

Z historii rosyjskiej elektrotechniki

Aleksander Stefanowicz Popow – konstruktor „prototypu radia”

Andrzej Przytułski

Pod koniec lat 90. dziewiętnastego wieku trwały intensywne prace nad stworzeniem systemu służącego przekazywaniu informacji bez użycia przewodów elektrycznych. Nie chodziło tu jednak o systemy telegrafii optycznej, złożone z dużej liczby wież i znajdujących się na nich urządzeń sygnalizacyjnych, ale zupełnie o coś nowego, o przekazywanie informacji za pomocą niewidocznych dla ludzkiego oka fal elektromagnetycznych. To coś szybko zyskało miano telegrafii bezprzewodowej, a w tworzenie jej zaangażowało się wielu konstruktorów i uczonych.

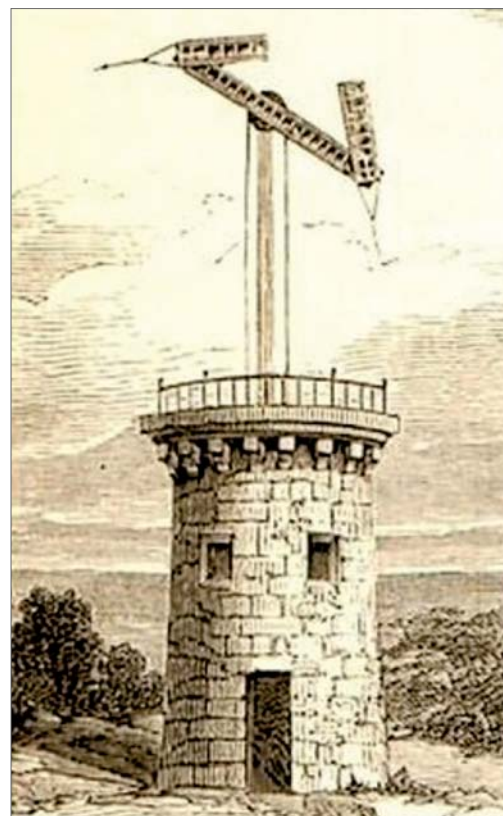
Zanim nadeszła era Tesli, Marconiego i Popowa

Pierwszy optyczny telegraf w Europie skonstruowany został w czasach Rewolucji Francuskiej (1792 r.) przez duchownego i jednocześnie francuskiego inżyniera Claude'a Chappe de Verta¹. Pozioma i tzw. wskazówkowe belki (fot. 1) pozwalały na ułożenie 196 różnych znaków, z których składała się przekazywana wiadomość. Obsadę takiego telegrafu stanowiły zwykle drużyny żołnierzy odpowiednio przeszkolonych i potrafiących szybko przekazywać treści depeš. Niezakłócony przepływ informacji mógł się jednak odbywać tylko przy dobrej widoczności na trasie wszystkich „stacji przekaźnikowych”, a błędów unikano, obserwując pokazywane znaki przez lornetkę.

W pierwszej połowie XIX wieku telegrafy podobne do przedstawionego na fot. 1 robiły furorę w całej Europie. Usilnie pracowano też nad ich udoskonaleniem. Najdłuższa linia do optycznego przekazywania wiadomości przebiegała między Berlinem i Koblencją – niezwykle ważnym strategicznie miastem w Nadrenii Palatynacie. Miała ona 61 stacji przekaźnikowych i liczyła 750 km. W następnych latach przedłużono ją aż do Trewiru. Na linii tej (fot. 2) państwo pruskie wprowadziło zmodernizowany system znaków, gdyż każde z sześciu ramion sygnalizatora mogło przybierać cztery pozycje, a mianowicie 0°, 45°, 90° i 135°. Można więc było uzyskać 4095 kombinacji. Powstały w ten sposób opcje przekazywania nie tylko liczb i liter, ale i całych słów lub zwrotów, np. „Depesza nie została zrozumiana”. Linia z Berlina do Koblencji i Trewiru działała w latach 1834–1852.

Jest rzeczą oczywistą, że telegrafowanie optyczne mogło przebiegać tylko w jednym kierunku, a tempo przekazywania informacji osiągało 1,5 znaku na minutę. Transmisja wiadomości liczącej około 80 słów trwała na całej trasie kilka godzin i była szybsza niż przywiezienie jej przez konnego posłańca. Rocznie przesyłano ok. 500 telegramów.

Wprowadzenie w połowie XIX wieku przewodowych telegrafów elektrycznych, działających niezależnie od pogody, było początkiem końca telegrafii optycznej. Ostatnia linia do optycznego przekazywania informacji na naszym kontynencie przestała działać w Szwecji w 1881 r. Urządzenia przekaźnikowe znikły z krajobrazu i zostały szybko zapomniane. Dzisiaj w wielu miejscach ich pierwotnego istnienia ujrzeć można nowoczesne stacje bazowe telefonii komórkowej, obsługujące jednocześnie kilku operatorów i niezliczone tysiące rozmów w tej samej chwili.



Fot. 1.
Stacja telegrafu optycznego na południu Francji ok. 1840 r. wg [1]



Fot. 2.
Wieża przekaźnikowa na trasie Berlin – Koblence; wyraźnie widać sześć belek sygnalizacyjnych wg [1]



Fot. 3.
Aleksander
Stefanowicz
Popow – jeden
z wynalazców
radia wg [5]

reklama

Rosyjski konstruktor „prototypu radia”

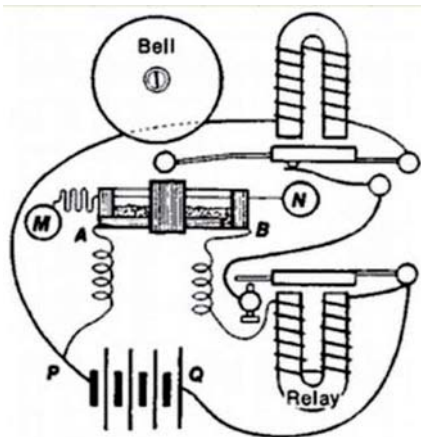
Aleksander Stefanowicz Popow (fot. 3) urodził się 4 (16) marca 1859 r. w osadzie Turinskije Rudniki², w powiecie wierzchoturskim, w guberni permskiej [2, 3]. Jego ojciec – Stefan Pietrowicz – był miejscowym popem, a oprócz Aleksandra na wychowaniu było sześcioro dzieci. Rodzinie żyło się więc bardziej niż skromnie. W wieku dziesięciu lat Aleksandra odprawiono do szkoły prawosławnej w Dałmatowskoje, w której uczył się dwa lata. W 1871 r. rodzice przenieśli go do Jekaterynburskiego Seminarium Duchownego, gdyż w mieście tym mieszkała zamężna już wtedy starsza siostra przyszłego wynalazcy. Dwa lata później przeszedł on do takiego samego rodzaju szkoły, ale zlokalizowanej w Permie. W 1877 r. pomyślnie zdał egzaminy wstępne na Wydział Matematyczno-Fizyczny Uniwersytetu w Sankt Petersburgu³.

Studia na uniwersytecie były dla niego niezwykle trudnym okresem życia. Pieniądzy wystarczyło z trudem na jedzenie, nie mówiąc o ubraniach czy książkach lub innych pomocach naukowych. Aleksander Stefanowicz zmuszony był więc podjąć pracę zarobkową w zakładzie elektrotechnicznym, gdzie ostatecznie ukształtowały się jego zainteresowania. Zaczęły go ciągnąć problemy najnowszej fizyki i elektrotechniki. W 1882 r. pomyślnie ukończył studia i został zaproszony przez władzę wydziału do pozostania na uczelni w celu – jak to określono – przygotowania się do objęcia stanowiska profesora w dziedzinie fizyki. W tym samym roku obronił dysertację dotyczącą magnetycznych i dynamoelektrycznych zasad działania maszyn prądu stałego (О принципах магнито- и динамоэлектрических машин постоянного тока).

Młodego Popowa nie interesowała jednak praca na stanowisku uniwersyteckiego profesora. Dlatego przeszedł do szkoły technicznej resortu morskiego w Kronsztadzie, gdzie został wykładowcą matematyki, fizyki i elektrotechniki na kierunku oficerskim o profilu minerskim. Ten transfer miał niezwykle ważną zaletę. W nowym miejscu pracy miał do dyspozycji doskonale wyposażoną pracownię fizyczną. Mógł tam prowadzić liczne doświadczenia dotyczące przede wszystkim magnety-



Fot. 4. Koherer, czyli najprostszy odbiornik fal elektromagnetycznych. W środku wyraźnie widoczne są opiłki metalu reagujące na składową magnetyczną fali wg [6]



Fot. 5. Rozwiązanie Popowa. Uruchamiany prądem koherera przekaźnik (Relay) powodował jednokrotne zadziałanie dzwonka (Bell) i uderzenie młoteczka o rurkę wg [7]



Fot. 6. Wykrywacz burz (грозоотметчик) Popowa. Wyraźnie widać rurkę koherera, dzwonek i przyrząd rejestrujący wyładowania atmosferyczne na papierowej taśmie wg [8]

zmu i fal elektromagnetycznych. W latach 1889–1898 kierował też pracą głównej elektrowni okręgu niżnogradzkiego, co było zgodne z tematem jego rozprawy doktorskiej, gdyż jak wspomniano, dotyczyła ona maszyn prądu stałego, a był to okres, w którym sieci zasilane były w olbrzymiej większości takim rodzajem napięcia [4].

W latach 1889–1890 Popow poświęcał też niezwykle wiele czasu prądom zmiennym wysokiej częstotliwości. Aparaturę do prowadzenia doświadczeń konstruował zwykle samodzielnie. Owocem rozmyślań i rozważań z tego okresu stał się cykl odczytów pod wspólnym tytułem: „O zależnościach pomiędzy zjawiskami świetlnymi i elektrycznymi”. Jeden z nich uczony zakończył słowami: „Organizm ludzki nie posiada organu zmysłu, który by dostrzegał fale elektromagnetyczne w eterze. Gdyby wynaleźć przyrząd zastępujący nam zmysł elektromagnetyczny, to można byłoby go użyć do przekazywania sygnałów na odległość”. Wynika z tego, że idea łączności bezprzewodowej nurtowała Popowa od samego początku, gdy tylko zaczął eksperymenty z prądami szybkozmiennymi.

W 1895 r. Popow zainteresował się doświadczeniami Olivera Josepha Lodge'a⁴, który rok wcześniej, 14 sierpnia, pierwszy

raz w historii przeprowadził w Oxfordzkim Uniwersytecie doświadczenie polegające na nadawaniu i odbiorze sygnałów elektrycznych w sposób bezprzewodowy. Odległość między nadajnikiem i odbiornikiem wynosiła wówczas 40 m. Lodge nie zastanawiał się jednak nad możliwością praktycznego wykorzystania swych obserwacji, traktując fale elektromagnetyczne jako ciekawe zjawisko fizyczne.

Efektom prac Aleksandra Stefanowicza dotyczących tej niezwykle modnej wówczas tematyki była budowa odbiornika fal z udoskonalonym kohererem. Pierwszy taki przyrząd do detekcji fal elektromagnetycznych zbudowali właśnie Lodge i Branly⁵. Składał się on ze szklanej rurki (fot. 4) wypełnionej metalowymi opiłkami, które bardzo szybko mogły zmieniać swoją przewodność.

W stanie „niepobudzonym” oporność opiłków była bardzo duża i prąd przepływający przez rurkę miał niewielką wartość. Pod wpływem fali elektromagnetycznej, a ściślej mówiąc, jej składowej magnetycznej, następowało ich uporządkowanie (zgodnie z domenami magnetycznymi) i w konsekwencji wzrost przewodnictwa, czyli nagle obniżenie się oporności. W rezultacie tego przepływał o wiele większy prąd, mogący pobudzić inne urządzenia elektryczne. Aby koherer mógł dokonać ponownej detekcji sygnału, należało zapewnić mu powrót do stanu wyjściowego. W rozwiązaniu Lodge'a do szklanej rurki przymocowany był młoteczek, który uderzał w nią rytmicznie w ciągły sposób, psując powstałe uporządkowanie. Popow wprowadził do schematu odbiornika coś na kształt sprzężenia zwrotnego. Przepływający przez koherer impuls prądowy uruchamiał przekaźnik, do którego dołączony był dzwonek. Jego młoteczek znajdował się między czaszą i rurką (fot. 5). W swoich doświadczeniach Aleksander Stefanowicz używał uziemionej anteny wynalezionej przez Teslę w 1893 r.

Pierwszy raz swój wynalazek zademonstrował Popow w dniu 25 kwietnia (7 maja) 1895 r. na posiedzeniu Rosyjskiego Towarzystwa Fizyczno-Chemicznego Uniwersytetu w Sankt Petersburgu. Temat wykładu dotyczył zjawisk w metalowych opiłkach poddanych działaniu fali elektromagnetycznej. W opublikowanym opisie przyrządu wynalezionej przez niego uwypuklono jego przydatność do wczesnego wykrywania burz, gdyż potrafił on odebrać sygnał elektromagnetyczny wyładowania atmosferycznego na długo przed tym, gdy błyskawicę mogło ujrzeć ludzkie oko, a ucho usłyszeć grzmot. Popow wyraził podczas wykładu nadzieję, że prezentowane urządzenie będzie mogło w przyszłości służyć do komunikowania się w sposób bezprzewodowy, jeżeli tylko zostanie wynalezione źródło do nadawania sygnałów o odpowiedniej mocy.

Należy wspomnieć, że praca Aleksandra Stefanowicza w rezerwacie morskim nakładała na niego obowiązek utrzymywania wyników prowadzonych doświadczeń w tajemnicy, do czego obligowała go również złożona przysięga. Dlatego też nie opatentował on swojego wynalazku zaraz po jego demonstracji.

W następnych miesiącach Popow połączył swój przyrząd z piszącą cewką braci Rishar i uzyskał w ten sposób urządzenie do rejestracji fal elektromagnetycznych powodowanych wyładowaniami atmosferycznymi. Nazwał go „wykrywaczem burz” (fot. 6) i wykorzystywał w Instytucie Leśnictwa. Gdy we wrześniu 1896 r. w prasie ukazały się doniesienia o wynalezieniu przez Guglielma Marconiego radiotelegrafu, za pomocą którego przesłał on bezprzewodowo wiadomość na odległość 3 km, Popow stwierdził, że wynalazek Włocha jest identyczny z aparatem zbudowanym przez niego. Nie zdołał on jednak, tak jak

Marconi, przesłać konkretnego telegramu, o czym świadczyć może jego wystąpienie w dniu 19 (31) października 1897 r. w Instytucie Elektrotechniki Sanktpetersburskiego Uniwersytetu. Mówił wtedy: „Prezentuję tu kompletny przyrząd do bezprzewodowego telegrafowania. Zwartego telegramu jednak nie udało nam się wysłać, ponieważ brak nam w tym względzie praktyki. Również niektóre elementy aparatu należy jeszcze dopracować”. Dopiero 18 grudnia 1897 r. Popowowi udało się przesłać bezprzewodowo telegram ze słowami „Heinrich Herz”. Odbiornik znajdował się w laboratorium fizyki, a nadajnik w budynkach laboratorium chemii odległych od siebie o 250 m⁶.

Od 1898 r. Popow zaczął prowadzić doświadczenia, wykorzystując telegrafię bezprzewodową do łączności między statkami floty bałtyckiej. W lecie 1899 r., gdy Aleksander Stefanowicz przebywał w Szwajcarii, jego asystenci P.N. Rybkin i D.S. Troickij badali połączenia radiotelegraficzne między dwoma kronsztadzskimi fortami i zupełnie przypadkowo odkryli, że przy zbyt niskim poziomie sygnału, niewystarczającym do pobudzenia koherera, zmodulowany amplitudowo sygnał wysokoczęstotliwościowy zmienia się w niskoczęstotliwościowy i to z zakresu odpowiadającego zakresowi tonów słyszalnych przez człowieka. Nadawane sygnały można więc było odbierać słuchem. Po tym fakcie Popow zmodyfikował swój odbiornik w taki sposób, że w miejsce przekaźnika zainstalował czułą słuchawkę telefoniczną i latem 1901 r. otrzymał przywilej o numerze 6066 z grupy XI z datą dokonania odkrycia, czyli 14 (26) lipca 1899 r. Przywilej ten nosił tytuł „Nowy liniowo-amplitudowy typ odbiornika depesz wysyłanych z jakiegokolwiek nadajnika fal elektromagnetycznych i zakodowanych w alfabecie Morse’a”. Z wynalazku tego zaczęła korzystać francuska firma Ducreteta⁷, która już od 1898 r. produkowała urządzenia do łączności bezprzewodowej, konkurując skutecznie z firmą Marconiego.

Telegraf bezprzewodowy użyteczny w akcjach ratowniczych

W 1897 r. Popow nawiązywał łączność na odległość nie większą niż kilkaset metrów. Trzy lata później urządzeniom skonstruowanym przez niego udało się osiągnąć zasięg 44 km. Sukces ten został osiągnięty w szczególnych okolicznościach. W październiku 1899 r. jeden z okrętów rosyjskiej marynarki wojennej utknął na skałach. Akcja ratunkowa wymagała szybkiego nawiązywania łączności z Kronsztadem. Jednak od miejsca katastrofy do najbliższej stacji telegrafu przewodowego było 44 km. Postanowiono więc, że do nawiązywania połączeń wykorzystany zostanie telegraf bez drutu. Akcja ratownicza zakończyła się pomyślnie w kwietniu 1900 r. 6 lutego tego samego roku w Zatoce Fińskiej oderwała się kora ze znajdującymi się na niej 50 rybakami. Zawiadomiony o tym fakcie przez radiotelegraf lodolamacz „Jermak” wyruszył na poszukiwanie i wkrótce uratował wszystkie znajdujące się na krze osoby. Był to pierwszy w historii przypadek wykorzystania łączności radiowej w akcji ratunkowej na morzu.

Spory o pierwszeństwo dotyczące wynalazku radia

Najważniejszym wynalazkiem Aleksandra Stefanowicza był niewątpliwie odbiornik radiowy umożliwiający odbieranie sygnałów słuchem i jednoczesny ich zapis na taśmie. W urządzeniu takie została zaopatrzona większa część statków floty

czarnomorskiej w 1901 r. Główną częścią odbiornika był element wykonany przez Popowa jeszcze w 1889 r. w pracowni fizycznej, a służący demonstracji zjawiska rozprzestrzeniania się fal elektromagnetycznych i ich detekcji. Nadajnikiem był dipol Herza.

W czasach obecnych, tak samo jak i przed stu laty, nie ma jednomyślności co do tego, kto był wynalazcą radia. W szeregu krajów Europy Zachodniej uważa się, że był to Marconi⁸. W Niemczech wielu historyków i naukowców przypisuje ten wynalazek Heinrichowi Herzowi. W krajach bałkańskich i w Stanach Zjednoczonych za wynalazcę radia uważa się powszechnie Nikołę Teslę. Zwolennicy priorytetu Pawłowa wysuwają m.in. argument, że Aleksander Stefanowicz zaprezentował radio już 25 kwietnia (7 maja) 1895 r. podczas wspomnianego posiedzenia Rosyjskiego Towarzystwa Fizyczno-Chemicznego, a Marconi zgłosił swój wynalazek dopiero 2 czerwca tego roku. Fakt ten wykorzystywany był przez zwolenników Pawłowa bezpośrednio lub pośrednio przy oskarżeniach Marconiego o plagiat. Obaj wysuwali zresztą takie zarzuty wobec siebie. Sam Popow zaczął aktywnie bronić praw do swego wynalazku dopiero po doniesieniach prasowych o doświadczeniach Marconiego w 1897 r., tłumacząc niezgłaszanie wcześniej opracowanej aparatury względami zachowania tajemnicy z badań. W latach 40. ubiegłego wieku naukowcy radzieccy uważali Popowa za niekwestionowanego wynalazcę radia, a fakt ten nie podlegał w Związku Radzieckim żadnej dyskusji. 7 maja został ogłoszony w tym państwie dniem radia.

Sto lat później, czyli dokładnie 7 maja 1995 r., UNESCO zwołało uroczyste posiedzenie poświęcone stuleciu wynalazku, a rada IEEE uznała demonstrację Popowa za jedno z najważniejszych wydarzeń w rozwoju elektrotechniki i radioelektroniki. Artykuł historyczny na stronie tej organizacji stwierdza, że A.S. Popow rzeczywiście był pierwszym wynalazcą radia, ale wyników swoich prac nie mógł publikować ze względu na zatrudnienie w szkole o profilu wojskowym. Na jego korzyść przemawia też napis na tablicy z serii „Milestone”, który głosi, że dnia 7 maja 1895 r. A.S. Popow zaprezentował przenośne urządzenie do przesyłania za pomocą fal elektromagnetycznych krótkich i długich sygnałów na odległość 64 m. Wynalazek ten stał się „kamieniem milowym” w rozwoju cywilizacji. Analogiczna tablica znajduje się w Szwajcarii. Rosjanie uważają, że Marconi zaczął swoje doświadczenia dotyczące telegrafu bezprzewodowego dopiero pod koniec września 1895 r., a więc kilka miesięcy po zademonstrowaniu podstawowej aparatury w tym zakresie przez Popowa.



Fot. 7. Tablica na murach Państwowego Uniwersytetu Elektrotechnicznego w Sankt Petersburgu przypominająca o wyborze A.S. Popowa na jego rektora wg [9]

micznego i klęsk Rosji w wojnie z Japonią w latach 1904–1905. Rewolucja charakteryzowała się masowymi strajkami, wystąpieniami żołnierskimi, studenckimi i chłopskimi oraz aktami terroru wobec funkcjonariuszy państwowych.

W latach poprzedzających rewolucję – od 1901 r. – Aleksander Popow pełnił funkcję profesora fizyki w Instytucie Elektrotechnicznym Imperatora Aleksandra III, w tym samym roku został honorowym członkiem Rosyjskiego Towarzystwa Technicznego. Od 1899 r. był honorowym inżynierem elektrykiem. W 1905 r. rada naukowa instytutu wybrała go na rektora. Był pierwszym rektorem wybranym w demokratyczny sposób. O fakcie tym przypomina dzisiaj tablica pamiątkowa na murach Państwowego Sanktpetersburskiego Uniwersytetu Elektrotechnicznego (fot. 7). Zmarł przedwcześnie, 31 grudnia 1905 r. (wg kalendarza juliańskiego 13 stycznia 1906 r.).

Ostatnie dni życia to okres po grudniowym upadku bolszewickiego powstania. Przyczyną śmierci mógł być najprawdopodobniej duży stres (być może zawał), gdyż Aleksander Stefanowicz był gorącym orędownikiem demokratyzacji życia na uczelni. Domagał się głośno przyznania większych praw studentom. Na tym tle dochodziło bardzo często do sporów między nim i carskimi urzędnikami. Postulaty Popowa i bolszewików nie poszły na marne – przynajmniej na krótki czas. Car Mikołaj II wydał w październiku 1905 r. tzw. Manifest Konstytucyjny. Obiecał w nim poszanowanie podstawowych wolności obywateli, powołanie parlamentu oraz rządu z premierem. Parlament składać się miał z dwóch izb. Izbę wyższą tworzyła powołana przez cara Rada Państwa, natomiast izbę niższą stanowiła pochodząca z wyborów Duma Państwowa.

Na kilka miesięcy przed śmiercią Aleksander Stefanowicz Popow zakupił nad jeziorem Kubycza daczę, w której jeszcze przez długie lata mieszkała jego rodzina (żona Raisa Aleksiejewna, będąca lekarzem, i dzieci). Grób Aleksandra Popowa znajduje się na starym cmentarzu Wołkowskim⁹ w Sankt Petersburgu.

Pamięć

W kosmosie imię Pawłowa nosi mała planeta i krajobraz po drugiej stronie Księżyca. Rosyjski konstruktor prototypu radia jest obecnie patronem niezliczonych szkół, muzeów, instytutów naukowych, przedsiębiorstw, ulic i placów. Przyznawane są również dyplomy i medal jego imienia. Na przestrzeni ponad stu lat nigdy o nim nie zapominało. Świadczyć o tym może liczba znaczków pocztowych z jego podobizną, których jest ponad dwadzieścia. Pierwsze ukazały się jeszcze w 1925 r. Ostatnie wydała Poczta Ukrainka w 2005 r. Fot. 8 przedstawia jeden z nich, wydany przez Pocztcę Związku Radzieckiego w 1989 r. w sto trzydziestą rocznicę urodzin uczonego.

W wielu miastach Rosji, m.in. w Jekaterynburgu, Sankt Petersburgu, Riazaniu i Kronsztadzie, spotkać można również pomniki Aleksandra Stefanowicza (fot. 9).



Fot. 8. Znaczek wydany przez pocztę Związku Radzieckiego w 130. rocznicę urodzin wynalazcy radia wg [10]

Rok 1905

„Krwawa niedziela” w Petersburgu (22.01.1905 r.) zapoczątkowała cykl zamieszek będących następstwem kryzysu ekono-



Fot. 9. Pomnik Aleksandra Stefanowicza Popowa w Krasnoturjinsku – miejscu urodzenia sławnego rosyjskiego fizyka i elektrotechnika wg [11]

Literatura

- [1] <http://www.steffen-lebach.de/chappe2.jpg> (26.05.2011).
- [2] JÄGER K., HEILBRONNER F.: *Lexikon der Elektrotechniker 2., überarbeitete und ergänzte Auflage*, VDE Verlag GmbH Berlin und Offenbach 2010.
- [3] http://ru.wikipedia.org/wiki/Попов,_Александр_Степанович (26.05.2011).
- [4] WEINFELD S.: *Poczet wielkich elektryków*. Nasza Księgarnia 1968.
- [5] <http://img.beta.rian.ru/images/16496/61/164966130.jpg> (26.05.2011).
- [6] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Coherence-Ni%29.jpg> (26.05.2011).
- [7] <http://retroradio.pl/repliki/pop1.JPG> (26.05.2011).
- [8] <http://r150asp.ru/img/researcher2.jpg> (26.05.2011).
- [9] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/LET1_Popov.png (26.05.2011).
- [10] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/1989_CPA_6117.jpg (26.05.2011).
- [11] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Popov_Monument.jpg (26.05.2011).
- [12] PRZYTUŁSKI A.: *Georg Graf von Arco – raciborzaninem tysiąclecia*. „Napędy i Sterowanie” nr 5/2010, s. 30–34.

Przypisy

1. Claude Chappe de Vert (1763–1805) francuski inżynier i duchowny. Jeszcze przed wybuchem Wielkiej Rewolucji Francuskiej chciał skonstruować telegraf elektryczny. Jednak problemy z wykonaniem odpowiedniej izolacji przewodów i bardzo duże spadki napięć na trasie przesyłu informacji odwiodły go od tego zamiaru. Zamiast tego po wielu latach doświadczeń zbudował pierwszy telegraf optyczny.

2. Obecna nazwa miasta to Krasnoturjinsk.
3. Uniwersytet w Sankt Petersburgu jest jednym z dwóch największych i najstarszych uniwersytetów w Rosji. Na 21 wydziałach i w 13 instytutach naukowo-badawczych studiuje ponad 32 tysiące studentów. Nauka prowadzona jest w ok. 300 specjalnościach. Kadra dydaktyczna to ok. 6000 wykładowców, w tym tysiąc profesorów i ponad dwa tysiące doktorów (w Rosji nazywają się oni kandydatami nauk).
4. Sir Oliver Joseph Lodge (1851–1940) – angielski fizyk. Jego główne zasługi dla nauki to praktyczne zastosowanie wykładanej przez siebie dziedziny. Posiadał patenty w zakresie bezprzewodowego przesyłania informacji. Jest uznawany za konstruktora m.in.: świec zapłonowych, lamp próżniowych i głośników.
5. Édouard Branly (1844–1940) – francuski fizyk i pionier łączności bezprzewodowej. Był uczniem sławnego Louisa Pasteura. Od 1868 r. profesor na Uniwersytecie w Bourges, a od 1875 r. w Institut Catholique de Paris. Wynalazł koherer już w 1890 r. Oprócz telegrafii bezprzewodowej zajmował się telemechaniką i medycyną.
6. W niektórych opracowaniach podaje się datę tego doświadczenia jako 24 marca 1896 r., a więc przed ogłoszeniem wynalazku przez Marconiego. Jednakże w protokole pochodzącym z tego dnia nie ma nic na temat przesyłu informacji, natomiast zostało tylko zapisane, że Popow zademonstrował przyrządy do przeprowadzania doświadczeń Herza.
7. Eugène Ducretet (1844–1915) – paryżanin, wynalazca i przemysłowiec. W wieku dwudziestu lat założył warsztat produkujący aparaturę precyzyjną do doświadczeń fizycznych. Niesamowita wprost jakość jego wyrobów sprawiła, że był on głównym dostawcą sprzętu dla najbardziej znanych fizyków we Francji i całej Europie. W 1897 r. prowadził doświadczenia z łącznością bezprzewodową. Na początku XX wieku jego firma była jedną z niewielu, która w produkcji aparatury do telegrafii bezprzewodowej mogła konkurować z firmą Guglielma Marconiego.
8. W 1943 r. Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych uznał, że patent Marconiego na radio był w rzeczywistości plagiatem pomysłu Nikoli Tesli [12].
9. Cmentarz Wołkowski o powierzchni 26 ha był największym cmentarzem Sankt Petersburga w XIX wieku. Składał się z części prawosławnej i luterkańskiej. Słynie z literackich mostków – obszarów, gdzie spoczywa wielu rosyjskich i radzieckich pisarzy, poetów, muzyków, aktorów, uczonych i działaczy społecznych. Spoczywają na nim również matka i siostry Lenina.

dr inż. Andrzej Przytułski – adiunkt na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej oraz nauczyciel mianowany w Zespole Szkół Elektrycznych im. T. Kościuszki w Opolu

reklama

