

Ministerstwo Energetyki i Przemysłu Węglowego Ukrainy



NAEK „ENERGOATOM”
WP „ATOMPROIEKTENGINEERING”

Ukraina, 01033, m. Kijów, ul. Gajdara 6
tel.: +380 44 206-9787, faks: +380 44 201-0903
office_api@direkcy.atom.gov.ua

ZAKTUALIZOWANE INFORMACJE

CHMIELNICKA ELEKTROWNIA JĄDROWA

BUDOWA BLOKÓW ENERGETYCZNYCH NR 3 i 4

Spis treści

WPROWADZENIE	3
1 Podstawy do korekty studium wykonalności,	3
2 Uzasadnienie rejonu i placu rozmieszczenia bloków energetycznych	4
2.1 Rejon i plac rozmieszczenia bloków energetycznych	4
2.2 Uzasadnienie rejonu i placu rozmieszczenia bloków energetycznych	5
3 Podstawowe rozwiązania techniczne	7
3.1 Rozwiązania konstrukcyjne bloków energetycznych	8
3.2 Hala reaktora	9
3.3 Podstawowe wyposażenie technologiczne i systemy pierwszego obiegu	11
3.3.1 Obieg główny	11
3.3.2 Systemy normalnej eksploatacji, ważne dla bezpieczeństwa	13
3.3.3 Systemy bezpieczeństwa	13
3.3.4 Dodatkowe systemy w stosunku do W-320	14
3.3.5 Podstawowe rozwiązania architektoniczno-budowlane i dotyczące układu hali reaktora	18
3.4 Rozwiązania hydrotechniczne	19
3.4.1 Ocena sprawności chłodzenia zbiornika podczas pracy czterech bloków energetycznych EJ o łącznej mocy 4000 MW	19
3.4.2 Analiza dostępności wody w EJ po zakończeniu budowy bloków energetycznych nr 3, 4	20
3.5 Zapasowa elektrownia z generatorem diesla	20
3.6 Ogólna zapasowa elektrownia z generatorem diesla (OZEGD)	21
4 Zapewnienie bezpieczeństwa	21
4.1 Informacje ogólne na temat koncepcji zapewnienia bezpieczeństwa nuklearnego i radiologicznego	21
4.2 Zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego	22
5 Ocena oddziaływania na środowisko	23
5.1 Analizowane w OOS elementy środowiska i rodzaje oddziaływań	23
5.2 Ocena oddziaływania na środowisko powietrzne	24
5.2.1 Oddziaływanie radiologiczne	24
5.2.2 Oddziaływanie chemiczne	25
5.2.3 Oddziaływanie cieplne i wilgotnościowe	25
5.2.4 Działanie i ocena wpływu czynników fizycznych	26
5.3 Ocena oddziaływania na wody powierzchniowe i podziemne	27
5.3.1 Ocena oddziaływań na wody powierzchniowe	27
5.3.2 Ocena oddziaływań na wody podziemne	28
5.4 Ocena oddziaływań na gleby	29
5.4.1 Oddziaływanie radiologiczne	29
5.4.2 Oddziaływanie chemiczne	29
5.5 Ocena oddziaływania na roślinność i świat zwierzęcy	29
5.6 Ocena oddziaływań na środowisko społeczne	30
5.6.1 Wpływ na stan zdrowia ludności	30
5.7 Ocena oddziaływania na środowisko antropogeniczne	33
5.8 Ocena oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym	33
5.9 Ocena oddziaływania na środowisko w przypadku awarii	34
5.9.1 1 Ocena oddziaływań nieradiacyjnych	34

5.9.2	Ocena oddziaływań radiacyjnych.....	35
5.9.3	Ocena konsekwencji awarii na terytorium państw sąsiednich.....	37
5.9.4	Ocena ryzyka ekologicznego	38
6	WNIOSKI	40

WPROWADZENIE

Światowe doświadczenie pokazuje, że istnienie i efektywne funkcjonowanie energetyki i jej dalszy rozwój nie jest możliwy bez wsparcia ze strony społeczeństwa.

Udział społeczeństwa w procesie podejmowania ekologicznie ważnych decyzji, omówienie planowanych działań ze wszystkimi zainteresowanymi grupami społecznymi na etapie procesu podejmowania decyzji może zapobiegać konfliktom, złagodzić niekorzystne skutki decyzji, które są podejmowane, i uniknąć nadmiernych kosztów finansowych.

Niezawodność, wydajność i bezpieczeństwo dla środowiska produkcji energii w elektrowniach jądrowych uznawane są za ważne na całym świecie.

Pomijając niższe koszty produkcji energii elektrycznej, do zalet elektrowni jądrowych, w porównaniu do tradycyjnych, zalicza się: mniejszy wpływ na środowisko, stabilność produkcji energii elektrycznej, możliwość stworzenia rezerwy paliwa na długi okres, w warunkach ukraińskich również dostępność znaczących zasobów surowców naturalnych (uranu, cyrkonu, itp.).

Powyższe i wiele innych czynników uwarunkowały strategiczną orientację Ukrainy na dalsze korzystanie z energii jądrowej jako jednego z priorytetowych kierunków rozwoju energetyki w celu pokrycia własnych potrzeb energetycznych.

Zgodnie z głównym celem, planowaniem strategicznym kompleksu jądrowo-energetycznego (KJE) jest zapewnienie ekonomicznie efektywnego i konkurencyjnego funkcjonowania KJE w całości i jego poszczególnych obiektów, a także dalszy obiecujący rozwój w następujących decydujących warunkach:

- bezwarunkowego spełnienia wszystkich norm i wymogów bezpieczeństwa obiektów KJE i ograniczenia ich wpływu na ludność i środowisko;
- zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Ukrainy;
- zapewnienia efektywnego wykorzystania wcześniej dokonanych inwestycji w rozwój KJE;
- zapewnienia nieprzerwanego funkcjonowania KJE;
- zmniejszenia emisji gazów zawierających węgiel.

W celu osiągnięcia tych celów określono podstawowe zadania i sposoby ich rozwiązania. Kluczowymi kierunkami tej działalności są przedłużenie czasu eksploatacji istniejących elektrowni jądrowych i perspektywiczna we właściwym czasie budowa nowych mocy jako uzupełnienie i zamiast tych, które są wycofywane z eksploatacji.

W oparciu o możliwości istniejących placów, budowa pierwszych dwóch z planowanych do wybudowania nowych jądrowych bloków energetycznych jest przewidziana na placu czynnej Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej, a mianowicie bloków energetycznych nr 3, 4.

Pierwszym etapem działań w zakresie tworzenia bloków energetycznych było opracowanie studium wykonalności budowy bloków energetycznych nr 3 i 4, które wchodzi w skład dokumentów niezbędnych do przyjęcia ustawy Ukrainy o lokalizacji, projektowaniu i budownictwie zgodnie z prawem Ukrainy.

1 Podstawy do korekty studium wykonalności,

„Studium wykonalności budowy bloków energetycznych nr 3,4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej” zostało opracowane przez Generalnego Projektanta Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej – PAO »KIEP« w ramach umowy z GP »NAEK Energoatom«, przeprowadzono jego kompleksową

ekspertyzę państwową i zatwierdzono przez rozporządzenie Rządu Ukrainy z dnia 4.07.2012 nr 498-r.

Następnie została wykonana korekta materiałów studium wykonalności, w związku z:

- koniecznością wymiany dostawcy instalacji reaktorowej (IR) WWER-1000 na WWER-1000 produkcji „SKODA JS a.s.”;
- koniecznością realizacji postanowień aktów prawnych i dokumentów normatywnych, zmienionych lub wprowadzonych w życie po zatwierdzeniu studium wykonalności.

Rozwiązania techniczne, które nie są związane z określonymi zmianami, pozostają zgodne z zatwierdzonym studium wykonalności dla wszystkich obiektów i budowli kompleksu bloków energetycznych nr 3 i 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej.

Działalność w zakresie wykorzystywania energii jądrowej na Ukrainie jest regulowana przepisami ustawy Ukrainy „O wykorzystaniu energii jądrowej i bezpieczeństwie radiologicznym” i „Konwencji o bezpieczeństwie jądrowym”, a także wprowadzonymi odpowiednimi aktami prawnymi i normatywnymi.

Konieczność realizacji działań w zakresie korekty studium wykonalności projektu budowy bloków energetycznych nr 3, 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej, w tym OOS jest określona przez następujące dokumenty:

- Budowa bloków energetycznych Nr 3 i 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej. Koncepcyjne rozwiązanie nr KR.46.001-14, zarejestrowane dnia 20.10.2014;
- „Wymagania techniczne dotyczące instalacji reaktorowej typu WWER-1000 dla bloków energetycznych Nr 3 i 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej. TT.46.003-15”, uzgodnione z Państwową Inspekcją Regulacji Jądrowych Ukrainy;
- Zadanie projektowe „Budowa bloków energetycznych Nr 3 i 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej. Studium wykonalności. Korekta” nr 431603 z dnia 28 stycznia 2016 r.

Zakres i przygotowanie wszystkich części studium wykonalności zostały wykonane na podstawie krajowych przepisów budowlanych Ukrainy.

2 Uzasadnienie rejonu i placu rozmieszczenia bloków energetycznych

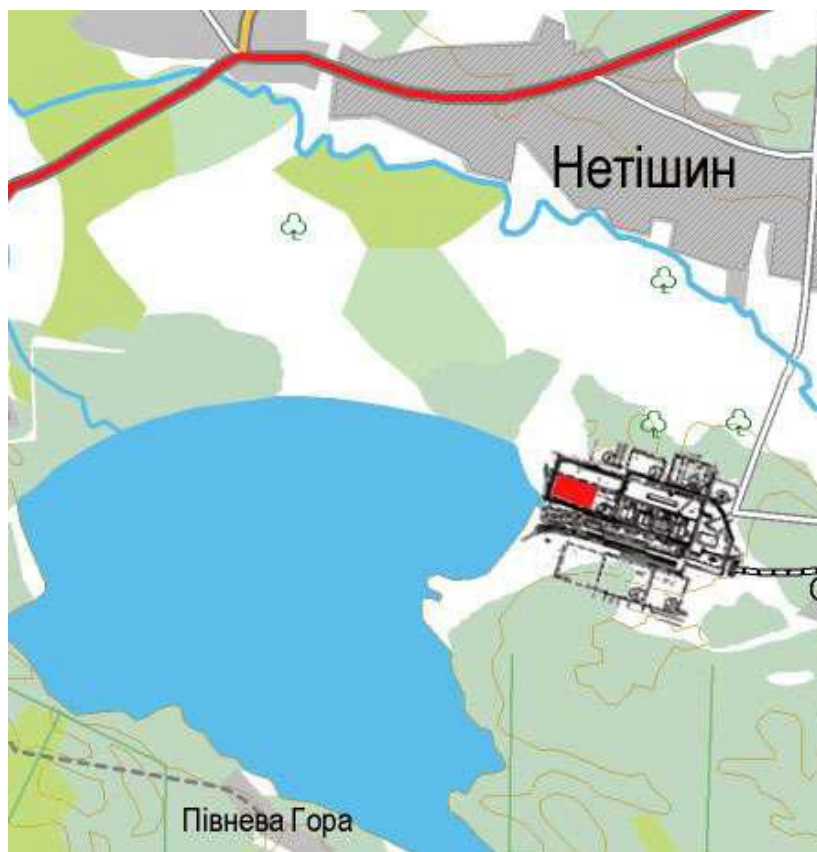
2.1 Rejon i plac rozmieszczenia bloków energetycznych

Budowa i oddanie do eksploatacji bloków energetycznych nr 3, 4 na placu Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej są określone jako zadanie priorytetowe i będzie realizowane jako 2 etapy budowy:

- pierwszy etap – budowa bloku energetycznego nr 3;
- drugi etap – budowa bloku energetycznego nr 4.

Budowa bloków energetycznych nr 3, 4 jest przewidziana na istniejącym placu Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej, który został wybrany i zatwierdzony dla Elektrowni Jądrowej o mocy 4000 MW, wybór placu i sporządzenie aktu wyboru placu zostały wykonane zgodnie z wymaganiami obowiązujących przepisów prawnych, na etapie budowy bloku energetycznego nr 1.

Położenie geograficzne placu Elektrowni Jądrowej przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek1 – Położenie geograficzne placu OP CHAES (Wyodrębnionej Jednostki Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej)

Tekst	Tłumaczenie
Нетішин	Necieszyn
Півнева Гора	Piwniewa góra

Plac Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej znajduje się na zachodzie rejonu sławuckiego, obwodu chmielnickiego na Ukrainie, w odległości 13 km na zachód od centrum rejonowego m. Sławuta, 100 km na północ od miasta obwodowego m. Chmielnicki, w pobliżu m. Necieszyn (osiedle Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej).

Pod względem geostrukturalnym obszar znajduje się w granicach zachodniego zbocza tarczy wołyńsko-azowskiej w obszarze połączenia jej z płytą wołyńsko-podolską.

Sieć hydrograficzną reprezentują rzeki należące do dorzecza Prypeci. Główną arterią wodną regionu jest rzeka Goryń i jej liczne dopływy.

2.2 Uzasadnienie rejonu i placu rozmieszczenia bloków energetycznych

W studium wykonalności rozpatrywane były czynniki związane z placem i wzajemnym oddziaływaniem elektrowni jądrowej i placu, jak również terenów przyległych, podczas eksploatacji elektrowni jądrowej, w tym czynniki związane z zewnętrznymi zjawiskami naturalnymi lub wydarzeniami, spowodowanymi działalnością człowieka, które mają istotne znaczenie z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa.

Terytorialne rozmieszczenie i gęstość zaludnienia miasta-satelity elektrowni jądrowej – Niecieszyn spełnia wymagania norm ukraińskich i międzynarodowych.

Na podstawie wyników obliczeń bilansu wodnego, spływu rzeki Goryń w marcu-kwietniu roku 95% zaopatrzenia w perspektywie 2020 roku podczas eksploatacji czterech bloków energetycznych Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej wystarczy do uzupełniania zbiornika wodnego.

Zgodnie z pozwoleniem na specjalne zużycie wody, pobór wody z rzeki Goryń przewiduje się dokonywać w okresie wylewu rzeki (marzec-kwiecień), w tym sanitarne zużycie poniżej ujęcia wody należy utrzymywać w wysokości 6 m³/s, co jest brane pod uwagę w bilansie wodno-chemicznym (BWCH).

Zgodnie z wymaganiami dokumentacji normatywnej (DN) Ukrainy plac uznawany jest za nadający się do rozmieszczenia elektrowni jądrowej (EJ), jeśli udowodniono możliwość zapewnienia bezpiecznego użytkowania EJ we wszystkich trybach, łącznie z sytuacjami awaryjnymi i awariami z uwzględnieniem specyficznych dla danego placu czynników, w tym:

- stan gleb i wód podziemnych;
- naturalne zjawiska i wydarzenia;
- wydarzenia zewnętrzne, związane z działalnością człowieka;
- istniejące i perspektywiczne środowiskowe i demograficzne cechy regionu rozmieszczenia EJ;
- warunki przechowywania i transportu świeżego i zużytego paliwa jądrowego oraz odpadów radioaktywnych;
- możliwość realizacji działań ochronnych w przypadku poważnych awarii.

Przy opracowywaniu rozwiązań technicznych, w tym na kolejnych etapach, są brane pod uwagę wszystkie wymienione czynniki. Przy tym kwestie przechowywania i transportu świeżego i zużytego paliwa dla nowych bloków energetycznych są rozpatrywane przez analogię z działającą EJ. Wykorzystywane są również obowiązujące w EJ plany realizacji działań ochronnych.

Analiza charakterystyki placu bloków energetycznych nr 3, 4 w Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej pokazuje, co następuje.

Według społecznych i ekologicznych warunków plac spełnia wymogi określone w dokumentach normatywnych.

Dane charakteryzujące dopuszczalność wykorzystania placu Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej do zakończenia budowy bloków energetycznych nr 3 i 4:

- średnia gęstość zaludnienia w obszarze kontroli radiologicznej (OKR) 74 osób/km² (mniej niż 100 osób/km²);
- miast z liczbą mieszkańców od 100 tys. osób w promieniu 30,00 km;
- liczba ludności m. Niecieszyn 34,75 tys. osób, co stanowi mniej niż 50 tys. osób;
- w SM brak rezerwatów przyrody o znaczeniu krajowym;
- odległość do rzeki Goryń wynosi 1,90 km, co jest więcej, niż dopuszczalna odległość, która wynosi 1 km;
- w strefie sanitarno-ochronnej (SSO) nie znajdują się budynki mieszkalne, budynki użyteczności publicznej, instytucje dziecięce i leczniczo-uzdrowiskowe, obiekty zaopatrzenia w wodę pitną, budowle przemysłowe i pomocnicze niezwiązane z Chmielnicką Elektrownią Jądrową;
- teren jest zagospodarowany i zazieleniony;
- podczas korzystania z gruntów i zbiorników wodnych, położonych wokół EJ, odbywa się obowiązkowy monitoring radiologiczny.

W zakresie warunków naturalnych plac spełnia wymogi określone w dokumentach normatywnych, a mianowicie:

- w zakresie charakterystyki sejsmicznej projektowe trzęsienie ziemi (PTZ) = 5 punktów, maksymalne szacunkowe trzęsienie ziemi (MSTZ) = 6 punktów. Zgodnie z zaleceniami MAEA poziom sejsmiczności dla placu Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej przyjmuje się na poziomie gruntu $PGA = 0,1 g$;
- w zakresie warunków gruntowych – nie ma procesów krasowych, osiadania, silnie ściśliwych gleb;
- biorąc pod uwagę rzędne terenu obiektu (206,00 m), maksymalne poziomy piętrzenia wód z powodzi roztopowych i deszczowych na rzece Goryń nie stanowią zagrożenia dla obiektów elektrowni jądrowej;
- głębokość poziomu wód gruntowych wynosi od 3,00 do 4,00 m (wymagane jest nie mniej niż 3,00 m);
- powtarzalność słabych wiatrów do 2 m/s – w ciągu roku 26%, mgieł – 26% (wymagane jest mniej niż 40%).

Analiza zgodności z wymaganiami dokumentów normatywnych, możliwych oddziaływań, świadczy o poniższym:

- pożary, które mogą wystąpić na zewnątrz i w obrębie placu elektrowni jądrowej, nie będą miały wpływu na obiekty ważne dla bezpieczeństwa, znajdujące się w okolicy bloków energetycznych;
- rozważone potencjalne zewnętrzne źródła nie stanowią zagrożenia, ponieważ poziomy wielkości fali uderzeniowej w sytuacjach awaryjnych, którym towarzyszy wybuch, są o rząd poniżej wartości obliczeniowych, uwzględnionych w projekcie dla hali reaktora (HR) i zapasowej elektrowni z generatorem diesla (ZEGD).

Zatem plac nadaje się do rozmieszczenia elektrowni jądrowej z punktu widzenia ewentualnego wpływu czynników zewnętrznych o charakterze technogenicznym na jej bezpieczeństwo.

3 Podstawowe rozwiązania techniczne

W wyniku negocjacji z potencjalnymi dostawcami urządzeń instalacji reaktorowej została podjęta decyzja o zastosowaniu IR WWER-1000 produkcji Skoda JS a.s., która spełnia wszystkie wymogi określone w dokumentach normatywnych Ukrainy i wymagania Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA).

Jako referencyjna IR pod uwagę jest brana IR WWER-1000, wykonana w elektrowni jądrowej „Temielin”. Przy tym w projekcie bloków energetycznych nr 3,4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej, łącznie z używanym, muszą być realizowane wszystkie działania na rzecz poprawy bezpieczeństwa i niezawodności w ramach „Kompleksowego (połączonego) programu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa bloków energetycznych elektrowni jądrowych” Krajowa Spółka Energetyki Jądrowej „Energoatom” przyjęła turbinę na bazie projektu K-1000-60/1500-2M produkcji OAO „Turboatom”.

Budowa bloków energetycznych nr 3, 4 przewiduje się z wykorzystaniem istniejących konstrukcji budowlanych hali reaktora, zapasowej elektrowni z generatorem diesla i innych obiektów, bezpośrednio związanych z halą reaktora, które znajdują się na etapie niedokończonej budowy. Przy tym wykonywane są wszystkie prace remontowo-rekonstrukcyjne w zakresie

konstrukcji budowlanych, które są określone na podstawie wyników badania i oceny ich stanu technicznego.

Rodzaje badań:

- badanie rekonesansowe – odbywa się przed rozpoczęciem głównych prac w zakresie badań w celu ustalenia nomenklatury i zakresu przyszłych prac;
- badanie dokumentacji wykonawczej – organizacja zbierania dokumentacji wykonawczej, formaty jej prezentacji i kompletności;
- badanie wizualne – opracowanie programów badań, ocena zgodności konstrukcji budowlanych i ich elementów z projektem, wykrywanie wad konstrukcji i elementów, ocena wielkości obszarów konstrukcji, przeznaczonych do remontu, identyfikacja konstrukcji i obszarów podlegających badaniu instrumentalnemu;
- badanie instrumentalne – opracowanie programów badań, metod przeprowadzania badań i oceny wyników, określenie wymiarów geometrycznych, właściwości materiałów, położenia konstrukcji i elementów, pobieranie próbek, badanie próbek.

Na podstawie wyników badania po wykonaniu kompleksu prac remontowo-rekonstrukcyjnych zostaną osiągnięte wymagane wartości parametrów w zakresie żywotności, która zapewni niezawodną eksploatację bloków energetycznych w ciągu całego okresu eksploatacji.

3.1 Rozwiązania konstrukcyjne bloków energetycznych

Podstawą projektu Chmielnicki Elektrowni Jądrowej jest zasada układu modułowego. W każdym bloku energetycznym, oprócz systemów normalnej eksploatacji, dostępne są wszystkie systemy, które zapewniają bezpieczeństwo radiologiczne i jądrowe bloku energetycznego, a także zatrzymanie awaryjne, ochładzanie, odprowadzanie pozostałości uwalniania ciepła niezależnie od trybu pracy pozostałych bloków energetycznych. Systemy ogólne elektrowni, niezbędne do zapewnienia pracy bloków energetycznych w trybie normalnej eksploatacji, są wyodrębnione i stanowią oddzielne budowle elektrowni jądrowej.

W projekcie będą również przewidziane dodatkowe systemy i narzędzia do zarządzania awariami ponadprojektowymi (AN), w tym poważnymi awariami.

Blok energetyczny z reaktorem WWER-1000 (WWER-1000 Škoda JS a.s) działa zgodnie ze schematem dwuobiegowym: pierwszy obieg (radioaktywny) – wodny, bezpośrednio odbierający ciepło z rdzenia reaktora; drugi obieg (nieradioaktywny) – paro-wodny, który odbiera ciepło od pierwszego obiegu, generujący parę i wykorzystujący ją w turbogeneratorze.

W projekcie IR WWER-1000 Škoda JS a.s. przewiduje się realizacja szeregu zasadniczych rozwiązań technicznych, związanych z:

- wprowadzeniem dodatkowych systemów i urządzeń do zarządzania AN, takich jak:
 - systemy kontroli i usuwania wodoru;
 - system przymusowego (filtrowanego) zrzutu ciśnienia spod obudowy hermetycznej;
 - systemy chłodzenia zewnętrznego obudowy reaktora w razie poważnych awarii;
- wdrażaniem pogłębionej diagnostyki urządzeń technologicznych, technicznych i programowych środków i cyfrowych sterujących systemów bezpieczeństwa;
- zwiększeniem poziomu technicznego systemów poprzez zwiększenie poziomu automatyzacji, optymalizacji algorytmów kontroli i sterowania, doskonalenia struktury, sprecyzowania i uzupełnienia funkcji.

3.2 Hala reaktora

Układ hali reaktora oparty jest na ujednocionym podejściu do tworzenia autonomicznego monobloku z instalacją reaktorową WWER-1000. Podczas dobudowywania bloków energetycznych nr 3, 4 (IR WWER-1000 Škoda JS a.s.) planuje się zachować ujednocione podejście do układu hali reaktora.

Hala reaktora składa się z części fundamentowej, obudowy i nadbudowy z kopułą betonową. Cylindryczna obudowa hermetyczna o średnicy wewnętrznej 45,0 m, rozpoczynająca się na rzędnej 13,200, jest umieszczona centralnie-symetrycznie w nadbudowie o wymiarach 66,0 x 66,0 m. Rzędna wysokości obudowy hermetycznej wynosi 66,500. Metalowa rura wentylacyjna hali reaktora opiera się na stropie dachowym nadbudowy. Rzędna szczytu rury 100,000.

W części hermetycznej (w obudowie) umieszczone są podstawowe urządzenia pierwszego obiegu bloku energetycznego: reaktor, wytwornice pary, główne pompy obiegowe, zbiorniki systemu awaryjnego chłodzenia rdzenia (SACR) i inne. W części niehermetycznej znajdują się blokowe systemy technologiczne, które ze względu na charakter procesów technologicznych muszą znajdować się w strefie o zastrzyżonym rygorze.

W stosunku do podstawowego projektu projekt hali reaktora dodatkowo będzie zawierać następujące urządzenia:

- zbiorniki systemu chłodzenia zewnętrznego obudowy reaktora w razie poważnych awarii;
- skruber „Venturi” z filtrem aerozolowym systemu przymusowego (filtrowanego) upustu ciśnienia spod obudowy hermetycznej.

Zbiorniki systemu zewnętrznego chłodzenia bloku reaktora (SZCBR) planuje się umieścić na rzędnych 36,600 hali reaktora i na dachu nadbudówki na rzędnej 45,600 HR (dziewięć zbiorników z dodatkowym zapasem nośnika ciepła o łącznej pojemności 648 m³).

Podstawowe rozwiązania konstrukcyjne hali reaktora podobne są do tych istniejących w blokach energetycznych nr 1, 2 CEJ. Przekrój głównego bloku jest przedstawiony na rysunku 2.

Reaktor WWER-1000 Škoda JS a.s. składa się z:

- energetycznego reaktora jądrowego WWER-1000 Škoda JS a.s. typu blokowego z wodą pod ciśnieniem;
- obiegu głównego;
- układu stabilizatora ciśnienia;
- pasywnej części układu awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora;
- systemu kontroli i bezpieczeństwa (SKB).

Obieg główny składa się z:

- czterech pętli cyrkulacyjnych, z których każda zawiera:
 - generator pary typu PGW-1000M;
 - główny obiegowy agregat pompowy GCN-195M;
 - główne rurociągi obiegowe o średnicy nominalnej 850 mm (Dy 850), łączące instalacje pętli cyrkulacyjne z reaktorem.

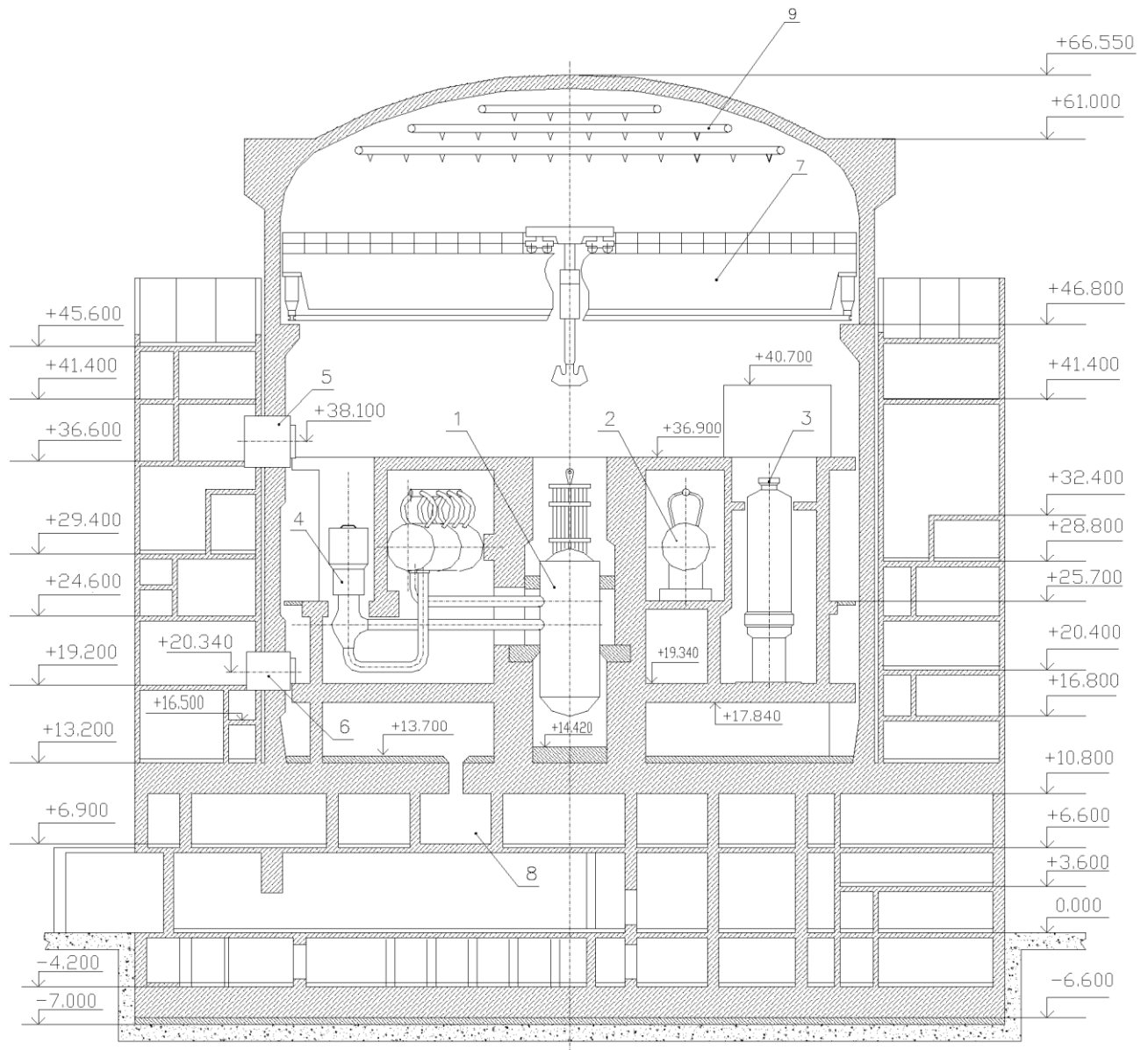
Układ stabilizatora ciśnienia składa się ze:

- stabilizatora ciśnienia;
- zbiornika-bełkotki;

- rurociągów łączących stabilizator ciśnienia i bełkotkę między sobą i z pierwszym obiegiem;
- armatury.

Cześć pasywna systemu chłodzenia awaryjnego rdzenia reaktora składa się z:

- czterech zbiorników wodnych SACR;
- rurociągów łączących i armatury.



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 – Reaktor | 6 – Śluza awaryjna |
| 2 – Generator pary | 7 – Dźwig obrotowego działania |
| 3 – Stabilizator ciśnienia | 8 – Zbiornik-osadnik |
| 4 – Główny obiegowy agregat pompowy | 9 – System zraszaczy |
| 5 – Śluza główna | |

Rysunek 2 – Przekrój bloku głównego bloku energetycznego

3.3 Podstawowe wyposażenie technologiczne i systemy pierwszego obiegu

3.3.1 Obieg główny

Wodno-wodny reaktor energetyczny WWER-1000 Škoda JS a.s. (rysunek 3) na neutronach termicznych to zbiornik cylindryczny, składający się z bloku i zdejmowanej górnej części z pokrywą. W bloku umieszczone są urządzenia wewnętrzne i rdzeń reaktora, składający się z prętów paliwowych. Krótka charakterystyka reaktora:

- nominalna moc cieplna reaktora – 3012 MW (nominalna moc cieplna rdzenia reaktora 3000 MW);
- wydajność wytwarzania pary w trybie znamionowym – 1470 x 4 t/h;
- ciśnienie generowanej pary przy obciążeniu znamionowym na wyjściu z kolektora parowego generatora pary (GP) – nie mniej niż 6,27±0,01 MPa;
- wilgotność pary na wylocie z kolektora parowego GP – nie więcej niż 0,2%;
- temperatura generowanej pary przy obciążeniu znamionowym – 278,5°C;
- możliwość zwiększenia mocy do poziomu 104% (przy tym muszą być określone warunki i zwiększenie mocy do 107% Nzn).

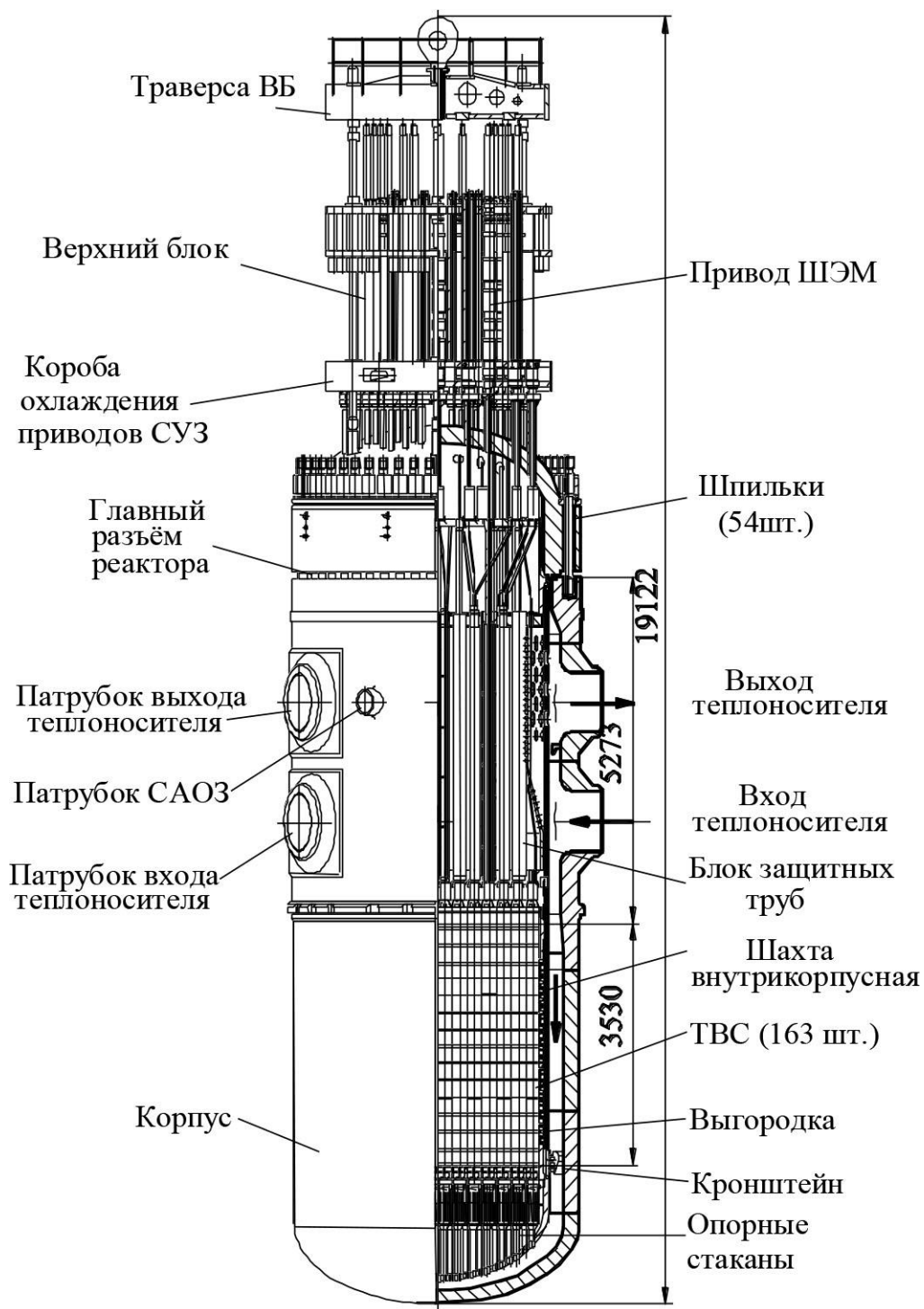
Poniżej przedstawiono podstawowe dane dotyczące bloku reaktora:

- długość całkowita – 10 897 mm;
- średnica zewnętrzna (według kołnierza głównego złącza) – 4570 mm;
- średnica zewnętrzna części cylindrycznej – 4535 mm;
- średnica zewnętrzna (w tym przyłącza) – 5260 mm;
- grubość ścianki części cylindrycznej (bez uwzględnienia napawania) – 192,5 mm;
- grubość napawania – 7–9 mm;
- waga – 322 015 kg;
- żywotność – 60 lat.

Główny obiegowy agregat pompowy GCN-195 jest przeznaczony do tworzenia obiegu nośnika ciepła w pierwszym obiegu i jest pionową, odśrodkową, jednostopniową pompą z zespołem czołowego uszczelnienia wału, wirnikiem, wirnikiem pomocniczym, osiowym wlotem pompowanego nośnika ciepła i zewnętrznym asynchronicznym silnikiem elektrycznym z kołem zamachowym.

Główne rurociągi obiegowe są częścią obiegu głównego (OG) wraz z generatorem pary, reaktorem i GCN i łączą między sobą urządzenia OG w obieg zamknięty.

Główny rurociąg obiegowy (GRO) jest przeznaczony do organizacji obiegu nośnika ciepła pierwszego obiegu przez reaktor po czterech pętlach po obiegu: reaktor – generator pary – GCN – reaktor. GRO składa się z czterech pętli.



Rysunek 3 – Reaktor

Tekst	Tłumaczenie
Траверса ВБ	Trawers WB
Верхний блок	Górna część
Короба охлаждения приводов СУЗ	Skrzynki chłodzenia napędów SKB
Главный разъем реактора	Główne złącze reaktora

Патрубок выхода теплоносителя	Króciec wyjścia nośnika ciepła
Патрубок САОЗ	Króciec SACR
Патрубок входа теплоносителя	Króciec wejścia nośnika ciepła
Корпус	Blok
Привод ШЭМ	Krokowy napęd elektromagnetyczny
Шпильки (54шт.)	Szpilki (54 szt.)
Выход теплоносителя	Wyjście nośnika ciepła
Вход теплоносителя	Wejście nośnika ciepła
Блок защитных труб	Blok rur zabezpieczających
Шахта внутрикорпусная	Szyb wewnątrz bloku
ТВС (163 шт.)	Pręty paliwowe (163 szt.)
Выгородка	Ostona rdzenia
Кронштейн	Wsporniki
Опорные стаканы	Kielichy oporowe

Układ stabilizatora ciśnienia w pierwszym obiegu zawiera stabilizator ciśnienia pary z kompletem grzejników elektrycznych, bełkotkę do kondensacji pary, wychodzącej ze stabilizatora ciśnienia przez zawory bezpieczeństwa, rurociągi łączące, rurociąg wtrysku do stabilizatora ciśnienia (SC) z armaturą. System przeznaczony jest do tworzenia i utrzymania ciśnienia w pierwszym obiegu w trybach stacjonarnych, ograniczenia odchyłeń ciśnienia, w trybach przejściowych i awaryjnych, i zmniejszenia ciśnienia w trybie ochładzania.

Generator pary PGW-1000M jest to rekuperacyjny wymiennik ciepła typu poziomego w jednej obudowie z zanurzoną wiązką rur i jest przeznaczony do produkcji suchej pary nasyconej. Obudowa generatora pary i kolektora są wykonane ze stopowej stali konstrukcyjnej.

3.3.2 Systemy normalnej eksploatacji, ważne dla bezpieczeństwa

Systemy normalnej eksploatacji, ważne dla bezpieczeństwa składają się z następujących systemów:

- przedmuchiwania – uzupełniania pierwszego obiegu, w tym regulowanie borne;
- drenaży i odpowietrzników;
- zorganizowanych wycieków nośnika ciepła pierwszego obiegu;
- ochłodzenia basenu do przechowywania i przeładowania wypalonego paliwa;
- azotu i odgazowania;
- promobiegu;
- przedmuchiwania generatorów pary;
- specjalnego oczyszczania wody.

3.3.3 Systemy bezpieczeństwa

Systemy bezpieczeństwa składają się z następujących systemów:

- zabezpieczenia pierwszego obiegu od przekroczenia ciśnienia;
- awaryjnego usuwania gazu;
- pasywnej części systemu awaryjnego chłodzenia rdzenia;
- awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora wysokiego ciśnienia;
- awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora niskiego ciśnienia;

- zabezpieczenia drugiego obiegu od przekroczenia ciśnienia, w tym bloki parowe armaturowe na rurociągach parowych;
- awaryjnego zasilania wodą generatorów pary.

3.3.4 Dodatkowe systemy w stosunku do W-320

3.3.4.1 System zewnętrznego chłodzenia bloku reaktora

System jest przeznaczony do minimalizacji skutków poważnych awarii, zapobiegania wyjściu roztopionych materiałów rdzenia na zewnątrz bloku reaktora i w konsekwencji uszkodzeniu ostatniej bariery ochronnej – obudowy hermetycznej i rozprzestrzenieniu się substancji radioaktywnych do środowiska. Funkcjonowanie systemu pozwala uniknąć uszkodzenia bloku reaktora pod wpływem wysokiej temperatury roztopionych materiałów rdzenia, a także znacznie zmniejszyć objętość wodoru, który powstaje przy wzajemnym oddziaływaniu na siebie korium i betonu w przypadku poważnej awarii na etapie poza blokiem. Kryteriami wykonania przez SCBR swoich funkcji jest spełnienie następujących warunków:

- zapewnienie odprowadzania pozostałości uwolnień energii z zewnętrznej ścianki i dna bloku reaktora;
- podtrzymanie temperatury bloku reaktora (BR) poniżej temperatury, w której zapewnione są parametry wytrzymałościowe;
- zapewnienie zmniejszenia ciśnienia w BR do wartości, w których zapewniona jest integralność bloku.

Strategia utrzymania roztopionych materiałów rdzenia w bloku reaktora jest przyjęta i realizowana w nowoczesnych projektach elektrowni jądrowej (AR-1000). Dla bloku energetycznego WWER-1000 (Škoda JS a.s.) zostało wykonane uzasadnienie obliczeniowo-doświadczalne takiej możliwości i prace projektowe w zakresie wyposażenia, co pozwala rozważyć możliwość realizacji systemu zewnętrznego chłodzenia bloku reaktora dla bloków energetycznych nr 3,4 CEJ.

Dla SCBR muszą być spełnione następujące wymagania dotyczące niezawodności:

- żywotność sprzętu SCBR:
 - w trybie gotowości – 60 lat;
 - w trybie chłodzenia BR dla utrzymania korium – określana jest w projekcie;
- współczynnik gotowości, nie mniej niż – 0,995;
- współczynnik wykorzystania technicznego, nie mniej niż – 0,95.

Konstrukcja SCBR powinna zapewniać:

- stabilną transmisję ciepła z bloku reaktora do wody chłodzącej;
- utrzymanie dna bloku reaktora z roztopionymi materiałami i wykluczenie możliwości jego oderwania się w przypadku odkształcenia plastycznego;
- zapobieganie wyjściu roztopionych materiałów poza granice BR;
- podkrytyczność roztopionych materiałów w BR;
- możliwość podawania wody do betonowego szybu i odprowadzanie pary wodnej z szybu betonowego;
- minimalne wyniesienie substancji promieniotwórczych do przestrzeni obudowy hermetycznej;
- minimalne wyjście wodoru;

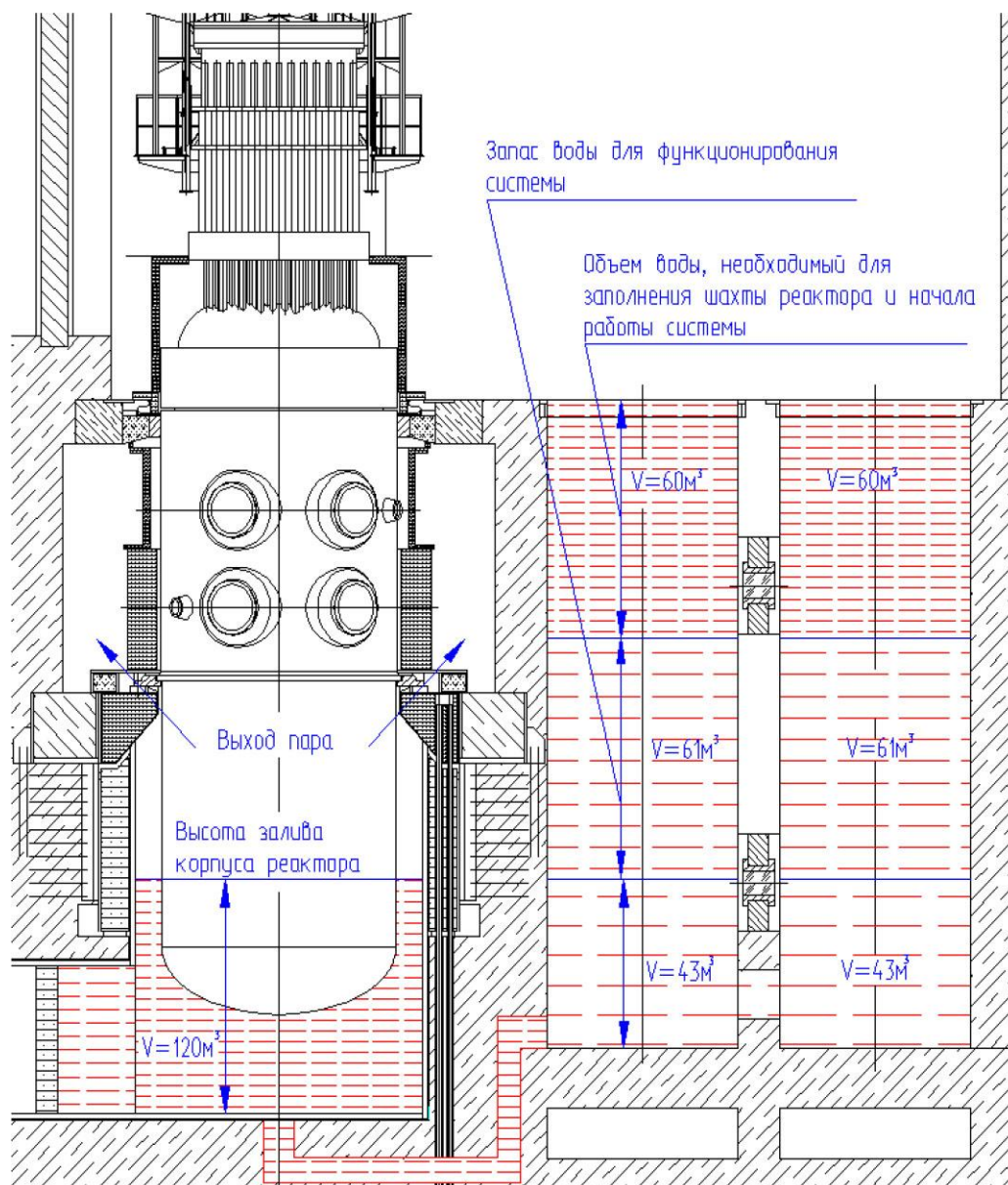
- nieprzekraczanie maksymalnych dopuszczalnych naprężeń w konstrukcjach znajdujących się w pomieszczeniu podreaktorowym szybu betonowego przy różnych obciążeniach statycznych i mechanicznych;
- zdolność do wypełnienia swoich funkcji bez oddziaływania sterującego ze strony personelu operacyjnego na początkowym etapie AN;
- możliwość zapewnienia transportu i montażu, przeprowadzania kontroli w procesie eksploatacji. Powinny być przewidziane elementy konstrukcyjne i miejsca do zaczepienia sprzętem do podnoszenia ciężarów, wykorzystywanych w procesie transportu i montażu.

Jako podstawowa rezerwa nośnika ciepła są używane szyby rewizji urządzeń wewnątrz bloku (UWB) i blok rur zabezpieczających (BRZ). Całkowita objętość szybów wynosi około 328 m³. Szyby są połączone między sobą za pomocą otwartego włazu o średnicy 900 mm (rysunek 4).

Dodatkowy zapas nośnika ciepła znajduje się w zbiornikach na rzędnych 36,600 i na rzędnej 45,600 HR.

Do dłuższego odprowadzania ciepła od reaktora planuje się wykorzystać nieograniczony zapas wody z kanału systemu obiegowego zasilania wodą.

Schemat pierwszego napełnienia szybu reaktora przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4 – Schemat pierwszego zalania szybu реактора з szyбу ревизии wersji BRZ i UWB

Текст	Тълmaczenie
Запас воды для функционирования системы	Zapaw wody do funkcjonowania systemu
Объем воды, необходимый для заполнения шахты реактора и начала работы системы	Ilość wody konieczną do wypełnienia szyбу реактора i rozpoczęcia pracy systemu
Выход пара	Wyjście pary
Высота залива корпуса реактора	Wysokość zalania блоку реактора

W celu wykluczenia funkcjonowania systemu SCBR podczas awarii projektowych i podczas AN bez ciężkiego uszkodzenia rdzenia powinny być zapewnione specjalne zawory do wykluczenia dostarczania nośnika ciepła pod dno bloku реактора, otwieranie których odbywa się z blokowego

panelu kontrolnego po powstaniu sygnałów, zgodnie z którymi operator identyfikuje przejście awarii w fazę poważną.

Po uruchomieniu systemu przez operatora roztwór boru z szybu reaktora UWB i BRZ grawitacyjnie poprzez kanały powietrzne podawany jest pod dno bloku reaktora. Schemat pierwszego napełnienia szybu reaktora przedstawiono na rysunku 4.

Tryby funkcjonowania systemu

SCBR w NE i naruszeniu NE reaktora znajduje się w stanie zimnej rezerwy i w stanie pełnej gotowości technicznej.

W przypadku awarii projektowej (AP) SCBR jest w stanie zimnej rezerwy i w stanie pełnej gotowości technicznej. Po likwidacji awarii projektowej przy poziomie mocy pochłoniętej dawki do 100 $\mu\text{Sv/h}$ odbywa się rewizja SCBR i w razie potrzeby obsługa.

W okresie rozwoju AN na etapie wewnątrz bloku SCBR przestawia się w stan rezerwy gorącej, do czego potrzebne jest jednorazowe oddziaływanie na osprzęt, który zapewnia napełnianie wodą szybu betonowego ze zbiorników awaryjnego zapasu wody.

Podczas poważnych awarii z roztopieniem rdzenia system realizuje funkcje zabezpieczenia bloku reaktora od uszkodzenia i zmniejszenia wyrzutu substancji radioaktywnych.

3.3.4.2 System kontroli i usuwania wodoru

System kontroli i usuwania wodoru służy do wykrycia i zmniejszenia stężenia gazowego wodoru, uwalniającego się podczas awarii, do wartości poniżej granicy wybuchowości.

System awaryjnego usuwania wodoru (SAUW) stanowi zestaw rekombinatorów autokatalitycznych wodoru, rozmieszczonych na różnych wysokościach hermetycznej obudowy.

Westinghouse Electric company Germany GmbH obliczyło, że do wykonania przez SAUW swoich funkcji w zakresie bezpieczeństwa wodorowego w obudowie hermetycznej (OH) podczas awarii pozaprojektowych i „poważnych” potrzebne są 53 moduły NIS PAR.

3.3.4.3 System przymusowego (filtrowanego) upustu ciśnienia spod obudowy hermetycznej

System jest przeznaczony do zabezpieczenia obudowy bezpieczeństwa bloku energetycznego EJ i zmniejszenia wyrzutu substancji radioaktywnych do środowiska, wykluczenia uszkodzenia OH przy wzroście ciśnienia wewnętrznego w przypadku poważnej awarii ze stopieniem paliwa.

Systemy przymusowego upustu ciśnienia spod OH (Filtered Containment Venting Systems – FCVS) są przeznaczone do tego, aby zapobiec uszkodzeniu obudowy bezpieczeństwa bloków energetycznych z reaktorami typu PWR, BWR i WWER w wyniku wzrostu ciśnienia w OH powyżej limitu projektowego (w przypadku poważnych awarii). Efektywność utrzymania FCVS dla aerozoli: > 99,99% i dla pierwiastkowego jodu > 99,5%.

FCVS jest systemem modułowym, co pozwala umieścić elementy systemu w zależności od wymiarów wybranego dla systemu pomieszczenia.

System pełni jednocześnie funkcję oczyszczania gazu i zapewnia proces płynnej sterowanej zmiany ciśnienia.

W skład systemu przymusowego upustu ciśnienia (SPUC) spod hermetycznej obudowy wchodzi skrubler „Venturi” i filtr aerozolowy, które zapewniają oczyszczenie mieszaniny pary i powietrza od promieniotwórczych aerozoli i jodu. System jest podłączony z jednej strony do OH przez rurociąg i zawór odcinający i, z drugiej strony, do rury wentylacyjnej bloku EJ przez linię z zainstalowanym w niej urządzeniem dławiącym.

3.3.4.4 Stacjonarne i mobilne narzędzia i źródła energii, rezerwy i dostarczania nośnika ciepła dla trybów AN (w tym trybów poważnych awarii)

Przy pełnym odłączeniu EJ od prądu i utracie końcowego pochłaniacza ciepła przewidziane są dodatkowe mobilne jednostki pompujące z napędem zasilanym olejem napędowym do:

- zapełnienia basenu chłodzenia natryskowego (MNU BB);
- zasilania generatorów pary (MNU PG);
- zasilania basenu do przechowywania wypalonego paliwa (MNU BW).

Mobilny generator prądu z silnikiem diesla o napięciu 6 kV jest przeznaczony do zasilania rezerwowego urządzeń systemów bezpieczeństwa (SB) w przypadku całkowitego odłączenia od zasilania EJ i awarii ZEGD, międzyblokowych i zasilania urządzeń SB od autonomicznego generatora prądu z silnikiem diesla.

Mobilny generator prądu z silnikiem diesla (MGPSD) powinien zapewnić zasilanie urządzeń napięciem 6 i 0,4 kV jednocześnie dzięki konstrukcji generatora lub włączeniem do dostawy MGPSD dodatkowych urządzeń. Silnik diesla powinien być wyposażony w elektroniczny system automatycznej regulacji prędkości obrotowej (SARPO).

3.3.5 Podstawowe rozwiązania architektoniczno-budowlane i dotyczące układu hali reaktora

Układ planistyczny hali reaktora jest zbudowany na podstawie podziału na strefy przeznaczone do różnych czynności, w zależności od stopnia ich zagrożenia dla personelu i środowiska. Wszystkie pomieszczenia hali reaktora są podzielone na strefy o zastrzonym rygorze i wolne strefy.

W hali reaktora znajdują się dwa boksy przeciwpożarowe:

- pierwszy znajduje się wewnątrz obudowy hermetycznej;
- drugi – w nadbudowie hali reaktora.

Granicą pomiędzy wymienionymi strefami przeciwpożarowymi jest hermetyczna żelbetowa obudowa bezpieczeństwa, która ma granicę odporności ogniowej nie niższą niż E150 i stanowi niezawodną barierę zabezpieczającą od pożaru, który może wystąpić w pierścieniowej nadbudowie.

Wewnątrz boksów przeciwpożarowych hali reaktora znajdują się pomieszczenia ze sprzętem niezbędnym dla bezpieczeństwa. Są one traktowane jako samodzielne sekcje przeciwpożarowe (boks wytwornic pary, panele kontrolne, pomieszczenia kablowe systemów bezpieczeństwa).

Wewnętrzne pomieszczenia HR, ograniczone obudową hermetyczną, są niedostępne dla personelu podczas pracy reaktora.

Granicę obudowy hermetycznej stanowią konstrukcje obudowy bezpieczeństwa, a także konstrukcje ścian i stropów, które zabezpieczają tę strefę, które są biernymi elementami systemu lokalizacji awarii.

Konstrukcyjnie budynek HR składa się z trzech kubatur, które mają zarówno cechy konstrukcyjne, jak i planistyczne, a mianowicie z:

- części fundamentowej, znajdującej się poniżej rzędnej 13,200 m;
- szczelnej kubatury wewnątrz cylindrycznej obudowy bezpieczeństwa o średnicy 45,00 m do rzędnej 66,450 m;
- nadbudowy wokół obudowy bezpieczeństwa do rzędnej 45,600 m, o wymiarach w planie 66,00 x 66,00 m w osiach budowli.

Obudowa hermetyczna posiada dwa wejścia/wyjścia do nadbudowy przez śluzy hermetyczne:

- główne na rzędnej sali maszynowej 36,600 m;
- awaryjne na rzędnej 19,340 m.

Wyjścia ewakuacyjne i wjazd do śluzów transportowych są używane tylko w okresie prac remontowych, są stale zamknięte i obliczone na działanie fali uderzeniowej.

Wszystkie wyjścia z hali reaktora na zewnątrz są wyposażone w drzwi zabezpieczająco-hermetyczne.

Wszystkie konstrukcje betonowe i metalowe hali reaktora w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, warunków temperaturowych i w zakresie wilgotności, stopnia ich radioaktywnego zanieczyszczenia, są pokrywane specjalnymi powłokami ochronnymi, materiałami i masami, stabilnymi w warunkach ciągłego narażenia na działanie aktywnego promieniowania jonizującego, wysokich temperatur, wibracji, okresowego oddziaływania roztworu dezaktywizującego.

Hala reaktora bloku energetycznego nr 3 (I etap budowy) oraz bloku energetycznego nr 4 (II etap) zostaną zbudowane z wykorzystaniem istniejących konstrukcji budowlanych z uwzględnieniem realizacji prac remontowo-konserwatorskich na podstawie wyników badania i oceny stanu technicznego. Przy tym zapisywane są główne wcześniej przyjęte rozwiązania konstrukcyjne, które są precyzowane i optymalizowane z uwzględnieniem instalacji nowego sprzętu (reaktor, generator pary, dodatkowe systemy bezpieczeństwa, itp.).

Przy tym w ramach studium wykonalności, wykonano wstępne obliczenia z uwzględnieniem dodatkowych obciążeń i wpływów, które potwierdzają możliwość wykorzystania istniejących konstrukcji budowlanych do zakończenia budowy bloków energetycznych.

3.4 Rozwiązania hydrotechniczne

3.4.1 Ocena sprawności chłodzenia zbiornika podczas pracy czterech bloków energetycznych EJ o łącznej mocy 4000 MW

W związku ze wzrostem mocy CEJ do 4000 MW, została przeprowadzona kontrola zaopatrzenia zbiornika wodnego-chłodnicy (ZWC) w istniejących warunkach. Temperatury wody lodowej w zbiorniku podczas pracy jednego, dwóch, trzech i czterech bloków energetycznych o mocy 1000 MW każdy są określone dla warunków pogodowych gorącej dekady średniego roku, i stanowią one odpowiednio 25,7°C; 28,7°C; 32,4°C i 34,9°C przy współczynnikach efektywności zbiornika wodnego 0,56; 0,66; 0,69 i 0,71.

Na podstawie wyników uzyskanych temperatury przy różnym obciążeniu cieplnym zbiornika wodnego widać, że przy dopuszczalnej granicznej temperaturze wody lodowej 33,0°C, zbiornik wodny-chłodnica zapewni moc EJ 3240 MW. W celu zapewnienia mocy EJ 4000 MW wymagane jest dodatkowe chłodzenie wody obiegowej.

Na podstawie wykonanych obliczeń cieplnych zbiornika wodnego-chłodnicy w zakresie bilansu cieplnego, z uwzględnieniem stopnia wpływu wziętych pod uwagę czynności na tryb hydrotermiczny zbiornika wodnego-chłodnicy (ZWC) i zapewnienie stabilnej pracy elektrowni jądrowej w najbardziej niesprzyjających warunkach pogodowych w okresie letnim, a także wskaźniki kosztowe budowy dodatkowych obiektów, zalecono wybudowanie polecana tamy kontroli przepływu o długości 1300 m.

Budowa tamy o długości 1300 m pozwala poprawić efektywność chłodzenia wody obiegowej w zbiorniku i zapewnić odpowiednie warunki temperaturowe pracy czterech bloków energetycznych nawet w najbardziej niekorzystnych „gorących” warunkach hydrometeorologicznych z zapasem 2–3°C i możliwością wytwarzania dodatkowej energii elektrycznej na podstawie zmiany mocy na zaciskach generatora.

Budowa taka tamy pozwala również praktycznie uniknąć istotnej zależności temperatury w zbiorniku od najbardziej niekorzystnych turbin sytuacji, gdy zachodni wiatr z prędkością 3–6 m/s.

3.4.2 Analiza dostępności wody w EJ po zakończeniu budowy bloków energetycznych nr 3, 4

Do chłodzenia urządzeń podstawowych i pomocniczych elektrowni jądrowej projekt przewiduje wykorzystanie napełnianego ZWC, stworzonego przez budowę zapory wodnej w dolinie rzeki Gniłoj Rog. Zbiornik wodny zaprojektowany i zbudowany jest jako zbiornik wodny technologiczny EJ i obliczony na podstawie dopuszczalnej temperatury chłodzenia wody (nie więcej niż 33°C), do odprowadzania ciepła z urządzeń EJ o mocy 4000 MW (4 bloki energetyczne), z uwzględnieniem harmonogramów naprawy urządzeń podstawowych.

Ponieważ budowa bloków energetycznych nr 3 i nr 4 będzie wykonywana dwuetapowo (pierwszy etap – blok nr 3, drugi etap – blok nr 4), to analiza całej sytuacji związanej z zaopatrzeniem w wodę będzie wykonywana oddzielnie dla pierwszego i drugiego etapu budowy bloków energetycznych z uwzględnieniem części przychodzącej i wychodzącej bilansu wodnego.

3.5 Zapasowa elektrownia z generatorem diesla

ZEGD jako system awaryjnego zasilania, jest systemem zapewniającym bezpieczeństwo, przeznaczonym do zaopatrzenia w energię elektryczną wszystkich konsumentów drugiej grupy niezawodności EJ.

Projekt przewiduje trzy autonomiczne kanały systemu bezpieczeństwa w części technologicznej i, odpowiednio, trzy autonomiczne kanały systemu zasilania awaryjnego. Każdy kanał zawiera urządzenia elektrotechniczne, generator diesla (GD), systemy pomocnicze, umożliwiające pracę GD, wyposażenia urządzeń kontrolno-pomiarowych i automatyki.

Praca generatora diesla stacji funkcjonalnie jest związana z pracą systemu wody technicznej odpowiedzialnych konsumentów, systemami ogrzewania i wentylacji. Przy tym zużycie wody technicznej wynosi nie mniej niż 600 m³/h.

ZEGD składa się z trzech w pełni odizolowanych od siebie kanałów znajdujących się w oddzielnych komórkach budynków ZEGD.

Pierwsza komórka dla bloku energetycznego nr 3 znajduje się w środku budynku, składającego się z trzech komórek i znajdującego się między blokami energetycznymi nr 3 i 2, w osiach 4–6. Druga i trzecia komórki znajdują się na krawędziach budynku, składającego się

z trzech komórek, który znajduje się za trzecim blokiem energetycznym, w osiach 1–3, 7–9, odpowiednio.

Pierwsza komórka dla bloku energetycznego nr 4 znajduje się w środku budynku, składającego się z trzech komórek i znajdującego się między blokami energetycznymi nr 3 i 4. Druga i trzecia komórki znajdują się na krawędziach budynku, znajdującego się za czwartym blokiem energetycznym.

3.6 Ogólna zapasowa elektrownia z generatorem diesla (OZEGD)

ОРДЭС jest autonomicznym awaryjnym źródłem zasilania mechanizmów odpowiedzialnych bloków energetycznych EJ, od których zależy utrzymanie urządzeń bloków energetycznych w stanie roboczym na wypadek całkowitej utraty zasilania.

OZEGD może również służyć do zasilania szczególnie odpowiedzialnych konsumentów EJ, od których zależy szybkie przywracanie sprawności EJ po jej całkowitym odłączeniu od prądu.

Celem OZEGD jest zapewnienie zasilania krytycznych grup urządzeń.

OZEGD składa się z dwóch komórek, znajdujących się w jednym budynku. W każdej komórce jest ustawiony jeden generator diesla o mocy 5600 kW, napięciu 6,3 kV. Jedna komórka OZEGD zapewnia zasilanie dla jednej rozdzielnicy (6,0 kV) ogólnej dla dwóch bloków. Komórki są wyposażone w autonomiczne systemy paliwa, oleju, wody chłodzącej, powietrza rozruchowego, sterowania, zabezpieczeń, sygnalizacji, itp. Łączenia systemów różnych komórek nie ma. Komórki są podobne pod względem rozwiązań architektoniczno-budowlanych i technologicznych.

4 Zapewnienie bezpieczeństwa

Cel ogólny jest zapewniony poprzez zarządzanie bezpieczeństwem na wszystkich etapach cyklu życia elektrowni jądrowej, we wszystkich stanach eksploatacyjnych.

4.1 Informacje ogólne na temat koncepcji zapewnienia bezpieczeństwa nuklearnego i radiologicznego

Działalność w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej powinna odbywać się zgodnie z prawem Ukrainy i innymi aktami prawnymi, które regulują stosunki w dziedzinie wykorzystania energii jądrowej i obchodzenia się z odpadami radioaktywnymi.

Do każdej działalności w elektrowni jądrowej (projektowanie, budowa, eksploatacja, itp.) należy stosować podstawowe wymagania, przewidziane obowiązującymi na Ukrainie odpowiednimi normami i przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa nuklearnego i radiologicznego.

Przy opracowywaniu studium wykonalności bloków energetycznych nr 3, 4 Chmielnickiej Elektrowni Jądrowej zostały uwzględnione wymagania następujących dokumentów:

- ustaw Ukrainy;
- Umów międzynarodowych, ratyfikowany na Ukrainie;
- Zarządzeń Prezydenta i Uchwał Rady Najwyższej i Rady Ministrów Ukrainy;
- dokumentów normatywnych Ukrainy dotyczących bezpieczeństwa nuklearnego

i radiologicznego.

Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej i MAEA są używane w tych ich częściach, które nie są sprzeczne z wymaganiami wyższych wymienionych dokumentów i mają na celu zmniejszenie narażenia pracowników, ludności i środowiska naturalnego na promieniowanie.

bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego bloków energetycznych z reaktorami WWER-1000 Škoda JS a.s., opiera się na:

- wymaganiach obowiązujących przepisów i norm bezpieczeństwa w zakresie energetyki jądrowej w odniesieniu do specyfiki projektowanych bloków energetycznych;
- współczesnej filozofii i zasadach bezpieczeństwa, wypracowanych przez społeczność jądrową i zawartych w normach bezpieczeństwa Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, publikacjach Międzynarodowej Grupy Doradczej ds. Bezpieczeństwa Jądrowego;
- kompleksie przepracowanych i sprawdzonych w trakcie eksploatacji rozwiązań technicznych z uwzględnieniem prac w zakresie ich doskonalenia, w tym przy projektowaniu bloków energetycznych z różnymi modyfikacjami IR z reaktorami WWER;
- zastosowaniu zweryfikowanych i certyfikowanych metod, kodów i programów obliczeniowych, wypracowanej metodologii analizy bezpieczeństwa;
- środkach organizacyjnych i technicznych w zakresie zapobiegania i ograniczania skutków awarii pozaprojektowych;
- doświadczeniu w projektowaniu instalacji nowej generacji o zwiększonym bezpieczeństwie;
- zapewnieniu niskiej wrażliwości na błędy i błędne decyzje personelu;
- zapewnieniu niskiego ryzyka znacznych wyrzutów substancji radioaktywnych w razie awarii;
- zapewnieniu możliwości realizacji funkcji bezpieczeństwa bez dostarczania energii z zewnątrz i zarządzania przez interfejs „człowiek – maszyna”;
- zapewnieniu braku konieczności ewakuacji ludności mieszkającej w pobliżu EJ podczas wszelkich awarii.

4.2 Zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego

Bezpieczeństwo radiologiczne jest zapewnione przez następujące środkami i działania inżynierskie, organizacyjne:

- wysoką niezawodność urządzeń, w tym udoskonalonego w oparciu o doświadczenia z eksploatacji EJ z reaktorami WWER przy wdrażaniu rozwiązań alternatywnych, sprawdzonych w trakcie eksploatacji elektrowni jądrowych różnego typu z zapobieganiem awariom, które miały miejsce;
- niską częstotliwość wyjściowych zdarzeń, które naruszają normalną eksploatację;
- maksymalne obniżenie prawdopodobieństwa „poważnego” uszkodzenia rdzenia, w tym w wyłączonym reaktorze, do wartości co najmniej mniejszej niż 10^{-5} na reaktor na rok (należy dążyć do tego, aby prawdopodobieństwo takiego zdarzenia nie przekraczała $5 \cdot 10^{-6}$ na reaktor na rok);
- maksymalnym obniżeniem prawdopodobieństwa wystąpienia granicznego awaryjnego wyrzutu (wyrzutu, po przekroczeniu którego należy przeprowadzać ewakuację ludności za granicę wybranej strefy) do wartości co najmniej mniejszej niż 10^{-6} na reaktor na rok (należy dążyć do tego, aby prawdopodobieństwo takiego zdarzenia nie przekraczało 10^{-7} na reaktor na rok awariami, w ciągu którego są zapewnione charakterystyki projektowe barier ochronnych);
- zabezpieczenie od awarii w wyniku przyczyny ogólnej i błędów pracowników;
- pomijalnie małe prawdopodobieństwo występowania takich zdarzeń, jak:
- wtórna krytyczności roztopionych materiałów;

- „poważna” awaria z obejściem obudowy bezpieczeństwa;
- „poważna” awaria przy wysokim ciśnieniu w reaktorze;
- „poważna” awaria z awarią obudowy bezpieczeństwa po doprowadzeniu procesu awaryjnego do „scenariuszy niskiego ciśnienia”.

Bezpieczeństwo jądrowe – przestrzeganie norm, zasad, standardów i warunków wykorzystania materiałów jądrowych. Ta właściwość instalacji reaktora i elektrowni jądrowej w całości z wymaganym prawdopodobieństwem zapobiegania powstawaniu awarii jądrowej, związanej z uszkodzeniem jądrowych elementów paliwowych, przekraczającym ustalone granice bezpiecznej eksploatacji spowodowanej procesami jądrowo-fizycznymi wskutek:

- zaburzenia kontroli i sterowania łańcuchowej reakcją rozszczepienia w rdzeniu;
- powstania masy krytycznej podczas przeładunku, transportu i składowania jądrowych elementów paliwowych.

Bezpieczeństwo jądrowe instalacji reaktora jest zapewnione przez system środków technologicznych i organizacyjnych wskutek:

- wykorzystania właściwości samozabezpieczenia wewnętrznego instalacji reaktora;
- wykorzystania koncepcji zabezpieczenia wielostopniowego;
- wykorzystania systemów bezpieczeństwa zaprojektowanych w oparciu o zasadę pojedynczej awarii, różnorodności, rezerwowania i fizycznego podziału;
- korzystania z zaaprobowanej praktyki inżynierjno-technicznej;
- przestrzegania norm, zasad i standardów bezpieczeństwa nuklearnego i radiologicznego, a także przestrzegania wymagań określonych w projekcie EJ;
- zachowania i poprawy kultury bezpieczeństwa;
- korzystania z systemu zarządzania jakością na każdym etapie cyklu życia jądrowej instalacji elektrycznej;
- zapewnienia odpowiednich kwalifikacji personelu;
- uwzględnienia doświadczenia z eksploatacji;
- posiadania potrzebnej dokumentacji eksploatacyjnej.

5 Ocena oddziaływania na środowisko

5.1 Analizowane w OOS elementy środowiska i rodzaje oddziaływań

Wykonana ocena oddziaływania na środowisko wykazała, że głównymi rodzajami oddziaływań bloków energetycznych nr 3, 4 OP CEJ na elementy środowiska są następujące:

- radiologiczne;
- cieplne;
- chemiczne.

Oddziaływanie hałasu, wibracji i pól elektromagnetycznych są ograniczone do placu EJ i nie przekraczają dopuszczalnych wartości.

Geologiczne środowisko terenu i miejsca EJ charakteryzuje się wystarczającą stabilnością. Nie przewiduje się jego negatywnego wpływu na funkcjonowanie istniejących obiektów elektrowni i na obiekty bloków energetycznych nr 3, 4.

Wpływ OP CEJ na środowisko geologiczne (w tym na poziom wód gruntowych) praktycznie w całości został zrealizowany podczas budowy i uruchamiania obiektów wchodzących w kompleks bloków nr 1, 2 i ograniczał się granicami terenu i miejsca CEJ. Większość z tych obiektów jest

częścią bloków energetycznych nr 3, 4 (ZWC, kanały wlotowe i wylotowe, przepompownie, budownictwo mieszkaniowe w m. Niecieszyn, itp.). Na okres eksploatacji bloków energetycznych nr 3, 4 zmiany technogenne stanu środowiska geologicznego pod wpływem obiektów CEJ nie są prognozowane.

Nie jest prognozowany także negatywny wpływ bloku energetycznego na obiekty środowiska technogenne, znajdujące się w granicach OKR.

Do elementów środowiska, których dotyczą wyżej wymienione oddziaływania, odnosi się środowisko powietrzne, wodne (wody powierzchniowe i podziemne), gleby, świat roślinny i zwierzęcy, środowisko społeczne i technogenne.

5.2 Ocena oddziaływania na środowisko powietrzne

5.2.1 Oddziaływanie radiologiczne

Radiologiczna sytuacja w rejonie lokalizacji stacji obecnie przeważnie jest określana radionuklidami pochodzenia naturalnego. Krótkotrwałe technogenne izotopy w OKR CEJ nie zostały wykryte. Zanieczyszczenie terenu ^{137}Cs znajduje się na poziomie zbliżonym do poziomu globalnego zanieczyszczenia (około 3 kBq/m^2).

Podczas obliczania prognozowanych ocen zanieczyszczenia terenu przyległego do EJ, emisją gazów w postaci aerozolu dla trybu normalnej eksploatacji wszystkich bloków energetycznych, zostało przyjęte, że istnieje jedno źródło ciągłych wyrzutów o wysokości 100 m i łącznej mocy równej wyrzutom z rur wentylacyjnych hal reaktorowych czterech bloków energetycznych i bloków specjalnych.

Wymienione wyrzuty zawierają 89 radionuklidów o różnych okresach połowicznego rozpadu i mocach wyrzutu i, odpowiednio, różnych wkładach do dawek promieniowania. W wyniku przeprowadzonych obliczeń uzyskano oceny prognozowe gęstości zanieczyszczeń najbliższej strefy EJ ^3H , ^{137}Cs i ^{90}Sr oraz stężeń objętościowych ^{41}Ar , ^{85}Kr i ^{133}Xe w warstwie powierzchniowej atmosfery najbliższej strefy EJ podczas ciągłej eksploatacji czterech bloków energetycznych (tabela 1).

Tabela 1 – Całkowite wyrzuty radionuklidów podczas normalnej eksploatacji CEJ

Radionuklid	Okres połowicznego rozpadu	Moc wyrzutu Bq/doba
^{41}Ar	1,82 h	3,85E+10
^{137}Cs	30,20 rok	4,97E+05
^{85}Kr	10,72 roku	3,15E+09
^{133}Xe	5,23 dób	1,21E+13
^3H	12,33 lat	2,85E+10
^{90}Sr	29,2 lat	1,38E+01

Wykonane oceny wykazały, że główny wkład do dawki od wyrzutu gazów i aerozoli w okresie eksploatacji stacji będą dawać radioaktywne gazy szlachetne (RGS) z powodu napromieniowania od chmury (tabela 2).

Tabela 2 – Obliczeniowe stężenia RGS w warstwie powierzchniowej w atmosferze OKR CEJ

Nazwa	Wartości stężenia RGS w warstwie powierzchniowej w atmosferze Bq/m ³		
	⁴¹ Ar	⁸⁵ Kr	¹³³ Xe
Maksymalne średnie roczne stężenia, uzyskane w kierunku wschodnim, w odległości około jednego kilometra od EJ	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-3}$	2,0

Podane szacunkowe stężenia RGS świadczą o tym, że w normalnych warunkach eksploatacji (NWE) bloków energetycznych są one o kilka rzędów wielkości poniżej dopuszczalnych i, tym samym, z zapasem zapewniają nieprzekroczenie efektywnej dawki granicznej w 40 mikrosiwerta/rok na ludność kategorii B.

W związku z tym oddziaływanie emitowanych promieniotwórczych gazów na środowisko jest dopuszczalne.

5.2.2 Oddziaływanie chemiczne

Po uruchomieniu bloków energetycznych nr 3, 4 w CEJ nie będzie miało miejsca pojawienie się nowych procesów technologicznych, którym towarzyszy emisja do atmosfery jakichkolwiek szkodliwych substancji, innych niż istniejące, czyli jakościowa charakterystyka emisji, istniejących obecnie podczas pracy dwóch bloków energetycznych, się nie zmienia.

Prognozujące oceny ekspertów dotyczące przyziemnych stężeń nieradioaktywnych zanieczyszczeń w atmosferze wykazały, że po wprowadzeniu do eksploatacji bloków energetycznych nr 3 i 4 w ogóle, ilościowa i jakościowa charakterystyka emisji nieradioaktywnych znacząco się nie zmienia i można uznać, że ich parametry pozostaną na dotychczasowym poziomie. Zatem można stwierdzić, że przy powierzchni ziemi stężenia zanieczyszczeń, spowodowane emisją CEJ, dla wszystkich składników, a także dla grup podsumowania, nie przekroczą wartości dopuszczalnych dla osiedli. W strefie ochrony sanitarnej stanowią one od 0,2 do 0,6 najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS), a w strefie najbliższych osiedli od 0,02 do 0,12 NDS. Poza strefą ochrony sanitarnej wartości maksymalnych stężeń przy powierzchni ziemi dla grup podsumowania i dla każdego składnika nie przekracza 0,05 NDS.

5.2.3 Oddziaływanie cieplne i wilgotnościowe

W EJ funkcjonują trzy obrotowe systemy chłodzenia sprzętu.

Wraz ze wzrostem zużycia podgrzanej wody wpływającej do ZWC od 50 m³/s przy pracy jednego bloku energetycznego do 200 m³/s przy pracy czterech bloków energetycznych i istniejącej technologii chłodzenia wody, straty wody na dodatkowe wyparowanie z powierzchni ZWC wyniosą 53,1 mln m³/rok, z BB 0,876 mln m³/rok. Ponadto, z BB straty na unoszenie kropelkowe wynosi 3,92 mln m³/rok.

Zwiększenie spustu cieplnego do ZWC stworzy nieco inne warunki wymiany wody w górnej warstwie zbiornika i wymiany ciepła w przylegającej do niego warstwie powietrza atmosferycznego.

Wpływ systemów chłodzenia w pierwszej kolejności przejawia się w mikroklimacie przestrzeni powietrznej, znajdującej się nad akwenem zbiornika i rozprzestrzeni się na niewielki obszar przylegający do niego.

Po wprowadzeniu trzeciego, a następnie i czwartego bloku energetycznego, wpływ systemów chłodzenia na mikroklimat przejawia się w zwiększeniu dodatkowego parowania i, w konsekwencji, wilgotności powietrza. Temperatura powietrza nie powinna wzrosnąć proporcjonalnie do spustów ciepłych, ponieważ ciepło będzie wykorzystywane na dodatkowe parowanie, powstawanie „mgieł parowania”. Można się spodziewać wzrostu liczby dni z mgłą i zjawiskami gołoledzi. Temperatura powietrza podczas pracy czterech bloków energetycznych zmieni się w dopuszczalnych granicach, w porównaniu do tej, która jest odnotowywana podczas pracy dwóch bloków energetycznych. Strefa wpływów ZWC nie przekroczy 1,0 km od linii wododziału.

Biorąc pod uwagę dopuszczalne wpływ systemów chłodzenia na parametry klimatyczne, nie potrzebne są żadne specjalne działania w celu ograniczenia tych oddziaływań podczas pracy czterech bloków energetycznych.

5.2.4 Działanie i ocena wpływu czynników fizycznych

5.2.4.1 Oddziaływania hałasu

Do oceny oddziaływania hałasu na środowisko przyjęto następujące przesłanki:

- przeprowadza się ocenę oddziaływania dodatkowych źródeł hałasu, które pojawiają się wraz z uruchomieniem bloków energetycznych nr 3, 4;
- ze względu na brak na terenie obiektu, poza budynkami i budowlami przemysłowymi, stałych miejsc pracy personelu, ocenę oddziaływania hałasu przeprowadza się tylko wewnątrz tych budynków i budowli;
- ze względu na brak w granicach SOS jakichkolwiek pomieszczeń mieszkalnych lub administracyjno-socjalnych ze stałym pobytom ludzi, niebędących pracownikami EJ (ludność), w celu oceny wpływu hałasu przyjęto ustalone wartości graniczne ciśnienia akustycznego dla miejsc pracy personelu, przebywającego tam na stałe lub okresowo.

W zależności od przeznaczenia i charakterystyki pomieszczeń produkcyjnych, w celu zmniejszenia poziomu ciśnienia akustycznego, wykonywana jest izolacja cieplno-akustyczna, instalowane są dźwiękoszczelne kabiny, przewiduje się korzystanie ze słuchawek.

5.2.4.2 Możliwe oddziaływanie ultradźwiękowe

Oddziaływanie ultradźwiękowe od pracujących urządzeń termomechanicznych podczas eksploatacji bloków energetycznych nr 3, 4 CEJ nie jest oczekiwane.

Podczas naprawy podczas kontroli ultradźwiękowej jakości złączy spawanych połączeń możliwe jest jednorazowe krótkotrwałe oddziaływanie ultradźwiękowe.

5.2.4.3 Oddziaływanie wibracyjne

Oddziaływanie wibracyjne może przejawiać się wewnątrz pomieszczeń produkcyjnych i nie obejmuje środowiska.

5.2.4.4 Ocena oddziaływania fal elektromagnetycznych i promieniowania jonizującego

W celu ochrony pracowników przed wpływem pola elektrycznego na otwartą rozdzielnicę (OR) przewidziane są stacjonarne środki ochrony:

- markizy montowane nad stanowiskami pracy obok skrzynek przyłączeniowych;
- napędów, szaf sterowniczych i rozdzielczych;
- pionowe ekrany między wyłącznikami sąsiednich komórek;
- dodatkowe ekrany sterowania.

Wychodzące z OR EJ napowietrzne linie energetyczne 330 i 750 kV są wykonane z uwzględnieniem wymagań norm sanitarnych wpływu emisji i uwolnień substancji promieniotwórczych CEJ, przez cały czas eksploatacji, na sytuację radiologiczną w rejonie lokalizacji EJ nie wykryto na tle globalnego promieniowania, o czym świadczą wyniki kontroli próbek obiektów środowiska.

Wartość bezwzględna dawek na terenie punktów kontroli, w ciągu całego czasu eksploatacji, nie zależy od ich lokalizacji w odniesieniu do EJ, a wynika z naturalnego promieniowania i emisją radionuklidów pochodzenia globalnego. Dynamika zmian promieniowania na terenie OKR wynika z opadu radionuklidów technogennych w wyniku awarii w Czarnobylu globalnymi opadami i fluktuacjami promieniowania.

W związku z tym, że bloki nr 3, 4 są identyczne z działającymi, można stwierdzić, że wprowadzanie ich do eksploatacji nie spowoduje nadmiernych zmian w sytuacji promieniowania, zarówno na terenie elektrowni jądrowej, jak i w OKR.

Szacunki potwierdzają ten wniosek.

5.3 Ocena oddziaływania na wody powierzchniowe i podziemne

5.3.1 Ocena oddziaływań na wody powierzchniowe

5.3.1.1 Zużycie zasobów wodnych

Techniczne zaopatrzenie w wodę

Przy obliczeniach BWCH bloków energetycznych nr 3, 4 CEJ, wzięto pod uwagę wielkość strat wody na dodatkowe wyparowanie 53,1 mln m³/rok, z uwzględnieniem współczynnika wykorzystania ustalonej mocy 0,82.

Odpowiednio deficyt zasobów wodnych (zapotrzebowanie na świeżą wodę techniczną dla ZWO z rz. Goryń) w ostatniej pionowej płaszczyźnie 4 podczas pracy czterech bloków energetycznych wynosi od 3,23 do 41,92 mln m³/rok (począwszy od roku o wysokiej zawartości wody 1% zaopatrzenia w wodę do roku o niskiej zawartości wody 95% zaopatrzenia w wodę). Uzupełnianie niedoboru zasobów wodnych jest możliwe dzięki zadziałaniu pojemności użytkowej zbiornika wodnego EJ z jego następującym uzupełnieniem spływem r. Gniłoj Rog i r. Goryń (poza okresem wegetacyjnym). Rzeka Goryń, nie naruszając ustalonego nietykalnego zużycia sanitarnego (6 m³/s), z uwzględnieniem zapotrzebowanie na świeżą wodę do basenów natryskowych (BB), chemicznego oczyszczania wody (HOW) i nawadniania, jest w stanie sprostać powyższemu zapotrzebowaniu.

5.3.1.2 Oddziaływanie radiologiczne

Obserwacje za stanem napromieniowania wody w zbiornikach wodnych na obszarze, na którym uruchomiono CEJ, wykazały, że stopień zanieczyszczenia zbiorników wodnych przez ^{137}Cs i ^{90}Sr spełnia wymagania normy PC_B^{ingest} .

5.3.1.3 Oddziaływanie chemiczne

Potencjalnym źródłem zanieczyszczenia środowiska wodnego w OKR CEJ jest ZWC.

Woda ze ZWC może przedostać się do otaczającego środowiska wodnego podczas przedmuchu, a także podczas przewidzianych projektem „wymuszonych” przelewach wody przez automatyczny powodziowy spust wody ZWC w przypadku przekroczenia normalnego poziomu piętrzenia (NPP) w okresie powodzi wiosennej i deszczowej.

Wykonane szacunki wskazują, że jeżeli kontrolowane przedmuchy ZWC są wykonywane we właściwym czasie z przestrzeganiem regulaminowych wymagań, chemiczne oddziaływanie na wody powierzchniowe może być ograniczone do dopuszczalnego minimum, wykluczającego możliwość naruszenia norm sanitarnych w zakresie wskaźników hydrochemicznych.

5.3.1.4 Oddziaływanie cieplne

Zwiększenie spustu cieplnego do ZWC stworzy nieco inne warunki wymiany wody w górnej warstwie zbiornika i wymiany ciepła w przylegającej do niego warstwie powietrza atmosferycznego. Strefa wpływu ZWC na mikroklimat nie przekroczy 1,0 km. Powyższe zmiany mikroklimatu są oceniane jako niewielkie i ekologicznie dopuszczalne.

Modelowe obliczenia hydrotermiczne ZWC wykazały, że temperatura wody w nim przekracza naturalną temperaturę wody w r. Goryń w warunkach pracy czterech bloków o $13,84^\circ\text{C}$. Szacunkowa średnia miesięczna temperatura wody lodowej dla czynników meteorologicznych kwietnia wynosi $22,04^\circ\text{C}$ (miesiąc wiosennej powodzi – najbardziej prawdopodobny miesiąc spustów wód przedmuchowych) przy naturalnej temperaturze wody w r. Goryń $8,2^\circ\text{C}$.

Biorąc pod uwagę, że podczas wiosennych powodzi zużycie wody w r. w rzece Wilia wynosi od 10 do $100\text{ m}^3/\text{s}$, a zużycie zrzutu spustowego jest regulowane w szerokich granicach (od 0 do $10\text{ m}^3/\text{s}$ i więcej), możliwość spełnienia zachowania zgodności z temperaturą określoną w normach sanitarnych w ocenianym przekroju poprzez rozcieńczenie wód odprowadzanych przez otwór spustowy jest oczywista i może być łatwo monitorowana przez stosowne oznaczanie temperatury wody.

5.3.2 Ocena oddziaływań na wody podziemne

W trakcie eksploatacji bloków energetycznych nr 1, 2, w wyniku infiltracji wód produkcyjnych nastąpiły zmiany w niektórych kształtujących system wodach podziemnych. Z tego powodu na niektórych odcinkach odnotowuje się stałe podnoszenie temperatury i mineralizacji wód podziemnych, dość stabilne w czasie, jednak jest to proces lokalny i nie rozprzestrzenia się poza teren obiektu. Uruchomienie bloków energetycznych nr 3, 4 może spowodować zjawiska lokalnego wzrostu temperatury wód podziemnych, ich mineralizacji lub nieznacznej poprawy poziomu na ograniczonym obszarze. Nie wpłynie to na ujęcia wody pitnej.

Stan radiacyjny wód podziemnych, w tym ujęcia wody w Niecieszynie, jest zadowalający, to jest poniżej maksymalnego poziomu regulowanego w dokumentacji normatywnej. W oparciu o wyniki symulacji przeprowadzonej przez Centrum Naukowo-Techniczne Badań Radiowohydrogeośrodowiskowych Państwowej Akademii Nauk Ukrainy (NIC RPI w ramach Narodowej Akademii Nauk Ukrainy), kompleks wodonośny wykorzystywany do pozyskiwania wody jest chroniony przed zanieczyszczeniami chemicznymi i radionuklidami powierzchniowymi, tj. należy do ekologicznie zrównoważonych źródeł wody pitnej.

5.4 Ocena oddziaływań na gleby

5.4.1 Oddziaływanie radiologiczne

Radiologiczna sytuacja w rejonie lokalizacji stacji obecnie przeważnie jest określana radionuklidami pochodzenia naturalnego. Krótkotrwałe technogenne izotopy w OKR CEJ nie zostały wykryte. Zanieczyszczenie terenu ^{137}Cs znajduje się na poziomie zbliżonym do poziomu globalnego zanieczyszczenia (około 3 kBq/m^2).

Rzeźba terenu w strefie najbliższej elektrowni oraz dostępność barier orograficznych są brane pod uwagę przy modelowaniu rozpraszania się emisji gazów i aerozoli.

5.4.2 Oddziaływanie chemiczne

Zgodnie z wynikami badań zawartość miedzi, cynku i kadmu w glebie na obszarze przyległym do CEJ kształtuje się na poziomie tła. Możliwe jest niewielkie skażenie ołowiem gruntów rolnych położonych przy drogach, co nie doprowadzi do przekroczenia maksymalnej wartości dopuszczalnej w produktach rolnych.

Procesy degradacji gleby związane z budową CEJ dotyczą jedynie terenu obiektu. Ich występowanie w OKR jest praktycznie niezwiązane z eksploatacją elektrowni.

Ogólnie rzecz biorąc analiza fizykochemicznych właściwości gruntów w regionie wykazała, że niezależnie od różnorodności gruntów, większość z nich charakteryzuje się znaczną odpornością buforową na obciążenia antropogeniczne. Krajobraz w strefie najbliższej sąsiadującej z CEJ stanowi solidną barierę zapobiegającą rozszerzaniu się strefy skażenia pierwotnego w drodze migracji.

5.5 Ocena oddziaływania na roślinność i świat zwierzęcy

Działanie dwóch dodatkowych reaktorów w KNPP nie będzie miało wpływu na strukturę i dynamikę zbiorowisk roślinnych, jak również nie spowoduje zmian w populacjach rzadkich kultur oraz tych zawartych w Czerwonej Księdze. Jednak w przypadku przeprowadzenia dodatkowych prac budowlanych lub innych prac związanych ze zmianą sytuacji wodnej, naruszeniem integralności szata roślinnej lub glebowej, konieczne są dodatkowe badania i ekspertyza ekologiczna tego obszaru.

Według danych urzędów ochrony środowiska obwodu chmielnickiego i rówieńskiego w OKR CEJ znajduje się 47 obiektów przyrodniczych i rezerwatów przyrody o różnym stopniu ochrony, które zajmują powierzchnię ponad 3000 ha. To jest nieco ponad 1% terenu strefy, co jest cztery razy mniej niż średnia krajowa.

Radiologiczna sytuacja w rejonie OKR CEJ obecnie przeważnie jest określana radionuklidami pochodzenia naturalnego. Jako bioindykatorów skażenia promieniotwórczego wskazane jest

stosowanie grzybów, sosny, jagód, mchów i porostów (dla każdej z warstw), dla których istnieje wystarczająca baza danych i ustalone są odpowiednie zależności. Ogólnie rzecz biorąc, nie było żadnego wpływu promieniowania na florę w ramach OKR w okresie ponad 20 lat funkcjonowania CEJ.

Ustalono, że uruchomienie i praca reaktorów 3 i 4 w trybie normalnym nie będą miały negatywnego wpływ na faunę w ramach OKR CEJ. Nie przewiduje się naruszenia rezerw żywności, schronisk, miejsc gniazdowania i szlaków migracji.

5.6 Ocena oddziaływań na środowisko społeczne

5.6.1 Wpływ na stan zdrowia ludności

5.6.1.1 Postanowienia ogólne

Na proces kształtowania zdrowia ludności wpływa cały kompleks przyrodniczo-klimatycznych, społeczno-ekonomicznych, medycznych i biologicznych, antropogenicznych i innych czynników.

Jednym z najważniejszych wskaźników zdrowia populacji jest częstotliwość występowania chorób, którego analiza umożliwia planowanie i optymalizację obecnych i przyszłych działań władz lokalnych i organów nadzoru sanitarno-epidemiologicznego.

W ramach przeprowadzanych badań nie wykryto żadnych negatywnych zmian w stanie zdrowia populacji OKR ze względu na wpływ emisji EJ, a w konsekwencji ryzyko zwiększenia częstotliwości chorób miejscowych populacji nie jest wyższe niż średnie ryzyko w całym kraju.

5.6.1.2 Narażenie na promieniowanie

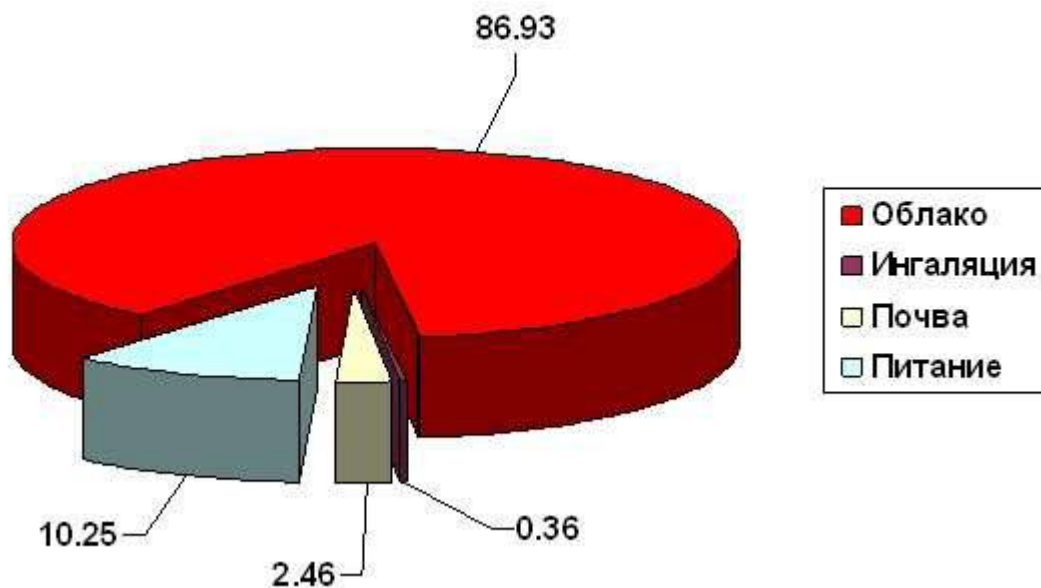
Dawki promieniowania dla mieszkańców żyjących w OKR CEJ powstają głównie z powodu naturalnych radionuklidów (NRN) zawartych w glebie i leżących poniżej skałach.

Średnia całkowita efektywna dawka promieniowania ludności Ukrainy, ze względu na naturalne źródła, wynosi 3,5 $\mu\text{Sv/h}$ a jej główna część kształtuje się w wyniku napromieniowania z radonu.

Maksymalny oczekiwany wkład w efektywną dawkę (od EJ) na wszystkich odległościach wnoszą radioaktywne gazy szlachetne ^{133}Xe , ^{135}Xe pochodzące od chmury. Pozostałe drogi narażenia wnoszą znacznie mniejszy wkład do dawki (rysunek 5).

Dawka efektywna

Эффективная доза



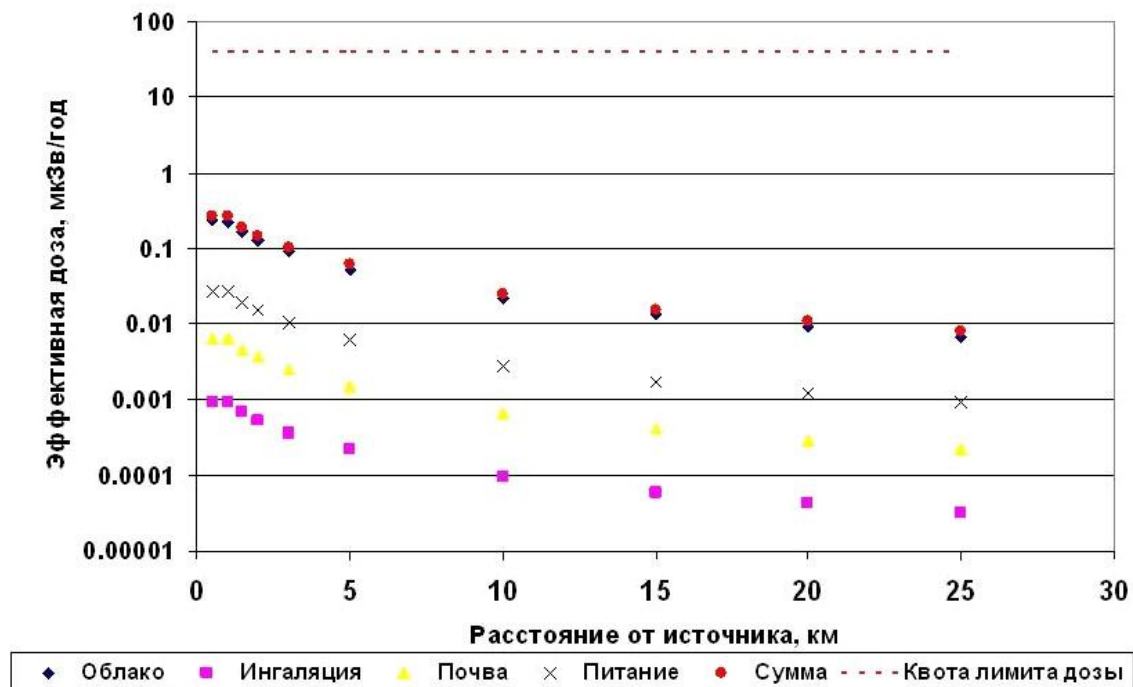
Rysunek 5 – Struktura kształtowania (w procentach) oczekiwanej efektywnej rocznej dawki dla ludności (referencyjna grupa „dorosły”, ludność wiejska) za trzydziesty rok użytkowania CEJ w ramach czterech bloków energetycznych drogami narażenia. Odległość 3 km

Tekst	Tłumaczenie
Облако	Chmura
Ингаляция	Inhalacja
Почва	Gleba
Питание	Odżywianie

Maksymalna obliczona indywidualna dawka efektywna $0,34 \mu\text{Sv}/\text{rok}$ została uzyskana w odległości 1 km na wschód od elektrowni. W odległości 25 km całkowita efektywna dawka zostanie zmniejszona do setnych μSv .

Główne dawki promieniowania dla ludności powstają głównie z powodu naturalnych radionuklidów: ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th i produktów ich rozpadu (w granicach od 1 do $3 \mu\text{Sv}/\text{rok}$). W ciągu kilku godzin naturalnego promieniowania człowiek otrzymuje w przybliżeniu taką samą dawkę, jak od emisji CEJ za rok.

Ludność mieszkająca w pobliżu elektrowni jądrowej może otrzymać dawkę napromieniania z wyrzutów gazo-aerozolowych elektrowni jądrowej nieprzekraczającą 4% dawki granicznej, tj. $< 40 \mu\text{Sv}$ rocznie. W przypadku CEJ dla ludności oceny dawek promieniowania poza SOS są o dwa rzędy wielkości niższe, niż ustalone limity dawek (rysunek 6).



Rysunek 6 – Zależność oczekiwanej efektywnej rocznej dawki dla ludności (referencyjna grupa "dorosły", ludność wiejska) za trzydziesty rok użytkowania CEJ w ramach czterech bloków energetycznych drogami narażenia

Текст	Тлумаченіе
Эффективная доза, мкЗв/год	Dawka efektywna, $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
Расстояние от источника, км	Odległość od źródła, km
Облако	Chmura
Ингаляция	Inhalacja
Почва	Gleba
Питание	Odżywianie
Сумма	Suma
Квота лимита дозы	Limit dawki

5.6.1.3 Rozprzestrzenianie transgraniczne materiałów radioaktywnych

Stopecień skażenia terenu radionuklidami szybko spada w miarę oddalania się od źródła, co prowadzi do zmniejszenia dawki promieniowania dla mieszkańców (rysunek 6). Nawet gdyby elektrownia była położona na samej granicy, limit dawki promieniowania dla mieszkańców sąsiednich państw nie zostałby przekroczony (dla większości państw europejskich jest on wyższy niż na Ukrainie i wynosi $200 \mu\text{Sv}/\text{h}$).

Spowodowane wyrzutem gazów i aerozoli skażenie promieniotwórcze na dużą odległość, poza obszarem kontroli radiologicznej CEJ, nie może być większe niż skażenie na granicy tego obszaru, z następujących przyczyn natury fizycznej.

Zatem można stwierdzić, że wpływ promieniowania na państwa sąsiednie podczas normalnej eksploatacji CEJ będzie znacznie mniejszy niż ustalone limity dawek, a zatem mniejszy niż efektywna roczna dawka na mieszkańca wynosząca 1 mSv.

5.6.1.4 Ogólne wnioski dotyczące dawek

Ocena indywidualnej efektywnej dawki dla populacji (45 lat eksploatacji instalacji, maksymalne proporcje zmian) wykazała, że na granicy SOS, skuteczna dawka roczna, biorąc pod uwagę wszystkie sposoby ekspozycji dla grupy krytycznej populacji będzie wynosić 0,6 μSv . Maksymalna obliczona indywidualna dawka efektywna 2,8 μSv / rok została uzyskana w odległości 0,5 km na wschód od elektrowni. W odległości 25 km skuteczna dawka zmniejsza się do setnej części μSv , co świadczy o braku dodatkowych negatywnych oddziaływań na stan zdrowia ludności.

5.7 Ocena oddziaływania na środowisko antropogeniczne

Budowie i instalacje istniejącej części CEJ zostały zaprojektowane i zbudowane z uwzględnieniem możliwych skutków zjawisk ekstremalnych. Podobne projekty zostały zatwierdzone w SW w odniesieniu do bloków energetycznych nr 3, 4.

Warunki lokalizacji elektrowni jądrowej wykluczają zewnętrzne oddziaływania antropogeniczne z innych obiektów działalności gospodarczej (pożar, fala uderzeniowa, powódź, emisja szkodliwych gazów), co może doprowadzić do nieprawidłowego działania CEJ. Oznacza to, że dodatkowe źródła oddziaływań elektrowni na środowisko antropogeniczne nie zostaną stworzone.

Ocena wpływu promieniowania elektrowni jądrowej na środowisko, w tym środowisko antropogeniczne, odbywa się za pomocą technicznych środków kontroli promieniowania, kontrolujących zarówno źródła emisji radionuklidów do środowiska (zrzuty ciekłe, emisja gazów aerozolowych), jak i sytuację radiacyjną na terenie elektrowni jądrowej oraz przyległych terenach.

Według szacunków, dodatkowy wkład w zanieczyszczenie długotrwałymi radionuklidami środowiska antropogenicznego ze względu na wyrzuty gazowo-aerozolowe jest dziesiątki tysięcy razy mniejszy niż istniejące zanieczyszczenie, które z kolei jest znacznie poniżej ustalonych dopuszczalnych poziomów. W konsekwencji podczas uruchomienia dwóch nowych bloków energetycznych niewskazane jest specjalne oczyszczanie gruntów pod zmianę struktury użytkowania gruntów rolnych, restrukturyzacja sektora rolnego, a także zmiany w technologii przetwarzania produktów.

5.8 Ocena oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym

Dla oceny radiologicznego znaczenia transgranicznego przemieszczania skażenia promieniotwórczego w czasie NWE wykorzystano wyniki obliczenia dyspersji gazo-aerozolowych wyrzutów dla OKR CEJ. Obliczenia te wykonano z uwzględnieniem rzeczywistych danych meteorologicznych w rejonie lokalizacji elektrowni z określonym zapasem konserwatywności. Stopień skażenia terenu radionuklidami szybko spada w miarę oddalania się od źródła, co prowadzi do zmniejszenia dawki promieniowania dla mieszkańców. Dawka promieniowania dla mieszkańców nie przekracza limitów nawet w strefie ochrony sanitarnej. Oznacza to, że nawet gdyby elektrownia była położona na samej granicy, limit dawki promieniowania dla mieszkańców sąsiednich państw nie zostałby przekroczony (dla większości państw europejskich jest on wyższy niż na Ukrainie i wynosi 200 $\mu\text{Sv/h}$).

Wpływ promieniowania na państwa sąsiednie podczas normalnej eksploatacji CEJ będzie znacznie mniejszy niż ustalone limity dawek, a zatem mniejszy niż efektywna roczna dawka na mieszkańca wynosząca 1 mSv.

Informowanie sąsiednich krajach o możliwym transgranicznym oddziaływaniu odbywało się od 2010 do 2013 roku.

Raport OP „Atomprojectengineering” z dn. 25.12.2013 o działaniach w zakresie informowania sąsiednich krajów o możliwym oddziaływaniu w kontekście transgranicznym został ogłoszony poprzez zamieszczenie na oficjalnej stronie internetowej Spółki (GP NAEK „Energoatom” <http://www.energoatom.kiev.ua/ru/actvts/stroitelstvo/buildon/public/>) jak tego wymaga Konwencja z Espoo.

5.9 Ocena oddziaływania na środowisko w przypadku awarii

5.9.1 1 Ocena oddziaływań nieradiacyjnych

Przy rozruchu bloków energetycznych nr 3, 4, jak i w obecnych warunkach pracy bloków energetycznych nr 1, 2, jedynym potencjalnym źródłem chemicznego oddziaływania na środowisko może być ZWC, który przyjmuje oczyszczone ścieki bytowo-gospodarcze z terenu elektrowni jądrowej niemające zanieczyszczeń radioaktywnych, oczyszczone ścieki bytowo-gospodarcze z m. Niecieszyn, oczyszczone ścieki przemysłowe z zakładów m. Niecieszyn (skierowane do ogólnej sieci kanalizacji komunalnej), oczyszczone ścieki przemysłowe z terenu elektrowni, ścieku opadowe z terenu elektrowni.

Analiza możliwych sytuacji awaryjnych, związanych z chemicznymi wyrzutami i zrzutami, wszystkich procesów technologicznych i urządzeń elektrowni, pokazała, że przewidziane rozwiązania technologiczne wykluczają możliwość zanieczyszczenia środowiska szkodliwymi substancjami chemicznymi.

We wszystkich trybach pracy EJ możliwość zrzutów substancji chemicznych i odpadów radioaktywnych do środowiska jest wykluczona.

Powodziowy upust wody

Upust wody (klasa I kapitałności) jest przeznaczony do przepuszczania wód powodziowych. Automatyczny spust wody jest przeznaczony do przepuszczania opadowej powodzi w przypadku forsownego zwierciadła wody w zbiorniku do 70 cm powyżej NPG, przy tym maksymalne przekształcone zużycie wody wynosi 110,0 m³/s.

Biorąc pod uwagę wyjątkową niską powtarzalność, a także wyjątkowo duży napływ świeżej wody do ZWC, a przy tym znacznie poprawiający jakość wody w ZWC, powodziowy spust wody nie ma wpływu na NDS zanieczyszczeń rzeki Horyń i nie powoduje sytuacji awaryjnej, związanej ze zrzutami chemicznymi.

Wody przedmuchowe

W przypadku potrzeby technologicznej istnieje możliwość przedmuchu zbiornika ze spustem wody przez denny upust.

Organy nadzoru sanitarnego kontrolują jakość wody w miejscu spustu wód przedmuchowych, jakość wody w rzece Horyń przed spustem wód przedmuchowych i jakość wody w rzece Horyń w odległości 500 m dalej w dół rzeki od miejsca spustu. W przypadku przekroczenia NDS dla substancji zanieczyszczających w ostatniej pionowej płaszczyźnie pomiaru szandor dennego upustu wody jest zamykany i przedmuch ustaje.

W ten sposób sytuacja awaryjna związana z wyrzutami chemicznymi podczas przedmuchu jest wykluczona.

5.9.2 Ocena oddziaływań radiacyjnych

Do analizy oddziaływań radiacyjnych w razie awarii zostały rozpatrzone MAP i AN.

Jako MAP (maksymalna awaria projektowa) został przyjęty scenariusz z pęknięciem głównego rurociągu cyrkulacyjnego.

Jako AN został przyjęty scenariusz z pęknięciem gilotynowym OG Dn 2 x 850 mm wraz z awarią aktywnych systemów chłodzenia awaryjnego strefy i działającego systemu zraszającego.

Prawdopodobieństwo rozpatrywanej AN wynosi $4,29 \cdot 10^{-7}$ dla reaktora rocznie, co mieści się w dopuszczalnym zakresie uwzględnianych AN przy wartości kryterium „odsiewu” 10^{-8} .

Wyrzut do środowiska zarówno podczas awarii MAP jak i AN zależy od szczelności hermetycznej obudowy bloku energetycznego oraz od tego, jak długo utrzymywało się w niej podwyższone ciśnienie. Wyrzut do atmosfery zawiera radioaktywne gazy szlachetne (RGS), radioizotopy jodu, aerozole ^{137}Cs , ^{90}Sr i inne radionuklidy.

Oddziaływanie na gleby i produkty rolne

Skażenie radioaktywne terenu w czasie awarii projektowej i ponadprojektowej nie doprowadzi do zmian właściwości fizykochemicznych ani fizyczno-wodnych gleby.

Przeprowadzona analiza wykazała, że dla OKR CEJ krytycznym źródłem radionuklidów do produktów rolnych po ewentualnych awariach będą łąki i pastwiska znajdujące się na terenach zalewowych rzeki Horyń. Dlatego krytyczną drogą migracji radionuklidów, zarówno we wczesnej fazie awarii, jak i na kolejnych fazach, będzie łańcuch pastwiska-zwierzęta-produkty hodowli zwierząt-człowiek.

Przeprowadzone oceny skażenia produktów rolnych w przypadku MAP i AN wykazały, że w wyniku skażenia powietrznego w początkowej fazie awarii możliwe jest przekroczenie dopuszczalnych poziomów zawartości radionuklidów. W odległości do 30 km od źródła wyrzutu skażenie radioaktywne produktów rolnych może przekraczać ustalone przez normy minimalne poziomy, przy których staje się celowa interwencja i działania mające na celu ograniczenie spożycia produktów rolnych produkcji lokalnej.

Oddziaływanie na florę i faunę

Zgodnie z wynikami obliczeń dotyczących sytuacji nadzwyczajnych, jako główne radionuklidy formujące dawkę dla biocenoz można rozpatrywać radionuklidy krótkotrwałe.

Podczas MAP ostrożne oceny maksymalnej pochłoniętej dawki w pierwszym roku po wyrzucie (w odległości 2,7 km wzdłuż osi śladu wyrzutu, w najgorszych warunkach pogodowych) dla roślin i zwierząt gospodarskich wynoszą odpowiednio około 20 i 4 mGy rocznie (zewewnętrzne napromieniowanie). Uzyskane oceny poziomów wchłoniętych dawek wykazały, że zmiany flory i fauny na poziomie gatunku są bardzo mało prawdopodobne. Zgodnie z tym zmian biocenoz pod wpływem czynników promieniowania nie będzie.

Podczas AN ostrożne oceny maksymalnej dawki pochłoniętej w pierwszym roku po wyrzucie (w odległości 4 km wzdłuż osi śladu wyrzutu, w najgorszych warunkach pogodowych) dla roślin wynoszą około 1 Gy rocznie, co w przypadku gatunków iglaków bardziej podatnych na promieniowanie przekracza próg obecnie ustalonego dolnego limitu dla wykrywania słabych skutków promieniowania. Przy tym granica średniego i wysokiego nasilenia skutków promieniowania, a także granica dawek nawet ostrego napromieniowania, która w 100% przypadków powoduje śmierć w różnych grupach taksonomicznych, poza strefą ochrony sanitarnej nie zostanie przekroczona.

Ostrożna ocena maksymalnej zewnętrznej dawki w tych samych warunkach dla zwierząt gospodarskich wynosi około 0,04 Gy rocznie i nie przekracza progu obecnie ustalonego dolnego limitu dla wykrywania słabych skutków promieniowania u ssaków.

Uzyskane oceny poziomów wchłoniętych dawek pozwalają stwierdzić, że zmiany flory i fauny na poziomie gatunku są bardzo mało prawdopodobne, chociaż wzdłuż osi śladu wyrzutu mogą być obserwowane efekty radiobiologiczne u gatunków iglastych podczas AN. Zgodnie z tym zmian strukturalnych w biocenozach pod wpływem czynników promieniowania poza strefą ochrony sanitarnej nie będzie.

Wewnątrz strefy ochrony sanitarnej, na ograniczonym obszarze, istnieje prawdopodobieństwo ostrej nadmiernej dawki promieniowania dla gatunków najbardziej podatnych na promieniowanie (drzew iglastych, ssaków (gryzoni)), przy której możliwy jest nieduży wpływ małych oddziaływań promieniowań jonizujących (uszkodzenia chromosomów, funkcji rozmnażania i fizjologii). Dawka ostrego promieniowania (5 dni) dla sony rosnącej w odległości 1 km od źródła promieniowania (oś chmury, ostrożna ocena) może wynosić 1 Gy.

Oddziaływanie na ludność

Zostały oszacowane indywidualne efektywne dawki dla ludności w wyniku MAP. Przedstawione ostrożne oceny dawek promieniowania, na które narażona jest ludność, z uwzględnieniem wszystkich dróg narażenia, z wyjątkiem dostarczania radionuklidów z żywnością, wykazały, że podczas MAP nie są wymagane żadne nadzwyczajne lub pilne środki zaradcze (w tym profilaktyka jodowa). Dawki nie osiągają progu wystąpienia efektów deterministycznych. Indywidualne ryzyko wystąpienia efektów stochastycznych dla ludności znajduje się na pomijalnie niskim poziomie.

Skażenie radioaktywne produktów rolnych w wyniku MAP może przekroczyć ustalone w normach kryteria podejmowania decyzji o wycofaniu, wymianie i ograniczeniu spożycia takich produktów w odległości do 30 km. Czyli istnieje prawdopodobieństwo wdrożenia długoterminowych środków zaradczych.

Największe prawdopodobieństwo konieczności podjęcia decyzji o wycofaniu, wymianie lub ograniczeniu spożycia lokalnych produktów rolnych poza strefą ochrony sanitarnej w bezpośredniej bliskości od jej granicy istnieje dla warzyw liściastych i mleka. Poza strefą ochrony sanitarnej możliwe jest wprowadzenie zakazu spożywania warzyw liściastych i mleka przez okres od 1 do 3 miesięcy. W przypadku warzyw liściastych zakaz ten może zostać wprowadzony do granicy OKR, a w przypadku mleka – do 15 km od CEJ. Wprowadzenie tych środków zaradczych jest związane przede wszystkim ze skażeniem terytorium izotopami jodu i krótkotrwałymi radionuklidami.

Istnieje również możliwość wprowadzenia zakazu spożywania produktów zbożowych i mięsa, uprawianych i hodowanego w bezpośredniej bliskości ON (do 6 km). Według uzyskanych ostrożnych ocen, okres obowiązywania zakazu spożywania produktów zbożowych i mięsa uprawianych i hodowanego na tym obszarze może trwać do 2 lat.

Zostały oszacowane indywidualne efektywne dawki dla ludności w wyniku MAP. Na podstawie maksymalnych ocen skutecznej dawki konieczne będzie wprowadzenie ograniczenia pobytu ludności na świeżym powietrzu w odległości do 4 km od źródła wyrzutu. Wspomniany środek zaradczy został określony przez dawkę możliwą do uniknięcia dla całego ciała. Obliczona dawka na tarczycę nie przekracza dolnego poziomu uzasadnienia dla realizacji profilaktyki jodowej. Niemniej jednak radioizotopy jodu razem stanowią więcej niż 80% dawki skutecznej w czasie ostrej

fazy awarii, przy tym na granicy CA całkowita dawka skuteczna powstaje głównie poprzez oddychanie. Na tej podstawie prawdopodobnie celowym będzie zastosowanie profilaktyki jodowej dla ludności mieszkającej w OKR na jak najwcześniejszym etapie awarii.

Indywidualne ryzyko wystąpienia efektów stochastycznych dla ludności w przypadku niepodejmowania środków zaradczych (ograniczenie pobytu ludności na świeżym powietrzu) przekracza limit indywidualnego ryzyka w odległości do 4 km od źródła wyrzutu. W przypadku zastosowania wskazanego środka zaradczego, indywidualne ryzyko wystąpienia efektów stochastycznych nie przekracza limitu indywidualnego ryzyka dla ludności.

W wyniku powietrznego skażenia produktów rolnych i roślinności pastwisk, skażenie radioaktywne produktów rolnych w przypadku AN może przekroczyć ustalone przez normy kryteria podejmowania decyzji o wycofaniu, wymianie i ograniczeniu spożycia takich produktów w promieniu do 30 km. Czyli istnieje prawdopodobieństwo wdrożenia długoterminowych środków zaradczych.

W przypadku AN wzdłuż osi śladu poza SOS można spodziewać się przekroczenia dopuszczalnych poziomów zawartości ^{137}Cs w mleku, mięsie bydła, zbożu żywnościowym i warzywach liściastych w odległości ponad 25 km od CEJ, w kapuście – do 20 km, w owocach – do 10 km od CEJ. W przypadku AN zawartość ^{90}Sr wzdłuż osi śladu może przekraczać dopuszczalne poziomy w zbożu żywnościowym i warzywach liściastych w odległości do 30 km od CEJ, w mleku – do 10 km, w mięsie, warzywach i owocach – nawet do 4–6 km. Według uzyskanych ostrożnych ocen, okres obowiązywania zakazu spożywania produktów zbożowych i mięsa uprawianych i hodowanego na tym obszarze może trwać do 2 lat. Zawartość ^{131}I w mleku przed i za granicami ZKR (do 40 km od CEJ) daje podstawy do wprowadzenia ograniczeń jego spożycia w przypadku AN. Przy tym, na granicy SOS takie ograniczenia mogą obowiązywać przez długi okres czasu (do 2 miesięcy od momentu awarii dla mleka przeznaczonego na żywność dla niemowląt).

Wskazane ograniczenia spożycia lokalnej żywności zostały uzyskane na podstawie dolnych granic uzasadnienia zgodnie z normami. Przy zastosowaniu bezwzględnie uzasadnionych poziomów interwencji (przy podejmowaniu decyzji w sprawie wycofania, wymiany lub ograniczenia spożycia żywności skażonej radioaktywnie) zgodnych z normami, parametry ograniczeń (okres zakazu, obszary gruntów rolnych itd.) będą znacznie niższe.

A zatem, w ramach środków zaradczych w razie awarii, możliwie będzie konieczne ograniczenie spożycia lokalnych produktów rolnych na określonym obszarze.

5.9.3 Ocena konsekwencji awarii na terytorium państw sąsiednich

Ze względu na to, że CEJ jest położona w odległości 160 km od granicy z Białorusią i około 190 km od granicy z Polską, do rozwiązania kwestii transgranicznego przenoszenia wyrzutu promieniotwórczego z CEJ wybrano mezosiatkowy model dyfuzji Langrange'a-Eulera opisujący przenoszenie zanieczyszczeń w atmosferze (LEDI).

Na podstawie oceny konsekwencji transportu transgranicznego przy omawianych awariach takich jak maksymalna awaria projektowa oraz awaria ponadprojektowa można wyciągnąć następujące wnioski:

- obliczenia rozprzestrzeniania atmosferycznego metodą LEDI wykonane za pomocą modelu mezosiatkowego pokazały, że dla żadnej z badanych awarii poziom rocznej dawki efektywnej na osobę dla członków grupy referencyjnej w państwach sąsiednich nie zostanie przekroczony;

- grupa dzieci (w wieku od roku do dwóch lat) pozostaje tematem newralgicznym. Krytycznym scenariuszem meteorologicznym jest scenariusz nr 3A, w którym opad radioaktywny przypada na okres wegetacji roślin. Głównym sposobem generowania dawki promieniowania (dla wszystkich badanych rodzajów awarii) jest łańcuch pokarmowy. Około 99% dawki pochodzi z tego źródła;

- Radionuklidem, który generuje największą część dawki promieniowania w razie hipotetycznych awarii we wszystkich badanych scenariuszach meteorologicznych, jest ¹³¹I.

5.9.4 Ocena ryzyka ekologicznego

Pojęcie ryzyka (prawdopodobieństwa ujawnienia efektu) wprowadza się w celu porównania istotności oddziaływania różnych czynników, na przykład, radiacyjnych i nieradiacyjnych na zdrowie człowieka. Koncepcja wieloczynnikowego ryzyka oddziaływania elektrowni atomowej na ludność i środowisko służy do optymalizacji stosowania środków ochronnych podczas budowy, eksploatacji i awarii na elektrowni.

Ryzyko ekologiczne – prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych zmian w środowisku lub odległych niekorzystnych skutków tych zmian, wynikających z negatywnego oddziaływania na środowisko.

Budowę i eksploatację bloków energetycznych nr 3, 4 zaplanowano na istniejącej i od początku przewidzianej do tego działce przemysłowej CEJ. Jest to teren o przemysłowym krajobrazie dobrze nadający się do ulokowania bloków energetycznych i budynków, związanych z eksploatacją bloków energetycznych.

Krajowe normy higieniczne reglamentują działania praktyczne w warunkach normalnej eksploatacji. W tym celu wprowadzane są limity dawek ekspozycji pracowników i ludności, poziomy dopuszczalnego dostarczania i zawartości. Przyjęty w Ukrainie dawka efektywna napromieniowania ludności wynosi 1 mSv rocznie. Przy tym ludność mieszkająca w pobliżu elektrowni jądrowej może otrzymać dawkę napromieniania z wyrzutów gazo-aerozolowych elektrowni jądrowej przez wszystkie drogi narażenia nieprzekraczającą 4% dawki granicznej, tj. < 40 μSv rocznie.

W Krajowych normach higienicznych za wielkość referencyjną ryzyka uważa się:

- dla pracowników 2×10^{-4} / rocznie;
- dla ludności..... 5×10^{-5} / rocznie.

Ryzyko radiacyjne podczas normalnego użytkowania CEJ

Maksymalne wartości prognozowanej efektywnej średniorocznej indywidualnej dawki na 45 roku normalnej eksploatacji elektrowni w składzie czterech bloków zostały uzyskane w odległości 0,5 km w kierunku wschodnim od elektrowni i wyniosły 2,8 μSv rocznie, co jest tysiąc razy poniżej dawek od naturalnego promieniowania na świecie i średnich wartości dla obwodu Chmielnickiego i Rówieńskiego (odpowiednio 2,2 i 3,1 μSv rocznie). Wraz ze wzrostem odległości od CEJ do 25 km całkowita efektywna dawka uwarunkowana przez wyrzuty elektrowni zmniejsza się do setnych μSv. W przypadku CEJ prognozowane dawki dla ludności poza SOS będą dwa rzędy wielkości poniżej ustalonych dawek dla wyrzutów gazo-aerozolowych elektrowni jądrowej.

Ryzyko radiacyjne w przypadku awarii

Wyrzut do środowiska podczas awarii zależy od szczelności hermetycznej obudowy bloku energetycznego oraz od tego, jak długo utrzymywało się w niej podwyższone ciśnienie.

Wyrzut do atmosfery zawiera radioaktywne gazy szlachetne (RGS), radioizotopy jodu, aerozole ^{137}Cs i ^{90}Sr oraz inne radionuklidy.

Oszacowania ryzyka indywidualnego dla ludności, tak samo jak i obliczenia dawek promieniowania zostały wykonane z wykorzystaniem pakietu oprogramowania dla PC COSYMA v.2.1. Ten pakiet oprogramowania został opracowany w Unii Europejskiej i jest polecany przez MAEA do takiego rodzaju obliczeń.

Ryzyko radiacyjne w przypadku MAP

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że na granicy SOS na osi śladu indywidualne ryzyko dla ludności związane z antropogenicznym promieniowaniem wynikającym z emisji gazów w postaci aerozolu elektrowni jądrowej w przypadku MAP, zarówno podczas wykonywania działań ochronnych (środków zaradczych), jak i bez nich (mniej niż $2,0 \cdot 10^{-6}$ i $3,8 \cdot 10^{-6}$ odpowiednio) są nawet poniżej granicy akceptowalnego poziomu ryzyka indywidualnego w $5 \cdot 10^{-5}/\text{h}$.

Ryzyko radiacyjne w przypadku AN

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że poza granicami SOS na osi śladu indywidualne ryzyko dla ludności związane z antropogennym promieniowaniem wynikającym z wyrzutu gazów-aerozolowego elektrowni jądrowej w przypadku AN podczas wykonywania działań ochronnych (środków zaradczych) będzie poniżej $1,3 \cdot 10^{-5}$ i nie przekroczy granicy akceptowalnego poziomu ryzyka indywidualnego w $5 \cdot 10^{-5}/\text{h}$ zgodnie z normami. W przypadku braku prowadzenia działań ochronnych w przypadku AN na granicy SOS wzdłuż osi śladu w odległości kilkuset metrów przy najgorszych warunkach (zanieczyszczenia w okresie zbiorów w najgorszych warunkach pogodowych) może na bardzo ograniczonym terenie wystąpić przekroczenie ryzyka śmiertelność dla ludności na poziomie $5 \cdot 10^{-5}/\text{h}$. Wprowadzenie ograniczeń na spożycie żywności z tego obszaru pozwala zmniejszyć dawkę promieniowania dla ludności.

Działania w zakresie zmniejszenia ryzyka ekologicznego eksploatacji bloków energetycznych

Hałas wytwarzany przez maszyny i urządzenia podczas eksploatacji bloków energetycznych nr 3, 4 CEJ może zostać skutecznie zmniejszony w zależności od wyboru techniki i materiałów do budowy budynków. W razie potrzeby źródła hałasu mogą być również izolowane za pomocą osłon lub kłapy tłumiących dźwięki. Hałas powstający z wibracji może zostać zmniejszony za pomocą montażu wibrujących urządzeń na amortyzatorach.

Wokół CEJ istnieje SOS, w których nie mieszkają na stałe mieszkańcy i gdzie działalność gospodarcza jest ograniczona. Radiologiczne wpływy na zdrowie ludności, jak wykazano powyżej, w granicach SOS są minimalne i nie przekraczają dawek określonych przez wymagania standardów bezpieczeństwa radiologicznego na Ukrainie. Poza SOS skutki mogą być uznane za nieistotne. Tym nie mniej, minimalizacja oddziaływania promieniowania na środowisko, pracowników i mieszkańców jest zapewniana poprzez następujące środki:

- kontrola nad źródłami promieniotwórczymi, zapewnienie wielostopniowych barier rozpowszechnienia i uszczelnianie materiałów radioaktywnych w celu zapobiegania ich przedostawaniu się do środowiska;
- kontrola i minimalizacja radioaktywnych wyrzutów i zrzutów;
- kontrola radiologiczna obiektów środowiska w ZKR CEJ.

6 WNIOSKI

Wykluczono inne niż związane z promieniowaniem oddziaływanie awarii i wyrzutów na środowisko.

Oszacowania narażenia na promieniowanie podczas w czasie awarii projektowej i ponadprojektowej są następujące:

- skażenie radioaktywne terenu nie doprowadzi do zmian właściwości fizykochemicznych ani fizyczno-wodnych gleby;
- zmiany flory i fauny na poziomie gatunkowym są mało prawdopodobne (aczkolwiek na ograniczonym terytorium położonym wzdłuż trasy wyrzutu podczas AN można zaobserwować skutki radiobiologiczne dla drzew iglastych); zmiany strukturalne biocenozy pod wpływem czynników radiacyjnych poza obszarem kontroli nie będą występować;
- omówione awarie (MAP, AN) nie stanowią zagrożenia radiologicznego dla ludności Ukrainy, ponieważ zgodnie ze wszystkimi kryteriami zawartymi w dokumentach normatywnych Ukrainy, Rosji, Wielkiej Brytanii i Wspólnoty Europejskiej poza obszarem kontroli radiologicznej nie ma potrzeby ewakuacji, korzystania ze schronów, profilaktyki jodowej lub stałej zmiany miejsca zamieszkania; może jednak zajść potrzeba wprowadzenia ograniczeń w spożyciu żywności. Ryzyko skutków niestochastycznych jest zerowe. Ryzyko wystąpienia indywidualnych skutków stochastycznych (ciężkich skutków dziedzicznych oraz zachorowań na nowotwory z wynikiem śmiertelnym) podczas maksymalnej awarii projektowej jest mniejsze od poziomu akceptowalnego 10⁻⁵, natomiast podczas awarii ponadprojektowej, w przypadku niezastosowania środków zaradczych, przekracza ono granicę akceptowalnego ryzyka indywidualnego w promieniu do 4 km od źródła wyrzutu; przy zastosowanych środkach zaradczych indywidualne ryzyko skutków stochastycznych nie przekracza granicy akceptowalnego indywidualnego ryzyka dla ludności;
- dla żadnej z badanych awarii poziom rocznej dawki efektywnej na osobę dla członków grupy referencyjnej w państwach sąsiednich nie zostanie przekroczony.