұсқасын жасады. Оның өткізгіш бойымен «электрдің тез таралатын»

ұйғарымы өте-мөте маңызды. Эксперимент пен бақылау негізінде электр құбылысы теориясын жасауда және атмосфералық электр ерекшелігін танып білуде алғашқы қадамдар осылай жасалды.

3.2. Лейден банкісінің жасалуы

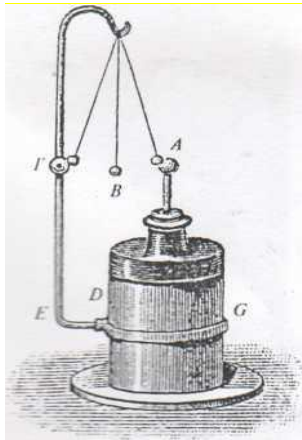
1745 жылдың қысының сол бір күні Лейден қаласынан шыққан голланд профессоры Питер Мюсхенбруктің (1692–1761) есінде мәңгі қалды. Ол электрстатикалық машиналармен тәжірибе жасаған көптеген физиктердің ішінде болды.

Негізгі мақсат – машинадан алынатын зарядты «жинау» еді. Шынының электр өткізбейтінін біле отырып, Мюсхенбрук шыны ыдысты суға толтырып, оған машинаның кондукторына жалғанған мыс сымның ұшын матырды. Ол зарядтар банкіде жинала бастайтынын дұрыс пайымдады. Оң қолына шыны банкіні алып, көмекшісінен машинаның шарын айналдыруды сұрады, содан кейін оның ойынша жеткілікті заряд мөлшері жинақталды-ау дегенде, Мюсхенбрук сол қолымен сымды кондуктордан ажыратты. Ол өзі арқылы жинақталған заряды «өткізгенін» сезбей қалды, өйткені оның қолдары банкінің ішкі және сыртқы астарлары болды ғой. Әрине, профессор қатты соққы алып, «шаруам бітті» деп ойлады. Өзінің Париждегі әріптесі Реомюрге 1746 ж. қаңтарда жазған хатында «жаңа әрі қауіпті тәжірибені қайталамау керектігін» және «мұндай қауіпке енді Францияның тәжі үшін де бармайтынын» жазды. Электр зарядының эффектiсi өзiнiң өтуiнiң кездейсоқ болуымен де күшейген едi.

Осылайша Лейден банкісі жасалды (Лейден қ. атымен), ол қарапайым конденсатор түрінде болып, біршама кемелдендірілгеннен кейін, маңызды электртехникалық құрылғыға айналды. Мюсхенбруктің хаты дүрліктірген оқиға болды, оның тәжірибесін физиктер ғана емес, жаңа ашылуға қызығушылық танытқан көптеген әуесқойлар қайталады. Дәл сол 1745 ж. Мюсхенбруктен тәуелсіз дәл осындай банкіні неміс физигі Э. Клейст те жасады. Баспасөзде «банкінің» жасалуы ұлы жаңалық ретінде бағаланды. Лейден банкісімен жасалған есте қаларлық тәжірибені «эксперимент шебері» француз физигі

аббат Ж. Нолле Версалда корольдің қатысумен жасап көрсетті. Нолле бір-бірінің қолын ұстаған 180 сарбаздан тізбек құрды, «бірінші сарбаз бос қолына лейден банкісін ұстап, ал соңғы сарбаз ұшқын шығарар сымға қол тигізді. Сонда соққыны барлық сарбаздар бір мезетте сезінді, кенеттен болған соққыдан бірі шыңғырып, екіншілері әртүрлі қимыл жасады». Сарбаздардың осы тізбегінен «электр тізбегі» терминінің пайда болғанын әркім біле бермес. Лейден банкісімен тәжірибелерді физиктер көптеген елдерде жасады, әсіресе Англияда көп жасалып, тіпті Мюсхенбруктің өзін таңқалдырды. Өзінің ол Royal Sociетудегі физика кабинетінің сақтаушысы В. Уотсонға жазған хатында «Өзіңнің тамаша тәжірибелеріңмен барлығын таңқалдырдың» деп атап көрсетті. Уотсон алғаш рет 12 000 футқа дейін «ағуына» мүмкіндік жасап электрдің таралу жылдамдығын анықтауға ұмтылды.

Кейінгі онжылдықта лейден банкісінің құрылымы жетілдірілді, алдымен су бытырамен алмастырылды, ал сыртқы беті жұқа қорғасын пластиналармен астарланды, содан кейін ішкі және сыртқы беттері қалайы фольгамен қапталды (3.3-сурет). Физиктердің зерттеулері мына шешімді тұжырымдады: банкіде жинақталатын электр мөлшері астардың мөлшеріне пропорционал, және оқшаулауыш қабаттың қалыңдығына кері пропорционал.



3.3-сурет. Лейден банкісі

1782 ж. Сенегалға келген француз ботанигі Адансон алғаш рет электр жыланбалықтың соққысын лейден банкісінің соққысымен салыстырды.

Петербург академиясы Ф.У.Т. Эпинус (1724–1802) бірінші рет белгілі американ физигі Б. Франклин шынының лейден банкісіндегі айырықша рөлі туралы тұжырымын жоққа шығарып, алғаш рет ауа қабатымен бөлінген екі металл пластинадан тұратын қарапайым «ауа» конденсаторын жасады.

1747 ж. Б. Франклин лейден банкісінің алғашқы теориясын тұжырымдап, онда банкінің қос қабаты «қарама-қарсы электрмен зарядталған» деп көрсетті. Ұлы итальян физигі А. Вольта 1782 ж. конденсаторды электрскоппен жалғап, конденсатор астарларының арақашықтығын үлкейте отырып, оның сиымдылығын (ол бұл терминді алғаш енгізді) азайтуға болатынын, бұл кезде пластиналар арасындағы кернеу артып, электрскоптың «жапырақшалары» көп алшақтайтынын көрсетті. Басқаша айтқанда, ол өлшеудің дәлдігін арттыруға қол жеткізді.

Екі жүз жылдан асса да, конденсатор күні бүгінге дейін осы заманғы электртехникалық және радиоэлектронды схемалардың негізгі элементтерінің бірі болып саналады.

3.3. Вольта бағанасы

Алессандро Вольта Павия қаласындағы көне университеттің профессоры бола жүріп, бірнеше жаңалықтар мен өнертабыстың (мысалы, электрофор) иесі атанды. Ол 1791 ж. жазда итальян анатомы А. Гальванидің (1737–1798) «бұлшық ет қимылындағы электр күші туралы» трактатында сипаттаған ерекше жаңалықты білді.

Өз жаңалығын Гальвани былайша сипаттайды. Сойған бақа үстел үстінде электрстатикалық машинаның маңында жатқан. Көмекшісі бақаның жотасының жүйкесіне скальпелмен кездейсоқ тиіп қалғанда, машина кондукторынан ұшқын байқалған, яғни «аяғының бұлшық еті конвульсиядан дір еткендей» әсер қалдырған. Бақаға атмосфералық электрдің

эсерін тексеру үшін ол жота жүйкесін мыс қармаққа іліп, бағының темір қоршауына іліп қойды. Бақаның аяғы атмосфера ахуалына қарамастан дүркін-дүркін дір ете қалды. Ғалым «тосудан шаршаған соң» мыс қармақты қоршаудың темір тұтқасына тиістіргенде, бұлшық ет күштірек діріл қақты. Атмосфералық электрдің ықпалын болдырмас үшін Гальвани бақаны бөлмеге әкеп, темір «табақшаға» салды. Табақшаға мыс қармақты қосқанда, «спазмалық діріл» анық байқалды.

Содан кейін тәжірибе үшін ол әртүрлі металдарды пайдаланып еді, діріл күшінің өзгеретіндігіне көз жеткізді. Бірақ металды электр өткізбейтін шыны, ағаш, резина секілді денелермен ауыстырса жоғарыдағы «құбылыс» байқалмады.

Ақырында Гальвани «электр хайуанның өзінде бар», ол «нәзік жүйке сұйығы» секілді жүйкеден бұлшық етке өткенде, «діріл» тудырады (лейден банкісінің разрядын еске салады) деп тұжырымдады. «Хайуанаттар организміне тән электрдің айырықша түрі болады» деп пайымдады ғалым («хайуанат электрі»).

Гальванидің трактаты физиктердің ғана емес, ол дәрігерлер мен бұқара арасында ерекше оқиға ретінде танылды. Егер өлі бақаның жүйкесі мен бұлшықетіне «разряд эсерінен жан бітсе», яғни физиологтардың пікірінше «өлімнен кейін тіршілік байқалса», онда «тіршіліктің құпиясын білуге жақындай түсеміз», демек «тірілу емін» табуға болады дегендер де болды.

Физиктер арасында хайуанат электрі жөнінде жақтаушылар мен қарсы болушылар пікірталасы байқалды. Гальвани тәжірибесін қайталаған А. Вольтаның тұжырымы салмақты болды. Вольта бақа аяғы «сезімтал электрметр» сияқты, ал электр «екі әртектес металдардың жанасуынан» қозады деп тұжырымдады.

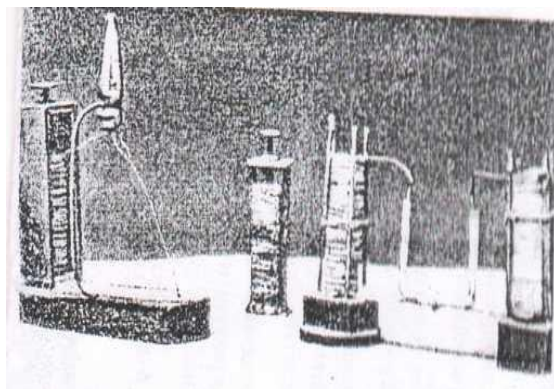
1792–1795 жж. Вольта тәжірибе жүзінде, өзі құрастырған сезімтал электрскоп көмегімен «жанасқан екі металл өзара электрленетінін» дәлелдеді. Бірегей тәжірибелері негізінде Вольта контактілік кернеу заңын тағайындап, потенциалдардың контактілік айырмашылығын өлшеу арқылы, белгілі «Вольта

қатарын» жасады, онда металдар мынадай қатармен орналасты: мырыш, қорғасын, темір, мыс, платина, алтын, күміс, сынап. Олардың әрқайсысы кез-келген келесісімен жанасқанда оң, ал келесісі теріс зарядқа ие болады, мысалы темір (+)/мыс (-), мырыш (+)/күміс (-). Екі металдың арасында туындайтын күшті Вольта электрқоздырғыш не электрқозғауыш деп атады. Бұл күш электрді «ығыстырып» соның нәтижесінде металдар арасында кернеу айырмашылығын тудырады, ал қатарда орналасқан металдар бір-бірінен алшақ болса, осы кернеу айырмашылығы да үлкен. Әйтсе де үзіліссіз электр тогын (немесе алғашында өзі атаған флюид) екі әртектес металды жай жанастыру арқылы алу сәтсіз болды. Енді біздің білетініміз, ол электр энергиясын, энергияның басқа түрін шығындамай ақ алуға болады деп болжаған.

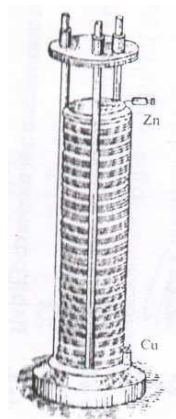
Одан кейінгі тәжірибелер металдардың әр жұбының әсері бір-біріне қосылуы үшін, оларды «флюид» (яғни ток) өтуіне тосқауыл жасамайтын қандай да бір өткізгіш материалмен бөлу қажеттігін білдірді. Ол өткізгіштердің екі тегі – металдар мен сұйықтар болады деп санады.

Эксперименттік жолмен ол өзінің «баған» конструкциясына қол жеткізді, мәселен, «бағанды» мырыш және күміс пластинкалардың екі-үш парынан жасаса, онда әрбір күміс пластинка бірдей екі мырыш пластинкамен жанасады да олардың ортақ әсері әр таңбалы электрді береді. Ал, мырыш-күмістің әр пары су не қышқылмен (дұрысы) ылғалданған бәтес кружкамен бөлсе, онда жеке парлардың әсерлері қосылады.

«Бағанның» екі шетіндегі металл пластинкаларының арасында туындайтын кернеу пайдаланылған пардың санына пропорционал болады (3.4-сурет). Осылайша 1799 жылы атақты «вольта бағаны» жасалды. Бұл атауды алғаш рет француздар қолданды, ал Вольта алғашқыда оны «жасанды электр органы» деп атады. 1800 жылы Вольта өзінің жаңалығын Лондон корольдік қоғамының президентіне хабарлап, «баған» суретін де қоса жіберді.



а)



б)

3.4-сурет. Вольта бағаны: а – аспаптың сырт көрінісі;
б – көп тараған «вольт бағанының» схемалық бейнеленуі

Вольта хатында «бағанның» құрылысы мен жұмыс әрекетін, оны «...жойылмайтын заряд тудырып, электр флюидінің үзіліссіз импульсін береді» деп жан-жақты сипаттады. Ол сонымен бірге өз аспабының тағы бір түрін – «шәшкелі» батареяны жасады (3.5-сурет). Күкірт қышқылы құйылған банкілердің оң жағына мырыш, ал сол жағына күміс пластинкалар батырылады. Көршілес банкілерден әр текті пластинкалар «өткізгіш доғамен» қосылады.



3.5-сурет. Вольттың шәшкелі батареясы

Бірақ Вольта электр тогы металдар мен сұйық арасындағы химиялық процестердің нәтижесінде пайда болатынын не білмеді, не байқамауы ықтимал. Ол іс жүзінде бірінші

электрхимиялық генератор жасауға әкеліп, оның әрекеті химиялық энергияны электр энергиясына түрленуіне негізделді.

Тіпті «шәшкелі» батареясын сипаттағанның өзінде, химиялық реакция қышқыл мен металдардың арасында өтуі анық байқалып отырса да, ол екі әртекті металдардың жанасу әрекетін «өткізгіш доғаның» көмегімен жүзеге асады деп түсіндіруден танбады. Сөз арасында айта кетейік, «шәшкелі» батарея сыртқы пішіні бойынша XIX ғасырдың 20–30-жылдарында пайда болған әралуан гальваникалық (электрхимиялық) элементтерді еске салады, олар үнемді электрмашиналы генератор жасалғанға дейін XIX ғасырдың соңғы 50 жылдай мерзімінде электр энергиясының көзі ретінде қызмет етті.

«Вольта бағанының» жасалуы электр құбылыстарына деген зор қызығушылық тудырып, электр тогының жылулық, химиялық, магниттік, жарық әрекеттерінің маңызды ашылуларына интермелеп, электртехниканың көптеген бастамасын қалады. Вольта есімі даңққа және құрметке бөленді. Францияда оның құрметіне медаль жасалды. Наполеон электр саласында «ұлы бірінші жаңалық ашушылар» үшін 200 000 франкі бар қор ашып, бірінші сыйақыны Вольтаға берді және жоғары дәрежелі Құрметті легион мен Темір крест ордендермен марапаттады. Суретші Дж. Бертини Вольта өзінің «бағанын» Наполеонға көрсетіп тұрғанын бейнелеген картинаны салды. «Вольта бағанының» жасалуы электр жайлы ғылымда төңкеріс жасап қана қойған жоқ, ол бүкіл адамзат өркениетінің тарихына орасан зор ықпал етті. Көрнекті француз академигі Д. Араго «Вольта бағаны» адамдар жасаған телескоп пен бу машинасын қоса есептегенде нағыз тамаша аспап деп санағаны кездейсоқ емес.

3.4. В. В. Петровтың алып «Наипаче» батарея жасауы

XIX ғасырдың алғашқы жартысындағы ұлы физиктердің арасында академик Василий Владимирович Петровтың (1761–1834) лайықты орны бар. КСРО Ғылым академиясының бұрынғы президенті С. И. Вавилов оған еңбектерінің маңыздылығы жағынан «М. В. Ломоносовтың тікелей өкшесін

басып келген» ғалым ретінде баға берді. Обаяни қаласының (Курск губерниясы) қарапайым приход діндарының ұлы, семья мүшелерінің басым бөлігі танымал текті көпшілігі шетелдіктер болған Петербург Ғылым Академиясының академигі атағына ие болуы үшін қаншама еңбек сіңіруі керек еді.

В. В. Петров шіркеу-приход мектебін бітіргеннен кейін, Харьков коллегиумына оқуға түсіп, онда жаратылыстану және гуманитарлық ғылым мен батысеуропалық тілдер, оның ішінде грек, латын тілдерін оқыды. Коллегиумды табысты аяқтағаннан кейін, қаражатқа тапшы Петров қазына есебінен Петербург мұғалімдер гимназиясына (кейінірек мұғалімдер институты) түсіп, үш жыл бойы математика мен физиканы оқыды. 1788 жылы Петров батыл шешім қабылдап, шалғайдағы Алтайға атақты Колывано-Воскресенск тау-кен кәсіпорындары жанындағы училищеге математиканы және физиканы оқытуға аттанып кетті.

Училищеде жақсы кітапхана мен ғылыми зертхана болды. Тау-кен ісінің болашақ мамандарын құлшына оқыта отырып, Петров нақты технологиялық және өндірістік мәселелерді шешу үшін жаратылыстану ғылымының ілімдерін пайдалану тәжірибесін игерді.

Үш жылдан кейін Петербургке оралғанда, Петров тәжірибелі педагог әрі ғылыми болжамдарды дәлелдеуде эксперименттердің маңыздылығын шынайы жақтаушы ғалым еді. 1795 жылы Петербургте ірі медициналық оқу орны – Медицина-хирургиялық академия ашылып, Петров «сынақ» дәрісін тамаша оқығаннан кейін, физика және математика профессоры қызметіне тағайындалып, өз ғұмырын толықтай осы оқу орнына арнап, ұлы ғалымның таланты толығымен көрініс тапты.

Еуропа тілдерін ерте меңгерген Петров танымал физиктердің еңбектерін зерттеп, физика кабинетін жаңа аспаптармен жарақтандыру үшін қаражат бөлдіруге қол жеткізді. Петербургте шығатын журналдардың бірі жазғандай, бұл кабинет жақсы ұйымдастырылып, «Бүкіл Ресей империясындағы ең тәуірі» болды.

Гальвани мен Вольтаның жаңалықтарымен таныса отырып, Петров неғұрлым қуатты алып «наипаче», бұрын шетелдік шығармаларда сипатталғандардан басым түсетін батарея жасау қажеттігі туралы шешімге келді. Ол осы батарея көмегімен «тамаша жаңа тәжірибелер» жасауды көздеді. Ал, мұндай тәжірибелерді осы күнге дейінгі шетелдік физиктер жаңалықтарында қолданған кәдімгі батареялар көмегімен жүргізу мүмкін болмас еді. «Оның алып «наипаче»» батареясы 1802 жылы сәуірде дайын болды; ол мыс және мырыш құтылардың 4200 элементінен (немесе 2100 мыс-мырыш элементтерінің жұбынан) құрылып, үлкен төрт бөлімге бөлінген ағаш жәшікке орнатылды. Жәшік пен бөлгіш қаламаның қабырғалары сургуч лакпен және майланған қағазбен қапталды. Батареяның барлық элементтерінің жалпы ұзындығы 12 метр болып, ол әлемдегі ең ірі уникал электр тогының көзі болды (Еуропада қолданылатын вольта бағандары 100–120 элементтен тұратын). Элементтердің әр қатары тізбектей жалғанды. «Алып» батареяның схемалық суреті 100 жылға жуық өткеннен кейін, 1900 жылы Париждегі Дүниежүзілік көрме залының үлкен стендіне қойылды.

Батарея құрылғысы және онымен жасалған барлық тәжірибелер 1803 жылы Санкт-Петербургте басылған В. В. Петровтың іргелі «Физика профессоры Василий Петровтың алып үлкен «наипаче» батареямен жүргізген гальвани-вольт тәжірибелері туралы хабарламасы...» атты еңбегінде толық сипатталды. Петровтың алғашқы жарияланған тәжірибелерінің дәл датасы ұзақ уақыт белгісіз болды, ал 1956 жылы «Северный вестник» журналында (1804) жарияланған мақала табылып, онда дәлірек айтқанда 1802 жылы Петровтың үлкен батарея жасағанын және «осы батареяның көмегімен біздің қажымас физик отандасымыз медициналық коллегия мен көптеген танымал тұлғалардың алдында сол жылы 17 мамырда алғашқы көпшілік тәжірибесін көрсетті» делінген.

Электр тогының химиялық, жылулық және жарық әрекеттерін зерттеу бойынша ғалымның өте көп эксперименттерінің ішінде ол ашқан электр доғасы мен вакуумдағы электр разряды құбылысын ашуы айырықша қызығушылық тудырады. Жоғарыда айтылған «хабарлама» атты

кітабының VII тарауында В. В. Петров өзі бақылаған электр доғасының құбылысын сипаттайды. «Егер шыны плиткаға жарық құбылысын тудыруға қабілетті екі ағаш көмірін салса, содан кейін оларды бір-біріне бір сызықтан (1 сызық – 2,5 мм) үш сызыққа дейін жақындатса, онда олардың арасында ақ түсті айшықты жарық не жалын пайда болады да одан көмірлер ... жанып, қараңғы біршама айқын жарықтанады».

Батареямен тәжірибе кезінде «эртүрлі шамадағы ұшқын мен жарықтылықты» көрсеткен көптеген физиктерден айырмашылығы ғалым жаңа анықтаманы – айқын ақ түсті «жалын» терминін қолданды. Алғаш рет электр жарығын іс жүзінде – үлкен кеңістікті («қараңғы үй») жарықтандыру мүмкіндігін нақты көрсетті.

Өз жаңалығымен Петров өз дәуірінен жарты ғасырға озып кетті, электр доғалық шамдар XIX ғасырдың 50-жылдарында ғана қолданысқа енгізілді.

Оған қоса, Петров доға жалынының эртүрлі металдарды балқыту және өз оксидінен металдарды қалпына келтіру қабілетіне көз жеткізіп, электрметаллургияның негізін салды. Орыс тілінде жазылған Петровтың кітабын еуропалық ғалымдар білмеді. Сол себепті электр доғасының ашылуы 80 жыл бойы ағылшын ғалымы Х. Дэвиге таңылып келгені кездейсоқ емес. Ол осы құбылысты 2000 пластинадан құрастырған батарея арқылы 1808 жылы бақылаған. Бірақ Дэвидің өзі осы жаңалықты иемденген жоқ. Өйткені ол 1804 жылы Ресей Академиясының «Жарық табиғаты» деген тақырыпқа және көз қарытатын күн сәулесіне ұқсас «үлкен вольт бағаны» көмегімен алынатын «гальваникалық отты» қалай түсіндірудің қажеттілігі туралы конкурс жариялағанын 1812 жылы білген еді.

Василий Владимирович Петровтың өз батареясының параметрлерін анықтау үшін өлшеуіш аспаптары болмады. Сондықтан Петров өзін вольтметрге айналдырып, қол саусақтарының терісін тіліп, жүйкесінің ашық талшықтарымен кернеудің әсерін мөлшерледі. Ол осылайша электр доғасын алуға көз жеткізуі керек болды.

Өлшеудің бүгінгі күнгі жаңа әдістерін пайдалану барысында алып «наипаче» батареяның қысқыштарындағы

кернеудің 1650-1700 В, ал максимал пайдалы қуаттың 75 Вт, қысқаша тұйықталу тогының 0,2 А-болғаны дәлелденді. Бұл сол кезде ойға кірмейтін жоғары кернеулі ток көзі еді. Ол ғалымға электр доғасын алуға мүмкіндік берді.

Василий Владимирович Петров «ауасы жоқ жерде жарық тасымалдау құбылысын» – яғни вакуумдағы газ разрядын ашқан әрі зерттеген бірінші орыс ғалымы болды. 30 жыл өткеннен кейін ғана Фарадей вакуумдағы газ разрядын зерттеумен шұғылданды.

Василий Владимирович өмірде кішіпейіл, қарапайым адам болса да вакуумдағы газ разрядын зерттеуінің маңыздылығын былай атап өтті: «Білімді әрі әділ физиктер менің еңбегімнің маңыздылығының соңғы тәжірибелерде дәлелденгеніне орай ақиқатты айтуға, әйтеуір бір келіседі деп сенемін».

Василий Владимирович Петров электр тізбегінің заңын 1826 жылы ашқан Омның ізашарының бірі болды. Өзінің «Хабарлама...» атты еңбегінде ол ток күшінің өткізгіштің көлденең қима ауданына сандық тәуелділігін тағайындады: Ол неғұрлым жуан сымды қолданғанда «барынша күшті әсері... болып, гальвани-вольта сұйығы барынша шапшаң ағады» деп ұйғарды. Петров орыс тілінде бірінші болып «кедергі» терминін, әртүрлі сұйықтардың электролизі кезінде электродтарды параллель қосуды бірінші болып жүзеге асырды және электр тогының күшін электролиздің қарқындылығы бойынша сараптады. Ағылшынның «Science Progress» (1936) журналы «Петров өзінің осы зерттеулерімен Ом заңын бұрын білді» деп жазды.

Василий Владимирович Петров алғаш рет өткізгіштерді сүргішпен және балауызбен оқшаулау әдісін ойлап тапты. Ол металдарды үйкеліс арқылы жерден оқшаулай отырып электрлендіру мүмкіндігін дәлелдеп, көптеген еуропалық физиктердің, оның ішінде Гильберттің де тұжырымдарын жоққа шығарды. Оны шынайы түрде Ресейлік электрфизиктер мектебінің негізін қалаушы деп айтуға болады.

Өкінішке орай Петровтың тағдыры қайғылы болды. Шыншыл әрі мызғымас тұлға өз халқын ағарту үшін және Ғылым академиясы мен ағарту министрлігінде шетелдіктердің басымдылығына қарсы қажымай-талмай күресті.

Бұл ғылым академиясының президенті граф Уваровтың ашуын келтірді. Петровка физикалық кабинетті жаңғыртуға қаражат бөлмеді, оның пәтерін жөндеуден бас тартты, тіпті үйінде эксперимент жүргізуге тиым салды. Наразылық ретінде ғалым 1826 жылы I Александрдың жерлеуіне де келмеді.

Осыдан кейін Уваров шімірікпестен Петровты физика кабинетінің меңгерушілігінен аластатып, оның еңбектерін басуға тиым салды. Көп ұзамай 40 жылдай еңбек еткен Медицина-хирургиялық академиядан еңбегі сіңген профессор қызметінен кетті. Аурушаң, қорланған ғалымның денсаулығы күрт нашарлап, 1834 жылы 3 тамызда Василий Владимирович қайтыс болды. Уваровтың нұсқауы бойынша оның есімі ғылыми еңбектерде және физика оқулықтарында аталынбауы тиіс болды. Сондықтан да орыс физиктерінің екі ұрпағы ол туралы білмей өтті. Бұған сену де қиын.

Оның көптеген қолжазбалары із-түзсіз жоғалып кетті, ғалымның нақты портреті сақталмады, оның Смоленск зиратындағы бейіті де жоғалып кетті.

Сөз арасында, Уваровтың жеке басы туралы бір ақпар: 1837 жылы ақпанда дуэльде мерт болған А. С. Пушкиннің қара жамылған портретін көріп Уваров: «Пушкин осындай құрметке ие болатындай шенеунік емес» деп ашу-ызасын білдірген екен.

Жарты ғасырдан астам уақыт өтті. 1886 жылы Петербург университетінің студенті, кейін танымал ғалым, А. Гершун Вильно қаласында демалыста жүріп көпшілік кітапханасында ескі кітаптарды ақтарып отырып белгісіз ғалымның «Хабарлама...» атты кішігірім кітабын көреді. Ол осы кітаптан таңқала отырып В. В. Петровтың бірегей эксперименттері жайлы, және ғасырдың басында электр доғасы құбылысын ашқандығы жайлы оқып біледі.

Петербургке оралысымен Гершун Петровтың кітабын Әскери-медицина академиясы физика кафедрасының меңгерушісі профессор Н. Г. Егоровқа көрсетті. Осылайша көрнекті отандастың «екінші ғұмыры» басталды.

1887 жылы «Электричество» журналының оқырмандары Василий Владимировичтің кітабы мен оның эксперименттері жайлы оқып білді. Н. Г. Егоров Әскери-медицина академиясында

сөйлеген сөздерінде және баяндамаларында (1889), орыс физика-химиялық қоғамының салтанатты мәжілісінде (1893), Бірінші бүкілресейлік электртехникалық съезінде (1899), Брокгаузбен Ефронның танымал энциклопедиялық сөздігінде (1898) және көптеген өзге шараларда В. В. Петровтың жаңалықтары туралы айтып, ол отандық және әлемдік ғылымға қосылған «құнды үлес» деп баға берді.

1892 жылы Әскери-медицина академиясының конференция хаттамасында «біздің көрнекті әріптесіміз осы ғасырдың басында 1802 жылы бірінші рет вольта доғасын бақылаған академик Петровты мұрағат шаңынан арылту» және осының барлығы «... орыс ғалымы, біздің Академияның академигі, электр жарығының бірінші өнертапқышы деп дүниежүзінде саналуы тиіс» деп жариялады. 1915 жылы Н. Г. Егоров В. В. Петровтың бейітін тауып, басына ескерткіш қойылды. Ал, 1934 жылы отандық электртехниканың негізін қалаушының қайтыс болғанына 100 жыл толуы салтанатты аталып өтілді. 1935 жылы КСРО ОАК Президиумы «1802 жылы Дэвиден бірнеше жыл бұрын вольта доғасы құбылысын ашқан бірінші орыс электртехникі академик В. В. Петровтың қайтыс болғанына жүз жыл толуын еске қалдыру туралы» қаулы қабылдады.

1949 жылы Ленинградта В. В. Петров тұрған Васильев аралындағы 7-линия № 2 үйге, КСРО Ғылым академиясының Президенті С. Вавилов қатысып мемориалдық тақта орнатылды. Ғалымның өмірі мен қызметі туралы кітаптар шығарыла бастады. Міне, осылайша В. В. Петров әлемдік электртехниканың «алыптарының» арасынан өзінің лайықты орнын иемденді.

3.5. Рихманның «Электр көрсеткіші»

1753 ж. жазда Ресей мен Батыс Еуропаның бас газеттері Петербургте өзінің жеке зертханасында белгілі физик-академик Г. В. Рихман (1711–1753) найзағайдан қайғылы қазаға ұшырады деген хабар таратты. Жүздеген жылдар бойы найзағай мен

күнкүркіреудің себебін ешкім білмеді. Олар храмдар мен қоңырау мұнараларын қиратты, адамдар мен жануарларды мерт қылып, қорқыныш тудырды. Ал, осы тылсым құбылысты зерттеген ғалымның өлімі қоғамдық қозғалысты тудырды.

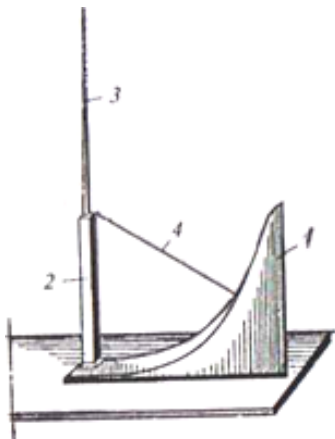
XVIII ғ. орта шеніне дейін физиктер арасында атмосфералық электр табиғаты жайлы мүлдем қарама-қарсы түсінік болғанын оқырман біле бермес. Күн күркіреу найзағайды тудыра ма, әлде найзағай күн күркіреуді болдыра ма? Күн күркіреудің табиғаты қандай? Осы сұрақтарға әр елдің жаратылстанушы ғалымдары жауап іздеді.

XVIII ғ. орта шенінде электр құбылысын зерттеген көптеген физиктердің еңбектерінде, найзағай күші жағынан зертханалық тәжірибелерден байқаған электр ұшқынынан мыңдаған есе асатын, атмосферадағы зор разряд деп сипатталды.

Осы проблемаларды шешу жолына Петербург академиктері М. В. Ломоносов пен Г. В. Рихман және американдық ғалым Б. Франклин айтарлықтай үлес қосты.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) Ресейде электр құбылысын зерттеудің негізін қалаушы, атмосфералық электрдің бірінші теориясының авторы болды. Оның қолдауымен академик Г. В. Рихман алғашқылардың бірі болып, «атмосферадағы туындайтын электрді өлшеуге» талпыныс білдірді. Пярну (Эстония) қаласының тумасы Рихман Галле мен Иенедегі герман университеттерінде, ал 1735 ж. Петербург ғылым академиясының университетінде білім алды; 1741 ж. – ол академияның профессоры болды. Атмосфералық электрді зерттеумен Рихман 1745 ж. қаңтарда айналысып, көп ұзамай «электр көрсеткіші» бар оригинал қондырғыны жасады.

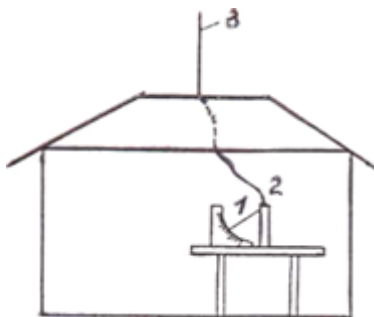
Георг Вильгельм Рихман өзі «электр көрсеткіш» (1745) деп ат қойған атмосферадағы электр зарядының қарқындылығын анықтайтын өлшеуіш аспапты жасаған бірінші ғалым болды. Ағаш тұрғыға металл таяқшамен қосылған металл сызғыш тік бекітілді (3.6-сурет).



3.6-сурет. Рихманның «Электр көрсеткіші»:
1 – бөліктері бар ағаш квадрат; 2 – металл сызғыш;
3 – металл бет; 4 – кенеп жіп

Сызғышқа ұзындығы «2 ½ лондондық дюйм болатын кенеп жіп ілініп, оған қарсы «градус» бөліктері бар «ағаш квадрант» бекітілді. Зарядтар «сызғышқа» келгенде жіп ауытқып, электрленген жіптің ауытқуы бойынша «электр күшінің» шамасын бағалауға болады. Рихманның «көрсеткіші» әлемде бірінші тікелей бағалайтын электрөлшеуіш аспап болды және қазіргі электрметрлердің алғашқы нұсқасы болып саналады. Рихман оны лейден банкісімен жалғап тасымалданатын етіп жасады. Бірнеше жылдан кейін Рихман «қоңыраулы» аспаптың конструкциясын жасап, шылдыры арқылы «күн күркіреу материясының бар екендігін» тіркеп отырды. Осы құрылғының Рихман жасаған суреті сақталған екен. Рихман М. В. Ломоносовтың қолдауына әрі көмегіне сүйенді, ұзақ жылғы достастықтары оларды жақындастырып отырды. Ломоносов атмосфералық электр теориясын тұжырымдап, кейінірек оны ғылым академиясының мәжілісінде баяндап берді.

Ломоносов пен Рихман біріге отырып дүниежүзінде бірінші рет атмосфералық электрді бақылауға және зерттеуге арналған бірегей орнықты қондырғыны жасап, оны «күркіреу машинасы» деп атады (3.7-сурет).



3.7-сурет. «Күркіреу машинасының» схемасы:

1 – электрлік көрсеткіш; 2 – байланыс сым;

3 – үй шатырындағы металл стержень

Бұл машинаның негізгі бөлігі Рихманның электр көрсеткіші болды. Үйдің шатырына 1 – электр көрсеткішке, 2 – сыммен жалғасқан 3 – металл стержень «жай қабылдағыш» қойылды. Стерженнің төменгі ұшы қондырғыны жерден оқшаулайтын мыс ұнтақ толтырылған шыны стақанға салынды. Б. Франклиннің «электр жыланынан» және өзге де зерттеушілердің аспаптарынан «Күркіреу машинасының» принциптік түрде айырмашылығы болды, өйткені ол атмосферадағы электр мөлшерінің өзгерісін кез-келген ауа райы кезінде және күн күркіреу болмағанда да бақылауға мүмкіндік берді.

1753 ж. жазда Ломоносов пен Рихман «күркіреу машинасын» пайдалана отырып, Петропавловск қамалының маңында, көптеген адамдардың алдында найзағайдың электр табиғатын дәлелдеу және атмосфералық электр туралы жаңсақ пікірді жоққа шығару үшін барынша бірегей эксперимент жасады.

«Санкт-Петербург хабаршысы» газетінде (1753 ж., № 45) осы оқиғаны жан-жақты етіп жазып, тәжірибе нәтижесін «төтенше» деп атады. Су жиегіне «зеңбіректердің бір топ батареясын» қойып, атыстың дабылы «аспанды күңіретті», бірақ «электр көрсеткіш» ештеңені көрсетпеді. Ал, «көкжиектен кара бұлт көрініп, найзағай ойнамаса да, күн күркіреу естілгенде алты сажень биіктікке темір шыбыққа жалғанған электр күшінің көрсеткіші ауа ықпалынан темірге ілінген сезімтал жіп ырғала

бастады». Одан әрі газет былай деп жазды: «Бақыланғаннан электр күшінің күн күркіреуінсіз болуы мүмкін еместігі байқалды. Егер осы айтылған ақиқат болса, ауадағы найзағай мен күн күркіреуіне электр күші себепші. Электр күшін күн күркіреуінсіз тудыруға болады, ал күн күркіреуі электр күшін көрсете алмайды» деп тұжырымдады.

Осыдан бір жыл бұрын осы газет (1752 ж., № 50), Ломоносов пен Рихманның тәжірибесі туралы айта отыра былай деп жазған еді: «Сонымен, электрлік материя мен күн күркіреу материясы бірдей екенін білгеннен кейін, олай емес дейтіндердің көңіл күйі түсіп кетеді».

М. В. Ломоносовтың қорытындылары оның атмосфералық электр жөніндегі теориясының негізі болды. 1753 жылғы Ғылым академиясы жиналысындағы баяндамасында ол «Рихман-тәжірибе ұсынады..., ал мен оның пайдалылығын дәлелдейтін теорияны ұсынамын» – деп жазды.

Бірақ Г. В. Рихманның осы жағдайды көруге екі айлық өмірі ғана жетпей қалды. Ғалымның өлімі қайсыбір дінтанушылар мен реакциялы топтардың табиғат құпиясына үнілген ғалымдарға деген шабуылын үдете түсті. Олар ғалымдар тәжірибесін «сорақылық» деп атап, оны тоқтатуды талап етті. «Рихманның өлімі-құдай ісіне қол сұққаны үшін алған жазасы» деп тұжырымдады.

Рихманды бірінші болып қорғаған М. В. Ломоносов Москва университетінің «бірінші Кураторы» граф И. И. Шуваловқа жазған хатында: «Рихман мырзаның қазасы өз проффессиясын орындау жолындағы тамаша өлім болды. Оның есімі ешқашан өлмейді. Сонымен бірге бұл өлімнің ғылымға залалы тиіп кетпес үшін, ғылымды қорғасаңыз» – деп жазды.

Орасан ғылыми беделі және отандық озық ойлы ғалымдардың қолдауы Ломоносовқа көпшілік алдында Ресейдің «абыройы мен даңқына залал» келтірмеуді дәлелдеу туралы мүмкін болды. 1753 ж. қарашада Ғылым Академиясында оның атақты «электр күшінен туындайтын ауа құбылыстары жайлы әңгіме» атты баяндамасы тыңдалды. Орыс тілінде жасаған баяндамасында (көптеген академиктер баяндамаларын латынша, не болмаса еуропалық тілдердің бірінде жасайтын) ол өзінің атмосфералық электрдің дәл ғылыми теориясын баяндады,

қазіргі мамандардың пікірінше, өзінің принциптік негізі бойынша осы құбылыстар жайлы түсінік бүгінгі күннің талабына сәйкес келеді деп тұжырымдауға болады.

Ломоносов, бұл теорияның «Франклинге ешбір қатысы жоқ», баяндалғанның бәрі де «өзімдікі және жаңа» деп атап көрсетті. Осы теорияны тұжырымдау барысында Ломоносов өз замандастарына қарағанда күн күркіреудің жаңа теориясына өте-мөте жақындады. «Электрлік күн күркіреу күшін» өлшеу әдісін барынша қауіпсіз ету мақсатында Ломоносов күн күркіреу разрядының максимал шамасын тіркейтін автоматты реттеуіш жасады (3.8-сурет).



3.8-сурет. Ломоносовтың автоматты реттеуіші: 1 – тісті металл стержень; 2 –металл кружкаға дәнекерленген сым серіппе

Түтік ішіндегі металл стержень төменгі жағынан «металл кружкаға» дәнекерленген. Жай соққаннан кейін «электр күші» кружканы түтіктен төмен ығыстырғанда, ол тісті «металл стерженьді» өзімен бірге «сым серіппенің» кедергісін жоя отыра ала кетеді, ал «тістер стерженнің бастапқы қалпына келуіне мүмкіндік бермейді».

Өкінішке орай Рихман өзінің төл зерттеулерін жалғастыра алмады, ол 42 жасында қайғылы мерт болды. Қайтыс болатын күні жеке зертханасына «академиялық зергер» И. Соколовты атмосфералық электрмен тәжірибенің суретін жасауға шақырды.

Ол электр көрсеткішке «бір фут аралыққа жақындағанда, тұп-тура маңдайына ашық көкшіл отты шар келіп тиген». Шамасы домалақ найзағай болуы керек. Дәрігердің ғалымның өмірін сақтап қалуға қауһары жетпеді.

Георг Вильгельм Рихман өз өмірін ғылым үшін қиып, «басқаларға үлгі етіп көрсетті».

3.6. Атмосфералық электр

Ломоносов туралы әңгіме еткенде «бірінші» деген сөзді жиі қолдануға тура келеді. Ол орыстың бірінші ірі ғалымы, орыс ғылымының негізін қалаушы, бірінші орыс академиктерінің бірі. А. С. Пушкин «Ломоносов ұлы тұлға еді. Ол бірінші университетті құрды. Өзі, дұрысын айтқанда, біздің бірінші университет болды» деп жазды.

М. В. Ломоносов ынтызар тұлға, кейде – қызу қанды болды. Салиқалы дереккөздер оның өзімен терезесі тең замандастарына қатысты сабырсыздығына «дөрекілігі туралы», «көргенсіз қылығы» туралы мысалдар келтіреді.

Германияда болғанда сол жердегі тіршілігінің «бейберекеттігі» жайлы мәлімет сақталған. Петербургтегі тұрмыс-тіршілігінде жанжалды эпизодтар да белгілі... «Парик ілінетін ағашты алып барлығын ұруға кірісті де өзінің малайына да барлығын өлімші етіп сабауды бұйырды» деп хабарлайды оның «құрбаны». Ол өз әңгімесін «тұрмыстық» текетірістің жантүршігерлік оқиғасын егжей-тегжейлі «қол жұмсау» мен «өлімші етіп сабау» деген сөздер мен қоса, М. В. Ломоносовтың тергеуге түсіп, қысқа мерзім қамауға алынғанына дейін әсерлеп баяндайды. Осы туралы анекдоттар да, тіпті куәгерлік түсініктер де сақталған. Әйтсе де «Юпитерге берілген ерік...» дегендей.

Өзінің пайымдауында және бағасында ол тік – эвфемизмге болмаса «тігісін жатқызуға» бой алдырмайды, өзін жек көретіндердің қастығы мен керексіз өсек-аяны туралы «... Тауберт көшеде маған үріп тұрған итті көрсе болды, сол сұмпайыны мойнына іліп алып, артын сүюге эп-сәтте даяр боп тұрады. Осыны иттің үруі тоқтағанға дейін жасағысы келеді. Ал, ит үруін қоя қойса, оны батпаққа лақтырып, басқа иттерге талатады» (Л. Эйлерге хаты, 1765 жылдың 21 ақпаны).

Ол мығым денелі әрі денсаулығы мықты адам болды. Тұрмысы да қарапайым еді. Білімге құштарлық танытып, жаңалық ашуға ұмтылған зерттеуші болды. Қарамағындағыларға және от басына қатал әрдайым үстем болуға ұмтылды. Оның тұрмыс-тіршілігінен тағы бір эпизодын оқиық.

«Күздің әдемі кешінің бірінде ол жалғыздан-жалғыз Васильев аралындағы Үлкен даңғылмен теңізге қарай серуенге шықты. Күн батып, қас қарайғанда орман ішіндегі жолмен қайтар жолда, бұта арасынан үш матрос шыға келіп, дүрсе қоя берді. Маңайда бір жан жоқ. Ол үш қарақшыдан асқан батылдықпен қорғана отырып, біреуін бір ұрғанда, ол орнынан тұрмақ түгілі, біраз уақыт есін жия алмады. Келесісінің бетіне салып қалғанда, ол қанжоса болып, бар күшімен бұта арасына қаша жөнелді, ал үшіншісін соғып құлату ешбір қиындық тудырмады, жығып алып (бұл арада біріншісі есін жиып бұта арасына қашып кетті)» екі аяғының арасына қысып тұрып, қасындағы екеуінің аттары кім, сендер не істемек ойларың болды, дереу айтпасаң бірден мерт қылам деп қорқытып еді, біз тек тонап алып, содан кейін босатып жібереміз деп бәрін мойындады. Ломоносов, «а сұрқиялар, енді қазір мен сені тонайын!» – деп ышқына айқайлап жіберді. Ұрыға күртешесін, кенеп комзолы мен шалбарын шешіп, оны белдігімен буып бергіздірді. Осы тұста Ломоносов тыр жалаңаш матросты аяғымен бір теуіп еді, ол құлап түсіп, тіпті орнынан қимылдай алмады, өзі буылған нәрсені иығына асып алып, жеңіп алған олжасымен үйге оралды...»

1752–1753 жж. атмосфералық электрді зерттеумен айналыса отырып, М. В. Ломоносов электрдің жалпы теориясына арналған еңбек жазуды мақсат етіп қойды. Латынша қолжазба жұмысына ғалым 1756 жылдың сәуірінде кірісті, ал мамырда «электр күшінен болатын ауа құбылыстары туралы сөзге» ауысып, алғашқысын аяқтамай жиып қойды. Аяқталмаған «Математикалық баяндалған электр теориясы» атты қолжазбаға зерттеуші сол мезетте осы мәселеге қатысты жасаған жеке: атмосфералық және жасанды электрдің тепе-теңдігі, эфир бөлшектері мен соған ұқсастардың қозғалысын

алдын-ала анықтайтын электр құбылыстары туралы қағидаларын қосты.

Қолжазба сегіз тарауды қамтитын жоспардан құралып, М. В. Ломоносов оның тек біріншісін бітіріп, екіншісін ішінара аяқтады. Қалған алты тараудың атауларын қарастыра отырып, ғалым сол кездегі белгілі болған электр құбылыстарын қарастыруды, оларды пайымдауды зат құрылысын корпускулалық теория негізінде түсінуді жоспарлаған деп тұжырымдауға болады. Олар: «1. Алдын-ала деректерді қамтиды; 2. Эфир мен от туралы; 3. Сезімтал денелердің құрылысы туралы; 4. Туынды электрді алу туралы; 5. Жасанды құбылыстарды түсіндіру; 6. Табиғат құбылыстарын түсіндіру; 7. Электр туралы ілімнің болашақ жетістіктері туралы».

Электрді зерттеуге арналған жұмыстарында өте-мөте құндысы олардың сапалы бақылаудан сандық заңдалықты тағайындауға – электр теориясының негізін қалыптастыруға арналған бағыты болып табылады. Осы зерттеулермен өз бетінше айналыса отырып, ол Г. В. Рихман және Б. Франклинмен бірге неғұрлым сенімді нәтижеге қол жеткізді.

М. В. Ломоносовпен бірге отырып зерттеу барысында 1745 жылы Г. В. Рихман эксперименттік бақылаудың алғашқы электрөлшеуіш аспабын жасады. Ол «электр көрсеткіш» деп аталып бұрын қолданылған электрскоптан айырмашылығы «электр дәрежесін өлшеу үшін градустың шкаласы бар ағаш квадрантпен жабдықталды» (Г. В. Рихман). Олар жасаған «күркіреу машинасы» өзге ғалымдардың аспаптарынан принциптік өзгешелігі болды, оның ішінде Б. Франклиннің «электр батпырауы да бар, атмосферада болатын электрдің әртүрлі өзгерісінде, кез-келген ауа райында тұрақты бақылауға мүмкіндік береді».

1753 жылы 6 тамызда (26 шілде) Ломоносов пен Рихман бірге академияда мәжілісте болып, сағат 12-де Петербург аспанында күн күркірей бастағанда, олар өздерін үйлеріне жіберуді өтінеді, себебі соңғы кезде олар атмосфералық электрге бақылау жүргізіп отырған-ды.

Осы мақсатта Рихман мен Ломоносовтың пәтерлерінде «күркіреуік машина» орнатылған болатын. Олар Васильев аралындағы сәйкес екінші және бесінші көшеде тұратын.

Мұндай машинаның құрылымы оңай. Үйдің шатырына орнатылған металл таяқшадан сым бөлмеге тартылып электрметрге қосылады. Электрметр тік металл сызғышқа бекітілген кенеп жіп түрінде болып, сызғыш электрлегенде, ол жіпті зарядтап өзінен тебеді. Тік сызғыштан жіптің ауытқу дәрежесіне қарай «қоздырғыш» электрдің күшін анықтауға болады.

Сонымен, тәжірибелер жайқабылдағышпен және оған жалғанған қарапайым электрөлшеуіш аспаппен жүргізілді. 1753 жылы 5 қыркүйекте ғалымдар өз зерттеулерінің нәтижесін Петербург ғылым академиясына баяндауы тиіс болды. Бұл өте қауіпті тәжірибелер еді. Өйткені жайқабылдағыш жерге қосылмады (әйтпесе, электр жерге кетіп қалып оның мөлшерін өлшеу мүмкін болмас еді). Сонымен, «күркіреуік машина» жайқайтарғыш емес, керісінше «жайкелтіргіш» болды. Қауіптің болатыны белгілі еді, ол болды да.

Рихманның өлімі керексіз шу тудыратыны айдан анық еді, Ломоносов сарайда үлкен құрметі бар Шуваловқа жазған хатының соңында «бұл жағдай ғылымның дамуына кері ықпал етпесе аса мәртебелім ғылымды аяуыңызды сұраймын» деп жазды.

Ломоносов білгендей Рихманның өлімі академиядағылардың көпшілігін есеңгіретіп, қаңқу әңгімелер туғызды. Ғибадат етушілер «құдайдың жазасы», «құдайдың ісі», «құдайдың кегі» – деп, «қажетсіз» сынауларды тоқтатуды талап етті. Ғылым академиясының Президенті К. Г. Разумовский көптеген қырық құбылған, сескенген, сенімсіздік көрсеткендердің қысымына шыдамай, жалтақтық танытып 5 қыркүйекте Ломоносовтың атмосферадағы электр құбылысына арналған баяндамасын тоқтатып тастады.

Ғалым батыл әрі қорықпастан топассыздыққа, білімсіздікке қарсы күреске шықты. Ол электрмен тәжірибелердің қажеттігін әрі маңыздылығын атап өтіп, жұмбақ дүниенің есігін ашу қауіп-қатермен байланысты екенін, Рихманның өлімінің ақиқат екенін, табиғаттан тыс қарсы себептің жоқ екенін дәлелдеді.

Ол пікірталастырды, сендірді, дәлелдеді, соның арқасында президент Разумовскийдің ұстанымын өзгертуге қол жеткізіп,

ғалымның хабарламасын 29 қарашаға белгілеткізді. Өз шешімін ол «Ломоносов мырзаның Еуропа ғалымдарынан өзінің жаңа өнертабыстарымен кеш қалмауы және осыған дейінгі электр тәжірибелері жоғалып кетпеуі үшін» деп негіздеді.

Белгіленген күні М. В. Ломоносовтың «Электр күшінен болатын ауа құбылыстары туралы сөзі» көпшілік алдында тыңдалды. Сөзінің алдында қайғылы оқиға ғалымдарды қорқытпайды, ғылымның озық дамуын тоқтата алмайды деген сенімін айтты.

Ломоносов атмосфералық электр суық ауаның төмен, ал жылы ауаның жоғары қозғалысы кезінде ауа қабаттары бір-бірімен жанасу барысында туындайтынын түсіндіріп берді. Бұл атмосфераның электрленуін түсіндіретін алғашқы ғылыми гипотеза еді. Қазір атмосфералық электрдің «генераторларына» бұлт және жауын-шашыннан басқа, шаңды дауыл, жанартаулардың атқылауы, бұрқасын, сарқырама, теңіз толқынынан судың шашырауы жатады. Ал, ауада қатты бөлшектер болатындықтан, оның электрі күшейеді деп түсіндірді. Ол бұлттың электр заряды су тамшылары мен оны құраушылары арасында бірдей бөлінген деп дұрыс пайымдады. Ломоносов көптеген бақылаулары мен өлшеулері негізінде найзағай мен электр ұшқынының тепе-теңдігін дәлелдеді және солтүстік шұғыланың электрлік табиғатына өзінің нық сенімді екенін атап өтті.

Одан ары қарай Ломоносов өз пікірінше найзағайдан қорғануға болатынын дәлелдей келе: «Аласа жерлерге қарағанда, биік жерлерге найзағай көп түседі, мен кенішке найзағай түсті дегенді естіген де, оқыған да жоқпын». Оны Фрейберг жазбасынан көрген тәжірибе растайды. 1556 жылы 29 желтоқсанда түн ішінде қуатты найзағай бұлтты жиналып, төңіректегі он алты шіркеуге жай түсіп, өртеніп кетті, ал бірде-бір кеніш бүлінбеген, оның айналысы тау-тау үйінділер, жан-жағы қазылып тасталған ғой. Сол себепті Ломоносов найзағай кезіндегі ең қауіпсіз орын кеніш деп санады. Шіркеу туралы айтқанда, ол найзағай құдайға құлшылық ететін храмдар мен дінге тағзым ететін тұстарды да аямайтынын аса сызып айтты.

Ғалым өзінің жеке зерттеулерінің нәтижелері, солардың негізінде жасаған тұжырымдары Б. Франклиннің тапқанынан

және көрсеткенінен айтарлықтай айырмашылығы бар екенін дәл көрсетті. «Бұл сөз дайын болып тұрғанда, мен Франклин пайымдауын көрдім», – дейді. Атап айтқанда, 1747 жылы «Риторикада» басылған «Ұлы солтүстік шұғыласы болғанда құдайдың құдіреті туралы кешкі толғау» одасында (1743), ол дәлме-дәл өзі айқындаған солтүстік шұғыланың табиғатын көрсетеді. Өзгелердей секілді, Б. Франклинді жақтайтын академик А. Н. Гиршовқа жазған хатында, ол былай деп жазды: «а) ... Мені ешкім кінәлай алмайды, себебі ғалымдардың туындылары бізге, әсіресе Америкадан кешігіп келеді. б) Жоғарғы атмосфераның болуын Франклин тек жорамалдады, ал мен суық ауа райының кенет болуынан деп тұжырымдадым, бұл Франклинде атымен жоқ. в) Жоғарғы ауаның төмен аға алатынын әрі міндетті түрде ағатынын дәлелдеп, есептеулер жүргіздім, ол Франклинде мүлдем аталмайды. г) Франклиннің солтүстік шұғыла туралы пікірі менікімен сәйкес келмейді. Солтүстік шұғыланы түзу үшін қажет электр материяны ол тропиктен полюске жеткізуге тырысады, ал мен сол жерде оның жеткілікті екенін таптым; құбылыстың қалай өтетінін ол көрсетпейді, тек бірнеше сөзбен өз пайымын айтып, өте шығады, ал мен өз теориямды жан-жақты түсіндірдім, ол ешқандай дәлелдермен негіздемейді, мен дәлелдер келтіріп қана қоймай құбылысты түсіндірдім».

«Ауа құбылыстары туралы сөз» дереу орыс және латын тілдерінде басылды. Петербург академиктерінің «Речь» және «Словоларында» сол кезде үлкен таралыммен – 1200 данамен шығарылды, сол себепті ол академиялық ортадан асып, тіпті шетелдерде кең танымал болды. Оқымыстылардың көпшілік алдында сөз сөйлеуі ғылыми білімді таратуда сол кезде үстемдік еткен топассыздық пен білімсіздікке қарсы күресте маңызды рөл атқарды. Танымды насихаттаушылардың алдыңғы сапында Михаил Васильевич Ломоносов болды. Оның түсінікті әрі қызықты жазылған еңбектерін орыстың озық ойлыларының басым көпшілігі білді. Ломоносов өз дәрістерін орыс тілінде оқыған бірінші орыс ғалымы екендігін атап өткен жөн. Бұл халық үшін өте маңызды шара болды, өйткені көпшілік бұқара шет тілдерін, әсіресе латынды білмеді. Михаил Васильевич

Ломоносовтың (1711–1765) өмірбаяны кеңінен таныс, оны қайталап жатудың қажеті шамалы. Мұнда ғалымның өмірінен оның білімге деген шексіз құштарлығын көрсететін әрі үлкен ғылым жолында ол ұшырасқан қиындықтарға тоқтала кетейік.

12 жасында оқи алатын Михаил кітапқа құмарлығы артып, сол үшін өгей шешесімен ылғи сөзге келетін. Кейін ғалым былай деп еске алады: «әкем табиғаты мейірімді кісі, ал өгей шешем, ашуланшақ көре алмайтын, тәрбиесі нашар адам болды, үнемі әкемді маған қарсы қойып, бостан босқа күні бойы кітаппен отырады да қояды деп ашуын тудырып, айдап салатын. Бірнеше дүркін оқып үйрену үшін Спасск мектебіне кеткенге дейін оңаша ешкім болмайтын жерді таңдап суыққа да, аштыққа да шыдадым». 1730 ж. әке-шешесіне білдірмей төлқұжатын түзетіп алып, ол балық таситын арбамен жасырын түрде Мәскеуге аттанды. 1731 ж. Ломоносов Славян-грек-латын академиясына түсті. Оқудың суық әрі аштық кездері өтті. Бұған адамгершілік тұрғысындағы қорлану қосылды. Ғалым былай деп еске алады: «Оқушылар, жас балалар айғайлап, қолымен нұсқап: мынаны қара, қандай ботқа, 20 жасында латын үйренуге келіпті деп мазақтайтын еді». Славян-грек-латын академияларындағы оқу он үш жылдыққа есептелген. Ломоносов барлық бағдарламаны бес жылда игерді. «Спасск мектебінде оқи жүріп, мен жан-жағымнан ғылымға деген жеккөрушіліктен қысым көрдім, ол кезде сондай пікір басым еді. Бір жағынан, менен басқа баласы жоқ әкем сен жалғызсың, маңдай ақы, табан термен жиғандарыма ие бол, өлгеннен соң иттің ұлы байғұтан талап әкетеді десе, екінші жағынан қысып бара жатқан тапшылық: күніне жалақыға берілетін бір алтын күні бойы нанға және бір кружка квасқа қана жетіп, қағаз-қарындашқа, аяқкиімге, өзге де қажеттікке жетпейтін еді: «Осылайша бес жыл тіршілік етіп, ғылымды тастамадым».

1735 жылы қарашада латын-грек-латын академиясының ректоры Петербургке Ғылым академиясының жанында оқуын жалғастыруға неғұрлым қабілетті жиырма оқушыны жіберуге жарлық алды. Білімдерін тексеру барысында тізімде М. В. Ломоносов та бар 20 оқушы іріктеліп алынды.

1736 жылдың алғашқы күнінде болашақ ғалым елдің жоғары оқу орнының табалдырығын аттады, ал қыркүйекте

тамаша қабілеті мен білімге деген құштарлығының арқасында, білімін жалғастыру үшін Петербургтен шетелге кетті. Марбургте және Фрейбергте бес жыл оқып, 1741 жылы маусымда Ломоносов Петербургке оралды. Жеті ай бойы ешқандай қызметте болмай, студент атанып жүрді. Отыз жасар «студент» кунсткамераның Минерал кабинетінің каталогын, академияның өзге де тапсырмаларын орындады.

1742 жылы 1 қаңтарда жас ғалым физика сыныбының адъюнкты болып тағайындалды. Үш жылдан кейін химия профессоры атанды. Академия қабырғасында М. В. Ломоносовтың жемісті ғылыми қызметі басталып, ол ширек ғасырдай мерзімге созылды.

3.7. Электронның ашылуы

Электрон электр және магнит өрістерінің әсеріне ұшырап отыратын субатомдық бөлшек.

XIX ғасырдың екінші жартысында физиктер катод сәулелерінің құпиясын өте-мөте белсенді түрде зерттеді. Оны бақылайтын қарапайым аппарат разрядталған газ толтырылып, екі жағынан электродтар дәнекерленген герметикалы шыны түтік түрінде болды: бір жағында электр батареясының теріс полюсіне жалғанған катод, келесі жағында оң полюске қосылған анод болды. Катод-анод жұбына жоғары кернеу бергенде түтіктегі разрядталған газ жарқырай бастайды, ал төменгі кернеуде жарқырау катод аймағында ғана бақыланса, кернеуді арттырғанда түтіктің өне бойында байқалды, әйтсе де белгілі бір мезетте түтіктен газды сора бастағанда, жарқырау анод маңында болып, катод төңірегінде жоғалып кетеді. Осы жарқырауды оқымыстылар катод сәулелері деп атады.

1880 жылдардың соңында катод сәулелерінің табиғаты жөніндегі ұғым өткір пікірталасқа айналды. Неміс мектебінің көрнекті ғалымдарының басым көпшілігі катод сәулелері жарыққа ұқсас көрінбейтін эфирдің толқындық қозуы деген пікірде болды. Ал, Англияда катод сәулелері газдың өзінің иондалған молекулаларынан не атомдарынан тұрады деп санады. Әр тараптың өз болжамының дұрыстығына айқын

дәлелдері болды. Молекулярлық болжамның жақтаушылары катод сәулелері магнит өрісінің әсерінен ауытқиды, ал жарық сәулелеріне магнит өрісі ешқандай ықпал етпейді деген дұрыс пікірді ұстанды. Екінші жағынан, корпускулярлық болжамның жақтаушылары бірқатар құбылыстарды, атап айтқанда, 1892 ж. ашылған катод сәулелерінің жұқа алюминий фольгадан іс жүзінде тоқтаусыз өту эффектісін түсіндіре алмады. Ақырында, 1897 ж. жас ағылшын физигі Дж.Дж. Томсон осы пікірталасты біржола тоқтатып, электронды алғашқы ашқан ғалым ретінде тарихта есімін қалдырды.

Ағылшын физигі Джозеф Джон Томсон, ел арасында Дж.Дж. Томсон, Манчестер қаласының маңындағы Читем-Хиллде (Cheetham Hill) букинист-антиквардың отбасында 1856 ж. дүниеге келген. 1876 ж. Кембриджде оқу стипендиясын жеңіп алды. 1884–1919 жж. Кембридж университеті эксперименттік физика кафедрасының профессоры әрі Кавендиш зертханасының басшысы. Бұл зертхана кейін Томсонның күш-жігерінің арқасында әлемдегі танымал ғылыми-зерттеу орталықтың біріне айналды. 1905–1918 жж. бір мезгілде Лондондағы корольдік институтының профессоры. 1906 жылы «Электрдің газдар арқылы өту зерттемесі үшін», физикадан Нобель сыйлығының лауреаты. Бұл жұмыста электронның ашылуы да қамтылады.

Томсонның ұлы Джордж Паджет Томсон да (George Paget Thomson, 1892–1975) 1937 ж. физикадан электрондардың кристалдардағы дифракциясын тәжірибе жүзінде ашқаны үшін Нобель сыйлығының иегері атанды.

Өз тәжірибесінде Томсон кемелдендірілген катод-анодты түтікті пайдаланды, ол түтік ішінде магнит өрісін тудыратын (Ампер заңына сәйкес) электр катушкаларымен және түтік ішінде электр өрісін тудыратын параллель электр конденсаторлық пластиналар топтамасымен толықтырылды. Осының арқасында катод сәулелерінің магнит және электр өрістерінің ықпалынан болатын өзгерісін зерттеуге мүмкіндік туды.

Жаңа құрылымды түтікті пайдалана отырып, Томсон егжей-тегжейлі мына қағидаларды көрсетіп берді:

1) катод сәулелері магнит өрісінде электр жоқ кезде ауытқиды;

2) катод сәулелері электр өрісінде магнит өрісі жоқ кезде ауытқиды, сонымен бірге;

3) тепе-тең қарқынды электр және магнит өрістері, жеке алғанда қарама-қарсы жаққа ауытқу тудыратын бағытқа негізделіп, бір мезетте әрекет еткен кезде, катод сәулелері тіке тарайды, яғни екі өрістің әсері өзара теңестіріледі.

Ол әсері теңестірілетін электр және магнит өрістерінің ара қатынасы, бөлшектердің қозғалыс жылдамдығына тәуелді болатынын анықтады. Бірқатар өлшеулерден соң Томсон катод сәулелерінің қозғалыс жылдамдығын анықтады. Яғни, олар жарық жылдамдығынан айтарлықтай баяу қозғалады екен, демек, катод сәулелері тек бөлшек қана болуы ықтимал, өйткені жарықтың өзін қосқанда, электромагниттік сәуле жарық жылдамдығымен таралады. Бұл белгісіз бөлшектерді Томсон «корпускулдар» деп атады, көп ұзамай ол «электрондар» деп аталды.

Электрондар атом құрамында болатыны бірден айқын болды, әйтпесе, олар қайдан пайда болады? 1897 жылғы 30 сәуір – Лондон корольдік қоғамының мәжілісінде Томсонның алған нәтижесі жайлы баяндамасының жасалған күні, электронның табылған датасы деп есептеледі. Дәл осы күні атомның «бөлінбейтіні» туралы түсінік келмеске кетті. Оған қоса, он жылдан астам уақыттан кейін атом ядросының ашылуына орай электронның табылуы қазіргі атом моделінің негізін қалады. Жоғарыда сипатталған «катодты», дәлірек айтсақ электронды-сәулелік түтіктер, бүгінгі күнгі теледидар кинескоптары мен компьютер мониторларының алғашқы нұсқасы болып, онда қатаң қадағаланатын электрон мөлшері қызған катод бетінен ажырап, айнымалы магнит өрісінің ықпалымен қатаң белгіленген бұрышқа ауытқиды да, экранның фосфоресцияланатын ұшықтарын түрткілейді. Сонда экранда, фотоэлектрлік эффект нәтижесінде туындайтын айқын кескін пайда болады. Бұл эффектінің ашылуы да катод сәулесінің нақты табиғатын білмесек мүмкін болмас еді.

Джозеф Джон Томсон 1940 жылы қайтыс болды.

3.8. Кирхгоф заңдары

Электр тізбегінің кез-келген торабындағы токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең, яғни осы торап арқылы шығатын зарядтар саны кіретін зарядтар санына тең болуы керек. Электр тізбегінің кез-келген тұйық контурындағы кернеу қосындысы нөлге тең.

Густав Кирхгофтың мансабы көп жағынан XIX жүзжылдықтағы неміс физигіне тән. Германия өзінің батыс көршілерінен индустриялық төңкеріске кеш кірісіп, өнеркәсіпті жедел дамытуға себепкер озық технологияға зәру болды. Соның нәтижесінде ғалымдар, ең алдымен жаратылыстанушылар, Германияда өте жоғары бағаланды. Университетті бітірер жылы Кирхгоф профессордың қызына үйленіп, оның өмірбаяншысының бірі жазғандай – «жемісті академиялық мансаптың міндетті екі шартын сақтады». Осыған дейін ол жиырма бір жасында электр тізбегіндегі ток пен кернеуді есептеуге арналған негізгі заңдарды тұжырымдады, қазір ол заңдар ғалымның есімімен аталады.

Ирхгоф (Kirchhoff) Густав Роберт 1824 жылы 12 наурызда Кенигсбергте (қазіргі Калининград) туған. Берлин Ғылым Академиясының мүшесі (1874), Петербург Ғылым Академиясының корреспонденті мүшесі (1862).

Әкесі Карл Фридрих Кирхгоф юстиция кеңесшісі болған. Густав отбасында кенже ұл болып, еті тірі, көпшіл, есейгенде тұйық, сөзге сараң болды.

Оқыған Кляйнгор гимназиясында, Густав математика мен физиканы құныға оқыды. 18 жасында гимназияны бітіріп, Кенигсберг университетінің физика-математика факультетіне түсті. Онда атақты тұлға Франц Нейман еді. Кирхгофты еске алу сөзінде Людвиг Больцман Нейманды математикалық физиканың «атасы әрі Несторы» деп атады. Нейманның семинарында Густав Кирхгоф өзінің алғашқы ғылыми еңбегін (электрдің пластинка арқылы өтуі туралы) орындады. Сол кезде оның 21-ге караған шағы болатын. Нейманның, кейін Бунзеннің ықпалынан Кирхгоф физик болды, басында «зеріктіретін бақылаулар, зеріктіретін есептеулер» деп онша қызыға қоймаған. 23 жасында Кирхгоф алғашқы ғылыми дәрежесін алып, Парижге ғылыми

іссапарға (сол кезде өте сирек болатын) жіберілетін болды. Бірақ саяси оқиғалардың салдарынан сапар болмай, 1848 ж. Берлин университетінде диссертация қорғап, көп ұзамай Бреславльге (қазіргі Вроцлав, Польша) экстраординар профессоры қызметіне шақырылды. Бағына қарай бір жылдан кейін Роберт Вильгельм Бунзен келді, оларды көпжылғы достықтары мен ынтымақтастығы байланыстырды. Кенигсбергте небары бір жыл істегеннен кейін Бунзен Гейдельбергке ауысты. Көп ұзамай ол Кирхгофты шақырып, ол зор ықыласпен қабыл алды (Берлинге және Боннға шақырғанда бармады). Төрт жылдан кейін Гейдельбергке физиологияның жас профессоры (ол әлі физикамен айналыса қойған жоқ еді) Гельмгольц келді. Өзге де талантты жас ғалымдар топтасты. Сөйтіп Германияның көрнекті ғылыми орталығы пайда болды. Гейфельбергке көшуі Кирхгофтың жеке өміріне айтарлықтай өзгеріс әкелді, ол жоғарыда айтқандай, университеттің математика оқытушысы Ришелонның қызына үйленді.

XIX ғасырдың ортасы электр тізбектерінің қасиеттерін белсенді зерттеу кезеңі болып, осы зерттеулердің нәтижесі іс жүзінде шапшаң қолданысқа енгіліп отырды. Ом заңы секілді жай тізбекті есептеудің базалық ережелері барынша жолға қойылды. Мәселенің мәні электр тізбегінің сымдары мен әралуан элементтерден техникалық тұрғыда барынша күрделі әрі тарамды желілер жасауға мүмкіндік болғанымен, олардың қасиетін есептеу үшін математикалық тұрғыда қалай өрнектеу керектігін ешкім білмеді. Кирхгофқа барынша күрделі тізбектерді жай талдауға мүмкіндік беретін ережелерді тұжырымдаудың сәті түсті, күні бүгінге дейін Кирхгоф заңдары электрондық инженериямен электртехника мамандарының маңызды жұмыс аспабы болып отыр.

Кирхгофтың екі заңы барынша оңай тұжырымдалады әрі түсінікті физикалық талдауы бар. Бірінші заң тізбектің кез-келген торабын (яғни үш не одан да көп сым түйісетін тарам нүктесі) қарастырғанда, тізбекке келетін электр тогының қосындысы ол тізбектен шығатын токтардың қосындысына тең болатынын көрсетеді, жалпы айтқанда бұл электр зарядының сақталу заңының салдары болып табылады. Мысалы, сізде

электр тізбегінің Т тәріздес торабы болып, оның екі сымымен оған электр тогы келетін болса, онда үшінші сыммен ток осы тораптан өзге бағытқа ағады да, ол кететін екі токтың қосындысына тең болады. Осы заңның физикалық мағынасы қарапайым: егер ол орындалмаса, торапқа электр заряды үзіліссіз келіп тола берер еді, ал мұндай жағдай ешуақытта болмайды.

Екінші заң одан да қарапайым. Егер бізде күрделі, тарамдалған тізбек болса, оны ойша бірқатар жай тұйық контурға бөлейік. Ток әртүрлі жолмен осы контурларда тармақталады, күрделі тізбекте ток қандай бағытпен ағатынын анықтау күрделі болады. Контурлардың әрқайсысында электрондар қосымша энергия алуы (мысалы, батареядан) не болмаса оны жоғалтуы (мысалы, кедергіге не өзге элементке) мүмкін. Кирхгофтың екінші заңы тізбектің кез келген тұйық контурында электрондар энергиясының таза көбеюі нөлге тең екенін баяндайды. Осы заңның жай физикалық түсінігі бар. Егер бұл мұндай болмаса, онда тұйық арқылы әркез өткен сайын электрондар энергияны не алып, не жоғалтып отырады да, ток үзіліссіз не өсер еді, не кемір еді. Бірінші жағдайда мәңгі қозғалтқышты алуға болар еді, ал ол термодинамиканың бірінші бастамасына қайшы келеді, екінші жағдайда электр тізбегіндегі кез-келген ток міндетті түрде өшер еді, ал біз оны байқамаймыз.

Кирхгоф заңдарының барынша кең қолданылуын тізбекті және параллель желілерде байқаймыз. Тізбекті желілерде (мұндай желілердің айқын мысалы: шырша шамдары, олар тізбектей қосылған шамдардан тұрады) қорек көзінен электрондар сымдар топтамасымен тізбектей барлық шамдардан өтіп, әр шамның кедергісінде Ом заңына сәйкес кернеу төмендейді.

Паралель желілерде, керісінше, сымдар желінің әр элементіне қорек көзінен бірдей кернеу берілетіндей етіп жалғанады. Яғни, желінің әр элементінің өзінің ток күші бар, ол оның кедергісіне тәуелді. Паралель желіге мысал «сатылы» шамдар: кернеу шинаға беріледі, ол шамдар арқалыққа орнатылады. Осындай желінің әр торабы арқылы өтетін ток Кирхгофтың екінші заңымен анықталады. Кирхгоф математиканың тамаша білгірі болды. Ол осы білімін өзі

істейтін саласында математикалық физиканың өте қиын сұрақтарына оп-оңай қолданды. Оның пластинка бойымен электрдің таралуы туралы алғашқы еңбектері (1845–1847) өзге ғалымдардың көптеген еңбектерінде тұпқазық болды.

Электр бойынша келесі жұмыстарының көпшілігі өткізгіштерде электрдің таралуы, конденсаторлардың разрядталуы, су асты кабелімен электрдің ағуы және т.б. мәселелерге арналды. Токтар индукциясы туралы еңбегі өте-мөте маңызды (1849), онда өткізгіштердің электр кедергісін абсолют өлшемде анықтау әдісі сипатталады. Сондай-ақ, оның индуктирленген магнетизм жайлы екі үлкен мемуары бар (1853 және 1876).

Өз ғұмырының екінші жартысында бақытсыз жағдайға тап болып, мүгедектер арбасында өткізсе де, Кирхгофтың замандастары ол туралы сүйкімді кісі әрі нағыз оптимист ретінде ықылас білдіреді.

Роберт Кирхгоф 1887 жылы Берлинде қайтыс болды.

3.9. Магнетизм

Атомдық – молекулалық құрылысы деңгейіндегі сипаттамаларының өзгешеліктеріне сәйкес барлық заттар өзінің магниттік қасиеттері бойынша үш топқа – ферромагниттер, парамагнетиктер және диамагнетиктерге бөлінеді.

Ампер заңына сәйкес электр тогы магнит өрісін тудырады. Атомның төңірегінде айналатын электронды күші өте аз әрі радиусы кішкентай циклдік электр тогы ретінде қарастыруға болады. Әйтсе де магнит өрісін бәрібір индукциялайды. Шын мәнінде, әрбір электрондар, атом маңайында айнала отыра, өзінің магниттік өрісін тудырады және де әрбір атом, осының салдарынан, өзінің магниттік өрісімен сипатталады. Бұл өрістердің қосындысы әр электрон магнит өрісінің суперпозициясы деп аталатын жалпы магнит өрісті түзеді.

Кейбір атомдарда тең санды электрондар барлық мүмкін бағытта айнала береді, сондықтан олардың магнит өрістері бір-бірін өшіріп отырады. Сонда да, кейбір элементтердің атомдарындағы электрондардың бір бөлігі өзара бағыттас

болып, қарама-қарсы бағыттағы электрондардың өрісімен компенсацияланбай, қайсыбір магнит өрісін түзеді. Сол кезде электрондардың орбита бойынша айналуымен байланысты туатын магнит өрісі, заттың кристалдық құрылымының барлық атомдарында бірдей бағытталған болып, өз төңірегінде орнықты және күшті магнит өрісін түзеді. Осындай заттың кез-келген бөлігі солтүстік және оңтүстік полюстері айқын болатын кішкентай магнит түрінде болады.

Кристалдық тор атомдарының осындай минимагниттерінің жиынтық күйі заттың магниттік қасиеттерін айқындайды. Өзінің магниттік қасиеттері бойынша заттар: ферромагниттер, парамагнетиктер және диамагнетиктер болып негізгі үш топқа бөлінеді.

Ферромагнетиктердің жалпы тобынан материалдардың тағы екі айырықша түрін антиферромагнетиктер мен ферримагнетиктерді ажыратуға болады. Бұл заттар ферромагнетиктер тобына жатқызылады да, төмен температурада ерекше қасиеттерге ие болып отырады: көршілес атомдардың магнит өрісі қатаң түрде параллель, бірақ қарама-қарсы бағытта сапқа тұрады. Антиферромагнетиктер бір элемент атомдарынан құралады да, соның салдарынан олардың магнит өрісі нөлге тең болады.

Ферромагнетиктер екі не одан да көп заттардың қорытпасы түрінде болғандықтан, қарама-қарсы бағытталған өрістердің суперпозициясы нәтижесінде материалдарға тән макроскопиялық магнит өрісі пайда болады.

Заттардың магниттік қасиеттеріне тән нәрсе сол, олар атомдардың электрондық орбиталарының конфигурациясына тәуелді. Айталық, темір атомдарын жеке-жеке бөлгенде де, ол өзінің ферромагниттік қасиеттерін сақтап қалады. Ал, оларды одан ары ыдыратқанда элементар бөлшектерді аламыз, олардың өзіндік магниттік қасиеттері болмайды, демек магнетизм табиғатын сипаттай алмаймыз. Сонымен, заттардың магниттік қасиеттері атом құрамындағы элементар бөлшектердің конфигурациясына және кристалдық домендерді ұйымдастыруға ғана тәуелді болып, атомдық құрылымның зарядталған бөлшектерінің қасиеттеріне байланысты болмайды.

Магнетизм жайлы ілімнің тарихына тоқталайық. Магнетизм жайлы алғашқы жазба деректердің (Қытай) екімыңжылдықтан астам тарихы бар. Онда табиғи тұрақты магнитті компас түрінде қолданылғаны, табиғи магниттің тартуы және тебуі, сондай-ақ магнит бар жерде темір ұнтақтарының магниттелуі туралы (мәселен, Лукрецийдің «Заттардың табиғаты жайлы» поэмасында, б.д.д 1 ғасыр) пайымдаулар ұшырасады. Орта ғасыр дәуірінде Еуропада магниттік компас кеңінен қолданыла бастады (XII ғасырдан), әртүрлі пішінді магниттердің өзара әсерін тәжірибе жүзінде зерттеу талпынысы болды (Пьер Перегрин де Марикур, 1269). Қайта өрлеу дәуірінде магнетизмді зерттеу нәтижелері У. Гильберттің «Магнит, магнит денелер және үлкен магнит – Жер туралы» (1600) еңбегінде тұжырымдалды. Гильберт, дәлірек айтсақ Жер –магниттік Диполь екенін, магниттің эраттас екі полюсін ажырату мүмкін еместігін дәлелдеді. Одан ары магнетизм туралы ілім Р. Декарт, Ф. Эпинус, Ш. Кулон еңбектерінде дамытылды.

Декарт магнетизмнің жан-жақты алғашқы метафизикалық теориясының және геомагнетизмнің авторы (Философия бастауы, 4 бөлім, 1644), ол магнит денелерде магнетизмнің бар екендігімен және оның қозғалысымен шартталатын айырықша магниттік субстанцияның болуымен түсіндірді.

«Электр және магнетизм теориясының тәжірибесі» трактатында (1759) Эпинус электр және магнит құбылыстарының арасында тығыз ұқсастықты атап өтті. Осы ұқсастықтың белгілі бір сандық өрнегі бар: нүктелі магнит полюстерінің өзара әсері нүктелік электр зарядтарының өзара әсері заңына бағынатынын Кулон (1785–1789) тұжырымдады. 1820 ж. Х. Эрстед электр тогының магнит өрісін ашты.

Сол жылы А. Ампер токтардың магниттік өзара әсері, айналма ток пен жұқа жалпақ магниттің қасиеттерінің бар-барлық заңдарын тағайындады, магнетизмді молекулярлық токтың болуымен түсіндірді. XIX ғасырдың 30-жылдарында К. Гаусс пен В. Вебер геомагнетизмнің математикалық теориясын дамытты әрі магниттік өлшеулер әдісін жасады. Магнетизмді зерттеудегі жаңа кезең М. Фарадей еңбектерінен

басталды, ол электр – магнит өрісінің ақиқаттығы туралы пайымдау негізінде магнетизм құбылыстарының тиянақты трактовкусын жасады. Электрмагнетизм саласындағы бірқатар маңызды ашулар (электрмагниттік индукция – Фарадей, 1831, Ленц ережесі – Э. Х. Ленц, 1833 т.б.), Дж. К. Максвеллдің еңбектеріндегі ашылған электрмагнит құбылыстарының тұжырымы (1872), ферромагнетиктер мен парамагнетиктердің қасиеттерін жүйелі зерттеу (А. Г. Столетов, 1872, П. Кюри, 1895 т.б.) магнетизмнің бүгінгі күнгі макроскопиялық теориясының негізін қалады.

3.10. Гаусс теоремасы

Тұйық бет арқылы өткен электр өрісінің кернеулік ағыны осы бет ішіндегі қорытқы электр зарядтарына пропорционал.

Ғылымда бір заңды әртүрлі етіп тұжырымдауға болады. Жалпы айтқанда, заңды тұжырымдаудан оның әсері тұрғысынан ештеңе өзгермейді, әйтсе де жаңа тұжырым теоретиктерге заңды басқаша түсіндіріп, жаңа табиғи құбылыстарға қатысты сынауға болатынына мүмкіндік береді. Дәл осындай жағдайды шын мәнінде Кулон заңының жалпылама түрі болатын Гаусс теоремасынан байқаймыз. Ол өз кезегінде, осы заң тұжырымдалған сәтте электрстатикалық зарядтар туралы ғалымдарға белгілі мәліметтердің жалпылама жиынтығы болды.

Карл Фридрих Гаусс – неміс математигі, дәрежесі жағынан Ньютонмен не Архимедпен терезесі тең ұлылардың бірі, 1777 жылы Брауншвейг қаласында шаруа отбасында дүниеге келді. Бала шағынан математикада зор қабілетін танытып, оның осы ғажап талантына тәнті болған бастауыш мектеп мұғалімі Карлдың әке-шешесін баланы кәсіптік училищеге бермей, білімін жалғастыруға үгіттеді. Он төрт жасында Гаусс өзінің кең білімімен граф Брауншвейгскийді таңқалдырып, ол балғын жасқа атаулы шәкіртақы тағайындады. Өзінің маңызды математикалық жаңалықтарын Гаусс Геттинген университеті оған 1799 ж. ғылым докторы ғылыми атағын бергенге дейін ашты, ал екі жылдан кейін өзінің іргелі еңбегі «Математика» туралы трактатын (*Disquisitiones Mathematicae*) жариялап, оны беделді қамқоршысына арнады.

Трактатта сандар теориясы туралы әңгіме қозғалған. Бұл теория – Ферманың Ұлы теоремасы секілді натурал сандармен және олардың өзара қатынасымен айналысатын математиканың тарауы. Математикамен айналысуды Гаусс тастамай, ықтималдық теориясы мен Гаусс тарамы деген атауға ие болған орташа мәннің төңірегінде кездейсоқ мәндерді қамтитын математикалық статистикалық бірқатар принциптерін тұжырымдады.

1801 жылы бірінші Цереры астероиды ашылған соң Гаусс астрономияға жүгінді. Оның орбитасының параметрлерін есептеу үшін, ол ең кіші квадраттар әдісін жасады. Бұл әдіс астероидтың күн маңындағы күйінің үш өлшемінің нәтижесі бойынша орбитасын толық есептеуге мүмкіндік берді. Бес жылдан кейін ол Геттинген обсерваториясының директоры болып тағайындалды, өмірінің ақырына дейін осы қызметті атқарды. Оған қоса, Гаусс бірінші болып жер магнетизмімен айналысты, сондықтан да магнит өрісі кернеулігінің бірлігі оның құрметіне гаусс деп аталуы кездейсоқ емес.

Жалпы айтқанда, математика, физика және астрономия саласында тамаша ғұлама Карл Фридрих Гаусстың айналыспаған саласы кемде-кем. 1831 жылы өзінің жас әріптесі Вильгельм Вебермен (Wilhelm Weber, 1804–1891) бірге электр және магнетизмді зерттей отырып, көп ұзамай өз есімімен аталған теореманы тұжырымдап, дәлелдеді. Оның мағынасын түсіну үшін, окшауланған нүктелік q электр зарядын елестетейік. Енді ол тұйық бетпен қоршалған деп ұйғарайық. Теоремада бет пішіні онша маңызды емес, ол тіпті үрленген ауа шары да болсын делік. Зарядты қоршаған беттің әр нүктесінде, заряд тудырған электр өрісі байқалады, ал осы электр өрісінің кернеулігінің туындысы зарядты қоршаған өрістің күштік сызықтары өтетін бет ауданының кіші бірлігіне сәйкес келеді, оны электр өрісінің кернеулік ағыны деп атайды, яғни беттің әр элементіне келетін кернеулік ағынды есептеуге болады. Гаусс теоремасы зарядты қоршаған бет арқылы өтетін электр өрісінің қорытқы кернеулік ағыны заряд шамасына пропорционал екенін тұжырымдайды.

Кулон заңымен Гаусс теоремасы арасындағы байланысты жай мысалмен өрнектеуге болады. Айталық, q заряды радиусы r сферамен қоршалсын. Зарядтан r қашықтыққа сәйкес нүктеге орналасқан бірлік зарядының тартылу не тебілу күшімен анықталатын электр өрісінің кернеулігі Кулон заңына сәйкес:

$$E = kq/r^2.$$

Берілген радиусты сфераның әр кез келген нүктесі үшін де осы мәнді алуға болады. Яғни, барлық ағындардың қосындысын мына формула арқылы анықтауға болады:

$$4\pi r^2 \times kq/r^2 = 4\pi kq$$

Бұл Гаусс теоремасы.

Осы теореманы тұтас металл қолданғанда, қызық мәселе туындайды. Тұтас металл зат ішінде тұйық бет болсын делік. Осындай бет ішінде толық электр заряды нөлге тең, өйткені іште оң және теріс зарядтар саны – сәйкес атом ядросындағы протондар мен электрондар саны бірдей. Демек, осындай тұйық бет арқылы өтетін электр өрісі кернеулігінің ағыны да нөлге тең. Ал, металдың кез келген ішкі тұйық беті үшін металл ішінде электр өрісі болмайды әрі болуы да мүмкін емес. Металдың осы қасиетін экспериментаторлар мен байланыс инженерлері аса сезімтал аспаптарды сырттағы электр кедергісінен қорғауға қолданады. Аспап тек қорғауыш мыс экранмен қоршалады. Гаусс теоремасына сәйкес сыртқы электр өрісі осындай қабықшадан кіре алмайды әрі аспаптың жұмысына кедергі келтіре алмайды.

Гаусс теоремасының тағы бір қызықты ахуалы сол, егер сіз күн күркіреуге ұшырасаңыз, ең қауіпсізі – машинадан шықпау, өйткені сіз тұтас металл экранмен қоршалып тұрсыз. Сіздің машинаға жай түссе де, ішіндегі сізге ештеңе болмайды, себебі барлық разряд қорап арқылы жерге өтіп кетеді. Ал, резеңке бәлкім жанып кетер, бірақ сіз бүтін амансыз.

Карл Фридрих Гаусс 1855 жылы қайтыс болды.

3.11. Эрстедтің жаңалық ашуы

Электр тогы магниттік өрісті түзеді. Сырттай қарағанда электр мен магнетизм әртүрлі көрінгенімен, шын мәнінде олар бір-бірімен өте тығыз байланысты. Осы екі ұғымның біржола жымдасып кетуіне электромагниттік толқындардың біртұтас теориясын 1850 жылдан өзі қайтыс болған, 1879 жылға дейін жасаған Джеймс Кларк Максвелл себепші болды. Бірақ Максвелл теңдеуінің туындауына XIX ғасырдың бірінші жартысында ашылған көптеген жаңалықтар септесті. Ал, осы ашылулардың басында дат физигі Ханс Кристиан Эрстед тұрды.

Рудкебинде дәрішінің отбасында дүниеге келген. Бастауыш білімді өкіл отбасында неміс тілін оқып үйренуден бастады. Сол отбасында біршама уақыт тұрғаннан кейін он бір жасынан Эрстед дәріханада әкесіне жәрдемдесіп, іс жүзінде дәрі ісін меңгеріп алды. Отбасы Копенгагенге көшкеннен соң жергілікті университетке түсіп, 1777 жылы фармацевт дипломын алды, ал екі жылдан кейін докторлық диссертация қорғады. Өз білімін кемелдендіру барысында, бір қаладан екіншісіне көше әрі жетекші еуропалық зертханаларда тәжірибеден өтіп, электр және магниттік құбылыстардың соңғы зерттеулерімен таныс болды. Көпшілік ғылыми дәрістерді бірнеше жыл оқып, 1806 жылы өзінің университетінде оқытушы қызметіне қол жеткізді. 1820 жылы Эрстед өзінің бірегей жаңалығын ашып, электр мен магнетизмнің арасындағы байланысты көрнекі түрде тұжырымдады. 1829 жылдан Копенгаген политехникалық институтында директор болып істеді. Эрстедке әдетте зерттеушінің ілгерілеуіне кедергі келтіретін екі қасиет тән еді. Атап айтсақ, философияға деген құштарлық және ғылымды көпшілік бұқараға жеткізем деген ынтызарлық. Парижде сынақ мерзімінің басында немістің ғылымға, білімге қарсы философтарының көзқарасын ашына қорғап, өзінің ғылыми беделіне көлеңке түсірді. Осы орайда оның электр мен магнетизм арасындағы өзара байланыстың болуы туралы пайымдарын, замандастары кезекті қияли даңғойлық деп қабылдады. Эрстед магнетизм электрдің оң және теріс аспектілерінің арасындағы болуы тиіс іліні деп туындайды деп

тұжырымдады. Не болса да ештеңеге қарамастан, 1820 жылы Копенгаген университетінде оның дәрісі тыңдалып, ол тәжірибемен ұштасты, онда Эрстед ток көзі ретінде жаңадан ойлап табылған электр батареясын қолданды. Осы дәрісте ол өткізгішті тым жақындатқанда компастың магнит стрелкасы ауыткытынын көрнекі дәлелдеді. Бұл электрмен магнетизмнің тікелей байланысының бар екендігінің алғашқы көрнекі әрі талассыз тұжырымы болды. Эрстедтің жаңалығы бірқатар ғалымдарды шабыттандырды, бұл орайда Амперді және Био мен Саварды айқындалған байланыстың математикалық заңдылығын анықтау мақсатында жаңа тәжірибелер жүргізуге итермеледі, ақырында Максвеллдің электрмагнетизм теориясына жол ашты.

Ханс Кристиан Эрстед 1851 жылы дүние салды. Ғылымда насихаттау әрі жаңа ғана ашылған құбылысты көпшілікке таныстыру ісіне адал берілгендігі үшін Америкалық физика мұғалімдері ассоциациясы, жыл мұғалімі марапатталатын жүлдені «Эрстед медалі» деп жариялады.

3.12. Холл эффектісі

Магнит өрісіндегі металл арқылы электр тогы өткенде, электр кернеуін тудырып, ол токтың өзіне де, магнит өрісінің күш сызықтарына да перпендикуляр болады.

Электр заряды магнит өрісінде қозғалғанда, оған ауытқыту күші ықпал етеді. Дәл осы принципке экспериментті синхрофазатрон қондырғысының қызметі негізделіп, ол элементар бөлшектердің физикасы саласындағы зерттеулерде кеңінен пайдаланылады: онда зарядталған бөлшектер тороидты (дөңгелек нан секілді) магнит тұтқышта ұсталып, оның ішінде шеңбер бойымен ұшады. Шағын аумақта осы эффект микротолқынды пеш құрылғысында пайдаланылады – онда электрондар магнит өрісінде циркуляцияланып, тамақты ысытатын аса жоғары жиілікті сәуле шығарады.

Айталық, үстел үстінде өткізгіш сымның бір бөлігі жатыр, ал магнит өрісі үстел бетінің жазықтығына перпендикуляр бағытталған делік. Егер сым арқылы ток жіберсе, онда магнит өрісі сым бойындағы зарядтарды бір жаққа ауытқуға

мәжбүрлейді (магнит өрісінің бағдарлануына және зарядтардың полярлығына байланысты ток бағытынан оңға не солға). Өткізгіш ішінде тіксызықты қозғалыс бағытынан ауытқи отыра, зарядтар, Кулон заңына сәйкес, олардың араларындағы электрстатикалық өзара тебіліс күшінің магнит өрісінің тоқты ауытқыту күшімен теңескеніне дейін шекаралық аймақта жинақталады. Осыдан кейін ток қайтадан тік сызық бағытымен ағады, ал өткізгіш қимасының жазықтығында электр потенциалдарының айырымы пайда болып, ол ток бағытына, сонымен бірге өткізгіш қимасының жазықтығында электр зарядының бөлінуін тудыратын магнит өрісінің күш сызықтары бағытына да перпендикуляр болады. Потенциалдар айырымының шамасы ток күшіне және магнит өрісінің кернеулігіне пропорционал.

Сыртқы магнит өрісінің әсерінен туындайтын көлденең электр кернеуін, 1879 жылы бірінші рет Эдвин Холл өлшеді. Ол кернеу векторы бағытының оң немесе теріс зарядтардың қайсысы ток тасушы екендігіне тәуелділігін сезінді. Жүргізген тәжірибелерінің нәтижесінде, Холл әлемде алғаш рет көрнекі түрде металдағы электр тогы теріс зарядталған электрондардың бағытталған қозғалысынан пайда болатынын дәлелдеп берді. Осы тәжірибеге дейін ғалымдар ток тасушы зарядтардың полярлығына да және магнит өрісі өткізгіш ішіндегі зарядталған бөлшектерге немесе өткізгіштің өзінің қозғалмайтын құрылымына әсер ете ме деген күмәнда болған еді.

Американ физигі Эдвин Герберт Холл, 1855 жылы Мэн штатындағы Грейт-Фолз (қазір Горем) қаласында дүниеге келді. Жаңа ашылған Джонс Гопкинс Университетінің бірінші қабылдауында физика факультетіне оқуға түсті. Бұл оқу орны – неміс ғылыми-зерттеу мекемелерінің үлгісімен ашылған алғашқы американдық ғылыми-зерттеу және оқу-ағарту мекемесі еді. Өз есімі берілген эффектін Холл электр және магнетизм бойынша докторлық диссертациясын әзірлеу барысында ашты. Қорғағаннан кейін, ғалым Гарвард университетіне ауысып, кейін физиканы жоғары әсіресе орта мектепте оқыту саласындағы инновациясымен атағын шығарды.

Эдвин Герберт Холл 1938 жылы қайтыс болды.

Холл тәжірибелеріне жүз жылдан астам уақыт өткеннен кейін, герман физигі Клаус фон Клитцинг (Klaus von Klitzing, 1943 жылы туылған) Холл эффектісінің квантты-механикалық аналогын ашып, сол үшін 1985 жылы физика саласынан Нобель сыйлығының иегері атанды.

3.13. Максвелл теңдеуі

Бүкіл электрмагниттік құбылыстар төрт теңдеуден құралған жүйемен сипатталады.

XIX ғасырдың орта шеніне қарай ғалымдар электр және магнит құбылыстары мен олардың арасындағы өзара әсер күшін сипаттайтын бірқатар заңдарды ашты:

- Кулон заңы – электр зарядтары арасындағы өзара әсер күшін сипаттайды;

- табиғатта оқшауланған магнит зарядтарының (магнит монополиясы) болу мүмкіндігін жоққа шығаратын Гаусс теоремасы;

- Био-Савар заңы – қозғалымдағы электр зарядтарымен қозатын магнит өрісін сипаттайды (ампер заңы мен эрстедтің ашқан жаңалығы);

- Фарадейдің электрмагниттік индукция заңдары – магнит ағынының өзгерісі электр өрісін тудырып, өткізгіште ток индукциялайды (Ленц ережесі).

Заңдардың осы төрт тобын Джеймс Клерк Максвелл жалпылап, оларды қалыпты жүйеге біріктірді (оның есімімен аталады), ол төрт теңдеуден құралып, электрмагниттік өрістер мен электр токтарының барлық өлшенетін сипаттамасын толықтай өрнектеді.

Шотланд физигі, XIX ғасырдағы ұлы теоретиктердің бірі болып саналатын Джеймс Клерк Максвелл 1831 жылы Эдинбургте туды, ежелгі дворян тегінен тарайды. Эдинбург және Кембридж университеттерінде оқыды. Бірінші ғылыми мақаласын (идеал сопақшаны сызу тәсілі туралы) 14 жасында жариялады. Максвелл Кембридж университетінің эксперименттік физика кафедрасының профессоры қызметінде болып, 48 жасында рактан қайтыс болды.

Алғашқы қомақты теориялық зерттеуіне түрлі-түс және түрлі-түсті көру теориясы жатады. Ол көзге көрінетін түстердің барлық гаммасын қызыл, сары және көк үш түстерді араластыру арқылы алуға болатынын бірінші рет көрсетті; туа біткен немесе кейін пайда болған көздің торлы рецепторларының ақауы-дальтонизмнің (түс гаммаларын ажырата алмайтын көру ақауы) табиғатын түсіндіріп берді. Ол алғашқы рет нақты жұмыс істейтін түрлі-түсті фотоаппаратты (жарық сезгіш материал ретінде тартанды жолақты пайдаланды) ойлап тауып, оны 1861 жылы Лондон корольдік қағамының жиналысында көрсетті. Жұмыстарының ара-арасында Сатурн сақинасының мүмкін болар құрылымын мұқият есептеп, бұрын айтылғандай ол сұйықтан емес, қатты бөлшектерден тұратынын дәлелдеді.

Максвелл жаратылыстанудың көптеген салаларының дамуына маңызды үлес қосты. Десе де, оның нағыз жетістігі электрмагнизм теориясын дамытып, оны нық математикалық негізге қоюы болып табылады. Осы мәселемен Максвелл 1850 жылдардың ортасынан бастап айналысты. Бір ғажабы сол, Максвелл жарық тасымалдауыш эфир бар дегенге қатты сенді. Өзінің барлық теңдеулерін, электрмагниттік толқындар қозатын эфир бар, және ол толқындар өзінің таралуының соңғылық жылдамдығымен сипатталады деп тұжырымдады. Эфирдің болуын жоққа шығарған Майкельсон-Морли тәжірибесінің нәтижесін Максвелл көре алмай кетті. Ол, сондай-ақ, өзінің теориясының қабылданғанын да көре алмады. Жарықтың толқындық табиғаты мен Максвелл теңдеулерінің дұрыстығы Герц тәжірибелерімен тек 1888 жылы ғана дәлелденді, оған дейін физиктердің көпшілігі, Герцтің өзін қоса, осы батыл теорияға сенімсіздік танытқан еді. Максвелл теориясын бұл тәжірибе жоққа шығарған жоқ, өйткені Максвелл теңдеулері эфирдің бар-жоқ екеніне қарамастан орындалады. Сонымен бірге, Максвелл статистикалық механиканың қаз тұрып кетуіне зор үлес қосып, газ молекулалырының жылдамдығы бойынша таралуын тапты, ол молекулярлық-кинетикалық теорияның негізін қалады. Максвелл осы теорияның жетілмегенін байқап, кейін Максвелл демоны деген ат алған парадоксты тұжырымдады.

Ең алдымен, электромагнетизмнің бұрыннан мәлім барлық заңдарын нақты математикалық өрнектегені үшін біз Максвеллге қарыздармыз (Фарадей мәселен, өзі ашқан барлық жаңалықтарын тек сөз түрінде тұжырымдады). Екіншіден, өзі тұжырымдаған жүйеге бастапқы заңдарда болмаған принциптік тұрғыдағы жаңа идеяларды енгізді. Үшіншіден, ол барлық электромагниттік құбылыстарға нақты теориялық негіздеме берді. Төртіншіден, өзі жасаған теңдеулер жүйесі негізінде, бірқатар маңызды болжамдар мен жаңалықтар жасады, оның ішінде электромагниттік сәуле спектрінің болуын болжады.

Екінші пунктке назар аударайық. Био-Савар заңына сәйкес өткізгішпен ағатын электр тогы, өз төңірегінде магнит өрісін қоздырады. Ал электр тогы өткізгішпен емес, жазық конденсатор арқылы ақса, не болады? Іс жүзінде электрондар бір астардан екіншісіне секірмейді, бірақ ток бәрібір конденсатор арқылы өтеді, өйткені бір астардағы электрондар келесі астардағы электрондармен өзара әрекеттеседі, себебі, олар бір-біріне жақын орналасқан. Өзара тебіліп, бір-біріне айналы ток тербелісін (осцилляция деп аталады) бере отырып, электр тізбегі үзілгендей болғанмен, ол арқылы токтың ағуын қамтамасыз етеді.

Осы жағдайда Ампер заңының токтың неге өтуін түсіндіре алмайтынын Максвелл түсінді. Зарядтар бір астардан екінші астарға өтпегенмен, электр өрісі (егер біз астарлар арасында қиялдағы электр тогын орналастырғанда туындайтын күш) ұлғаятынын да сезінді. Міне, осыдан барып ол, электромагниттік құбылыстар әлемінде өзгеретін электр өрісі, магнит өрісін тудыратын электр тогы сияқты рөлді атқаруы мүмкін деп ұйғарды. Максвелл принциптік түрде ығысу тогы деген ұғым енгізіп, оны Ампердің жалпы заңына дербес қосылғыш ретінде қосты – бұл Максвеллдің бірінші теңдеуі. Сол кезден бастап ығысу тогы болатыны эксперименттік деректермен сөзсіз тиянақталып келеді.

Төрт теңдеудің біріншісіне маңызды толықтыру енгізе отырып, Максвелл өзі жасаған теңдеулер жүйесі негізінде таза математикалық тұрғыда сол кезеңде ойға кірмейтін болжам айтты: табиғатта электромагниттік толқындар болуы тиіс. Олар электр және магнит өрістерінің тербелмелі өзара әрекеттесуі

нәтижесінде туындап, таралу жылдамдығы зарядтар не магниттер арасындағы күшке пропорционал болуы тиіс. Өзі өрнектеген дифференциалды толқындық теңдеуді шешіп, Максвелл электрмагниттік толқындардың таралу жылдамдығы сол кезде эксперимент жүзінде дәлелденген жарық жылдамдығымен дәл келетінін байқады. Демек, бұрыннан белгілі жарық электрмагниттік толқындар болып шықты! Оған қоса Максвелл электрмагниттік толқындардың барлық мәлім спектрде, яғни радиотолқындардан бастап гамма-сәуледе де болатынын болжады.

Осылайша, электр мен магнетизмнің табиғатын жан-жақты теориялық зерттеу, адамзатқа микротолқынды пештен бастап ауруханалардағы рентген қондырғыларына дейінгі өлшеусіз игілікті сыйлады.

Джеймс Клерк Максвелл 1879 жылы қайтыс болды.

3.14. Темірді магниттеу

Магниттеу – ферромагнетиктерде сыртқы магнит өрісінің әсерінен өтетін және оның магниттелуі артатын процесс. Александр Столетов 1839 жылы 29 шілдеде (10 тамыз) Клязьмадағы Владимирде ортақол отбасында дүниеге келді. Әкесі Григорий Михайлович бакалея дүкенінің және тері өңдейтін шеберхананың иесі, анасы Александра Васильевна алты баласын гимназияға түскенге дейін орыс тілі мен арифметикадан өзі даярлаған білімді адам.

Кішкентай Александр аурушаң болды, кітап оқуды ұнатып, әдебиетке жақын болды. Гимназияда жолдастарымен қолжазба журнал шығарып, оның «менің естелігім» атты повесі сонда жарияланды.

Столетов отбасында талантты ізбасарлар көп болды. Александр Столетовтың ағасы Николай Григорьевич тамаша офицер әрі әскери бола тұрып, өзінің кәсіби қызметі арасында от шашуды және пиротехникалық жабдықтарды кемелдендерумен айналысты.

Александр Мәскеу университетінің математика факультетіне оқуға түсіп, 1860 жылы бітірісімен, математика

ғылымының профессоры атағын алуға даярлықтан өтуі үшін сонда қалдырылды. 1862 жылдың ортасынан 1866 жылдың қаңтарына дейін, Столетов физикамен айналысып шетелдерде, кезекпе-кезек Гейдельберг, Геттинген, Берлин, Парижде, қайта Гейдельбергте Г. Р. Кирхгофтың зертханасында іссапарда болды. Шетелде Александр өзінің бірінші ғылыми зерттеуін жүзеге асырды. Ол ортаның диэлектрлік қасиеті электр тогы өткізгіштердің электромагниттік өзара әсерлесуіне ықпал етпейтінін тағайындады.

Іссапар біткеннен кейін 1866 жылы Александр Ресейге, Мәскеу университетіне оралып, математикалық физика бойынша дәрістер курсын оқыта бастады.

3 жылдан кейін Столетов «Электрстатиканың жалпы міндеті және оны қарапайым күйге келтіру» деген тақырыпта диссертация қорғап, магистр дәрежесін алды. Қорғағаннан кейін бір айдан соң, физика кафедрасына доцент болып тағайындалды.

Ұлы ғалым Столетов әдебиетпен ғана емес, музыкамен де байыпты түрде айналысты, француз тілінде тамаша сөйледі.

1874 жылы Столетов тағы да жарты жылға шетелдік іссапарға жолдама алып, Кирхгоф зертханасында докторлық диссертациясымен шұғылданды. «Жұмсақ темірді магниттеу функциясы туралы зерттеу» атты диссертациясын келесі жылы қорғап, содан кейін іле-шала экстраординар профессор, ал 1873 жылы ординар профессор атағын алды.

Өзінің профессорлық іс тәжірибесінде Столетов математика, математикалық физика және физикалық географиядан әртүрлі курстар оқып, содан кейін біртіндеп тәжірибелік физикаға ойысты.

Александр Столетов ғылымға қосқан үлесі профессор атағына лайық екендігіне біржола көзі жеткеннен кейін, Ресейде тұңғыш физикалық ғылыми зерттеу зертханасын ұйымдастырды. Бүкіл ғұмырының ісі, физикамен ұдайы айналыса отырып, өз жұмысына Столетов қоршаған ортасын яғни студенттерден бастап Мәскеу университетінің профессурасына дейін қызықтыра білді. Ірі ресей университетінің профессорлары мен доценттері Столетов үшін қызықты әрі ұқыпты шәкірттер болып саналды.

Әр жазын ғалым шетелдерде өткізіп, әлемдік және еуропалық ғылымдардың шамшырақтарымен жүздесуге мүмкіндік алды. Александр Столетов халықаралық конгрестерге қатынасып, ресейлік, сондай-ақ еуропалық көптеген ғылыми қоғамдарға мүше болды. Ол жаратылыстану әуесқойлары қоғамының құрметті мүшесі, жаратылыстанушылардың Киевтік қоғамының құрметті мүшесі, Киев физика-математика қоғамының құрметті мүшесі, Мәскеу математикалық және Орыс физика-химиялық, «Societe Frantaise de Physique» қоғамдарының мүшесі, париждік «Societe international des electriciens» қоғамының мүшесі – негізін қалаушы әрі корреспонденті, лондондық «Institution of Elektrikal Engineers» қоғамының шетелдік мүшесі, сондай-ақ қасиетті Владимирдің Императорлық университетінің құрметті мүшесі болды.

1883 жылы академиктер П. Л. Чебышев, Н. А. Бекетов және И. А. Бредихин Столетовты Ресей ғылым академиясының мүшелігіне ұсынды, бірақ оның кандидатурасы дауысқа түсуге де жетпей қалды. Столетовтың дауысқа түсуіне ұлы князь Константин, Ғылым академиясының президенті қарсы болып, жібермеді.

Ұлы ғалымның өкпесі оның онсыз да мәз емес денсаулығын біржола нашарлатты. Келесі жылдың соңында Александр Григорьевичтің көңіл күйі жақсарғандай болып, жаратылыстанушы сынақшыларының IX съезінде физикалық секциясын ұйымдастырумен айналысып, оның көрнекілік мәжілісін ойдағыдай өткізді. Сол және келесі жыл бойы Столетов өзін жақсы сезінді, бірақ 1895 жылы қыста, дерті қайта қозып, ұлы математик әрі физик дүние салды. Қайтыс болғанға дейін айналысқан ғылыми қызметі ғалымға әлемдік даңқ пен құрмет әкелді.

Столетовтың қол жеткізген барлық жетістіктері өте қомақты, ал ресей ғылымына қосқан негізгі еңбектері мынадай. Ол бірінші болып темірдің магниттік сезімталдығы алдымен өсіп, максимумға жеткеннен кейін кеми бастайтынын магниттелетін өрісінің артуына тәуелділігін көрсетті.

Столетов 1872 жылы ферромагнетиктің магниттік өтімділігінің қисығын алды, кейін ол ғалымның есімімен аталды.

Оның темірді магниттеу туралы еңбектері электртехниканы эмпирикалықтан теориялық ғылымға айналдырды. Оның электр өлшеулері үшін бірліктер жүйесін жасауға арналған еңбектері электртехникаға қосқан зор үлесі болды.

Ғалым заттардың магниттік өлшеулерінің екі тәсілінің авторы (тұйық магнит тізбегімен тороид тәсілі және магниттелуді баллистикалық өлшеу).

Столетовтың ұсынысы бойынша электр кедергісінің бірлігі Ом болып, сондай-ақ кедергі эталоны бекітілді. Ғалым Г. Герц 1887 жылы ашқан сыртқы фотографиялық эффектіні зерттеу жұмыстары циклін аяқтады.

Ол фототок күші фотокатодқа түсетін жарықтың қарқындылығына тура пропорционал тәуелділігін ашты, кейін ол сыртқы фотоэффектінің бірінші заңы немесе Столетов заңы деп аталды.

Александр Столетов фотоэффектіні зерттеудің сандық тәсілінің негізін қалаушы болып табылады.

Ғалымның фотоэффект құбылыстары зерттеулерінің негізінде зауыт пен фабрикаларда өнімді сұрыптап, санауды, прокат пен металл балқытуды басқаруды, сызбаларды оқып, сол бойынша тетіктер жасауды фотоэлементтер атқарады. Фотоэлементтар мақау киноны дыбыстық киноға айналдырды, фототелеграф мүмкін болып, әртүрлі автоматтық құрылғыларда (мысалы, метрода) қызмет атқарады.

Сиретілген газдарда электр құбылысын зерттеуге арналған вакуумдық қондырғысы, электртехникада нағыз төңкеріс жасаған электрондық шамдардың түпнұсқасы болды. Радиоқабылдағыш, радиотартқыш, радиолокатор мен электрондық микроскоп, рентген аппараты мен газразрядты түтіктер, теледидар мен электрондық-есептеуіш машиналар – орыс ғалымының төл еңбектерінің толық емес тізімі.

Ғалым электр тогы кернеулігінің максимал ток кезінде газ қысымына қатынасы тұрақты болатынын пайымдап, ол

Столетов тұрақтылығы деп аталды. Ғылым үшін, сондай-ақ заттың кризистік күйін зерттеу бойынша практикалық жұмыстар циклінің маңызы зор.

Ғалымның ғылымға қосқан үлесі бүгінде өте құнды әрі маңызды. Столетов – орыс физикасы мен бүгінгі заманғы электртехниканың негізін қалаушылардың бірі.

Оның есімі Мәскеудегі Мичурин даңғылы аймағындағы көшеге, Волгоградтағы даңғылға берілген, ғалымның есімімен айдағы ірі кратер аталады. 2009 жылдан Столетов есімі Владимир мемлекеттік университетіне берілген.

3.15. Академик Ш. Чокиннің Қазақстан энергетикасындағы орны

Ш. Чокин 1912 ж. қазан (октябрь) айының 1 күні Баянауылда дүниеге келген. Өткен XX ғасырдың 20-жылдарында Баянауылдағы ауылдық және шаруа жастары мектебінде оқып, кейіннен яғни, 1926 жылы Қарқаралы педагогикалық техникумында білім алды. 1931–1933 жж. аралығында Чокин Ташкент қаласындағы Ортаазиялық ирригация инженерлері мен техниктері институтында оқиды да 1934 жылы С. М. Киров атындағы Омск ауылшаруашылық институтының гидромелиоративтік факультетіне түсіп, оны 1937 жылы бітіріп шығады.

1943 ж. Қаныш Сәтбаевтың шақыруымен СССР ҒА ҚФ энергетика секторының меңгерушісі болып тағайындалды. Ал, 1944 жылы осы секторды энергетика ғылыми-зерттеу институтына айналдырып, сол институттың директоры қызметін 1989 жылға дейін атқарды. СССР МинЭнерго құрамына кірген бұл ҚазГЗЭИ кейіннен еліміздегі энергетика саласындағы ең ірі және прогрессивті ғылыми мекемелердің біріне айналды.

Чокиннің ғылыми қызығушылығы жалпы энергетика, гидроэнергетика, сушаруашылығы-энергетикасы салаларын қамтиды. Шафик Чокин Қазақстан энергетикасының ғылыми техникалық даму болжауының комплекстік жүйесінің негізін қалады, еліміздің отын-энергетикалық комплексінің түзілу жолын негіздеді.

Шафик Чокинович халық шаруашылығы саласындағы генерирлеу қуатының орналасуын, құрылымын және масштабын бағалау, сонымен бірге ондағы энергия тұтыну және энергиямен қатамасыз ету жолдарын оптималдау әдістемелерін жасады.

Ш. Чокин Ертiс-Қарағанды каналының, Қапшағай ГЭС жобаларының авторы. Оның әртүрлі металлургиялық және технологиялық шикізаттарды өндеудің циклондық әдісі бағытындағы еңбектері 1978 ж. ҚазССР мемлекеттік сiлығымен марапатталды.

Академик Чокин өткен ғасырдың ортасында Сібір өзендерінің арнасын Қазақстан мен Орта Азияға қарай бұру жөнінде ұсыныс жасады. Оның негізгі идеясы Арал теңізін құрғаудан және Қазақстан мен Орта Азия жерлерін су тапшылығынан сақтап қалу еді. Бірақ бұл идеяға А. Л. Яншин, Л. С. Понтрягин, А. Аганбегян, М. Агoшков бастаған бір топ Ресей көрнекті ғылымдары қарсы болған еді. Олар бұл жоба Россия Арктикасындағы жылу тепе-теңдігін бұзып, Россияның көптеген аймақтарындағы климаттың өзгеруіне себеп болады деп тұжырымдады.

Жалпы, Ертiс-Қарағанды каналының іске қосылуы, Ш. Чокиннің басшылығымен 20 жылдай уақытта жасалған осы жобаның алғашқы бастамасы еді.

Шафик Чокин Қазақстанның ірі ғалым-энергетигі. 1964 жылы Қ. И. Сәтбаев қайтыс болғаннан кейін Қазақстан Ғылым Академиясының президенті болып сайланды. Қазақ энергетика ғылыми зерттеу институтының 1944–1988 жж. аралығындағы директоры. 1988 жылдың 14 маусымындағы КСРО энергетика министрлігі мен Қазақ КСР Ғылым Академиясы Президиумының бірлескен шешімімен Чокин ҚазЭҒЗИ құрметті директоры болып тағайындалды. Республикалық Министрлер Советінің 1992 жылдың 30 қыркүйегіндегі қаулысымен, академиктің көзі тірі кезінде-ақ, энергетика институтына Чокиннің аты берілді. Ол Қазақстанның халық қаһарманы (1996).

Академик Шафик Чокин 2003 ж. 4 шілде күні 90 жасында Алматы қаласында қайтыс болды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Көбісінің аты СИ бірлік жүйесінен мәлім, он сегіз ұлы ғалымдар мен инженерлердің еңбектері мен өмірбаянымен таныстық. Олар тарихи ғана емес, практикалық қызығушылық туғызатын әртүрлі электр машиналарын, аспаптар мен құрылғыларды жасай алды. Ең бір таңғаларлығы Эдисонның электрқыздыру лампы (1879) және Доливо-Добровольскийдің үшфазалы қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышы (1889) әлі күнге дейін миллиондаған данамен шығарылып пайдаланылып жүр.

Біз баяндаған ғалымдар өздерінің әлеуметтік тегімен, тәрбиесімен, білімімен, мінездерімен, тұрмыс қалпымен әртүрлі болды. Ампер, Вольт, Сименс, Уатт, Генри, Фарадейлер арнайы оқымай өздігінен оқу арқылы білім алғандар. Ғалымдардың көбісі (Сименс, Уатт, Тесладан басқалары), жоғары оқу орындарында сабақ бергендер.

Тек Сименс қана өмір бойы кәсіпкерлікпен айналысқан.

Намыскершіліктің белгілері болғанымен де, жанкештілік, кейде адам сенбес еңбекқорлық пен мақсаткерлік – көптеген ғалымдарға тән қасиет. Ғалымдардың көпшілігі кедейшіліктің зардабын шекті, ауру болды, бірақ өз мақсаттарына жету жолында күніне 12...15 сағат жұмыс істеді, ал Тесла болса сөтке бойы зертханасынан шықпайтын еді. Жеке басының қамын ойлауға да уақыты болмаған. Сондықтан, атақты ғалымдардың жартысына жуығы өз от басын құрмады да. Тек қана Вольт мен Томсон (Кельвин) өмір қиыншылығын көрмей өсті.

Ғалымдардың айрықша даралығы – ғылым мен техниканың тар жол, тайғақ кешу жолына түскен әрбір адамға өнеге. Сондықтан, бұл кітаптың өз оқырмандарына берер пайдасы орасан зор болар деп ойлаймыз.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Белькинд Л. Д. Андре-Мари Ампер. – М.: Наука, 1968.
2. Белькинд Л. Д. Томас Альва Эдисон. – М.: Наука, 1964.
3. Белькинд Л. Д. Павел Николаевич Яблочков. – М.: Издательство АН СССР, 1962.
4. Белькинд Л. Д. Академик Василий Петров// История техники. М.-Л.: ОНТИ, АКТП СССР, 1936.
5. Бочарова М. Д. Электротехнические работы Б. С. Якоби. – М.: Госэнергоиздат, 1959.
6. Веселовский О. Н. Доливо-Добровольский. – М.: Издательство АН СССР, 1963.
7. Григорьян А. Т., Вьяльцев А. Н. Генрих Герц. – М.: Наука, 1968.
8. Жизнь науки/Сост. и автор библиограф. очерков проф. С. П. Капица. – М.: Наука, 1973.
9. История электротехники / В. А. Альтов, В. Я. Беспалов, П. А. Бутырин, Я. А. Шнейберг и др.; Под ред. И. А. Глебова. – М.: Издательство МЭИ, 1999.
10. Карцев В. П. Магнит за три тысячелетия. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
11. Конфедератов И. Я. Джеймс Уатт – изобретатель паровой машины. – М.: Наука, 1969.
12. Кошманов В. В. Георг Ом. – М.: Просвещение, 1980.
13. Кудрявцев П. С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1974.
14. Кудрявцев П. С. Фарадей. – М.: Просвещение, 1969.
15. Лежнева О. А., Ржонсницкий Б. Н. Эмилий Христианович Ленц. М.-Л.: Энергоиздат, 1952.
16. Околотин В. Вольта. – М.: Молодая гвардия, 1986.
17. Храмов Ю. А. Физики. Биограф. Справочник. – М.: Наука, 1983.
18. Шнейберг Я. А. Василий Владимирович Петров. – М.: Наука, 1986.
19. Шнейберг Я. А. Титаны электротехники. – М.: Издательство МЭИ, 2004.
20. Шателем М. А. Русские электротехники XIX века. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955.
21. Цвєрава Г. К. Джозеф Генри. – Л.: Наука, 1983.
22. Цвєрава Г. К. Никола Тесла. – Л.: Наука, 1974.
23. Яроцкий А. В. Борис Семенович Якоби. – М.: Наука, 1988.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....	3
1. Ғылым тарихына саяхат.....	13
1.1. Ежелгі ғылым.....	13
1.2. Ислам елдеріндегі ғылым.....	17
1.3. Ортағасырлық ғылым.....	19
1.4. Қайта өрлеу дәуіріндегі ғылым.....	21
1.5. Электрді зерттеудегі алғашқы эксперименттер.....	23
2. Электртехника ғұламалары.....	30
2.1. Андре-Мари Ампер.....	30
2.2. Вильгельм Эдуард Вебер.....	42
2.3. Алессандро Вольта.....	45
2.4. Джозеф Генри.....	55
2.5. Генрих Рудольф Герц.....	66
2.6. Михаил Осипович Доливо-Добровольский.....	76
2.7. Шарль Огюстон Кулон.....	90
2.8. Эмилий Ленц.....	96
2.9. Георг Симон Ом.....	108
2.10. Василий Владимирович Петров.....	117
2.11. Эрнст Вернер Сименс.....	133
2.12. Никола Тесла.....	139
2.13. Джеймс Уатт (Ватт).....	154
2.14. Майкл Фарадей.....	158
2.15. Вениамин Франклин.....	167
2.16. Томас Альва Эдисон.....	181
2.17. Павел Николаевич Яблочков.....	196
2.18. Борис Семенович Якоби.....	210
3. Электрлік пен магнетизм туралы	221
Көрнекті жаңалықтар және өнертабыстар.....	
3.1. Аңыздар мен дәлелдер.....	221
3.2. Лейден банкісінің жасалуы.....	228
3.3. Вольта бағанасы.....	230
3.4. В. В. Петровтың алып «наипаче» батарея жасауы.....	234
3.5. Рихманның «электр көрсеткіші».....	240

3.6. Атмосфералық электр.....	246
3.7. Электронның ашылуы.....	253
3.8. Кирхгоф заңдары.....	256
3.9. Магнетизм.....	259
3.10. Гаусс теоремасы.....	262
3.11. Эрстедтің жаңалық ашуы.....	265
3.12. Холл эффектісі.....	266
3.13. Максвелл теңдеуі.....	268
3.14. Темірді магниттеу.....	271
3.15. Академик Ш. Чокіннің Қазақстан энергетикасындағы орны.....	275
Қорытынды.....	277
Библиографиялық тізім.....	278

Оқулық басылым

Амангелді Бекбаев

ЭЛЕКТРТЕХНИКА ҒҰЛАМАЛАРЫ

Оқу құралы

БДБ бастығы

Л. Т. Қасжанова

Редакторы

Т. С. Жақсыбаева

Компьютерлік беттеу

Д.Ш. Тажиева

Басуға қол қойылды 29.04.2021 ж.

Таралымы 300 дана. Пішімі 60x84x 1/16.

№ 1 баспаханалық қағаз.

Е.-б.т. 17,6. Ш.б.т. 16,3. Тапсырыс 886.

Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу
университеті басылымы

Маркетинг және коммуникациялар департаменті,
Баспа басқармасы

Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22