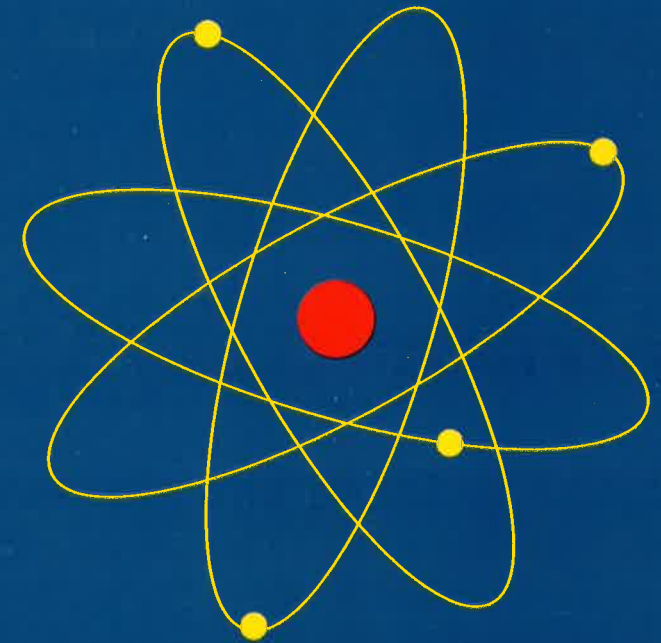


*BEZPIECZEŃSTWO
JĄDROWE*

i

*OCHRONA
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 21 – 1994
Warszawa

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	2
Konwencja bezpieczeństwa jądrowego (Convention on nuclear safety)	3
Umowa między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Republiki Białorusi	12
Tadeusz Musiałowicz Odpowiedniki polskie niektórych terminów angielskich stosowanych w dziedzinie bezpieczeństwa radiacyjnego	15
Tadeusz Musiałowicz Bezpieczeństwo radiacyjne	20
Bożena Gostkowska, Andrzej Merta Podstawowe wielkości, jednostki, wzory obliczeniowe i wskaźniki stosowane w ochronie radiologicznej	26
Eugeniusz Dziuk Radiacyjny Ośrodek Intensywnej Pomocy (Radiation Emergency Assistance Center – REAC)	28

Wydawca
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

Redakcja: 00-921 Warszawa, ul. Krucza 36
tel. 29 85 93, 628 02 41 w. 446

Redaktor Naczelny
LESZEK MŁYNARCZYK

Przewodniczący Rady Programowej
WITOLD ŁADA

ISSN 0867-4752

Druk: WEMA

Szanowni Państwo,

Wznowienie przez Państwową Agencję Atomistyki wydawania kwartalnika „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” zostało życzliwie przyjęte przez naszych Szanownych Czytelników. Świadczą o tym liczne listy, które otrzymaliśmy po ukazaniu się 20. numeru pisma. Wszystkim, którzy zechcieli do nas napisać, podzielić się swoimi uwagami, również krytycznymi, a także wyrazić sugestie i propozycje serdecznie dziękujemy.

Jesteśmy szczególnie wdzięczni Panu Prof. K. Przewłockiemu, Panu Prof. S. Chwaszczewskiemu i Panu Prof. M. Gembickiemu za ich wnikliwe i szczegółowe uwagi dotyczące zarówno merytorycznej treści jak i formy pisma, a także liczne propozycje tematyczne do kolejnych edycji.

Wszystkie uwagi, propozycje i postulaty naszych Szanownych Czytelników Redakcja zamierza wykorzystać w przygotowaniu kolejnych numerów kwartalnika.

Przekazując Państwu 21. numer kwartalnika mamy nadzieję, iż wzbudzi on nie mniejsze zainteresowanie niż poprzedni.

Główny Inspektor Dozoru Jądrowego

KONWENCJA BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO

Convention on nuclear safety

WSTĘP

UMAWIAJĄCE SIĘ STRONY

- (I) Świadome jakie znaczenie dla społeczności międzynarodowej ma pewność, że wykorzystywanie energii jądrowej odbywa się w sposób bezpieczny, regulowany przepisami i nie zagrażający środowisku;
- (II) Potwierdzając konieczność dalszego popierania wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego na całym świecie;
- (III) Potwierdzając, że odpowiedzialność za bezpieczeństwo jądrowe spoczywa na Państwie, jurysdykcji którego podlega obiekt jądrowy;
- (IV) Pragnąc propagować skuteczną kulturę bezpieczeństwa jądrowego;
- (V) Świadome, że awarie w obiektach jądrowych mogą mieć potencjalnie skutki międzynarodowe;
- (VI) Mając na względzie Konwencję o ochronie fizycznej materiałów jądrowych (1979), Konwencję o wczesnym powiadomieniu o awarii jądrowej (1986) oraz Konwencję o pomocy w przypadku awarii jądrowej lub zagrożenia radiologicznego (1986);
- (VII) Potwierdzając znaczenie współpracy międzynarodowej dla umocnienia bezpieczeństwa jądrowego poprzez funkcjonowanie istniejących umów dwu- i wielostronnych oraz przez ustanowienie niniejszej Konwencji;
- (VIII) Uznając, że Konwencja ta nakłada zobowiązanie do stosowania raczej podstawowych zasad bezpieczeństwa dla obiektów jądrowych niż szczegółowych

- (IX) Potwierdzając potrzebę pilnego rozpoczęcia opracowania międzynarodowej konwencji dotyczącej bezpiecznej gospodarki odpadami promieniotwórczymi, gdy tylko toczący się proces opracowania podstawowych zasad bezpieczeństwa odnoszących się do tego zagadnienia zakończy się osiągnięciem szerokiego, międzynarodowego porozumienia;
- (X) Uznając pożyteczność dalszych prac technicznych, dotyczących bezpieczeństwa na innych stadiach jądrowego cyklu paliwowego oraz tego, że prace te mogą z czasem ułatwić rozwój istniejących lub przyszłych instrumentów międzynarodowych;

UZGODNIŁY co następuje:

ROZDZIAŁ 1. CELE, DEFINICJE I ZAKRES STOSOWANIA

ARTYKUŁ 1. CELE

Niniejsza Konwencja ma na celu:

- (I) osiągnięcie i utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa jądrowego na świecie poprzez poprawę wykorzystania środków krajowych oraz współpracy międzynarodowej, w tym także współpracy technicznej związanej z bezpieczeństwem, tam gdzie jest to uzasadnione;

Konwencja została podpisana w dniu 20 września 1994 roku w imieniu Rzeczypospolitej Polskiej przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki, działającego na mocy pełnomocnictwa Prezydenta RP, wystawionego 7 września 1994 roku. Zgodnie z postanowieniem jej art. 30 ust. 2 oraz z zasadami polskiego prawa wewnętrznego, Konwencja Bezpieczeństwa Jądrowego jako międzynarodowa umowa państwowa podlega ratyfikacji. Po jej ratyfikowaniu tekst Konwencji oraz oświadczenie rządowe o złożeniu dokumentów ratyfikacyjnych podlegają ogłoszeniu w Dzienniku Ustaw RP.

- (II) ustanowienie i utrzymanie w obiektach jądrowych skutecznych zabezpieczeń przed powstaniem potencjalnych zagrożeń radiologicznych, aby chronić poszczególnych ludzi, społeczeństwo i środowisko naturalne przed szkodliwymi skutkami promieniowania jonizującego pochodzącego z takich obiektów;
- (III) zapobieganie awariom pociągającym za sobą skutki radiologiczne oraz łagodzenie takich skutków jeśli już powstały.

ARTYKUŁ 2. DEFINICJE

W niniejszej Konwencji określenie:

- (I) „obiekt jądrowy”, oznacza dla każdej z Umawiających się Stron każdą położoną na lądzie cywilną siłownię jądrową podlegającą jej jurysdykcji, włącznie ze znajdującymi się na tym samym terenie i bezpośrednio związanymi z eksploatacją siłowni, obiektami i urządzeniami służącymi do magazynowania, przemieszczania i obróbki materiałów promieniotwórczych. Siłownia taka przestaje być obiektem jądrowym, gdy wszystkie jądrowe elementy paliwowe są na stałe usunięte z rdzenia reaktora i bezpiecznie zmagazynowane zgodnie z zatwierdzonymi procedurami i gdy organ nadzorujący zaakceptował program likwidacji siłowni.
- (II) „organ nadzorujący” oznacza dla każdej z Umawiających się Stron organ lub organy uprawnione przez nią do wydawania zezwoleń oraz do sprawowania nadzoru prawnego lokalizacji, projektowania, budowy, rozruchu, eksploatacji lub likwidowania obiektów jądrowych.
- (III) „zezwolenie” oznacza wszelkie upoważnienie wydawane wnioskodawcy przez organ nadzorujący, a dotyczące ponoszenia odpowiedzialności za lokalizację, projektowanie, budowę, rozruch, eksploatację lub likwidację obiektów jądrowych.

ARTYKUŁ 3. ZAKRES STOSOWANIA

Postanowienia niniejszej Konwencji mają zastosowanie do bezpieczeństwa obiektów jądrowych.

ROZDZIAŁ 2. ZOBOWIĄZANIA

(a) Ustalenia Ogólne

ARTYKUŁ 4. ŚRODKI WDRAŻANIA

Każda z Umawiających się Stron podejmie w ramach jej prawa wewnętrznego działania prawne, nadzorcze i administracyjne oraz inne kroki konieczne dla wypełnienia zobowiązań przyjętych zgodnie z niniejszą Konwencją.

ARTYKUŁ 5. SPRAWOZDAWANIE

Każda z Umawiających się Stron, przed każdym ze spotkań wymienionych w Artykule 20, przedstawi do przeglądu sprawozdanie dotyczące kroków podjętych w celu wdrożenia każdego z wynikających z niniejszej Konwencji zobowiązań.

ARTYKUŁ 6. ISTNIEJĄCE OBIEKTY JĄDROWE

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia dokonania jak najszybszego przeglądu i oceny bezpieczeństwa obiektów jądrowych, istniejących w momencie gdy niniejsza Konwencja zacznie obowiązywać daną Umawiającą się Stronę. W przypadkach koniecznych w świetle tej Konwencji, Umawiająca się Strona zapewni pilne wykonanie wszelkich praktycznie uzasadnionych działań prowadzących do poprawienia bezpieczeństwa obiektów jądrowych. Jeśli takiej poprawy nie można osiągnąć, należy wdrożyć plany zamknięcia obiektu jądrowego tak szybko, jak jest to praktycznie możliwe. Termin takiego wyłączenia może uwzględniać zarówno sytuację energetyczną oraz możliwe alternatywy, jak również skutki społeczne, środowiskowe i ekonomiczne.

(b) Ustawodawstwo i przepisy

ARTYKUŁ 7. USTAWODAWSTWO I PRZEPISY

1. Każda z Umawiających się Stron ustanowi i wprowadzi w życie akty prawne i przepisy z zakresu bezpieczeństwa obiektów jądrowych.
2. Ustawodawstwo i przepisy uwzględnią:
- (I) określenie stosownych krajowych wymagań i przepisów bezpieczeństwa;
- (II) system udzielania zezwoleń odnoszących się do obiektów jądrowych oraz zakaz eksploatacji obiektu jądrowego bez zezwolenia;
- (III) system dozorowej inspekcji i oceny obiektów jądrowych dla zapewnienia zgodności odpowiednich przepisów i przestrzegania warunków zezwoleń;
- (IV) egzekwowanie stosowania odpowiednich przepisów i przestrzegania warunków zezwoleń, obejmujące zawieszenie, zmianę lub cofnięcie zezwolenia.

ARTYKUŁ 8. ORGAN NADZORUJĄCY

1. Każda z Umawiających się Stron ustanowi lub wyznaczy organ nadzorujący, któremu powierzy wdrażanie ustawodawstwa i przepisów, o których mowa w Artykule 7, i który wyposaży w odpowiednie uprawnienia, kompetencje oraz środki finansowe i kadrowe potrzebne do wypełniania przypisanych mu obowiązków.
2. Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki w celu zapewnienia skutecznego rozdzielenia funkcji organu nadzorującego od funkcji dowolnego innego organu lub organizacji, dotyczących promocji lub wykorzystywania energii jądrowej.

ARTYKUŁ 9. ODPOWIEDZIALNOŚĆ POSIADACZA ZEZWOLENIA

Każda z Umawiających się Stron zapewni, by zasadnicza odpowiedzialność za bezpieczeństwo obiektu jądrowego spoczywała na posiadaczu stosownego zezwolenia, a także

podejmie właściwe kroki w celu zagwarantowania, że każdy posiadacz zezwolenia wywiąże się ze swych zobowiązań.

(c) Ogólne Względy Bezpieczeństwa

ARTYKUŁ 10. PRIORYTET BEZPIECZEŃSTWA

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki w celu zapewnienia, by wszystkie organizacje zaangażowane w działalność bezpośrednio związaną z obiektami jądrowymi ustanowiły zasady postępowania nadające należny priorytet bezpieczeństwu jądrowemu.

ARTYKUŁ 11. ŚRODKI FINANSOWE I KADROWE

1. Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia właściwych środków finansowych na utrzymanie bezpieczeństwa każdego obiektu jądrowego przez cały okres jego istnienia.
2. Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by przez cały okres istnienia każdego z obiektów jądrowych wszelka działalność mogąca mieć wpływ na bezpieczeństwo jego działania, prowadzona w obiekcie lub na jego rzecz, prowadzona była przez odpowiednio liczny, wykwalifikowany personel, posiadający odpowiednie wykształcenie i przygotowanie zawodowe oraz okresowo doszkalany.

ARTYKUŁ 12. CZYNNIKI LUDZKIE

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by możliwości i ograniczenia działań człowieka były uwzględniane przez cały okres istnienia obiektu jądrowego.

ARTYKUŁ 13. ZAPEWNIENIE JAKOŚCI

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zagwarantowania opracowania i wdrożenia programów zapewnienia jakości, które zagwarantują spełnianie określonych wymagań odnoszących się do wszelkich działań ważnych dla bezpieczeństwa jądrowego przez cały okres istnienia obiektu jądrowego.

ARTYKUŁ 14. OCENA I POTWIERDZENIE BEZPIECZEŃSTWA

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by:

- (I) szerokie i systematyczne oceny bezpieczeństwa były przeprowadzane przed przystąpieniem do budowy i rozruchu obiektu jądrowego oraz w czasie jego istnienia. Oceny takie muszą być dobrze udokumentowane, aktualizowane w świetle doświadczeń eksploatacyjnych i pojawienia się nowych informacji, istotnych dla bezpieczeństwa, a także muszą być poddawane przeglądowi przez organ nadzorujący, lub w jego imieniu;
- (II) weryfikacja polegająca na dokonywaniu analiz, nadzoru, badań i kontroli była przeprowadzana dla zapewnienia, że fizyczny stan i eksploatacja obiektu jądrowego są zgodne z odpowiednimi projektami, krajowymi wymaganiami bezpieczeństwa oraz z ograniczeniami i warunkami eksploatacyjnymi.

ARTYKUŁ 15. OCHRONA PRZED PROMIENIOWANIEM

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by we wszystkich stanach eksploatacyjnych narażenie na promieniowanie pracowników i ludności spowodowane przez obiekt jądrowy było tak małe, jak to jest praktycznie możliwe oraz by nikt nie był narażony na dawki promieniowania przekraczające ustalone krajowe dawki graniczne.

ARTYKUŁ 16. PRZYGOTOWANIE NA WYPADEK AWARII

1. Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia istnienia, rutynowo testowanych w obiektach jądrowych, planów postępowania w przypadku awarii obejmujących zarówno same obiekty, jak i teren poza nimi oraz uwzględniających działania, jakie będą wykonywane w sytuacji awaryjnej.
Dla każdego nowego obiektu jądrowego plany takie będą przygotowane i sprawdzone

przed rozpoczęciem eksploatacji powyżej niskiego poziomu mocy ustalonego przez organ nadzorujący.

2. Każda z Umawiających się Stron podejmie należyte kroki dla zapewnienia, by odpowiednio do prawdopodobieństwa dotknięcia ich skutkami wypadku radiologicznego, jej własna ludność i właściwe organy Państw sąsiadujących z obiektem jądrowym otrzymały stosowne informacje potrzebne do planowania postępowania awaryjnego i do realizacji samego postępowania.
3. Umawiające się Strony, które na swoim terytorium nie mają obiektów jądrowych, o ile istnieje prawdopodobieństwo dotknięcia ich skutkami wypadku radiologicznego w obiekcie jądrowym znajdującym się w ich sąsiedztwie, podejmą właściwe kroki dla przygotowania i przetestowania planów postępowania awaryjnego na ich terytoriach, obejmujących działania podejmowane w razie takiej awarii.

(d) Bezpieczeństwo Obiektów

ARTYKUŁ 17. LOKALIZACJA

Każda z Umawiających się Stron podejmie właściwe kroki dla zapewnienia opracowania i wdrożenia odpowiednich procedur służących do:

- (I) oceny wszystkich istotnych czynników związanych z lokalizacją, mogących wpływać na bezpieczeństwo obiektu jądrowego w całym planowanym okresie jego istnienia;
- (II) oceny prawdopodobnego wpływu proponowanego obiektu jądrowego na bezpieczeństwo osób, społeczeństwa i środowiska;
- (III) ponownej oceny, w razie konieczności, wszystkich istotnych czynników, o których mowa w pp. (I) i (II), w takim stopniu, by zapewnić ciągłą wiarygodność obiektu jądrowego pod względem jego bezpieczeństwa;
- (IV) konsultowania się z Umawiającymi się Stronami sąsiadującymi z planowanym obiektem jądrowym, o ile prawdopodobne jest, że mogą one odczuwać skutki

jego istnienia, oraz do przedkładania na życzenie takich Umawiających się Stron informacji koniecznych im do dokonania własnej oceny możliwego wpływu obiektu jądrowego na bezpieczeństwo ich własnego terytorium.

ARTYKUŁ 18. PROJEKTOWANIE I BUDOWA

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by:

- (I) projektowanie i budowa obiektu jądrowego uwzględniały kilka poziomów bezpieczeństwa i metod ochrony (tzw. ochrona wielopoziomowa) przed uwolnieniem materiałów promieniotwórczych, co ma na celu zapobieganie awariom oraz ograniczanie ich skutków radiologicznych, które mogłyby mieć miejsce;
- (II) technologie zastosowane w projekcie i budowie obiektów jądrowych były wypróbowane w praktyce lub sprawdzone za pomocą testowania lub analizy;
- (III) projekt obiektu jądrowego umożliwiał pewną, stabilną i łatwą pod względem zarządzania eksploatację, przy szczególnym uwzględnieniu czynników ludzkich i czynników związanych ze współdziałaniem człowieka i urządzeń technicznych.

ARTYKUŁ 19. EKSPLOATACJA

Każda z Umawiających się Stron podejmie odpowiednie kroki dla zapewnienia, by:

- (I) zgoda na eksploatację obiektu jądrowego była wydana na podstawie odpowiednich analiz bezpieczeństwa i programu rozruchu, wykazujących że obiekt jest zbudowany zgodnie z projektem i wymaganiami bezpieczeństwa;
- (II) eksploatacyjne ograniczenia i warunki, wyznaczone na podstawie analizy bezpieczeństwa, testów i doświadczenia eksploatacyjnego, były zdefiniowane i w miarę potrzeb modyfikowane tak, aby określać granice bezpiecznej eksploatacji;

- (III) eksploatacja, konserwacja, kontrole i testy obiektu jądrowego były prowadzone zgodnie z zatwierdzonymi procedurami;
- (IV) opracowano procedury postępowania w razie przewidywanych zdarzeń eksploatacyjnych i awarii;
- (V) konieczne wsparcie inżynierskie i techniczne we wszelkich dziedzinach związanych z bezpieczeństwem było dostępne przez cały okres istnienia obiektu jądrowego;
- (VI) zdarzenia ważne dla bezpieczeństwa były na bieżąco zgłaszane przez posiadacza odpowiedniego zezwolenia organowi nadzorującemu;
- (VII) ustanowione były programy zbierania i analizowania doświadczeń eksploatacyjnych takie, aby uzyskane wyniki i wyciągane wnioski mogły służyć do podjęcia odpowiednich działań, a istniejące mechanizmy były wykorzystywane do wymiany ważnych doświadczeń z organizacjami międzynarodowymi oraz z innymi instytucjami eksploatującymi i organami nadzorującymi;
- (VIII) wytwarzanie odpadów promieniotwórczych, powstających w wyniku eksploatacji obiektu jądrowego, było utrzymywane na najniższym praktycznie możliwym dla danego procesu poziomie, zarówno pod względem aktywności jak i objętości, oraz by wszelka konieczna obróbka i przechowywanie wypalonego paliwa i odpadów, bezpośrednio związane z eksploatacją i prowadzone na terenie samego obiektu jądrowego, uwzględniały procesy ostatecznego przerobu i składowania.

ROZDZIAŁ 3. SPOTKANIA UMAWIAJĄCYCH SIĘ STRON

ARTYKUŁ 20. SPOTKANIA PRZEGLĄDOWE

1. Umawiające się Strony będą organizować spotkania (zwane dalej „spotkaniami przeglądowymi”) w celu dokonania przeglądu

sprawozdań przedkładanych stosownie do postanowień Artykułu 5, zgodnie z procedurami przyjętymi na podstawie Artykułu 22.

- Zgodnie z postanowieniami Artykułu 24, podgrupy złożone z przedstawicieli Umawiających się Stron mogą być powoływane i mogą działać w czasie spotkań przeglądowych, o ile jest to konieczne dla dokonania przeglądu konkretnych, zawartych w sprawozdaniach zagadnień.
- Każda z Umawiających się Stron będzie mieć odpowiednią możliwość omówienia sprawozdań przedłożonych przez inne Strony i uzyskania wyjaśnień, dotyczących takich sprawozdań.

ARTYKUŁ 21. HARMONOGRAM

- Spotkanie przygotowawcze Umawiających się Stron odbędzie się nie później niż w ciągu sześciu miesięcy od momentu wejścia w życie niniejszej Konwencji.
- Podczas tego spotkania przygotowawczego Umawiające się Strony określą termin pierwszego spotkania przeglądowego. To spotkanie przeglądowe powinno się odbyć jak najwcześniej, jednak nie później niż po trzydziestu miesiącach od momentu wejścia w życie niniejszej Konwencji.
- Podczas każdego spotkania przeglądowego Umawiające się Strony ustalą datę następnego takiego spotkania. Odstęp czasu między kolejnymi spotkaniami przeglądowymi nie może przekraczać trzech lat.

ARTYKUŁ 22. USTALENIA PROCEDURALNE

- Podczas spotkania przygotowawczego, zorganizowanego stosownie do postanowień Artykułu 21, Umawiające się Strony przygotowują i przyjmują na zasadzie konsensusu Zasady Proceduralne i Zasady Finansowe. Umawiające się Strony zgodnie z Zasadami Proceduralnymi ustalą w szczególności:
 - wytyczne, dotyczące formy i struktury sprawozdania składanego stosownie do postanowień Artykułu 5;
 - termin złożenia takiego sprawozdania;

(III) proces dokonywania przeglądu takich sprawozdań.

- Podczas spotkań przeglądowych, w miarę konieczności, Umawiające się Strony mogą dokonywać przeglądu ustaleń podjętych zgodnie z pp. (I) – (III), i wprowadzać do nich korekty na zasadzie konsensusu, o ile Zasady Proceduralne nie będą stanowiły inaczej. Mogą one również na zasadzie konsensusu dokonać poprawek w Zasadach Proceduralnych i Zasadach Finansowych.

ARTYKUŁ 23. SPOTKANIA NADZWYCZAJNE

Nadzwyczajne spotkanie Umawiających się Stron będzie zwołane w następujących przypadkach:

- jeżeli tak postanowi większość Umawiających się Stron obecnych i głosujących podczas spotkania, przy czym wstrzymanie się od głosu jest traktowane jako głosowanie;
- na pisemne żądanie jednej z Umawiających się Stron, w ciągu sześciu miesięcy od przekazania tego żądania Umawiającym się Stronom i otrzymania przez Sekretariat, o którym mowa w Artykule 28, powiadomienia, że żądanie to zostało poparte przez większość Umawiających się Stron.

ARTYKUŁ 24. UCZESTNICTWO

- Każda z Umawiających się Stron uczestniczy w spotkaniach Umawiających się Stron i jest reprezentowana podczas takich spotkań przez jednego delegata oraz zastępców, ekspertów i doradców, których uzna za konieczne.
- Umawiające się Strony mogą na zasadzie konsensusu zaprosić dowolną rządową organizację międzynarodową, której kompetencje dotyczą dziedzin objętych niniejszą Konwencją, do udziału w charakterze obserwatora w dowolnym spotkaniu lub w konkretnym posiedzeniu takiego spotkania. Obserwatorzy będą zobowiązani do uprzedniego pisemnego potwierdzenia akceptacji postanowień Artykułu 27.

ARTYKUŁ 25. SPRAWOZDANIA PODSUMOWUJĄCE

Umawiające się Strony przyjmują na zasadzie konsensusu i udostępnią opinii publicznej dokument odnoszący się do zagadnień omawianych podczas spotkania oraz do osiągniętych konkluzji.

ARTYKUŁ 26. JĘZYKI

- Spotkania umawiających się Stron będą prowadzone w językach: angielskim, arabskim, chińskim, francuskim, hiszpańskim i rosyjskim, o ile Zasady Proceduralne nie stanowią inaczej.
- Sprawozdania składane stosownie do postanowień Artykułu 5 będą sporządzane w języku narodowym składającej Strony lub w jednym, wyznaczonym języku, który będzie uzgodniony w Zasadach Proceduralnych. W przypadku gdy sprawozdanie jest złożone w języku narodowym Strony, innym niż język wyznaczony, Umawiająca się Strona dostarczy tłumaczenie sprawozdania na wyznaczony język.
- Pomimo postanowień ustępu 2, Sekretariat podejmie się odpłatnego tłumaczenia na wyznaczony język sprawozdań złożonych w każdym innym języku spotkania.

ARTYKUŁ 27. POUFNOŚĆ

- Postanowienia niniejszej Konwencji nie naruszają praw i zobowiązań Umawiających się Stron wynikających z ich prawa wewnętrznego i dotyczących ochrony informacji przed ujawnieniem. Dla celów niniejszego Artykułu określenie „informacja” oznacza między innymi: (I) dane osobowe; (II) informacje chronione prawem do własności intelektualnej lub objęte tajemnicą przemysłową albo handlową; (III) informacje dotyczące bezpieczeństwa państwa albo ochrony fizycznej materiałów jądrowych lub obiektów jądrowych.
- Jeżeli w ramach niniejszej Konwencji Umawiająca się Strona dostarcza informacji, określanych przez Nią jako chronione w znaczeniu, o którym mowa w ustępie 1, to informacja taka może być wykorzystana

tylko w takim celu, w jakim została udostępniona, a jej poufność będzie zachowana.

- Treść debat prowadzonych podczas przeglądów sprawozdań przez Umawiające się Strony w trakcie każdego ze spotkań będzie poufna.

ARTYKUŁ 28. SEKRETARIAT

- Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (nazywana dalej „Agencją”) zorganizuje Sekretariat dla spotkań Umawiających się Stron.
- Sekretariat będzie:
 - zwoływać, przygotowywać i obsługiwać spotkania Umawiających się Stron;
 - przekazywać Umawiającym się Stronom informacje otrzymane lub przygotowane zgodnie z postanowieniami niniejszej Konwencji.

Koszty poniesione przez Agencję podczas wypełniania zadań, o których mowa w pp. (I) i (II), obciążą regularny budżet Agencji.

- Umawiające się Strony mogą, na zasadzie konsensusu, wystąpić do Agencji z wnioskiem o zapewnienie innych usług, związanych ze spotkaniami Umawiających się Stron. Agencja może zapewnić takie usługi jeśli mieszczą się one w ramach jej programu i budżetu regularnego. O ile nie będzie to możliwe, Agencja może takie usługi zapewnić pod warunkiem znalezienia dobrowolnego finansowania z innego źródła.

ROZDZIAŁ 4. KLAUZULE KOŃCOWE I INNE POSTANOWIENIA

ARTYKUŁ 29. ROZSTRZYGANIE KWESTII SPORYCH

W przypadku powstania niezgodności między dwiema lub większą liczbą Umawiających się Stron w związku z interpretacją lub stosowaniem niniejszej Konwencji, Umawiające się Strony przeprowadzą konsultacje w ramach spotkania Umawiających się Stron, dążąc do przewyciężenia takich niezgodności.

**ARTYKUŁ 30. PODPISANIE,
RATYFIKACJA, PRZYJĘCIE,
ZATWIERDZENIE, PRZYSTĄPIENIE**

1. Niniejsza Konwencja jest otwarta do podpisu dla wszystkich Państw w siedzibie Agencji w Wiedniu od dnia 20 września 1994 roku do chwili wejścia jej w życie.
2. Niniejsza Konwencja podlega ratyfikacji, przyjęciu lub zatwierdzeniu przez Państwa jej sygnatariuszy.
3. Po jej wejściu w życie, niniejsza Konwencja jest otwarta do przystąpienia dla wszystkich Państw.
4. (I) Niniejsza Konwencja jest otwarta do podpisu lub przystąpienia dla regionalnych organizacji o integrującym lub innym charakterze, o ile organizacja taka jest utworzona przez suwerenne Państwa, a w jej kompetencjach mieszczą się negocjowanie, podejmowanie i wdrażanie międzynarodowych porozumień w dziedzinach objętych Konwencją;
(II) w ramach swych kompetencji organizacje takie w swoim własnym imieniu korzystają z uprawnień i wypełniają zobowiązania, przypisane przez niniejszą Konwencję Państwom będącym jej Stronami;
(III) stając się stroną niniejszej Konwencji organizacja taka przekazuje Depozytariuszowi, o którym mowa w Artykule 34, deklarację wskazującą jakie Państwa są jej członkami, które artykuły Konwencji mają do niej zastosowanie oraz zakres własnych kompetencji w dziedzinach objętych tymi artykułami;
(IV) taka organizacja nie będzie dysponować dodatkowym głosem, poza głosami Państw Członkowskich.
5. Dokumenty ratyfikacji, przyjęcia, zatwierdzenia lub przystąpienia do Konwencji są złożone u Depozytariusza.

ARTYKUŁ 31. WEJŚCIE W ŻYCIE

1. Niniejsza Konwencja wejdzie w życie w dziewięćdziesiątym dniu od daty złożenia u Depozytariusza dwudziestego drugiego dokumentu ratyfikacji, przyjęcia

lub zatwierdzenia, pod warunkiem, że są wśród nich dokumenty siedemnastu Państw, z których każde posiada co najmniej jeden obiekt jądrowy, w którym rdzeń reaktora osiągnął stan krytyczny.

2. Dla każdego Państwa lub organizacji regionalnej o charakterze integracyjnym lub innym, które ratyfikują, przyjmą, zatwierdzą lub przystąpią do niniejszej Konwencji po dacie złożenia ostatniego dokumentu, koniecznego do spełnienia warunków przedłożonych w ustępie 1., niniejsza Konwencja wejdzie w życie w dziewięćdziesiątym dniu od daty złożenia Depozytariuszowi odpowiedniego dokumentu przez takie Państwo lub organizację.

**ARTYKUŁ 32. POPRAWKI
DO KONWENCJI**

1. Każda z Umawiających się Stron może zaproponować poprawki do niniejszej Konwencji. Proponowane poprawki będą rozpatrywane podczas spotkania przeglądowego lub spotkania nadzwyczajnego.
2. Tekst proponowanej poprawki wraz z uzasadnieniem jest dostarczany Depozytariuszowi, który przekazuje niezwłocznie propozycję Umawiającym się Stronom i co najmniej na dziewięćdziesiąt dni przed spotkaniem, na którym propozycja taka miałaby być rozpatrywana. Wszelkie otrzymane przez Depozytariusza komentarze, dotyczące takiej propozycji, są przez niego przekazywane Umawiającym się Stronom.
3. Po rozpatrzeniu proponowanej poprawki Umawiające się Strony zadecydują, czy będzie ona przyjęta na zasadzie konsensusu, czy też – wobec jego braku – zostanie przedłożona Konferencji Dyplomatycznej. Podjęcie decyzji o przedłożeniu proponowanej poprawki Konferencji Dyplomatycznej wymaga uzyskania większości dwóch trzecich głosów Stron obecnych i głosujących podczas spotkania, pod warunkiem obecności podczas głosowania co najmniej połowy Umawiających się Stron. Wstrzymanie się od głosu będzie traktowane jak udział w głosowaniu.

4. Konferencja Dyplomatyczna jest zwoływana przez Depozytariusza w celu rozpatrzenia i przyjęcia poprawek do niniejszej Konwencji nie później niż w rok po podjęciu odpowiedniej decyzji, zgodnie z ustępem 3 niniejszego Artykułu. Konferencja Dyplomatyczna podejmie wszelkie starania, aby zapewnić przyjęcie poprawek na zasadzie konsensusu. Gdy nie będzie to możliwe, poprawki zostają przyjęte większością dwóch trzecich głosów wszystkich Umawiających się Stron.
5. Poprawki do niniejszej Konwencji, przyjęte stosownie do postanowień ustępów 3 i 4 Artykułu 32 podlegają ratyfikacji, przyjęciu, zatwierdzeniu lub potwierdzeniu przez umawiające się Strony i wejdą w życie dla tych Umawiających się Stron, które je ratyfikowały, przyjęły, zatwierdziły lub potwierdziły, w dziewięćdziesiątym dniu po otrzymaniu przez Depozytariusza odpowiednich dokumentów od co najmniej trzech czwartych Umawiających się Stron. Dla Umawiającej się Strony, która ratyfikuje, przyjmie, zatwierdzi lub potwierdzi wspomniane poprawki później, wejdą one w życie w dziewięćdziesiątym dniu od złożenia przez Umawiającą się Stronę odpowiedniego dokumentu.

ARTYKUŁ 33. WYPOWIEDZENIE

1. Każda z Umawiających się Stron może wypowiedzieć niniejszą Konwencję, przekazując pisemne powiadomienie Depozytariuszowi.
2. Wypowiedzenie wejdzie w życie po roku od daty otrzymania powiadomienia przez Depozytariusza lub w terminie późniejszym, określonym w powiadomieniu.

ARTYKUŁ 34. DEPOZYTARIUSZ

1. Depozytariuszem niniejszej Konwencji jest Dyrektor Generalny Agencji.
2. Depozytariusz informuje Umawiające się Strony o:
(I) podpisaniu niniejszej Konwencji oraz o przekazaniu dokumentów dotyczących ratyfikacji, przyjęcia, zatwierdzenia lub przystąpienia do Konwencji, zgodnie z postanowieniami Artykułu 30;
(II) dacie wejścia Konwencji w życie, zgodnie z postanowieniami Artykułu 31;
(III) powiadomieniu o wypowiedzeniu Konwencji oraz o terminie tego wypowiedzenia, zgodnie z postanowieniami Artykułu 33;
(IV) proponowanych poprawkach do niniejszej Konwencji, przedstawionych przez umawiające się Strony, poprawkach przyjętych przez odpowiednią Konferencję Dyplomatyczną lub przez spotkanie Umawiających się Stron oraz o dacie wejścia w życie takich poprawek, zgodnie z postanowieniami Artykułu 32.

ARTYKUŁ 35. TEKSTY ORYGINALNE

Oryginał niniejszej Konwencji – którego teksty w językach: angielskim, arabskim, chińskim, francuskim, hiszpańskim i rosyjskim mają jednakową moc – będzie złożony u Depozytariusza, który przekaze jego uwierzytelnione kopie Umawiającym się Stronom.

UMOWA między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Republiki Białoruś

o wczesnym powiadamianiu o awariach jądrowych i o współpracy w dziedzinie bezpieczeństwa radiologicznego

Rząd Rzeczypospolitej Polskiej i Rząd Republiki Białoruś, zwane dalej „Umawiającymi się Stronami”,

POWOLUJĄC SIĘ na Konwencję o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej z dnia 26 września 1986 roku (zwaną dalej „Konwencją MAEA”),

BIORĄC POD UWAGĘ postanowienia Aktu Końcowego Konferencji Bezpieczeństwa i Współpracy w Europie z dnia 1 sierpnia 1975 roku,

KIERUJĄC SIĘ postanowieniami Traktatu między Rzeczpospolitą Polską i Republiką Białoruś o dobrym sąsiedztwie i przyjaznej współpracy z dnia 23 czerwca 1992 roku,

DAŻĄC do dalszego umacniania współpracy międzynarodowej w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego,

PRZEKONANE, że wszechstronna współpraca obu Państw będzie sprzyjać osiągnięciu wyższego poziomu ich bezpieczeństwa radiologicznego,

UZGODNIŁY, co następuje:

ZAKRES STOSOWANIA

Artykuł 1

Niniejsza Umowa przewiduje wszechstronną wzajemną współpracę w przypadkach wszystkich awarii, o których mowa w Artykułach 1 i 3 Konwencji MAEA, związanych z obiektami i działalnością, zwanymi dalej odpowiednio „obiekt jądrowy” i „działalność jądrowa” oraz współpracę w dziedzinie zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa radiologicznego przy realizacji działalności jądrowej.

WCZESNE POWIADAMIANIE

Artykuł 2

1. Jeżeli na terytorium jednej z Umawiających się Stron w obiekcie jądrowym lub w trakcie

realizacji działalności jądrowej wydarzy się awaria, która spowodowała lub może spowodować radiacyjne skażenie terytorium tej Umawiającej się Strony mogące wpłynąć na bezpieczeństwo radiologiczne drugiej Umawiającej się Strony, to Umawiająca się Strona, na której terytorium nastąpi awaria, niezwłocznie i bezpośrednio powiadomi o tym drugą Umawiającą się Stronę. Dostarczy ona również niezwłocznie posiadane operacyjne informacje, niezbędne do zminimalizowania skutków radiologicznych, zgodnie z ustępem 1 Artykułu 5 Konwencji MAEA.

2. Wstępna informacja, o której mowa w ustępie 1 niniejszego Artykułu, będzie wraz z rozwojem sytuacji uzupełniana stosownymi danymi operacyjnymi tak długo jak długo kompetentne organy Umawiających się Stron uznają to za konieczne.
3. Umawiająca się Strona natychmiast odpowie drugiej Umawiającej się Stronie na jej prośbę o informacje związane z zaistniałą sytuacją awaryjną lub o dowolne inne informacje dotyczące przedmiotu niniejszej Umowy.
4. Jeżeli systemy monitoringu radiacyjnego jednej z Umawiających się Stron zarejestrują, nie związany z obiektami jądrowymi lub działalnością jądrową na jej własnym terytorium, fakt pogorszenia się sytuacji radiologicznej w stosunku do uzgodnionych parametrów, to Strona ta powiadomi o tym niezwłocznie drugą Umawiającą się Stronę i będzie kontynuować informowanie jej o dalszym rozwoju sytuacji.
5. Informację przekazywaną w ramach wczesnego powiadamiania w języku rosyjskim lub angielskim Umawiająca się Strona

otrzymywać będą za pośrednictwem działających całodobowo punktów kontaktowych:
w Rzeczypospolitej Polskiej –
w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa,
teleks: 817885 CELOR PL,
telefon: (48-22) 11 15 15;
w Republice Białoruś –
w Sztabie Obrony Cywilnej
Republiki Białoruś, Mińsk,
teleks: 252490 RAFID,
telefon: (07-0172) 27 65 33.

WYMIANA INFORMACJI

Artykuł 3

1. Umawiające się Strony wymieniają wzajemnie informacje istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa radiologicznego obiektów jądrowych eksploatowanych na ich terytoriach, lub projektowanych, budowanych, będących w stadium rozruchu i wycofywanych lub wycofanych już z eksploatacji, a także stosowne informacje dotyczące działalności jądrowej związanej z ryzykiem radiacyjnego skażenia środowiska naturalnego. Informacje te są uaktualniane w rocznych odstępach czasu i uzupełniane, z uwzględnieniem tego co zostanie uzgodnione przez kompetentne organy, działające zgodnie z Artykułem 5 niniejszej Umowy.
2. Umawiające się Strony będą powiadamiać się wzajemnie o istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa zmianach dotyczących obiektów jądrowych i działalności jądrowej na swoich terytoriach.
3. Umawiające się Strony będą niezwłocznie powiadamiać się wzajemnie o każdym stwierdzonym na ich terytorium przypadku nielegalnej działalności związanej z materiałami jądrowymi, odpadami radioaktywnymi i innymi źródłami promieniowania jonizującego, jeżeli zasadne jest przypuszczenie, że dany przypadek dotyczy także drugiej Umawiającej się Strony.
4. Zakres stosowania i tryb wprowadzania w życie postanowień ustępów 1, 2 i 3 niniejszego Artykułu określane są w drodze uzgodnienia przez kompetentne organy Umawiających się Stron.

5. Umawiająca się Strona, otrzymująca informacje dostarczane stosownie do postanowień niniejszego Artykułu, ma prawo zasięgać u drugiej Umawiającej się Strony dodatkowych niezbędnych informacji dotyczących bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego.

WSPÓŁPRACA

NAUKOWO-TECHNICZNA

Artykuł 4

Umawiające się Strony stwarzają warunki i stymulują rozwój współpracy naukowo-technicznej pomiędzy właściwymi resortami oraz instytucjami naukowymi i społecznymi obu Umawiających się Stron w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego, w tym w dziedzinie radiacyjnego monitoringu środowiska naturalnego.

KOMPETENTNE ORGANY

Artykuł 5

1. Realizację niniejszej Umowy zapewniają kompetentne organy Umawiających się Stron. Kompetentne organy uzgodnią między sobą tryb realizacji wynikających z Umowy zobowiązań.
2. Przedstawiciele kompetentnych organów będą spotykać się w przypadku konieczności lecz nie rzadziej niż raz w roku, w celu uzgodnienia bieżących zagadnień realizacji niniejszej Umowy oraz w celu opracowania wspólnych programów zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa radiologicznego. Czas, miejsce oraz program takich spotkań będą uzgadniane odpowiednio wcześniej.
3. Kompetentnymi organami zapewniającymi realizację niniejszej Umowy są:
w Rzeczypospolitej Polskiej:
Państwowa Agencja Atomistyki;
w Republice Białoruś:
Ministerstwo ds. Nadzwyczajnych Zagrożeń i Ochrony Ludności
przed Skutkami Awarii Czarnobylskiej EJ.
4. W przypadku jakichkolwiek zmian dotyczących kompetentnych organów lub ich punktów kontaktowych, każda Umawiająca się Strona zawiadomi o tym niezwłocznie drugą Umawiającą się Stronę na drodze dyplomatycznej.

POSTANOWIENIA OGÓLNE

Artykuł 6

Umawiające się Strony nie będą domagały się wzajemnie zwrotu żadnych kosztów związanych z wymianą informacji w ramach niniejszej Umowy.

Artykuł 7

Dostarczane informacje dzielą się na dwie kategorie: poufne i jawne. Jeśli Umawiająca się Strona przekazująca informację uzna ją za poufną, to zastrzega ona wobec drugiej Strony poufny charakter tej informacji.

Informacja, zastrzeżona jako poufna będzie wykorzystywana tylko przez odpowiednie kompetentne organy oraz inne instytucje rządowe każdej z Umawiających się Stron, w części ich dotyczącej.

Informacje poufne nie mogą być podane do wiadomości trzecich stron bez pisemnego porozumienia między Umawiającymi się Stronami.

Artykuł 8

Niniejsza Umowa nie narusza zobowiązań wynikających z innych międzynarodowych porozumień, których uczestnikami są Umawiające się Strony.

Artykuł 9

Za zgodą obu Umawiających się Stron, postanowienia niniejszej Umowy mogą być zmieniane i uzupełniane w formie protokołu do niniejszej Umowy.

Artykuł 10

1. W przypadku zaistnienia pomiędzy Umawiającymi się Stronami sporu dotyczącego interpretacji lub stosowania postanowień niniejszej Umowy, Umawiające się Strony przeprowadzą wzajemne konsultacje w celu rozstrzygnięcia sporu na drodze negocjacji pomiędzy kompetentnymi organami obu Umawiających się Stron.
2. Jeśli taki spór między Umawiającymi się Stronami nie będzie mógł być rozstrzygnięty

Sporządzono w Mińsku, w dniu 26 października 1994 roku, w dwóch egzemplarzach, każdy w językach polskim, białoruskim i rosyjskim, przy czym wszystkie teksty posiadają jednakową moc. W przypadku rozbieżności przyjętych interpretacji, tekst rosyjski uważany będzie za rozstrzygający.

Z upoważnienia
Rządu Rzeczypospolitej Polskiej
—/
A. Olechowski

w ciągu sześciu miesięcy od daty wystąpienia z wnioskiem o podjęcie negocjacji przewidzianych w ustępie 1 niniejszego Artykułu, to na żądanie każdej z Umawiających się Stron zostanie on przekazany do arbitrażu lub skierowany do Międzynarodowego Trybunału Sprawiedliwości w celu rozstrzygnięcia. W przypadku przekazania sporu do arbitrażu, jeśli w ciągu sześciu miesięcy od daty zgłoszenia żądania Umawiające się Strony nie będą w stanie osiągnąć porozumienia w sprawie powołania arbitrażu, każda z Umawiających się Stron może zwrócić się do Przewodniczącego Międzynarodowego Trybunału Sprawiedliwości lub do Sekretarza Generalnego Organizacji Narodów Zjednoczonych z prośbą o mianowanie jednego lub więcej arbitrów. W przypadku sprzecznych żądań wysuniętych przez Umawiające się Strony, żądanie z jakim zwrócono się do Sekretarza Generalnego Organizacji Narodów Zjednoczonych, będzie miało priorytet.

Artykuł 11

1. Niniejsza Umowa zostaje zawarta na czas nieokreślony.
2. Każda z Umawiających się Stron notyfikuje drugiej Umawiającej się Stronie zakończenie wewnętrznych procedur niezbędnych do wejścia w życie niniejszej Umowy. Umowa wchodzi w życie następnego dnia po otrzymaniu późniejszej notyfikacji.
3. Każda z Umawiających się Stron może wypowiedzieć niniejszą Umowę w drodze pisemnej notyfikacji takiego zamiaru drugiej Umawiającej się Stronie, dokonanej nie później niż jeden rok przed proponowaną datą utraty mocy Umowy.

Artykuł 12

Umawiające się Strony zgadzają się stosować prowizorycznie postanowienia niniejszej Umowy przed jej wejściem w życie, począwszy od dnia jej podpisania.

Z upoważnienia
Rządu Republiki Białoruś
—/
W. Sieńko

W nazewnictwie polskim brak dotychczas odpowiedników dla wielu terminów angielskich stosowanych w dziedzinie bezpieczeństwa radiacyjnego. Powoduje to, iż w opracowaniach i w literaturze fachowej z tej dziedziny autorzy posługują się różnymi, dość dowolnymi tłumaczeniami terminów angielskich.

Autor, z inicjatywy Państwowej Agencji Atomistyki, podjął próbę opracowania terminów polskich, które w sposób możliwie dokładny oddawałyby treść i znaczenie terminów angielskich.

Państwowa Agencja Atomistyki uważa za konieczne uporządkowanie, ujednoczenie a następnie unormowanie terminologii polskiej w tej dziedzinie. Opracowanie niniejsze, zdaniem PAA, jest znaczącym krokiem do osiągnięcia tego celu. Jednakże nie obejmuje ono całości zagadnienia, a niektóre propozycje autora mogą być kwestionowane i wywoływać dyskusje wśród specjalistów. Oczekujemy takiej dyskusji z przekonaniem, iż przyczyni się ona do wypracowania prawidłowej terminologii polskiej w dziedzinie bezpieczeństwa radiacyjnego.

Redakcja

ODPOWIEDNIKI POLSKIE NIEKTÓRYCH TERMINÓW ANGIELSKICH STOSOWANYCH W DZIEDZINIE BEZPIECZEŃSTWA RADIACYJNEGO

Tadeusz Musiałowicz

OBJAŚNIENIA

Przy terminach angielskich podano przykładowo w nawiasach nazwę organizacji, która stosuje, bądź stosowała dany termin.

Przy terminach polskich podano w nawiasach nazwę przepisów polskich, w których termin i jego określenie jest lub było podane.

Brak określenia dokumentu polskiego oznacza termin proponowany do stosowania przez autora.

SKRÓTY

ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICRU	International Commission on Radiological Units
ISO	International Standard Organization
CEC	Commission of the European Communities
IAEA	International Atomic Energy Agency
ILO	International Labour Office
PN-92/02	Polska Norma PN-92/J-01003-02
PN-92/05	Polska Norma PN-92/J-01003-05
PN-92/13	Polska Norma PN-92/J-01003-13
PN-84/04	Polska Norma PN-84/J-01003-04
PN-86	Polska Norma PN-86/J-80001
PN-88/Z	Polska Norma PN-88/Z-70071

ZPA(D)	Zarządzenie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki 31.03.1988 r.	Ambient Dose Equivalent (ICRU)	Równoważnik dawki przestrzenny (PN-92/02)
PA	Ustawa „Prawo Atomowe” 10.04.1986	Equivalent Dose (ICRP)	Dawka równoważna
ZPA(Sz)	Zarządzenie Prezesa PAA 28.07.1987	Organ Dose (IAEA)	Dawka pochłonięta w narządzie
ZMZPR	Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej oraz Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej 15.12.1969	Collective Dose (IAEA)	Dawka zbiorowa (PN-92/05)
		Effective Dose (IAEA)	Dawka efektywna
		Committed Dose (ICRP)	Dawka obciążająca (PN-92/05)
		Dose Limit (ICRP)	Dawka graniczna (PN-92/05)
Regulatory Body	Organ nadzorujący	Dose Rate (IAEA)	Moc dawki
Regulatory Authority (IAEA)	Urząd nadzorujący	Avertable Dose (IAEA)	Dawka, której można uniknąć lub dawka zaoszczędzona
Competent Authority (ILO)	Urząd kompetentny	Genetically significant dose (ICRP)	Dawka genetycznie znacząca (PN-92/05)
Radiation Protection (IAEA)	Ochrona radiologiczna (PA)	Operational limit	Limit roboczy (PN-92/05)
Containment (IAEA)	Obudowa bezpieczeństwa	Upper bound	Limit roboczy
Nuclear Installation (IAEA)	Obiekt jądrowy (PA)	Dose constraint (IAEA)	Limit roboczy (w odniesieniu do limitu dawki przyjmowanego w analizie optymalizacyjnej)
Radiation Safety (IAEA)	Bezpieczeństwo radiacyjne	Authorized limit	Limit użytkowy (PN-92/05); Limit autoryzowany (PN-88/Z)
Nuclear Safety (IAEA)	Bezpieczeństwo jądrowe (PA)	Generic dose constraint (CEC)	Limit użytkowy (w odniesieniu do limitu dawki przyjmowanego w analizie optymalizacyjnej)
Safety of Radiation Sources (IAEA)	Bezpieczeństwo źródeł promieniowania	Risk constraint (IAEA)	Ograniczenie ryzyka
Security of Radiation Sources (IAEA)	Zabezpieczenie źródeł promieniowania lub ochrona fizyczna	Secondary limit	Limit wtórny (PN-92/05)
Remedial Action (IAEA)	Akcja zapobiegawcza	Derived limit (IAEA)	Limit pochodny (PN-92/05)
Protective Action (IAEA)	Akcja ochronna	ALI (ICRP)	ALI (ZPA/D)
Quality Assurance (IAEA)	Zapewnienie jakości	ALARA (ICRP)	ALARA (PN-92/05)
Exposure (quantity) (ICRU)	Dawka ekspozycyjna (PN-92/02)	Intake (ICRP)	Wniknięcie, pobranie (PN-92/05)
Exposure (to radiation) (IAEA)	Narażenie na promieniowanie	Uptake	Wchłonięcie (PN-92/05) (Uwaga, termin błędnie używany w ZPA/D)
Occupational Exposure (IAEA)	Narażenie zawodowe (PN-92/05)	Optimization (ICRP)	Optymalizacja
Potential Exposure (IAEA)	Zagrożenie (PN-92/05) lub narażenie potencjalne	Detriment (ICRP)	Szkoda popromienna, dytryment (PN-92/05)
Chronic Exposure (IAEA)	Narażenie chroniczne	Guidance level (IAEA)	Poziom wskaźnikowy
Emergency Exposure (CEC)	Narażenie wyjątkowe (PN-92/05) (IAEA stosuje ten termin w nieco innym znaczeniu)	Registration level (IAEA)	Poziom rejestracji (PN-92/05)
Accidental Exposure (ICRP)	Narażenie przypadkowe (PN-92/05)	Investigation level (IAEA)	Poziom dochodzenia (PN-92/05)
Medical Exposure (IAEA)	Narażenie medyczne (PN-92/05)	Reference level (IAEA)	Poziom odniesienia
Dose Equivalent (ICRP)	Równoważnik dawki (PN-92/02)	Intervention level	Poziom interwencji
Directional Dose Equivalent (ICRU)	Równoważnik dawki kierunkowy (PN-92/02)		

Action level	Poziom działania
General public (CEC)	Ogół ludności
Members of the public (IAEA)	Osoby postronne (spośród ludności)
Stochastic effects (IAEA)	Skutki stochastyczne (PN-92/05)
Deterministic effects (IAEA)	Skutki niestochastyczne, deterministyczne (PN-92/05)
Hereditary effects (IAEA)	Skutki genetyczne (PN-92/05)
Operational Quantities (IAEA)	Wielkości operacyjne
Reference radiation (ISO)	Promieniowanie odniesienia
Standard radiation (ISO)	Promieniowanie wzorcowe
Leakage radiation (ISO)	Promieniowanie uboczne (PN-86)
Enhanced natural radiation (IAEA)	Wzmoczone promieniowanie naturalne (PN-92/05)
Fixed contamination (IAEA)	Skażenie związane (PN-92/05)
Radioactive discharges or effluents (IAEA)	Usuwane (usuwanie) substancje promieniotwórcze (PN-92/05)
Radioactive release (IAEA)	Uwalnianie substancji promieniotwórczych (PN-92/05)
Standard man (ICRP)	Człowiek umowny (PN-92/05)
Radiation accident (IAEA)	Wypadek radiacyjny (PN-92/05)
Defence in depth (IAEA)	Wielostopniowy system zabezpieczeń
Radiation incident (IAEA)	Incydent radiacyjny (PN-92/05)
Exempted sources (IAEA)	Źródła wyłączone (z przepisów, ze względu na znikome zagrożenie)
Excluded sources (IAEA)	Źródła nie uwzględnione (w przepisach ze względu na brak możliwości wpływu na nie np. K-40 w organizmie, promieniowanie kosmiczne na poziomie Ziemi)
Clearance level (IAEA)	Poziom zwolnienia
Activity concentration (IAEA)	Stężenie promieniotwórcze (PN-92/02)
Licence (IAEA)	Zezwolenie
Decommissioning (IAEA)	Likwidacja
Controlled area (IAEA)	Teren kontrolowany (PN-92/05)
Supervised area (IEA)	Teren nadzorowany (PN-92/05)
Restricted area	Strefa ograniczonego czasu przebywania (PN-92/05) (termin angielski ma znaczenie bardziej ogólne), strefa ochronna

Safety culture (IAEA)	Kultura bezpieczeństwa (docenianie zagadnień bezpieczeństwa)
Practicies (IAEA)	Działalność zawodowa (w warunkach narażenia) lub zastosowania
Decay constant	Stała rozpadu (PN-92/02)
Half life	Okres półrozpadu (PN-92/02)
Half-value layer (ISO)	Warstwa półchlonna
Bildup factor (ISO)	Współczynnik przyrostu (PN-92/02)
Quality factor (ICRU)	Współczynnik jakości promieniowania (PN-92/02)
Fluence (ICRU)	Fluencja cząstek (PN-92/02)
Energy imparted (ICRU)	Energia przekazana (PN-92/02)
Linear energy transfer	Liniowe przekazanie energii (PN-92/02)
Linear energy (ICRU)	Energia liniowa (PN-92/02)
Specific energy imparted (ICRU)	Energia przekazana właściwa (PN-92/02)
Sealed source (ISO)	Źródło zamknięte (PN-84/04)
Unsealed source (ISO)	Źródło otwarte (PN-84/04)
Transport index (IAEA)	Wskaźnik transportowy (PN-92/13)
Allowable number (IAEA)	Liczba dozwolona (dotyczy liczby przesyłek z mat. rozszczepialnymi)
Radiation level (IAEA)	Poziom promieniowania (PN-92/13)
Expanded field (ICRU)	Pole rozciągnięte (PN-92/02)
Aligned field (ICRU)	Pole zorientowane (PN-92/02)
Packaging (IAEA)	Opakowanie
Package (IAEA)	Sztuka przesyłki (PN-92/13) (w tej normie dotyczy przewozu materiałów promieniotwórczych)
Special arrangements (IAEA)	Warunki specjalne (PN-92/13)
Containment system (IAEA)	Zestaw zapewniający szczelność (PN-92/13)
Workers directly engaged in radiation work	Pracownicy narażeni bezpośrednio (ZMZPR)
Workers not directly engaged in radiation work	Pracownicy narażeni pośrednio (ZMZPR)
Radiation protection officer (ILO)	Inspektor ochrony radiologicznej (ZPA (Sz))

Notka o autorze

Tadeusz Musiałowicz – docent w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej

BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE

Tadeusz Musiałowicz

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej przygotowuje opracowanie podstawowych wymagań w zakresie bezpieczeństwa radiacyjnego. Wymagania te zostaną opublikowane w serii wydawniczej „safety series” (seria bezpieczeństwa). Seria ta ma cztery poziomy ważności. „Safety Fundamentals” (Podstawowe zasady bezpieczeństwa) to poziom najwyższy, w dalszej kolejności znajdują się „Safety Standards” (Normy bezpieczeństwa), „Safety Guides” (Wytyczne bezpieczeństwa) i „Safety Practices”¹⁾ (Bezpieczne zastosowania). Publikacja będzie przeznaczona nie tylko dla użytkowników źródeł promieniowania, lecz także, a nawet przede wszystkim dla decydentów w sprawach bezpieczeństwa radiacyjnego.

Artykuł niniejszy stanowi szczegółowe omówienie projektu przepisów Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) „Safety Fundamentals: Protection against Ionizing Radiation and Safety of Radiation Sources” Revised Draft [4] lipiec 1994.

1. ROZWAŻANIA WSTĘPNE

Bezpieczeństwo źródeł promieniowania (safety of radiation sources) oraz ochrona radiologiczna (protection against ionizing radiation) to elementy składowe bezpieczeństwa radiacyjnego (radiation safety). Bezpieczeństwo źródeł to zapewnienie ich bezawaryjnego użytkowania i przechowywania (quality assurance) i zabezpieczenie²⁾ ich przed dostaniem się do rąk osób nieupoważnionych (security of sources). Bezpieczeństwo jądrowe to bezpieczeństwo tych źródeł promieniowania, które są materiałami jądrowymi.

Powyższy fragment rozważań wstępnych jest interpretacją autora terminów stosowanych przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej i wydaje się, że będzie użyteczny dla łatwiejszego zrozumienia omawianego dokumentu.

Działalność związana z narażeniem na promieniowanie została podzielona w omawianym dokumencie na dwie grupy – zastosowania (practices) i interwencje. Ochrona ludzi jest potrzebna przy wykorzystywaniu zarówno sztucznych (man made) jak i naturalnych substancji promieniotwórczych, przy pracy urządzeń wytwarzających promieniowanie oraz przy narażeniu na promieniowanie naturalne, wzmożone w wyniku działalności człowieka. Należy brać pod uwagę narażenie zawodowe (occupational exposure), narażenie wybranych grup ludności (members of the public), narażenie ogółu ludności (general population) oraz narażenie pacjentów (medical exposure). Dla uzyskania właściwego stanu bezpieczeństwa radiacyjnego należy brać pod uwagę nie tylko zagrożenie w chwili obecnej, ale również możliwość narażenia przyszłych pokoleń w wyniku dzisiejszej działalności, a więc genetyczne skutki napromieniowania człowieka i skażenie otaczającego go środowiska.

Interwencje nie zawsze muszą być związane z narażeniem osób biorących udział w akcji. Mogą one polegać na odcięciu krytycznej drogi narażenia, blokady krytycznych narządów przed wchłanianiem izotopów promieniotwórczych lub na działalności mającej wpływ na zmiany zwyczajów ludności. Narażenie wymagające interwencji podzielono na dwie grupy: narażenie wyjątkowe (emergency exposure) i narażenie chroniczne (chronic exposure). Narażenie wyjątkowe jest najczęściej wynikiem awarii radiacyjnej. Narażenie chroniczne może pochodzić od naturalnych źródeł promieniowania, skażeń środowiska po zaistniałych awariach lub nieodpowiedzialnej działalności człowieka w przeszłości (np. prób z bronią jądrową).

Niektóre źródła nie są w ogóle uwzględniane (excluded sources) w rozważaniach związanych z wymaganiami bezpieczeństwa radiacyjnego.

Są to źródła, na które nie mamy praktycznie żadnego wpływu, np. promieniowanie kosmiczne na poziomie ziemi lub pierwiastki promieniotwórcze w normalnym składzie organizmu człowieka. Źródła stanowiące znikome zagrożenie celowo wyłącza się z przepisów ochrony i bezpieczeństwa (exempted sources), źródła te określone są w Podstawowych Normach Bezpieczeństwa MAEA (Basic Safety Standards. IAEA Safety Series No 9).

Omawiany projekt publikacji zawiera 6 rozdziałów: Wstęp, Podstawowe Cele, Zasady Zastosowań, Zasady Interwencji, Podstawy Bezpieczeństwa Źródeł i Infrastruktura Bezpieczeństwa Radiacyjnego. W załączniku do projektu zamieszczono materiały wyjaśniające.

2. PODSTAWOWE CELE

Ogólnym celem bezpieczeństwa radiacyjnego jest zapewnienie właściwego poziomu ochrony ludzi bez zbędnego ograniczania korzyści wynikających z zastosowań stwarzających narażenie na promieniowanie, oraz nieponoszenie zbędnych kosztów wynikających z nieuzasadnionej akcji interwencyjnej. Spełnieniu tego celu służą:

- w zakresie ochrony – zapobieżenie wystąpieniu skutków deterministycznych promieniowania poprzez utrzymanie dawek indywidualnych poniżej określonych progów oraz zredukowanie do rozsądnego minimum występowania skutków stochastycznych promieniowania u ludzi, obecnie i w przyszłości;
- w zakresie bezpieczeństwa źródeł – podjęcie wszelkich praktycznie możliwych środków zabezpieczających przed wypadkami oraz środków mających na celu ograniczenie skutków mogących zaistnieć awarii.

3. ZASADY ZASTOSOWAŃ

Dla osiągnięcia omówionych powyżej celów, przy działalności stwarzającej narażenie na promieniowanie należy zapewnić właściwą ochronę radiologiczną. System ochrony, na którym bazują przepisy MAEA

wynika z zasad przyjmowanych przez Międzynarodową Komisję Ochrony Radiologicznej (ICRP). Podstawą systemu jest uzasadnienie podjęciadziałalności, optymalizacja ochrony oraz limity dawek dla narażenia zawodowego i ludności.

Uzasadnienie zwykle wykracza daleko poza tematykę bezpieczeństwa radiacyjnego, gdyż problem szkód radiacyjnych (radiation detriment) jest zwykle jedynie fragmentem rozważań ogólnych. Decyzje akceptujące uzasadnienie podejmowane są często przede wszystkim w oparciu o uwarunkowania polityczne i socjalne. Można jednak z góry założyć, że uzasadnienie niektórych rodzajów działalności będzie zawsze nie do przyjęcia z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Jest to przede wszystkim dodawanie substancji promieniotwórczych do żywności, kosmetyków i zabawek. Oddzielnym problemem jest uzasadnienie stosowania promieniowania w postępowaniu lekarskim. Zarówno w diagnostyce jak i terapii. Wyważenie korzyści i ryzyka, jakie ponosi pacjent oraz określenie, czy nie można by uzyskać tych samych efektów bez promieniowania wymaga wysokich kwalifikacji. Przy masowych badaniach medycznych należy brać pod uwagę także korzyści i straty socjalne (tzn. takie, które ponosi grupa ludzi lub nawet cała społeczność kraju). Przy akceptacji uzasadnienia zastosowań promieniowania w badaniach bio-medycznych należy kierować się postanowieniami Deklaracji Helsińskiej oraz wytycznymi Rady Międzynarodowych Organizacji Badań Medycznych (CIOMS), ICRP i Światowej Organizacji Zdrowia (WHO).

Ustalane dla ludzi limity dawek dotyczą sumy narażenia od różnych źródeł, należy na to zwracać uwagę przy ocenie narażenia populacji. Dla narażenia od poszczególnych źródeł promieniowania należy wprowadzać limity użytkowe znacznie niższe od dawek granicznych. Przy ustalaniu limitów uwolnień substancji promieniotwórczych o długim półokresie rozpadu należy pamiętać o zagrożeniu przyszłych generacji.

Ograniczenie dawek jest kosztowne i przy ustalaniu limitów narażenia trzeba brać pod uwagę także czynniki ekonomiczne i socjalne. To znaczy słuszność limitów dla poszczególnych źródeł (dose constraints) przyjmowanych w analizie optymalizacyjnej musi być potwierdzona w oparciu o bardzo wszechstronną analizę. Na rozsądnie najniższym poziomie należy utrzymywać nie tylko limity dawek, ale również liczbę osób narażonych na promieniowanie. Limit użytkowy³⁾ dawki (dose constraint) jest perspektywną granicą dawki indywidualnej ustalonej w procesie optymalizacji dla nowego źródła. Limitów dawek nie stosuje się w postępowaniu lekarskim, w tym przypadku należy kierować się wskazówkami (guidance levels) ustalonymi w oparciu o średnie dawki otrzymywane przez pacjentów w optymalnych warunkach (postępowania i wyposażenia).

Niezależnie od limitów użytkowych i wskaźników w leczeniu, dla danej działalności należy ustalić poziomy dochodzenia (investigation levels). Poziomy dochodzenia powinny służyć w praktyce do retrospektywnego porównywania rzeczywistych dawek lub uwolnień z przyjętymi przy planowaniu limitami użytkowymi.

4. ZASADY INTERWENCJI

Interwencja może być bardzo kosztowna, dlatego także i w tym przypadku niezbędne jest jej uzasadnienie. Korzyści podjęcia akcji interwencyjnej muszą przewyższać straty, jakie zostaną w konsekwencji poniesione. Dawki graniczne ustalane dla zastosowań nie mogą być traktowane jak poziom powyżej którego wymagana jest interwencja. Jednak dawki, przy których mogą wystąpić efekty deterministyczne, będą prawie zawsze uzasadniać podjęcie akcji zapobiegawczej. Forma, skala i czas trwania akcji powinny wynikać z optymalizacji, tak aby korzyść netto była jak największa. W odróżnieniu od zastosowań, zasady przeprowadzania interwencji powinny być elastyczne i mogą ulegać zmianom w zależności od zaistniałej sytuacji.

5. PODSTAWY BEZPIECZEŃSTWA ŹRÓDEŁ

Metody uzyskania właściwego poziomu bezpieczeństwa zależą od źródła promieniowania. Metody omówione w dokumencie MAEA dotyczą przede wszystkim obiektów jądrowych, mogą być jednak także stosowane w pewnym zakresie przy mniejszych źródłach zagrożenia. Niezmiernie ważną sprawą jest podanie różnych sposobów zabezpieczania przed powstaniem awarii i sposobów ograniczania jej ewentualnych skutków. Należy stosować wielostopniowy system zabezpieczeń (defence in dept), tak aby uszkodzenie jednego elementu systemu lub pojedynczy błąd obsługi nie mógł jeszcze powodować awarii. Konstrukcja urządzeń powinna zapewniać „tolerancyjność” na błędy ludzkie. W tym celu należy zwrócić szczególną uwagę na kontrolę automatyczną i systemy alarmowe, eliminowanie działań człowieka mogących wpłynąć na pogorszenie bezpieczeństwa oraz właściwe systemy komunikacji w obiekcie. Niezbędne jest analizowanie zachowania się urządzeń w różnych warunkach, dotyczy to przede wszystkim awarii nawet mało prawdopodobnych. Zapewni to skuteczność postępowania awaryjnego. Odpowiedzialność za dostarczenie projektu spełniającego wszystkie wymagania bezpieczeństwa radiacyjnego spoczywa na projektancie. Otrzymujący licencję lub użytkownik⁴⁾ odpowiada jednak za sprawdzenie wymagań specyfikacji projektowych. W niektórych przypadkach, szczególnie w małych zakładach, gdy użytkownik nie jest w stanie sam tego zrobić, może być mu potrzebna pomoc urzędu nadzorującego. Program uruchomienia dużego źródła promieniowania wymaga zatwierdzenia przez urząd nadzorujący. Powinien on między innymi obejmować procedury operacyjne opracowane (lub zatwierdzone) w miarę możliwości przy współdziałaniu personelu przewidzianego do pracy w obiekcie.

Analizy bezpieczeństwa, limity robocze (operational limits) i poszczególne procedury należy okresowo sprawdzać i na podstawie nabytego doświadczenia w miarę potrzeby

korygować. Dotyczy to w szczególności przypadków, gdy wprowadza się modyfikacje źródła, obiektu lub technologii pracy. Ważnym bardzo czynnikiem dla zapewnienia bezpieczeństwa jest przeprowadzanie inspekcji, prób i konserwacji. Sprawą niezmiernie ważną jest zapewnienie ochrony fizycznej źródeł promieniowania. Powinny być one zabezpieczone przed dostępem osób nieupoważnionych, a w szczególności przed kradzieżą lub zagubieniem. W razie utraty źródła należy o tym bezzwłocznie powiadomić urząd nadzorujący. Źródeł nie wolno przekazywać innym osobom zanim nie uzyskały one odpowiedniego zezwolenia. Użytkownicy powinni przeprowadzać okresowe inwentaryzacje posiadanych źródeł. Obsługa obiektu powinna mieć zapewnioną możliwość korzystania z pomocy technicznej w zakresie wszystkich dyscyplin mogących mieć wpływ na bezpieczeństwo. Jeżeli w obiekcie powstają odpady promieniotwórcze, należy starać się ograniczać ich ilość i aktywność do możliwego minimum. Zarówno usuwanie odpadów, jak i ich okresowe przechowywanie powinno być ściśle kontrolowane i odbywać się zgodnie z ustaloną procedurą zapewniającą możliwość ich bezpiecznego ostatecznego zlikwidowania.

Istotną sprawą dla bezpieczeństwa jest systematyczna weryfikacja wszystkich elementów mających jakikolwiek z nim związek. Użytkownik powinien w oparciu o analizę wyników kontroli, badań i eksploatacji źródła lub obiektu, przeprowadzać okresowe weryfikacje zasad eksploatacji. Analizy przeprowadzane na potrzeby weryfikacji powinny uwzględniać także wyniki monitoringu środowiska i badania czynników rozpatrywanych przy wyborze lokalizacji. Systematyczne analizy bezpieczeństwa radiacyjnego przeprowadza się w ciągu całego okresu „życia” i likwidacji obiektu, a podstawą ich powinno być zdobyte doświadczenie i inne informacje uzyskane ze wszystkich dostępnych źródeł. W miarę potrzeby należy pamiętać o wcześniejszym przygotowaniu procesu likwidacji obiektu. Program taki powinien uwzględniać przygotowanie

odpowiednich środków finansowych umożliwiających terminową likwidację obiektu. Program powinien być zatwierdzony przez urząd nadzorujący.

6. INFRASTRUKTURA BEZPIECZEŃSTWA RADIACYJNEGO

Należy ustanowić podstawy prawne pracy w warunkach narażenia oraz interwencji, a w szczególności ustawowo określić podział odpowiedzialności za bezpieczeństwo radiacyjne w państwie. Państwo jest odpowiedzialne za wprowadzenie przepisów ustalających podział odpowiedzialności oraz za określenie urzędu nadzorującego (Regulatory Authority). Za bezpieczeństwo radiacyjne odpowiada przede wszystkim użytkownik (registrant, licensee and the employer). Każda działalność stwarzająca narażenie na promieniowanie powinna być odpowiednio wcześniej zgłaszana władzy nadzorującej, która w zależności od stopnia ryzyka ograniczy się tylko do zarejestrowania źródła lub będzie wymagać uzyskania zezwolenia na podjęcie tej działalności. Władza nadzorująca odpowiada przede wszystkim za ustalenie norm, określenie celów bezpieczeństwa radiacyjnego oraz za kontrolę stosowania tych norm w praktyce. Władza nadzorująca nie może zależeć od czynników zajmujących się promocją zastosowań oraz od użytkowników źródeł promieniowania. Dodatkowym obowiązkiem tego organu powinno być informowanie opinii publicznej o ocenie stanu bezpieczeństwa radiacyjnego w kraju. Organ ten powinien mieć zapewnione przez państwo środki na właściwe wypełnianie swoich obowiązków. Żadna z funkcji władzy nadzorującej nie może w jakimkolwiek stopniu zwalniać od odpowiedzialności za bezpieczeństwo radiacyjne. Zagadnieniom bezpieczeństwa radiacyjnego powinien być nadany najwyższy priorytet w kraju. Stosowanie tej polityki powinno być weryfikowane w oparciu o ustalony program zabezpieczenia jakości. Zanim zostanie uruchomione źródło lub zanim zostanie podjęta działalność stwarzająca potencjalne narażenie dla ludzi lub środowiska,

należy przygotować i uzyskać zatwierdzenie realnego planu postępowania awaryjnego.

Personel zatrudniony na stanowiskach mogących mieć wpływ na bezpieczeństwo źródeł powinien być właściwie dobrany tzn. posiadać odpowiednie predyspozycje i kwalifikacje. Zapewnienie jakości (quality assurance) jest podstawowym elementem bezpieczeństwa radiacyjnego i powinno być przestrzegane w odniesieniu do każdej działalności mającej wpływ na jakość źródeł, urządzeń i procesów technologicznych oraz na jakość obsługi. Zapewnienie jakości powinno wynikać z przestrzegania zatwierzonego programu działania. Program zapewnienia jakości powinien obejmować działania kierownictwa, bezpośrednich wykonawców zadań oraz wykwalifikowanych ekspertów oceniających skuteczność stosowania programu. Środki prewencji wypadków radiacyjnych nigdy nie mogą dawać 100% zabezpieczenia, jednak mogą zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia awarii do bardzo niskiego poziomu. Niemniej zarówno użytkownik (registrant or licensee), jak i władza nadzorująca wraz z organizacjami przewidzianymi do akcji interwencyjnych powinny być dobrze przygotowane do likwidacji wypadków i usuwania ich skutków. Plany postępowania awaryjnego, zarówno przy wypadkach zakładowych, lokalnych, jak i wielkoskalowych muszą być okresowo sporządzane na podstawie przeprowadzanych ćwiczeń, a następnie odpowiednio weryfikowane.

Załącznik: materiały wyjaśniające

Przy opracowywaniu dokumentu korzystano z wyników prac badawczych i doświadczeń dotyczących projektowania, bezpiecznego użytkowania źródeł oraz biologicznych skutków działania promieniowania. Podstawowym źródłem informacji na temat skutków promieniowania są raporty UNSCEAR⁵⁾.

Podstawą dla ustalania zasad bezpieczeństwa radiacyjnego są zalecenia ICRP. Zasady bezpieczeństwa jądowego, które w pewnym zakresie mogą być także stosowane w odniesieniu do bezpieczeństwa innych źródeł, opracowała pod auspicjami MAEA, INSAG⁶⁾. Wielkości i jednostki stosowane w dokumencie to głównie te, które zaleca ICRP i jej siostrzana organizacja ICRU⁷⁾. Są to: aktywność i bekerel, dawka pochłonięta i grej, dawka równoważna⁸⁾, dawka efektywna i siwert. Skrócony, ogólny (generic) termin „dawka” stosowany jest zarówno w stosunku do dawki równoważnej, efektywnej i pochłoniętej. Używa się także terminów dawka zbiorowa (jednostka osobo-siwert) oraz terminów praktycznie stosowanych dla celów dozymetrii jak: równoważnik dawki przestrzennej (ambient), kierunkowy (directional) oraz indywidualny (personal) zarówno głęboki (penetrating) jak i powierzchniowy (superficial).

Encyklopedycznie omówione są biologiczne skutki promieniowania:

- deterministyczne (deterministic) zauważalne dopiero powyżej dawki progowej;
- stochastyczne (stochastic), dla których nie ma progu i dla których przyjmuje się najczęściej, że ich prawdopodobieństwo wystąpienia przy dawkach bardzo małych jest proporcjonalne do wielkości dawki.

Jeżeli uszkodzenie popromienne występuje w komórce, której funkcją jest przekazywanie informacji genetycznej następnym pokoleniom, uszkodzenie może ujawnić się dopiero u potomków osoby napromienionej. Skutki nazywa się genetycznymi.

Napromienienie płodu dawkami rzędu kilku grejów stwarza ryzyko wystąpienia skutków stochastycznych, objawiających się wystąpieniem nowotworów w dzieciństwie i obniżeniem współczynnika inteligencji (IQ).

Objaśnienia:

- 1) W literaturze polskiej można spotkać tłumaczenie „practicies” jako „praktyki”; uważam to za kaleczenie języka polskiego i proponuję termin „zastosowania” zdając sobie sprawę, że może to także nie jest najlepszy odpowiednik, gdyż nie odzwierciedla narażenia występującego w warunkach wzmożonego przez człowieka promieniowania naturalnego.
- 2) Proponuję stosowanie w języku polskim terminu „ochrona fizyczna”, który obecnie niestucznie zawężony jest tylko do materiałów jądowych.
- 3) Wg PN-92/J-01003-05 jest to wartość ustalona przez kompetentne władze państwowe dla danej działalności lub źródła nie przekraczająca limitów pierwotnego (dawki) lub wtórnego (wartości pochodnej dawki). Lepszym odpowiednikiem polskiego terminu jest używany przez Komisję Wspólnoty Europejskiej termin „generic dose constraint”. Polska Norma wprowadza jeszcze termin „limit roboczy”, który powinien być w zasadzie niższy od użytkowego i jest ustalony na podstawie doświadczenia lub analizy „apriori” w konkretnym zakładzie. Limit roboczy przetłumaczono z używanego dawniej w języku angielskim terminu „operational limit”.
- 4) W naszych warunkach będzie to chyba zawsze jedna i ta sama osoba prawna.
- 5) United Nations Scientific Committee on the Effects on Atomic Radiation.
- 6) International Nuclear Safety Advisory Group.
- 7) International Commission on Radiological Units.
- 8) Dawka równoważna nie zdefiniowana jeszcze w normach polskich to średnia wartość dawki pochłoniętej w narządzie lub tkance, mnożona przez współczynnik wagowy określony dla danego rodzaju promieniowania (nie mylić z równoważnikiem dawki).

Notka o autorze

Tadeusz Musiałowicz – docent w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej

PODSTAWOWE WIELKOŚCI, JEDNOSTKI, WZORY OBLICZENIOWE I WSKAŹNIKI STOSOWANE W OCHRONIE RADIOLOGICZNEJ

Bożena Gostkowska
Andrzej Merta

1. PODSTAWOWE WIELKOŚCI I ICH JEDNOSTKI

Wielkość	Określenie*	Jednostki obecne i poprzednie	Zależność między jednostkami
Aktywność A (Activity)	Liczba rozpadów jąder atomowych w ciągu 1 sek.	bekerele (Bq) 1 Bq = 1 s ⁻¹ kiur Ci 1 Ci = 3,7 · 10 ¹⁰ s ⁻¹	1 Ci = 3,7 · 10 ¹⁰ Bq = = 37 GBq
Dawka ekspozycyjna X (Exposure)	Suma ładunków jednego znaku, wytworzonych przez fotony w elemencie masy lub objętości powietrza, gdy wszystkie wytworzone ładunki zostaną całkowicie zahamowane.	kulomb na kilogram C·kg ⁻¹ rentgen (R)	1 R = 2,58 · 10 ⁻⁴ C·kg ⁻¹
Dawka pochłonięta D (Absorbed dose)	Iloraz średniej energii promieniowania jonizującego przekazanej określonym elementowi objętości materii i masy materii tego elementu.	grej (Gy) 1 Gy = 1 J·kg ⁻¹ rad (rd)	1 rd = 0,01 Gy = 1 cGy
Równoważnik dawki H (Dose equivalent)	Iloczyn dawki pochłoniętej w określonym punkcie tkanki i współczynnika wagowego (W _R) dla danego rodzaju promieniowania.	sivert (Sv) rem	1 rem = 10 mSv
Dawka równoważna H_{T,R} (Equivalent dose)	Iloczyn dawki pochłoniętej w narządzie lub tkance i współczynnika wagowego (W _R) danego rodzaju promieniowania.	sivert (Sv) rem	1 rem = 10 mSv
Dawka efektywna H_E (Effective dose)	Dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy nierównomiernym napromienieniu narządów lub tkanek.	sivert (Sv) rem	1 rem = 10 mSv
Efektywna dawka równoważna obciążająca H_T (Committed equivalent dose)	Dawka obrazująca napromienienie tkanki ze źródeł wewnętrznych po wniknięciu do organizmu substancji promieniotwórczej w rozpatrywanym przedziale czasu.	sivert (Sv) rem	1 rem = 10 mSv

* Określenie – nie oznacza ścisłej definicji ujętej w normie.

2. WZORY OBLICZENIOWE DAWEK*

Dawka równoważna
Equivalent dose

Jeden rodzaj promieniowania
 $H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$

gdzie:
 $D_{T,R}$ – dawka pochłonięta w narządzie lub tkance
 W_R – współczynnik wagowy promieniowania

Kilka rodzajów promieniowania
 $H_{T,R} = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$

Napromienienie pojedynczego narządu lub tkanki

Dawka efektywna
Effective dose

$$H_E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

gdzie:
 H_T – dawka równoważna w tkance lub narządzie
 W_T – współczynnik wagowy uwzględniający różną wrażliwość i znaczenie dla organizmu poszczególnych narządów lub tkanek na promieniowanie

Napromienienie całego ciała lub kilku narządów (tkanek)

Efektywna dawka równoważna obciążająca
Committed equivalent dose

$$H_T = \int_{t_0}^{t_0+T} H_T(t) dt$$

gdzie:
 t_0 – moment wniknięcia (pobrania) izotopu
 $H_T(t)$ – moc dawki równoważnej w narządzie lub tkance T w chwili t
 T – okres narażenia

Napromienienie wewnętrzne spowodowane wniknięciem do organizmu (pobranie) izotopu długożyciowego wyznaczane dla okresu T wynoszącego 50 lat (dorośli) lub 70 lat (dzieci)

- * 1) Dawki obliczone według powyższych wzorów wyrażone są w mSv;
2) Dawki graniczne (limity dawek) nie obejmują promieniowania tła naturalnego ani medycznego narażenia pacjentów.

Notka o autorach

Bożena Gostkowska – główny specjalista ds. szkolenia i wykładowca w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Andrzej Merta – v-ce dyrektor Departamentu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej w PAA

3. WSKAŹNIKI POCHODNE

ALI (Annual Limit of intake)	Roczne pobranie (w bekerelach) izotopu promieniotwórczego drogą pokarmową (ALI_p) lub oddechową (ALI_i) odpowiadające wartościom dawek granicznych dla narażenia zawodowego**
DAC (Derived Air concentration)	Stężenie (w bekerelach na metr sześcienny) izotopu promieniotwórczego w powietrzu, odpowiadające rocznemu pobraniu granicznemu przez człowieka umownego (ALI_p) przy 40-godzinnym tygodniu pracy**
ALARA (As Low As Reasonably Achievable)	Podstawowa zasada ochrony radiologicznej: należy tak planować i organizować pracę z promieniowaniem jonizującym, aby otrzymane dawki były możliwie jak najmniejsze z racjonalnym uwzględnieniem czynników technicznych, ekonomicznych i socjalnych (zysk musi zawsze przewyższać straty)

- ** dla ludności przyjmuje się:
– 0.02 wartości wskaźników pochodnych dla grup obejmujących tylko osoby dorosłe,
– 0.01 wartości wskaźników pochodnych dla grup obejmujących również dzieci.

RADIACYJNY OŚRODEK INTENSYWNEJ POMOCY (RADIATION EMERGENCY ASSISTANCE CENTER – REAC)

Eugeniusz Dziuk

1. WPROWADZENIE

Problem zapewnienia wysokiego poziomu tak zwanego „bezpieczeństwa jądrowego” i skutecznego działania przeciwwązowego jest różnie rozwiązywany w poszczególnych krajach i regionach świata. Ukazało się wiele opracowań monograficznych dotyczących tych zagadnień, sposobów postępowania w sytuacjach awaryjnych i leczenia uszkodzeń popromiennych.

Poniżej zostaną przedstawione aspekty medyczne planowania i postępowania, jakie stosuje się w Stanach Zjednoczonych w przypadkach awarii radiacyjnych.

W 1967 roku został utworzony Radiacyjny Ośrodek Intensywnej Pomocy (REAC), który jest częścią Instytutu Nauki i Kształcenia w Oak Ridge stan Tennessee (Oak Ridge Institute for Science and Education – ORISE) i Departamentu Energii USA (Department of Energy – DOE).

Lokalizacja tego ośrodka w Oak Ridge nie jest przypadkowa. Właśnie w tej miejscowości realizowano od 1942 roku znaczną część projektu Manhattan, budowy pierwszej na świecie bomby atomowej. Zbudowano wtedy duże urządzenie do separacji metodą elektromagnetyczną uranu-235 (nazwano je symbolem Y-12). Później zbudowano tam drugie duże urządzenie jądrowe (K-25) służące do separacji uranu-235 bardziej ekonomicznymi metodami. Trzecim urządzeniem, zwanym X-10, które tam zbudowano to grafitowy reaktor jądrowy. Służył on później do produkcji radioizotopów. Na jego bazie stworzono w 1948 roku – Oak Ridge National Laboratory (ONRL) – znany szeroko na świecie ośrodek badawczy zajmujący się wieloma dziedzinami m.in. energetyką,

w tym jądrową, ochroną środowiska i bezpieczeństwem jądrowym. W niedalekiej odległości od Oak Ridge znajdują się także pracujące elektrownie jądrowe.

2. STRUKTURA RADIACYJNEGO OŚRODKA INTENSYWNEJ POMOCY – REAC

REAC znajduje się w kompleksie dużego szpitala (Methodist Medical Center), który jest dla niego bazą medyczną.

Szpital posiada około 300 łóżek i 22 różne oddziały. Zatrudnionych jest tam ponad 130 lekarzy reprezentujących 33 specjalności. Ponieważ REAC jest zlokalizowany w tym samym budynku może korzystać w ciągu całej doby z ośrodka intensywnej terapii, oddziałów różnych specjalności, kardiochirurgii, chirurgii laserowej, rezonansu magnetycznego, radioterapii, laboratoriów klinicznych i diagnostyki obrazowej.

Bazę lokalową REAC stanowią:

- pokój segregacyjny służący do wstępnej oceny stanu zdrowia poszkodowanego,
- specjalne pomieszczenie do prowadzenia zabiegów dekontaminacyjnych,
- pomieszczenia do prowadzenia zabiegów chirurgicznych u osób skażonych substancjami promieniotwórczymi – znajduje się tam specjalny stół operacyjny z osłonami ze szkła ołowiowego, umożliwiający jednocześnie prowadzenie zabiegów dekontaminacyjnych,
- laboratorium fizyczne i dozymetryczne z odpowiednim sprzętem pomiarowym,
- licznik całego ciała,
- sala wykładowa i demonstracyjna,
- laboratorium histopatologiczne,

- archiwum z rejestracją danych o wypadkach radiacyjnych,
- sekretariat,
- pomieszczenia biurowe dla pracowników.

3. ZADANIA REAC

Radiacyjny Ośrodek Intensywnej Pomocy posiada zespół doświadczonych lekarzy, fizyków, techników, pielęgniarek, którzy w każdej chwili mogą służyć konsultacją telefoniczną, bądź bezpośrednio na miejscu wypadku.

REAC prowadzi całodobowe dyżury i konsultacje medyczne w zakresie problemów zdrowotnych związanych z wypadkami radiacyjnymi lokalnymi, krajowymi, a także występującymi poza granicami Stanów Zjednoczonych.

Zespół ten jest przygotowany i odpowiednio wyposażony do prowadzenia:

- segregacji medycznej i ewakuacji,
- dekontaminacji i leczenia skażeń promieniotwórczych zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych, włączając w to leczenie środkami chelatującymi,
- rozpoznawania i oceny prognostycznej uszkodzeń radiacyjnych,
- oceny dawek pochłoniętych, włączając w to metody cytogenetyczne, analizę wydaliny i pomiary in-vivo.

REAC udziela wiele porad rocznie. Pytania nadchodzą z wydziałów zdrowia, elektrowni jądrowych, zakładów przemysłowych, agencji federalnych, szpitali, a także Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) i z różnych krajów.

REAC uczestniczył w udzielaniu pomocy w ponad 600 różnych wypadkach i incydentach jądrowych, ściśle współpracując w tym zakresie z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej.

4. WSPÓLPRACA MIĘDZYNARODOWA REAC

W 1980 roku REAC został wyznaczony do współpracy ze Światową Organizacją Zdrowia jako ośrodek udzielania pomocy w wypadkach radiacyjnych.

Współpraca obejmuje:

- konsultacje i opiekę medyczną w przypadkach wypadkowego napromienienia ludzi,
 - przygotowanie specjalistów i odpowiedniego sprzętu w zakresie ludzkiej radiopatologii,
 - pomoc przy przygotowaniu urzędów do udzielania pomocy w przypadkach masowego występowania uszkodzeń popromiennych,
 - rozwój i prowadzenie badań koordynacyjnych w zakresie ludzkiej radiopatologii i odpowiednich studiów epidemiologicznych,
 - pomoc w przygotowaniu odpowiednich materiałów szkoleniowych i podręczników,
 - pomoc bezpośrednią lub w formie konsultacji różnym krajom, na ich życzenie lub na życzenie WHO bądź IAEA.
- REAC, jako ośrodek współpracujący z WHO, uczestniczył w udzielaniu pomocy w wypadkach radiacyjnych, które wydarzyły się w różnych krajach.

Obejmowało to m.in.:

- diagnostykę i ocenę uszkodzeń popromiennych u 10 osób po pęknięciu źródła irydu-192 w Wenezueli,
- ocenę fizyczną i pomoc w uszkodzonym implancie radu-226 w szpitalu na Jamajce,
- pomoc rządowi Meksyku poprzez medyczną konsultację, dozymetrię cytogenetyczną w przypadku uszkodzenia aparatu do tele-radioterapii z kobaltem-60,
- konsultację medyczną, pomiary radiologiczne, dozymetrię cytogenetyczną i pomoc w leczeniu ofiar wypadku ze źródłem cezu-137 w Goiana w Brazylii,
- konsultację medyczną, ocenę cytogenetyczną, histopatologiczną i biochemiczną u ofiar awarii ze źródłem kobaltu-60 w El Salvador,
- konsultację medyczną w wypadku ze źródłem kobaltu-60 w Izraelu.

5. CYTOGENETYCZNA OCENA DAWEK POCHŁONIĘTYCH

REAC posiada dobrze wyposażoną pracownię i program badań cytogenetycznych służących

do biologicznej oceny pochłoniętych dawek u osób podejrzanych o napromienienie. Szczególnie analizowane są aberracje chromosomalne.

6. OŚRODEK INFORMACJI O POCHŁONIĘTYCH DAWKACH

Rocznie udziela się ponad 500 odpowiedzi w przypadkach dawek pochłoniętych od radioizotopów podanych w celach medycznych. Pytania powyższe kierowane są przez lekarzy, naukowców z różnych laboratoriów i firm farmaceutycznych.

REAC prowadzi archiwizację danych dotyczących stanu zdrowia i pochłoniętych dawek, wszystkich pracowników pracujących w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące w Stanach Zjednoczonych, a także zbiera dane o wszystkich incydentach i wypadkach radiacyjnych jakie zdarzyły się w USA i na świecie.

7. LICZNIK CAŁEGO CIAŁA

W skład REAC wchodzi licznik całego ciała z wieloma detektorami, który umożliwia pomiar w pozycji leżącej przy bardzo niskim tle. Pozwala to na pomiary bardzo małych aktywności różnych radionuklidów w organizmie ludzkim.

Ponadto dwudetektorowy licznik całego ciała umiejscowiony jest w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń, w których prowadzi się wstępną segregację i udziela pierwszej pomocy medycznej poszkodowanym podczas awarii radiacyjnych.

8. SZKOLENIA PROWADZONE PRZEZ REAC*

REAC zajmuje się nie tylko udzielaniem pomocy medycznej w uszkodzeniach popromiennych, ale także stanowi centrum szkoleniowe i demonstracyjne. Personel medyczny,

paramedyczny, fizycy medyczni i inni pracownicy z terenu USA lub z zagranicy mogą uczestniczyć w intensywnych kursach przygotowujących do postępowania w wypadkach radiacyjnych.

Kursy te są prowadzone przez wysokiej klasy specjalistów i są akredytowane przez Amerykańskie Towarzystwo Medyczne.

8.1. Postępowanie w wypadkach radiacyjnych

Kurs trzyipółdniowy dla personelu pracującego w ośrodkach intensywnej pomocy medycznej.

Kurs ten jest przeznaczony dla osób, które będą wzywane do udzielania pierwszej pomocy medycznej ofiarom awarii radiacyjnych. W czasie kursu zapoznaje się praktycznie jego uczestników z postępowaniem z osobami skażonymi substancjami promieniotwórczymi, wykrywaniem skażeń promieniotwórczych i zapobieganiem ich rozprzestrzenianiu się. Analizuje się sposoby zmniejszania dawek pochłoniętych u porażonych i personelu medycznego. Omawia się także rolę fizyków medycznych w tych przypadkach. Wykłady są uzupełniane demonstracjami, ćwiczeniami laboratoryjnymi i postępowaniem w symulowanych wypadkach radiacyjnych.

8.2. Medyczne planowanie i postępowanie w wypadkach radiacyjnych

Kurs czteroipółdniowy, przeznaczony głównie dla lekarzy.

W czasie kursu prezentowany jest specjalistyczny poziom wiedzy w zakresie rozpoznawania i leczenia ostrych uszkodzeń popromiennych, skażeń wewnętrznych i zewnętrznych substancjami promieniotwórczymi, uszkodzeń mieszanych związanych z promieniowaniem jonizującym. Uczestnicy kursu powinni posiadać podstawowy poziom wiedzy w przedstawianej problematyce.

8.3. Fizyka medyczna w wypadkach radiacyjnych

Kurs czteroipółdniowy, przeznaczony dla fizyków medycznych i techników ochrony radiologicznej, którzy będą wzywani do awarii radiacyjnych.

W trakcie kursu omawiane są pomiary dozymetryczne, fizyczne zasady ochrony radiologicznej, postępowanie w nagłych przypadkach, rola fizyków medycznych w środowisku służby zdrowia. Wykłady są uzupełniane demonstracjami, ćwiczeniami laboratoryjnymi i postępowaniem w symulowanych wypadkach radiacyjnych.

8.4. Ochrona zdrowia w obiektach jądrowych

Kurs czteroipółdniowy, przeznaczony dla lekarzy, pielęgniarek i innego personelu przemysłowej służby zdrowia w elektrowniach i innych obiektach jądrowych.

W czasie kursu uczestnicy zapoznają się z problematyką ochrony radiologicznej związanej z pracą w obiektach jądrowych oraz udzielaniem pomocy poszkodowanym w wypadkach radiacyjnych.

Omawiane są także medyczne implikacje stresu związanego z pracą z różnymi substancjami chemicznymi, fizycznymi i biologicznymi. Dodatkowo przedstawia się różne interdyscyplinarne zależności medyczne, prawne i etyczne dotyczące zdrowia pracowników zatrudnionych w przemyśle jądrowym.

Notka o autorze

Eugeniusz Dziuk – prof. dr hab., kierownik Zakładu Medycyny Nuklearnej w Centralnym Szpitalu Klinicznym Wojskowej Akademii Medycznej, Warszawa

8.5. Zawodowa dozymetria wewnętrzna

Kurs tygodniowy dla osób zajmujących się dozymetrią.

W czasie kursu prezentowane są aktualne techniki obliczania dawek pochłoniętych od zdeponowanych w ciele radionuklidów. Stosowanych jest 30 technik zalecanych przez Międzynarodową Komisję Ochrony Radiologicznej (International Commission on Radiological Protection – ICRP).

Przedstawione są podstawowe modele dozymetryczne dla różnych radionuklidów, interpretacje danych biologicznych i analiz in-vivo. Uwzględniane są wszystkie nowe zalecenia dotyczące ochrony zdrowia. Kurs obejmuje praktyczne ćwiczenia w rozwiązywaniu różnych problemów dozymetrycznych w oparciu o 30 metod kalkulacyjnych ICRP.

8.6. Dozymetria wewnętrzna radiofarmaceutyków

Kurs trzydniowy, przeznaczony dla osób stosujących radiofarmaceutyki.

W czasie kursu prezentowane są techniki obliczania dawek od radiofarmaceutyków podawanych w medycynie nuklearnej. Prezentowane są techniki zalecane przez MIRD (Medical Internal Radiation Dose) oraz dozymetryczne modele obliczeniowe, które opracowano opierając się na biologicznych właściwościach organizmu. Uczestnicy kursu zapoznawani są z praktycznymi rozwiązaniami i stosowaniem różnych metod kalkulacyjnych.

* REACTS, Oak Ridge Institute for Science and Education
P.O.BOX 117, Oak Ridge, TN 37831-0117, USA

Notatki