

Elżbieta ZAKRZEWSKA

BADANIA NAUKOWE W PRACOWNI MIKROFALOWEJ WOJSKOWEGO INSTYTUTU MEDYCYNY LOTNICZEJ

RESEARCH IN MICROWAVE LABORATORY AT THE MILITARY INSTITUTE OF AVIATION MEDICINE

Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Warszawa
Zakład Organizacji Nauki

Military Institute of Aviation Medicine, Warsaw
Department of Science Organization

STRESZCZENIE: *W przedstawionym artykule omówiono pionierskie badania naukowe prowadzone w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku w Pracowni Mikrofalowej Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej. Zastosowanie w radiolokacji, radionawigacji, radiokomunikacji czy radioastronomii urządzeń wytwarzających mikrofałe stanowiło dla przebywającego w ich zasięgu personelu technicznego szkodliwy czynnik środowiska pracy. Pracownicy pracowni mikrofalowej i współpracujący z nimi pracownicy Instytutu na podstawie przeprowadzonych wieloletnich badań dowodzili, że ujemny wpływ promieniowania elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości tzw. mikrofal, zależy głównie od ich częstotliwości, długości, gęstości mocy, czasu działania i osobniczych właściwości człowieka wywołując działania termiczne i pozatermiczne.*

SŁOWA KLUCZOWE: *promieniowanie mikrofalowe, medycyna lotnicza, podstawy badań naukowych, bezpieczeństwo i higiena pracy.*

SUMMARY: *Pioneer research carried out in the Microwave Laboratory at the Military Institute of Aviation Medicine in the sixties and seventies are described. Application of microwaves producing devices in radiolocation, radionavigation, radiocommunication or radioastronomy was a harmful occupational factor for the technical personnel being exposed to them. Staff of the Microwave Laboratory and cooperating with them other employees of the Institute showed that the harmful effect of high-frequency electromagnetic radiation, i.e. microwaves, depends mainly on wave fre-*

quency, length, power density, time of exposure, and individual features of the exposed subjects, producing thermal and non-thermal effects.

KEY WORDS: *microwaves, aviation medicine, base of research, safety and hygiene of work.*

Na przestrzeni 80 lat działalności naukowej WIML jego pracownicy podejmowali i realizowali wiele badań związanych pośrednio lub bezpośrednio z tematem wiodącym jakim była i jest medycyna lotnicza. Do grupy badań rozpoczętych w latach pięćdziesiątych a kontynuowanych do lat siedemdziesiątych XX w. w Instytucie należy zaliczyć m.in. badanie wpływu pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości na organizm ludzki. Miało ono duże znaczenie praktyczne, gdyż wiązało się bezpośrednio z higieną i bezpieczeństwem pracy personelu technicznego oraz zasadami ochrony przed ich szkodliwym oddziaływaniem na organizm. Szkodliwym czynnikiem było promieniowanie elektromagnetyczne bardzo wysokiej częstotliwości zwane mikrofalowym. Stanowi ono część widma obejmując zakres długości fal od 0,1 do 100 cm i leży między falami radiowymi i podczerwienią. Problem nabrał szczególnego znaczenia w związku z wprowadzeniem w wojsku polskim i lotnictwie cywilnym stacji radiolokacyjnych o dużej mocy promieniowania. Pracownicy tych stacji a także zatrudnieni w radiokomunikacji i radionawigacji zgłaszali objawy nadmiernego zmęczenia, senność, drżenie rąk, nadmierną potliwość i skłonność do hipochondrii. Sygnały o szkodliwości promieniowania radarowego wymusiły konieczność wykonania stosownych badań z zastosowaniem pola elektromagnetycznego o różnym natężeniu i modulacji. W 1962 r. wskutek reorganizacji Instytutu stworzyły się możliwości utworzenia z istniejącej Pracowni Biochemicznej nowej komórki spełniającej potrzebne kryteria badawcze. Utworzono Pracownię Ochrony Mikrofalowej a kierownikiem jej został hematolog dr Przemysław Czerski. Celem rozpoczętych badań było wówczas badanie wpływu mikrofal w odniesieniu do układu nerwowego, krwionośnego, mięśniowego, narządów jamy brzusznej i klatki piersiowej a także narządu wzroku i słuchu oraz gruczołów dokrewnych. Do pionierów prac należy zaliczyć byłego komendanta WIML prof. Stanisława Barańskiego i hematologa prof. Przemysława Czerskiego. Do zespołu dołączył też były komendant WIML, chirurg prof. Stanisław Haduch, który po latach w swoich wspomnieniach opisał między innymi pierwsze pionierskie prace związane z mikrofalami w Instytucie [1], a także zasłużony dla WIML okulista dr Władysław Pol.

Wykonano wiele badań i doświadczeń a obserwacje na ludziach zatrudnionych w obszarze działania mikrofal wykazały, że omawiane promieniowanie wywołuje zmiany w zakresie różnych układów i narządów. Spośród układów wrażliwych na oddziaływanie promieniowania mikrofalowego okazał się **narząd wzroku**. W latach sześćdziesiątych na łamach czasopism zagranicznych zaczęto rozpowszechniać informacje o szkodliwym działaniu na narząd wzroku mikrofal emitowanych z nadajników radarowych. W Instytucie problemem zajął się dr Władysław Pol. Początkowo prześledził dotychczasowe wyniki badań i opisał je w odniesieniu do wpływu mikrofal na powstanie zaćmy [2]. W tym czasie w Instytucie przeprowadzono badania kilkuset osób narażonych na promieniowanie mikrofalowe. Badania obejmowały ostrość wzroku, refrakcję, stan spojówek i brzegów powiek, prze-

zierność rogówki i soczewki, zbieżność gałek ocznych, nastawność, widzenie stereoskopowe i ewentualne inne parametry okulistyczne. Analiza uzyskanych wyników badań wykazała, że czasowo działające promieniowanie mikrofalowe powoduje pewne zmiany w narządzie wzroku, w grupie personelu zatrudnionego przy remoncie i produkcji urządzeń radarowych [3]. W kolejnej pracy dr Pol przedstawił stan wiedzy wynikającej z doświadczeń naukowców zagranicznych a także obserwacji własnych o wpływie tych mikrofal na powstawanie zaćmy u zwierząt [4]. Następne lata – siedemdziesiąte to kolejne doświadczenia w WIML związane z oddziaływaniem mikrofal. W Klinice Okulistycznej pod kierunkiem doc. Izabeli Kożuchowskiej dr.: Jerzy Tajchert i Mieczysław Wojtkowiak przeprowadzili badania elektroforetyczne białek soczewki u 35 królików poddanych uprzednio działaniu promieniowania mikrofalowego. Uzyskane wyniki badań sugerowały zmiany ruchliwości elektroforetycznej białek soczewki objawiające się zwiększeniem odsetka frakcji o szybkiej ruchliwości, kosztem frakcji wolnych. Zespół badawczy wziął pod uwagę możliwość uszkodzenia cząsteczek białkowych z powstaniem białek drobnocząsteczkowych [5]. Kolejnym przeprowadzonym badaniem okulistycznym była próba określenia wpływu promieniowania na proces gojenia się ran nie przebijających rogówki. W tym celu przeprowadzono obserwacje kliniczną procesu gojenia się ran nabłonka rogówki oraz obserwację wpływu na ten proces zastosowanego leczenia. Poddano również analizie komórki nabłonka rogówki znajdujące się w fazie S (syntezy DNA) cyklu mitotycznego oraz w okresie podziałów mitotycznych. Wyniki uzyskanych badań zostały zreferowane w pracy pt. „*Wpływ mikrofal na proces gojenia się ran powierzchniowych nabłonka rogówki w rytmie okołodobowym*” [6].

Kolejnym układem wrażliwym na oddziaływanie promieniowania mikrofalowego był **ośrodkowy układ nerwowy**. Badania w tym zakresie przeprowadzone zostały przez pracowników Instytutu w grupie obejmującej kilka tysięcy osób – pracowników wojska i cywilnych pracujących w zasięgu mikrofal. Badano ludzi zatrudnionych przy eksploatacji, przeglądach i remontach oraz produkcji generatorów mikrofal. W świetle własnych badań z uzyskanych materiałów wynikało, że przewlekłe narażenie na promieniowanie, nawet o małych gęstościach mocy, powoduje u pracownika powstanie zaburzeń czynnościowych typu nerwicy. Autorzy badań: Stanisław Barański i Zbigniew Edelwejn dowodzili, że badania doświadczalne – zweryfikowane histologicznie, przeprowadzone na zwierzętach wykazały obecność odchylenia w czynności bioelektrycznej mózgu oraz stwierdzali zmiany w oddziaływaniu na poszczególne grupy leków [7]. Powyższa problematyka przedstawiona została również na Międzynarodowym Sympozjum w Moskwie w 1972 r. poświęconym oddziaływaniu mikrofal na ustrój a wcześniej to zagadnienie opracowano w formie artykułu, który został opublikowany w *Lekarzu Wojskowym* w 1966 r.

Na początku lat sześćdziesiątych zespół badawczy w składzie dr S. Haduch i Z. Edelwejn przeszedł zapisy elektroencefalograficzne 120 osób w wieku 20-35 lat zatrudnionych w zasięgu fal elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości. Wykonane badania pozwoliły autorom stwierdzić, że przebywanie osób pod wpływem działania mikrofal dłużej niż trzy lata powodowało w czynności bioelektrycznej mózgu słabsze wyrażenie wskaźnika fal alfa [8]. W dwanaście lat później tema-

tykę podjął dr Jan Chrzanowki i na bazie analiz dotychczasowej wiedzy badawczej podjął własne badania w grupie 40 osób. Uzyskany materiał badawczy pozwolił na stwierdzenie, że promieniowanie mikrofalowe wpływa na zmianę czynności biologicznej mózgu, powodując obniżenie amplitudy czynności alfa, przesunięcie częstotliwości w prawo i nasilenie jej nieregularności. Autor zauważał, że stymulacja 24-godzinnym pozbawieniem snu pogłębia te zmiany czynności w grupie narażonej na działanie czynnika jakim są mikrofałe. Uznał też, że promieniowanie mikrofalowe nasila niepokój ruchowy, widoczny w zapisie EEG w postaci artefaktów biologicznych [9]. W latach 1970-1971 przebadano w WIML 768 osób, których średnia długości pracy w zasięgu promieniowania mikrofalowego wynosiła 6 lat. Celem analizy było określenie częstotliwości występowania objawów i zaburzeń spowodowanych pracą w obrębie zagrożeń mikrofalami. Autorzy pracy A. Żmudzki i J. Chrzanowski stwierdzili, że około 10% zbadanych miało odchylenia od normy w zakresie objawów i zaburzeń neurologicznych i okulistycznych, a w ciągu roku 3% żołnierzy zawodowych pracujących w zasięgu promieniowania mikrofalowego uznawana była na trwale niezdolna do pracy ze względów neurologicznych [10]. W tym samym czasie druga grupa badawcza w WIML przeprowadziła analizę objawów psychoneurologicznych u personelu technicznego (nienarażonego na działanie mikrofal) i personelu zatrudnionego w zasięgu działania mikrofal. Celem badań u 300 osób było ustalenie wpływu warunków pracy na stan zdrowia. Na podstawie analizy porównawczej stwierdzili różnice w obrazie klinicznym zespołów czynnościowych w zakresie układu nerwowego oraz prawie dwukrotnie częstsze ich występowanie w grupie personelu narażonego na działanie mikrofal [11]. Kolejne badania przeprowadził dr Michał Marzęcki skupiając się na badaniu wpływu mikrofal na funkcje psychiczne. Spośród przebadanych 40 osób pracujących w zasięgu mikrofal, u 55% stwierdził zaburzenia nerwicowe. Najczęściej stwierdzany był wówczas zespół rzekomo nerwicowy z przeważającymi objawami astenicznymi [12].

W grupie układów wrażliwych na oddziaływanie promieniowania mikrofalowego był również **układ krwiotwórczy**. Osiągnięciem zespołu badawczego było zbadanie wpływu mikrofal, szczególnie w odniesieniu do układu krwiotwórczego. Pod koniec lat pięćdziesiątych w ramach podtematu badawczego dr. S. Haduch, S. Barański i P. Czerski badali możliwość występowania zmian we krwi obwodowej u ludzi zatrudnionych przy aparaturze radiolokacyjnej a materiał doświadczalny w tym zakresie był fragmentaryczny [13].

Kolejne badania przeprowadzone były w latach sześćdziesiątych. Zespół badawczy W. Świącicki i Z. Edelwejn wykonywał badania doświadczalne na królikach, których celem były zmiany stężenia białka oraz jego frakcji po zastosowaniu silnego napromieniowania falami elektromagnetycznymi bardzo dużej częstotliwości o długości około 10 cm [14]. Problematyka badawcza referowana była na IV Konferencji Medycyny Pracy w czerwcu 1962 r. w Gdańsku.

W Instytucie badano też wpływ mikrofal na aktywność niektórych **enzymów**. Badania prowadził zespół w składzie: Michał Jendyk, Leszek Panert, Stefan Śmięgielski i Władysław Świącicki. Badano zmiany aktywności enzymów: esterazy acetylocholinowej, transaminazy glutaminowo-szczawianowo-octowej i glutaminowopirogronowej, fosfatazy kwaśnej i zasadowej oraz stężenia glutationu u świnek mor-

skich poddanych naświetlaniu mikrofalami o modulacji ciągłej i impulsowej. Autorzy pracy pisali „*Dany zestaw enzymów wybrano nie tylko ze względu na pewne zmiany występujące w układach i narządach, ale też dla przekonania się czy nie będzie można uzyskać istnienia pewnego efektu ekstratermicznego spowodowanego działaniem mikrofal*” [15].

Kolejne badania doświadczalne dotyczyły **układu mięśniowego**. Przeprowadzone zostały przez S. Barańskiego, Z. Edelwejnę i Z. Kaletę a wykonane na królikach poddawanych działaniu mikrofal przez 15 dni po 3 godziny. Celem zbadania był wpływ promieniowania mikrofalowego na mięśnie prążkowane królików. Autorzy podczas badania zaobserwowali wzrost odsetka potencjałów wielofazowych oraz wydłużenie czasu trwania pojedynczego potencjału prostego i wielofazowego. Wykonane badania histologiczne nie wykazały cech uszkodzenia ruchowego neuronu obwodowego natomiast pod względem histochemicznym badający zaobserwowali wzrost procesów utleniania [16].

Częścią kompleksowego badania nad wpływem mikrofal na **narządy wewnętrzne** zajął się internista dr Mirosław Ornowski. Przeanalizował on wyniki badań 363 pracowników zatrudnionych w zasięgu działania mikrofal. Występujące objawy, takie jak: zwolnienie częstości skurczów serca, obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, bóle głowy, nadmierne zmęczenie czy potliwość oraz nadmierna utrata włosów dały podstawę autorowi badań do stwierdzenia, że był pewien stopień korelacji między częstością i stopniem nasilenia objawów a stażem pracy i stopniem narażenia na mikrofałę [17]. W WIML, w latach 1960-1964, klinicznie badano 53 osoby z powodu podejrzenia o chorobotwórcze działanie mikrofal. W jednym przypadku rozpoznano chorobę mikrofalową, w innych tylko podejrzenia tej choroby. Autorzy pracy: Józef Hornowski, Eugeniusz Marks, Eustachy Chmurko i Leszek Pannert proponowali wówczas, aby chorobą mikrofalową określać zespół patologicznych niesprecyzowanych zmian wielonarządowych, które zostały spowodowane długotrwałym działaniem chorobotwórczym mikrofal. Tak określona choroba mikrofalowa różniłaby się od rozpoznania nerwicy mikrofalowej proponowanej przez zespół badawczy: S. Haducha, S. Barańskiego i P. Czerskiego tym, że zmiany chorobotwórcze dotyczyłyby poza układem nerwowym także układu krwi, szpiku i wzroku, i nie występowałyby poprawa stanu zdrowia po zaprzestaniu pracy przy mikrofalach [18].

Mechanizm oddziaływania mikrofal nie był jednak dostatecznie wyjaśniony. Prowadzono obserwacje oddziaływania mikrofal na poszczególne komórki lub układy biologiczne *in vitro*. W ocenie badaczy z WIML ten typ badań kompleksowych na poziomie komórkowym i molekularnym mogłyby wyjaśnić mechanizm oddziaływania mikrofal na ustrój człowieka. W latach 70. P. Czerski wraz z K. Sosnowską podjęli próbę określenia czy naświetlanie mikrofalami ma wpływ na rozwój i rozród. Badania doświadczalne przeprowadzono na myszach szczepu BALB/c i zostały opisane w pracy pt. „*Wpływ mikrofal 2450 MHz na rozwój i rozród*” [19].

Badania doświadczalne nad wpływem mikrofal na ustrój posłużyły do opracowania zasad orzecznictwa, profilaktyki i nadzoru lekarskiego pracowników zatrudnionych w zasięgu tego promieniowania. Opracowano i wprowadzono w życie pierwsze w Polsce przepisy określające w latach i godzinach granice dopuszczal-

ności pracy w warunkach promieniowania mikrofalowego, zasady BHP przy urządzeniach mikrofalowych. W celu ochrony człowieka pracującego w strefie promieniowania stworzono podwaliny szeroko rozumianej profilaktyki zatrudniania przy radarach i innych urządzeniach (Zarz. Prezesa Rady Min. z dnia 25 maja 1972 r.). Na podstawie własnych badań i innych rozważano różne środki ochrony przed mikrofalami. Otrzymane wyniki badań posłużyły grupie badawczej z WIML we współpracy z pracownikami Centralnego Laboratorium Przemysłu Jedwabniczego i Ażurowego do opracowania takiego ubioru ochronnego, który skutecznie ochroniłby organizm człowieka przed działaniem mikrofal. Początkowo przedstawiono 3 wersje odzieży ochronnej, które określano jako typ OM-1, OM-2 i OM-3 z przystosowaniem do różnych warunków pracy i służby. Następowały ich kolejne modyfikacje. Pracowano również nad udoskonalaniem tkaniny ochronnej i uszczelnieniem w celu polepszenia przewodności elektrycznej a także zabezpieczeniem ścian pomieszczeń [20].

W celu stworzenia zaplecza badawczego do prowadzenia doświadczeń na materiale zwierzęcym doposażono salę mikrofalową w wiele potrzebnych urządzeń generujących promieniowanie mikrofalowe, skonstruowano ochronny ubiór dla gryzoni przebywających w polu bardzo wysokiej częstotliwości, powstały różnego rodzaju klatki mikrofalowe do napromieniowania i inne urządzenia do badań.

O ważności prowadzonej wówczas problematyki badawczej w Instytucie świadczy fakt, że w październiku 1971 r. Komisja Biologicznego Wpływu Mikrofal Komitetu Fizyki Medycznej PAN z jej przewodniczącym prof. S. Barańskim i dr. Przemysławem Czerskim jako Przewodniczącym Zespołu Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym przy Radzie Naukowej MON ds. Medycyny i Farmacji Wojskowej zorganizowała w Warszawie Sympozjum pt. *Biologiczne działanie mikrofal, zastosowanie laserów w biologii i medycynie, ochrona przed promieniowaniem niejonizującym*. Podczas posiedzenia swoje referaty wygłosili m.in. pracownicy WIML S. Barański i P. Czerski nt. swoistych efektów biologicznego oddziaływania mikrofal, a Z. Edelwejn na temat wpływu mikrofal na układ nerwowy a autorzy kolejnego referatu: S. Barański, P. Czerski, S. Szmigielski omówili wpływ naświetlania mikrofalami na rytm dobowy podziału komórek szpiku. Kolejny zespół w składzie S. Barański, H. Ludwicka i S. Szmigielski przygotowali referat nt. wpływu mikrofal na czynność błony komórkowej. Doktor P. Czerski jako współautor pracy przedstawił założenia do ustalenia dopuszczalnych dawek promieniowania mikrofalowego. Pełne materiały z sympozjum zostały opublikowane w *Medycynie Lotniczej* w 1972 r.

Wiele prac poświęconych omawianej tematyce zostało wygłoszonych na międzynarodowych i krajowych konferencjach, gdzie cieszyły się zainteresowaniem i uzyskały wysoką ocenę naukową przedstawianego materiału badawczego.

Za prowadzenie badań i osiągnięte wyniki prof. S. Barański został wyróżniony zespołową nagrodą Przewodniczącego Komitetu Nauki i Techniki za pracę „Ochrona przed mikrofalami” (i oryginalne opracowanie wersji prototypu ubioru ochronnego). W 1974 r. jako współautor otrzymał także Nagrodę Państwową II stopnia za badania biologicznych skutków oddziaływań mikrofal oraz zabezpieczenie przed ich szkodliwym oddziaływaniem. W celu uzupełnienia informacji należy dodać, że siedem lat wcześniej w Akademii Medycznej w Warszawie uzyskał stopień dokto-

ra habilitowanego w zakresie histologii przedstawiając m.in. pracę pt. „*Badania biologicznych efektów swoistego oddziaływania mikrofal*”. Należy przyjąć, że prowadzone badania w WIML nad oddziaływaniem mikrofal na organizm były znaczącym wkładem w poszerzenie wiedzy nad ochroną człowieka dla przyszłych grup badawczych.

Piśmiennictwo

1. Haduch S.: *W służbie Eskulapa*. Wyd..MON, 1986, 190-191.
2. Pol W.: Zagadnienie wpływu mikrofal emitowanych z nadajników radarowych na powstawanie zaćmy. *Med. Lotn.* 1962, 8, 206-218.
3. Janiszewski S., Szymańczyk L.: Badania nad wpływem mikrofal na narząd wzroku. *Med. Lotn.* 1969, 26,81-89.
4. Pol W.: Dotychczasowe doniesienia o powstaniu zaćmy u zwierząt pod wpływem mikrofal emitowanych z nadajników radarowych. *Med. Lotn.* 1964,13,113-115.
5. Kożuchowska I., Tajchert J., Wojtkowiak M.: Wpływ promieniowania mikrofalowego na ruchliwość elektroforetyczną białek soczewki. *Med. Lotn.* 1973, 41, 139-147.
6. Kożuchowska I., Tajchert J.,Wróblewski S.: Wpływ mikrofal na proces gojenia się ran powierzchniowych nabłonka rogówki w rytmie okołodobowym. *Prace naukowe WIML*, 1980, 413/p.
7. Baranski S., Edelwejn Z.: Oddziaływanie mikrofal na ośrodkowy układ nerwowy (w świetle badań własnych). *Med. Lotn.* 1974, 43, 7-15.
8. Haduch S., Edelwejn Z.: Badania elektroencefalograficzne osób zatrudnionych w zasięgu działania mikrofal. *Med. Lotn.* 1964, 13, 13-17.
9. Chrzanowki J.: Wpływ mikrofal na zapis EEG spoczynkowy i aktywowany. *Med. Lotn.* 1977, 56, 26-30.
10. Żmudzki A., Chrzanowski J.: Niezdolność do pracy w zasięgu działania mikrofal w świetle materiałów z wybranych jednostek wojskowych. *Med. Lotn.* 1975, 47, 79-81.
11. Pawlak Z., Zużewicz W.: Porównawcza zdrowotna analiza psychoneurologiczna personelu technicznego i personelu zatrudnionego w zasięgu promieniowania mikrofalowego. *Med. Lotn.* 1976, 52, 23-28.
12. Marzecki M.: Wpływ mikrofal na funkcje psychiczne. *Med. Lotn.* 1977, 55, 19-23.
13. Haduch S., Barański S., Czerski P.: Badania nad wpływem pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości na ustrój ludzki (doniesienie I – krew obwodowa) *Lek. Wojsk.* 1960, 2, 119.
14. Świącicki W., Edelwejn Z.: Wpływ napromieniowania mikrofalami w paśmie

- trzech i dziesięciu centymetrów na obraz białek krwi u królików. Med. Lotn. 1963, 11, 54-59.
15. Jendyk M., Panert L., Śmigielski S., Święcicki W.: Wpływ mikrofal na aktywność niektórych enzymów. Med. Lotn. 1967, 23, 35-41.
 16. Barański S., Edelwejn Z., Kaleta Z.: Badania czynnościowe i morfologiczne mięśni poddanych działaniu mikrofal. Med. Lotn. 1969, 24, 103-113.
 17. Ornowski M.: Badania nad wpływem mikrofal na narządy wewnętrzne. Med. Lotn. 1966, 20, 47-54.
 18. Hornowski J., Marks E., Chmurko E., Pannert L.: Badania kliniczne osób zatrudnionych przy mikrofalach. Med. Lotn. 1965, 18, 39-56.
 19. Czerski P., Sosnowska K.: Wpływ mikrofal 2450 MHz na rozwój i rozród. Prace naukowe WIML, 1980, 413/p.
 20. Barański S., Barud M., Czerski P., Haduch S., Witkowicz J.: Ubiory ochronne zabezpieczające przed działaniem pola energii elektromagnetycznej w zakresie mikrofalowym. Prace naukowe WIML, 1992, 422/p.

Wpłynęło: 16.03.2008 r.

Zaakceptowano do publikacji: 26.05.2008 r.