

JÓZEF ZON

WPŁYW NATURALNEGO ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA CZŁOWIEKA

Naturalne środowisko elektromagnetyczne człowieka obejmuje promieniowanie o bardzo szerokiej skali widma. Podczas gdy oddziaływanie na człowieka promieniowania widzialnego i bardziej krótkofalowego niż widzialne, a także promieniowania podczerwonego jest bezspornie stwierdzone, a jego mechanizmy w poważnej mierze znane, to oddziaływanie na człowieka promieniowania o częstotliwościach radiowych jest w niewielkim stopniu potwierdzone i wyjaśnione. Celem niniejszego opracowania jest wskazanie na istnienie elektromagnetycznej komponenty naturalnego środowiska, zilustrowanie, przykładami znanymi z literatury, jej wpływu na człowieka oraz zaproponowanie podstaw fizycznych tego wpływu.

I. NATURALNE PROMIENIOWANIE RADIOWE

1. Źródła geofizyczne

a) Pole geoelektryczne

Często spotykany jest pogląd, że życie rozwija się w potężnym kondensatorze, którego okładkami są: powierzchnia Ziemi i jonosfera /25/. Pomiędzy górnymi warstwami atmosfery a powierzchnią Ziemi następuje ciągły przepływ ładunku elektrycznego. Podczas ładnej pogody ten pionowo skierowany przepływ prądu ma natężenie $2 \cdot 10^{-16} \text{ A/cm}^2$ /36 s. 60/. Dla całej kuli ziemskiej natężenie tego prądu wynosi ok. 1600 A.

Przepływ ładunku elektrycznego od górnych warstw atmosfery występuje wskutek istnienia różnicy potencjałów między górnymi i dolnymi jej warstwami. W średnich szerokościach geograficznych, w obszarach o równej powierzchni gruntu wartość natężenia pola geoelektrycznego wynosi zwykle ok. 130 V/m. Wartość tę modyfikować mogą rozmaite okoliczności, jak wysokość nad poziom morza, koncentracja jonów w powietrzu.

Elektryczna struktura atmosfery jest warstwowa. Przy przejściu od warstwy do warstwy następuje zmiana znaku oraz natężenia pola elektrycznego

/33/. Stan pogody ma duży wpływ na wartość natężenia pola geoelektrycznego. W dni zamglone w pobliżu gruntu jego wartość może osiągać 2000 V/m, a podczas deszczów z chmur burzowych – 10 000 V/m /41 s. 76/.

Natężenie pola elektrycznego atmosfery ulega nie tylko zmianom aperiodycznym, ale także wywołanym rozmaitymi procesami pogodowymi, zmianom periodycznym.

Zmiany te mogą mieć okresy dobowe, a nawet wieloletnie. Z badań nad uzależnieniem natężenia pola geoelektrycznego od aktywności Słońca wynika, że różnica wartości tego natężenia między okresem maksymalnej a minimalnej aktywności osiąga 30% /54 s. 138/. Na dystansie roku maksimum natężenia pola geoelektrycznego występuje w okresie od grudnia do lutego, minimum zaś między majem a lipcem /35 s. 46/. W ciągu doby pole geoelektryczne osiąga największe wartości między godziną 16,00 a 20,00 czasu uniwersalnego.

Do czynników ubogacających elektrycznie atmosferę Ziemi należą: promieniowanie ultrafioletowe i korpuskularne Słońca, tarcie ziaren piasku w kurzawach powstających pod wpływem wiatru na pustyniach, tarcie płatków śniegu o powietrze, rozpadanie się kropeł deszczu /41 s. 73/. Ruch powietrza wywiera również wpływ na wartość natężenia pola geoelektrycznego poprzez zmianę koncentracji jonów atmosferycznych. W Alpach podczas fenu stwierdzono, że natężenie pola geoelektrycznego osiąga znaczne wartości /36 s. 236/.

b) Pole geomagnetyczne

Wokół kuli ziemskiej występuje pole magnetyczne, którego bieguny znajdują się w pobliżu biegunów geograficznych. Opisywane jest ono zwykle przy użyciu 4 parametrów: składowej poziomej natężenia (H), składowej pionowej (Z), kąta inklinacji (I) oraz kąta deklinacji (D). Wartość „H” jest największa w pobliżu równika magnetycznego (0,3–0,4 Oe), najmniejsza przy biegunach magnetycznych (setne części oersteda). Składowa (Z) największą wartość ma przy biegunach (0,6–0,7 Oe), przy równiku maleje ona prawie do zera /34 s. 47/. W niektórych obszarach wartość pola geomagnetycznego jest trwale zaburzona.

Składowe pola magnetycznego Ziemi ulegają zmianom powolnym, noszącym nazwę zmian wiekowych, oraz zmianom krótkookresowym. Zmiany wiekowe uwarunkowane są przez czynniki umiejscowione we wnętrzu Ziemi /23 s. 95/, natomiast zmiany krótkookresowe wywoływane są wskutek zakłóceń jonosfery /5 s. 87/. Dla celów niniejszego opracowania ważne są zmiany krótkookresowe.

Zmiany krótkookresowe pola geoelektrycznego zachodzą regularnie, lecz również występują nagle, aperiodycznie. Regularne zmiany pola zależą od

pory dnia, roku czy też faz Księżyca /23 s. 188/. W ciągu doby natężenia pola geomagnetycznego siąga największą wartość o godzinie 24, najmniejszą o godzinie 12,. W ciągu roku natężenie pola geoelektrycznego osiąga największe wartości w okresie zrównania dnia z nocą, najmniejsze w miesiącach letnich /34 s. 49/.

Do zmian krótkookresowych należą również silne zaburzenia pola, zwane burzami geomagnetycznymi. Przyczyną burz geomagnetycznych są gwałtowne zmiany prądów elektrycznych w jonosferze. Zaburzenia w jonosferze mają związek z wybuchami na Słońcu, objawiającymi się występowaniem plam na tarczy słonecznej. W latach, gdy obserwuje się zwiększoną liczbę plam na Słońcu występuje także zwiększona ilość burz geomagnetycznych. Okres od maksimum do maksimum ilości plam na tarczy słonecznej wynosi około 11 lat.

Występują również słabe burze geomagnetyczne, których występowanie nie wykazuje korelacji z ilością plam na Słońcu. Okres ich trwania jest długi (tydzień i więcej), nadto występują w 27-dniowych odstępach czasu. Obserwuje się też tzw. mikropulsacje pola geomagnetycznego. Ich okres obejmuje zakres od setnych części sekundy do kilku minut. /20, 34 s. 50/.

c) *Inne geofizyczne źródła promieniowania*

Koenig i Ankermueller stwierdzili występowanie w atmosferze drgań elektromagnetycznych o częstotliwościach: 1. 9 Hz – O przebiegu sinusoidalnym. Najwyraźniej występowały one w czasie ładnej pogody. Maksima tego promieniowania obserwowano około południa, minima w nocy; 2. 2–6 Hz – Kształt krzywych opisujących te oscylacje był nieregularny. Drgania występowały sporadycznie na dystansie paru godzin. Ich pojawianie się badacze wiązali z doraźnym stanem pogody, jak na przykład obecność w pobliżu silnie naładowanych elektrycznie chmur; 3. 0,5–2 Hz – Przebieg tych oscylacji był regularny (sinusoidalny); 4. 9 Hz – O przebiegu sinusoidalnym. Na te drgania nakładały się drgania o częstotliwości 3–4 Hz. Sygnały tego typu rejestrowane były w porze wschodu słońca. Prawdopodobnie ich źródłem było przekształcanie się nocej struktury jonosfery w dzienną /25/.

Stwierdzono też występowanie w atmosferze drgań o częstotliwości 0,025–0,25 Hz. Szczególnie uwyrażniały się w tym zakresie drgania o częstotliwości 0,16–0,2 Hz /53/. Na terenie Stanów Zjednoczonych przeprowadzono poszukiwania w atmosferze promieniowania o częstotliwości 5–1000 Hz. Stwierdzono, że występuje promieniowanie w całym zakresie badanego widma. Jego źródłem były procesy zachodzące we wnętrzu Ziemi /48/.

Na terenie Holandii i RFN przeprowadzono pomiary ilości występujących w atmosferze impulsów promieniowania o częstotliwości 3–50 kHz. Obecność tego promieniowania związana jest ze zbliżaniem się ciepłych frontów i centrów burzowych /41 s. 79/. Z pomiarów ilości impulsów wynika, że jest ona

uzależniona od pory roku i dnia, jak również od położenia geograficznego. Maksima impulsów notowano w sierpniu (180 tys. na dobę), minima zaś w grudniu (ok. 1 tys. na dobę). Podczas szczególnie upalnego lata 1959 r. w ciągu dnia zanotowano 650 tys. impulsów. Powszechnie występowały wtedy ilości 200–300 tys. impulsów na dobę. Maksima impulsów w ciągu doby występowały między godz. 23 a 6 rano, minima między 10 a 16. Od maja do sierpnia drugie maksimum, niezależne od nocnego, występowało między 14 i 16. Minimum występowało wtedy ok. godz. 8.

Na terenie Bawarii stwierdzono zmniejszanie się ilości impulsów promieniowania w zakresie 3–5 kHz na dzień przed wystąpieniem fenu oraz wzrost ich ilości na dzień po jego ustaniu /36 s. 88/.

Wyładowania elektryczne w czasie burz są źródłem silnych pól elektromagnetycznych. Ich częstotliwość pokrywa dwa pasma: 40 Hz–2 kHz oraz 2 kHz–ok. 12 kHz. Przy częstotliwości 2 kHz występuje wyraźne minimum. W sąsiedztwie wyładowania obserwuje się wyraźny wzrost natężenia pola elektrycznego. Jest on rozpoznawalny czasami na odległość kilkuset kilometrów /36 s. 40/. Promieniowanie elektromagnetyczne, będące skutkiem wyładowania elektrycznego w atmosferze, może przemieszczać się wzdłuż linii pola geomagnetycznego na przeciwległą półkulę, tam odbić się od gruntu i podobną drogą wrócić do miejsca gdzie powstało.

Wybuchy wulkanów poprzedza wystąpienie promieniowania o częstotliwości ok. 0,1 Hz /24/. Trzęsienia ziemi i przemieszczenia dużych mas po powierzchni Ziemi są źródłem zaburzeń pola geomagnetycznego, ponieważ skały mają własności piezomagnetyczne /9/. Innym źródłem zaburzeń pola geoelektrycznego i geomagnetycznego mogą być silne ruchy powietrza. W obszarze aktywności tornado zarejestrowano silne zakłócenia pola geomagnetycznego. W miejscowości odległej o 150 km od centrum aktywności tornado, przy bezchmurnym niebie, zanotowano silne ujemne pole elektryczne /4/.

Jak już poprzednio nadmieniono ruchy jonosfery są źródłem promieniowania. Jednym z czynników zmieniających strukturę jonosfery może być grawitacyjne oddziaływanie Księżyca /33/. Stwierdzono też, że plazma jonosferyczna promieniuje w zakresie ultraniskich częstotliwości w pasmie 0,006–0,05 Hz /29/. Promieniowanie kosmiczne wnikające w górne warstwy jonosfery generuje promieniowanie w zakresie 2, 3, 6, 15, 20–70 MHz /15/.

2. Promieniowanie pochodzenia pozaziemskiego

Promieniowanie radiowe dochodzące do powierzchni Ziemi od ciał niebieskich przez „okno radiowe” atmosfery ma znikome natężenie. Wyjątkową pozycję zajmują tu najbliższe ciała niebieskie oraz Droga Mleczna. W okresie tzw. spokojnego Słońca promieniowanie radiowe Drogi Mlecznej przewyższa

mocą promieniowanie Słońca (np. przy dł. fali równej 10 m o ok. 4 rzędy wielkości) /31 s. 272/. Przy dł. fali 1 m równie mocno jak Słońce promieniuje źródło punktowe w gwiazdozbiornie Kasjopei, o połowę słabiej promieniuje źródło w gwiazdozbiornie Łabędzia.

Promieniowanie radiowe Księżyca wykryto w 1946 r. Jego źródłem były warstwy gruntu znajdujące się pod jego powierzchnią. Zarejestrowano też promieniowanie radiowe Jowisza. Sygnały o częstotliwości 20 MHz były generowane po jednej stronie tej planety. W zakresie 36 Hz–178 kHz Ziemia przewyższa mocą promieniowania o dwa rzędy wielkości Jowisz /19/. Rejestrowano też sygnały radiowe od Merkurego /14/.

Niebo „radiowe” jest bogatsze od nieba „optycznego”. Dla przykładu warto wymienić niektóre długości fal odbierane przez radioteleskopy od niektórych ciał niebieskich. Przeprowadzono obserwacje galaktyki Andromeda na dł. fali 11 cm /40/. Przy wykorzystaniu do obserwacji promieniowania o częstotliwości 408 MHz stwierdzono istnienie 11 nowych pulsarów /8/. W pobliżu galaktyki NCC 7319 wykryto źródło promieniujące w zakresie ok. 21 cm /1/. Należy wspomnieć, że na tej samej długości fali promieniuje również wodór międzygwiazdowy. Promieniuje on też na długości fali 3 m. Ten wrywkowy przegląd kosmicznych źródeł promieniowania radiowego należałoby jeszcze uzupełnić o dwie informacje: a) moc promieniowania radiowego Słońca w okresach jego aktywności wzrasta o kilka rzędów wielkości, b) wszystkie planety Układu Słonecznego wykazują promieniowanie ciała doskonale czarnego (pokrywające również zakres promieniowania radiowego).

Z przytoczonych powyżej, niezbyt wyczerpujących, danych widać, że naturalne środowisko posiada bogaty zestaw źródeł promieniowania radiowego. Natężenie tego promieniowania jest czasami nadzwyczaj znikome, lecz należy na nie zwrócić uwagę choćby z tego względu, że stwierdzono zależność odwrotnie proporcjonalną między natężeniem oddziałującego promieniowania a jego skutecznością biologiczną /34 s. 23/.

II. ODDZIAŁYWANIE NATURALNEGO PROMIENIOWANIA NA CZŁOWIEKA

W okresie międzywojennym przeprowadzono badania nad uzależnieniem zejść śmiertelnych od wzmożonej aktywności słonecznej, objawiającej się wzrostem ilości plam na Słońcu /13/. Zestawienie czasu inwazji do jonosfery cząstek naładowanych elektrycznie i wywołanych przez tę inwazję zaburzeń pola geomagnetycznego z ilością zejść śmiertelnych, wywołanych chorobami układu nerwowego, ujawniło, że są to zdarzenia niemal jednoczesne. Okazało się też, że wraz z zaburzeniami pola geomagnetycznego występują zejścia śmiertelne z powodu chorób narządów zmysłów i chorób umysłowych.

O uzależnieniu przyjęć do klinik psychiatrycznych od zaburzeń pola geomagnetycznego donieśli badacze amerykańscy /17/. Zaburzenia pola magnetycznego Ziemi mają też wpływ na zmiany behawioru choirych psychicznie /16/.

Reiter stwierdził uzależnienie od występowania zakłóceń pola geoelektrycznego bólów poamputacyjnych /36 s. 137/ oraz występowanie bólów głowy u osób, których mózg był kiedyś raniony /36 s. 147/. Z wystąpieniem promieniowania w zakresie 10–50 kHz skorelowane były takie objawy, jak stany depresji, niepokój, zaburzenia snu i stany lękowe niektórych osób. Stwierdzono też, że podczas burzy zmienia się próg wrażliwości receptorów zmysłowych.

Promieniowanie długofalowe wpływa również na zmiany czasu reakcji nerwowo-ruchowej. Promieniowanie o częstotliwości 9 Hz skraca go, drgania zaś o częstotliwości 2–6 Hz wydłużają go /25/. W dniach z maksimum występowania promieniowania o częstotliwości 10–50 kHz zwiększona jest średnio o 30% liczba wypadków drogowych, w dniach z minimum zmniejsza się ona o 20–30% /36 s. 216/.

Niektórzy badacze dopuszczają nawet możliwość uzależnienia ilości popełnianych przestępstw od występowania określonego rodzaju naturalnego promieniowania radiowego /55/. Nie zawsze jednak badania te przynoszą rezultaty pozytywne /35/. Wyniki badań przeprowadzonych przez Duellów wskazują, iż zaburzenia pola geomagnetycznego zwiększają śmiertelność z powodu chorób układu krążenia /13/.

Takata i wsp. przeprowadzili badania nad uzależnieniem współczynnika krzepliwości krwi ludzkiej od występowania plam słonecznych. Wykazano, że współczynnik koagulacji był dwukrotnie wyższy, gdy plamy przechodził centralny południk Słońca /za: 36 s. 232/. Zjawisko to było skorelowane zarówno z 27-dniowym okresem obrotu Słońca wokół osi, jak i z 11-letnim cyklem aktywności słonecznej. Reiter stwierdził korelacje między występowaniem w atmosferze promieniowania w zakresie 10–50 kHz a zakłóceniami akcji serca i objęgu krwi /36 s. 154/. Ten sam badacz doniósł o uzależnieniu krwawienia z płuc u ludzi chorych na gruźlicę od występowania promieniowania infradługofalowego /36 s. 157/. Promieniowanie w zakresie 10–50 kHz sprzyja występowaniu takich zakłóceń jak kolki żołądka, jelit, woreczka żółciowego, nerek.

Doniesiono również o uzależnieniu występowania raka żołądka od częstości przebywania w miejscu, gdzie występowało intensywne promieniowanie od podziemnej żyły wodnej /26 s. 230/. Badacze radzieccy stwierdzili zmniejszenie się liczby zachorowań na nowotwory w latach zwiększonej aktywności słonecznej. Świadczyłoby to o hamującym wpływie naturalnego promieniowania, wywołanego zaburzeniami pola geomagnetycznego, na wzrost tkanki nowotworowej /18 s. 201/.

Zaburzenia pola geomagnetycznego wpływają na zmiany oporu elektrycznego skóry. Opór skóry dzieci zdrowych osiągał swoje minimum w dniu wystąpienia zakłóceń tego pola, opór elektryczny skóry dzieci chorych osiągał w tym dniu wartości maksymalne. Opór elektryczny skóry badanych dzieci był uzależniony od promieniowania w zakresie 4–12 kHz. Opór skóry dzieci zdrowych zmniejszał się w dniu jego występowania, u dzieci zaś chorych opór skóry wzrastał w dniu wystąpienia promieniowania 4–12 kHz i utrzymywał się w tym stanie do 36 godzin /21/.

Z zakłóceniami pola geomagnetycznego związane jest występowanie ostrych ataków jaskry. Choroba ta traktowana jest jako objaw zaburzeń funkcji całego organizmu. Badania wykazały, że jej występowaniu sprzyjają słabe zaburzenia pola geomagnetycznego ($\Delta H \leq 60\gamma$). Zaburzeniom o większej amplitudzie (60–130 γ) towarzyszyło o 1,5 raza mniej wypadków tej choroby /6 s. 272/.

Na podstawie statystyk 150 tys. porodów i rejestrowania występowania promieniowania w zakresie 10–50 kHz stwierdzono, że w dniach z maksimum tego promieniowania ilość narodzin wzrasta o 3%. W dniach z jego minimum ilość urodzeń spada o 8%. Ilość narodzeń zwiększała się też w dwa dni po wybuchach na Słońcu (zaburzenia pola geomagnetycznego) /38/.

Badania przeprowadzone nad korelacją rytmiki cyrkadialnej organizmu i czynników zewnętrznych wykazały, że jest ona uzależniona od występującego w środowisku promieniowania o częstotliwości ok. 10 Hz. Odizolowane osoby od wpływu tego promieniowania po pewnym czasie wykazywały wydłużenie okresów rytmów okołodobowych. Na tej podstawie wyciągnięto wniosek, że promieniowanie o częstotliwości ok. 10 Hz jest czynnikiem zabezpieczającym organizm przed desynchronizacją jego funkcji /52/.

Pole geomagnetyczne wpływa na człowieka poprzez wywoływanie paramagnetycznych przesunięć elektronów we krwi /28/. Wskazywałoby to na bezpośrednie oddziaływanie pola geomagnetycznego na poziom submolekularny ludzkiego organizmu. Badania przeprowadzone na zwierzętach również wskazują na pominięcie układów regulacyjnych organizmu: po napromieniowaniu głowy zwierzęcia falami o dużym stosunkowo natężeniu stwierdzono znikome zmiany pH tkanki skórnej na jego brzuchu. Bezpośrednie napromieniowanie tkanki skórnej brzucha falami o niewielkim natężeniu wywoływało wyraźne zmiany pH /37/. Na bezpośrednie uzależnienie cyklicznych zmian przepuszczalności błon komórkowych od zmian pola geomagnetycznego wskazują również badania uczonych radzieckich /12/. Na zakończenie tej części opracowania należałoby wspomnieć o niektórych próbach eksperymentalnego potwierdzenia wpływu naturalnych pól elektromagnetycznych na człowieka. Altman przeprowadził badania nad wydajnością pracy i zachorowalnością urzędników poddanych wpływowi aerozoli i pól elektromagnetycznych o częstotliwości ok. 10 Hz i 2–5 Hz. Promieniowanie tego

ostatniego zakresu niekorzystnie oddziaływało na ludzi, natomiast promieniowanie o częstotliwości 10 Hz zwiększało wydajność pracy o 15% i zmniejszało zachorowalność o 10% /32/.

Potwierdzono również eksperymentalnie korzystne (9 Hz) i niekorzystne oddziaływanie (2–6 Hz) promieniowania na czas reakcji /25/. Podobnie też wykryto wpływ zaburzeń pola geoelektrycznego, w symulowanych naturalnych warunkach, na występowanie bólu w amputowanych kończynach /36 s. 348/.

Promieniowanie o częstotliwości 50 Hz–20 kHz wpływa na tempo fibrynogenezy i koagulacji krwi. Promieniowanie o częstotliwości 50 Hz, 1 kHz przyspiesza fibrynogenezę, promieniowanie pozostałego zakresu – hamuje. Badania te mogłyby uchodzić za eksperymentalne potwierdzenie obserwacji Takaty i wsp. Badania te utwierdziły pogląd, że istnieją pewne optymalne spektra oddziaływania na żywy układ, gdzie nawet bardzo słabe pola wywołują wyraźnie zauważalne efekty /43/.

III. FIZYCZNE PODSTAWY ODDZIAŁYWANIA NATURALNEGO PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA CZŁOWIEKA

Promieniowanie naturalne może oddziaływać na organizm poprzez jego układy regulacyjne albo wprost na procesy metaboliczne. Oddziaływanie na energetyczne procesy metabolizmu nie wyklucza możliwości oddziaływania na układy regulacyjne (system nerwowy, gruczoły dokrewne), ponieważ przemiany energetyczne zachodzące w układach regulacyjnych są oparte również o procesy przenoszenia elektronów w mitochondriach. Zdecydowana większość energii uzyskiwanej w procesach przemian metabolicznych ludzkiego organizmu jest wynikiem przenoszenia elektronów w łańcuchach reakcji redoksowych. Obraz biochemiczny procesów elektronowych w organizmie uzupełniają badania fizyczne związków ważnych biologicznie.

O możliwości istnienia półprzewodnictwa białek doniósł Szent-Györgyi w 1941 r. Wykonał on też pierwsze pomiary przewodności białek. Uzyskane wyniki uogólnił na wszystkie białka. Dało to podstawę do postawienia hipotezy, że wszystkie procesy energetyczne w organizmie są związane z przenoszeniem elektronów w pasmach przewodzenia określonych wartościach energii. Mechanizm przekazywania i uzyskiwania energii byłby zatem inaczej opisywany przez biochemię i biofizykę, lecz byłby w gruncie rzeczy tym samym procesem opisywanym na dwa możliwe sposoby /49/.

Badania przeprowadzone nad przewodnością elektryczną białek wykazały, że w stanie krystalicznym i bezwodnym są one półprzewodnikami /27 s. 261–279/. Sprawą żywo dyskutowaną jest możliwość funkcjonowania białek jako półprzewodników w strukturach żywego organizmu. Zwraca się uwagę

na fakt, że białka w organizmie występują w zupełnie innych warunkach niż badano je eksperymentalnie, stąd energia niezbędna do pokonania pasma energii wzbronionych w białkach – dość wysoka jak na warunki biologiczne (zazwyczaj powyżej 1,1 eV) – powinna być niższa. Woda /50/ i występujące w organizmie związki donorowe i akceptorowe bez wątplenia obniżają energie aktywacji białek. Badania nad wpływem uwodnienia białek na ich przewodność wykazały, że uwodnienie w sposób wykładniczy zmniejsza ich oporność /11,42/. W eksperymentach tych stwierdzono, że woda zwiększała przewodność białek spełniając funkcje donora elektronów. Dodawanie do białka akceptora elektronów, jakim jest chloranil, również wpływało na zwiększenie przewodności próbki /10/.

Kolejnym argumentem za funkcjonowaniem związków biologicznie ważnych jako półprzewodników w organizmie byłoby występowanie w organizmie promieniowania widzialnego i nadfioletowego /za 44 s. 259/. Kwanty takiego promieniowania niosą energię od 1 eV (poczerwień) do 4 eV (bliski ultrafiolet), a więc są spełnione warunki, by białka i kwasy nukleinowe mogły funkcjonować w organizmie jako półprzewodniki. Badania przeprowadzone przez Elejā wskazują, że hemoglobina jest dobrym fotoprzewodnikiem w zakresie poczerwieni /3/. Cytochrom c również posiada tę własność.

Półprzewodnictwo, piezoelektryczność /2/, procesy radiacyjne, aktywność elektryczna struktur biologicznych, wrażliwość organizmu na bodźce polowe dały podstawy do sformułowania elektromagnetycznej teorii życia /45/. Ponieważ półprzewodnik może być uważany za plazmę w ciele stałym /7/ jest możliwe traktowanie organizmu, jako układu, w którego strukturach występuje plazma fizyczna. Tę możliwość interpretacji wykorzystał Sedlak /46, 47/. Niezależnie od niego badacze radzieccy wykonali prace mające na celu eksperymentalne wykrycie plazmy fizycznej w układzie żywym /22/. W 1969 Manczarski przedstawił pracę o występowaniu plazmy elektronowej w mitochondriach /30/.

Plazma fizyczna jest stanem materii bardzo podatnym na oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego. Jej gęstość w strukturach biologicznych zależy od intensywności procesów przemiany materii. Wskaźnikiem intensywności tych procesów w poszczególnych częściach organizmu jest zużycie tlenu i skorelowana z nim zawartość wody wewnątrzkomórkowej /51/, stąd części organizmu, których komórki zawierają najwięcej wody bezpośrednio związanej z procesami metabolizmu, winny być szczególnie podatne na oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego. Ta interpretacja dobrze przystaje do stwierdzonego oddziaływania naturalnego promieniowania elektromagnetycznego na centralny układ nerwowy, receptory zmysłowe, obwodowe włókna nerwowe. W tych strukturach gęstość plazmy elektronowo-protonowej jest największa. Skutki oddziaływania na układ nerwowy człowieka manifestują się jako śmiertelne zakłócenia funkcji ukła-

du nerwowego, krwionośnego, oddechowego, choroby nerwowe, stany depresyjne i lękowe, zawroty i bóle głowy. Wydaje się, że bóle poamputacyjne powinny być wliczone do efektów tej samej kategorii.

Tkanka mięśniowa należy również do bogatych w wodę wewnątrzkomórkową struktur organizmu. Oddziaływanie na nią pola elektromagnetycznego objawia się fizjologicznie zmianą szybkości kurczenia się włókien. W organizmie prowadzi to do zakłóceń akcji serca, zmiany czasu reakcji (należy tu oczywiście uwzględnić zakłócenia funkcji tkanki nerwowej).

Wykrycie pewnych optymalnych częstotliwości wpływu na plazmę fizyczną żywego organizmu świadczy o zróżnicowaniu widma bioplazmy. Należałoby spodziewać się pewnych przesunięć optimum skuteczności oddziaływania w miarę rozwoju ontogenetycznego osobnika, co sugerują wiekowe zmiany biochemiczne.

Na zakończenie należy podkreślić, że środowisko elektromagnetyczne jest istotnym elementem przyrodniczego środowiska człowieka. Jego przestrojenie ma bez wątpienia podobne skutki jak zmiana środowiska chemicznego, czy akustycznego. Stwierdzenie oddziaływania na organizm ludzki promieniowania o niewielkim natężeniu i znikomo małych kwantach niesionej energii należy także traktować jako element dyskusji nad możliwością pośredniego uzasadnienia hipotezy bioplazmy.

LITERATURA

1. Allen R.J., Hartsniker J.W.: Radio Continuum Emission at 21 cm Near Stephans Quintet. „Nature” 239: 1972 s. 324–325.
2. Althenstaedt H.: Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutender Stoffe „Naturwissenschaften” 48: 1961 s. 465–472.
3. Eley D.D., Metcalfe E.: Photoconduction in Proteins. „Nature” 239: 1972 s. 344–345.
4. Brook M.: Electrical Currents Accompanying Tornado Activity. „Science” 157: 1967 s. 1434–1436.
5. Chapman S.: Międzynarodowy Rok Geofizyczny. Warszawa 1956.
6. Chochołow W.P., Indiejkin E.N.: O swjazi ostrych pristupow glaukomy s kolebjeniami ziemnego magnitnogo polja. W.: Wlijanie solniecznoj aktiwnosti na atmosferu i biosferu Ziemli. Moskwa 1971 s. 210–212. Nauka.
7. Czarnowiet A., Buchsbaum S.: Plazma twierdoga ciała. „Uspiechi fiziczeskich nauk” 90: 1966 s. 1–18.
8. Davies J.G., Lyne A.G., Serakadis J.H.: Pulsar Associated with the Supernova Remnant IC 443. „Nature” 240: 1972 s. 220–230.
9. Davies P.M., Stacey F.D.: Geomagnetic Anomalies Caused by a Man-made Lake. „Nature” 240: 1972 s. 248–249.
10. Dawis K.M. et al.: Semiconductivity in Proteins and Haemoglobin. Enhanced Semiconductivity in Protein Complexes. „Nature” 188: 1960 s. 725–726.
11. Douzou P., Thuiller J.M.: Sur les caractères de semi-conductivité électrique de la serum albumine. „Journal de la Chimie Physique” 57: 1960 s. 96–100.
12. Dubrow A.P.: O swjazi radioczuwstwielnosti žiwotnych s geomagnitnym polem. „Radio-

- biologia" 11: 1971 s. 613-616.
13. Duell T., Duell B.: Zusammenhaenge zwischen Stoerungen des Erdmagnetismus und Haefungen des Todesfallen. „Deutsche Medizinische Wochenschrift" 61:1935 s. 95.
 14. Epstein E. et al.: Mercury: Observations of the 3,4 Milimeter Radio-Emission. „Science" 157: 1968 s. 1550-1551.
 15. Felgate D.G., Stubbs T.J.: Polarisation of Extensive Air Showers Emmision at 6 MHz. „Nature" 232: 1972 s. 151-152.
 16. Friedman H., Becker R.O., Bachman Ch.H.: Psychiatric Ward Behaviour and Geophysical Parameters. „Nature" 205: 1965 s. 1050-1052.
 17. Friedman H., Becker R.O.: Geomagnetic Parameters and Psychiatric Hospital Admissions. „Nature" 200: 1963 s. 626-629.
 18. Gering-Galaktionowa J.W., Kuprijanow S.N.: Wlijajut li izmjenienia solniecznoj aktiwnosti na onkologiczeskiju zabolewajemost. W: Wlijanie solniecznoj aktiwnosti na atmosferu i biosferu Ziemli, Moskwa 1971 s. 198-201. Nauka.
 19. Gurrent D.A.: The Earth as a Radio Source: Terrestrial Kilometric Radiation. „Journal of Geophysical Research". 79: 1974 s. 4227-4238.
 20. Herron T.J.: Phase Modulation of Geomagnetic Micropulsation. „Nature" 207: 1965 s. 699-700.
 21. Hirschberger H., Reiter R.: Wettervorgaenge und Sonneneruptionen beeinflussen den elektrischen Hautwiderstand. „Deutsche Medizinische Wochenschrift" 78: 1953 s. 1640-1641.
 22. Iniuszin W.M. et al.: O biologiceskoj suszcznosti effiekta Kirlian. Koncepcja biologiceskoj plazmy. Alma-Ata 1968. Kazachskij Gosud. Uniw. im. Kirowa.
 23. Janowski J.: Magnetyzm ziemski. PWN. Warszawa 1958.
 24. Keller G.V., Jackson D.B., Rapola A.: Magnetic Noise Preceding the August Summit Eruption of Kileaua Volcano. „Science" 175: 1972 s. 1457-1458.
 25. Koenig A., Ankermueller F.: Ueber den Einfluss auf Menschen besonderer niederfrequenten Vorgaenge in Erdatmosphäre. „Naturwissenschaften" 47: 1960 s. 496-500.
 26. Kopp J.: Der heutige Stand der Untersuchungen ueber den Erdstrahlung. „Grenzgebiete der Wissenschaft" 1972 s. 229-231.
 27. Kryszewski M.: Półprzewodniki wielkocząsteczkowe. Warszawa 1968.
 28. Kubicz J.: Paramagnetyczne przesunięcie elektronowe we krwi i organizmie człowieka w zależności od sposobu ułożenia wzdłuż linii pola magnetycznego ziemskiego. Referat wygłoszony na posiedzeniu Wrocławskiego Oddz. Pol. Tow. Fizjologicznego w dniu 28 XI 1966
 29. Lanzerotti L.J., Lie H.P., Tortaglia N.A.: Ionospheric Effects of the Transmission of Ultra-low Frequency Plasma Waves. „Science" 178: 1972 s. 499-501.
 30. Manczarski S.: Plazma elektronowa w środowisku biologicznym. „Postępy Fizyki" 20: 1969 s. 381-384.
 31. Mergentaler J.: Słońce. Warszawa 1958.
 32. Mueller J.: Zur Wirkung elektrischer Felder auf Organismen. „Biologische Rundschau" 7 1970 s. 412-413.
 33. Parczewski W.: Problemy XV Zgromadzenia Generalnego Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (Moskwa 2-14 VIII 1971). „Nauka Polska" 2: 1972 s. 90-97.
 34. Presman A.S.: Pola elektromagnetyczne a żywa przyroda. Warszawa 1971
 35. Pokorny A.D.: Sunspots, Suicide and Homicide. „Diseases of Nervous System" 27: 1966 s. 347-348.
 36. Reiter R.: Meteorobiologie und Elektrizitaet der Atmosphäre. Leipzig 1960.
 37. Reiter R.: Nachweis der biologischen Wirksamkeit elektrischer Wechselfelder niedriger Frequenz. „Naturwissenschaften" 41: 1954 s. 22-23.
 38. Reiter R.: Wetter und Zahl der Geburten. „Deutsche Medizinische Wochenschrift" 77 1952 s. 1605-1609.

39. Reiter R.: Zur Bedeutung der atmosphärischen Langwellen („Infrawellenstörungen“) in der statistischen Biometeorologie. „Archiv fuer physikalische Therapie“ 6: 1954 s. 213.
40. Roberts R.C., Cooley M.S.: Observations of the Andromeda Galaxy at 11-centimeter Wavelength. „Science“ 156: 1967 s. 1087-1088.
41. Robinson N.: Electrical Properties of Atmosphere. W: S.W. Tromp. Medical Biometeorology. Weather Climate and the Living Organism. Amsterdam-London-New York 1963 s. 71-80. Elsevier.
42. Rosenberg B.: Electrical Conductivity of Proteins. „Nature“ 193: 1962 s. 364-365.
43. Rusajew W.P., Kuksinskij W.E.: Diejstwie izluczenia elektromagnitnogo pola na koagulociezskije i fibrinolitiezskije swojstwa krwi. „Biofizika“ 28: 1973 s. 160-162.
44. Rylska T.: Promieniowanie tzw. mitogenetyczne pączkujących drożdży i narośli rakowatej ziemiaka. „Annales Universitatis Marie Curie-Skłodowska“ sec. C. 13: 1948 s. 355-505.
45. Sedlak W.: ABC elektromagnetycznej teorii życia. „Kosmos A“ 18: 1969 s. 165-174.
46. Sedlak W.: Bioplazma – nowy stan materii. W: Materiały z I Konferencji poświęconej Bioplazmie - Lublin 9 maja 1973 r. Katolicki Uniwersytet Lubelski. Lublin 1976.
47. Sedlak W.: Elektrostaza i ewolucja biologiczna. „Roczniki Filozoficzne“ 15: 1967 z.3 s. 31-58.
48. Schuman W.D., Roher L.L., Koenig H.L.: Experimentale Untersuchungen Wellen in Erdatmosphäre mit 4-40 sek. Periodendauer. „Naturwissenschaften“ 53: 1966 s. 79.
49. Szent-Gyorgyi A.: Towards a New Biochemistry? „Science“ 93: 1941 s. 609-611.
50. Tait H.J.: Water in Biological Systems. „Nature“ 230: 1971 s. 91-94.
51. Shock N.W. et al.: Age Differences in the Water Content of the Body as Related to Basal Oxygen Consumption in Males. „Journal of Gerontology“ 18: 1963 s. 1-8.
52. Wever R.: Einfluss schwacher elektro-magnetischer Felder auf die zirkadiane Periodik des Menschen. „Naturwissenschaften“ 55: 1968 s. 29-32.
53. Willis M.P.: Radio-frequency Magnetic Fluctuations. „Nature“ 161: 1971 s. 887-888.
54. Władimirskij B.M.: O wozmożnych faktorach soniecznoj aktiwnosti wlijajuščich na prociessy w biosferie. W: Wlijanie soniecznoj aktiwnosti na atmosferu i biosferu Ziemli. Moskwa 1971 s. 126-141. Nauka.
55. Yaski T.: Radio Waves and Life. „Radio-Electronics“ 1960 s. 43-45.

THE INFLUENCE OF NATURAL ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON MAN: RADIO AND ULTRA-LOW FREQUENCIES.

Summary

The purpose of the paper is to present the sources of electromagnetic radiation existing in environment which are not the effects of man's civilising action, and their influence upon man. In the first part of the paper the natural sources of radiation, classified as geophysical and extraterrestrial sources, are shortly reviewed. Next examples of influence of natural electromagnetic radiation upon man are presented. The main problem of the third part of paper is: how can radiation of such low intensity and extremely small quanta of energy influence a living system. In author's opinion Sedlak's concept of bioplazma provides a good basis for understanding of this influence: the physical plasma, which exists in the whole organism and in its regulating systems must receive all kind of signals of field nature.