

**ХРАНИЛИЩЕ ЗА СЪХРАНЕНИЕ
НА ОТРАБОТЕНО ЯДРЕНО ГОРИВО ПОД ВОДА
/ХОГ НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”/**

Общо описание

Съдържание

1. ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЯДРЕНОТО СЪОРЪЖЕНИЕ ХОГ	5
1.1 Описание на площадката на ХОГ и района на неговото разположение.....	5
1.1.1 Географско положение	5
1.1.2 Атмосферно налягане	6
1.1.3 Слънчева радиация	6
1.1.4 Посока, скорост и постоянство на вятъра (роза на вятъра)	6
1.1.5 Влажност на въздуха	6
1.1.6 Температура на въздуха.....	6
1.1.7 Силни ветрове.....	7
1.1.8 Смерч.....	7
1.1.9 Максимални и минимални температури	8
1.1.10 Снеговалежи	8
1.1.11 Ледови явления по р. Дунав.....	9
1.1.12 Гори и обработваеми земи	9
1.1.13 Локална геология	9
1.1.14 Сеизмичност в близката (локална) зона на АЕЦ „Козлодуй”	10
1.1.15 Общи характеристики на регионалната сеизмичност	11
1.1.16 Източниците на техногенна опасност за площадката.....	13
1.1.17 Потенциални източници на инциденти в промишлеността	13
1.1.18 Потенциални източници на инциденти в транспорта.....	13
1.1.19 Потенциални източници на инциденти в специални съоръжения.....	13
1.1.20 Експлозии на сухопътни превозни средства превозващи взривоопасни товари	13
1.1.21 Речен транспорт.....	14
1.1.22 Хидротехнически съоръжения	14
1.1.23 Катастрофална вълна по р. Дунав вследствие разрушаване на хидро енергийния комплекс (ХЕК) „Железни врата“ 1 и 2	14
1.1.24 Промислени тръбопроводи	15
1.1.25 Бензиностанции и газостанции	15
1.1.26 Въздухоплаване	15
1.1.27 Източниците на техногенна опасност за ХОГ разположени на площадката на АЕЦ „Козлодуй“	15
1.2 История на съоръжението.....	17
1.3 Обща характеристика на ядреното съоръжение.....	24
1.4 Проектна концепция и принципна схема	24
1.5 Общи и специфични проектни критерии.....	25
1.5.1 Общи критерии за безопасност.....	26
1.5.2 Специфични критерии	28
1.5.3 Радиационни критерии	28
1.5.4 Физически бариери	30
1.5.5 Физическа защита на ядрения материал.....	30
1.6 Основни технически характеристики на ХОГ	30
1.6.1 Общо описание на ХОГ	30
1.6.2 Капацитет на ХОГ	31
1.7 Режими на експлоатация на ХОГ	33
1.7.1 Основни технологични състояния на ХОГ	33
1.7.2 ТТО с ОЯГ	33
1.8 Концепция за осигуряване на безопасността.....	36
1.8.1 Прилагане на принципа на защита в дълбочина	36

1.8.2	Физически бариери срещу неконтролираното изпускане на радиоактивни продукти в околната среда	37
1.8.3	Функции на безопасност	40
1.8.4	Пожарна безопасност	40
1.9	Основни технически решения на технологичните схеми и оборудването.....	41
1.9.1	КСК за приемане и съхраняване на ОЯГ	42
1.9.2	Опаковъчни комплекти за ОЯГ	48
1.9.3	Оборудване за ТТО с ОЯГ	49
1.10	Система за контрол и отчет на ядрения материал	49
1.10.1	Отчитане на ядрения материал	50
1.10.2	Предоставяне на информация по КОЯМ.....	51
1.10.3	Регистри	51
1.10.4	Инспекционни проверки.....	51
1.11	Основни принципи за организация на експлоатацията	51
1.11.1	Организация на експлоатацията	51
1.11.2	Подготовка и квалификация на персонала.....	53
1.12	Управление на качеството	55
1.12.1	Политика в областта на управление на качеството.....	55
1.12.2	Система за управление	56
1.13	Анализ на безопасността на съоръжението.....	57
1.14	Въздействие на ядреното съоръжение върху околната среда, персонала и населението	57
1.14.1	Въздействие върху населението	57
1.14.2	Въздействие върху околната среда.....	59
1.14.3	Въздействие върху персонала	61
1.15	Литература	64

Списък на фигурите

Фигура 1-1	Карта на разположение на площадката на АЕЦ “Козлодуй”	5
Фигура 1-2	Роза на екстремните максимални стойности на скоростта на вятъра с различна повторяемост.....	7
Фигура 1-3	Разпределение магнитуд – епицентрално разстояние до площадката на АЕЦ “Козлодуй”	10
Фигура 1-4	Сеизмичност (съвременна и историческа $M \geq 4.0$), реализирана в 320km регион около АЕЦ „Козлодуй”	12
Фигура 1-5	Разположение на ХОГ върху Генералния план на АЕЦ Козлодуй.....	62
Фигура 1-6	План с напречни сечения	63

Списък на таблиците

Таблица 1-1	Средна месечна и годишна температура на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй”, °C.....	6
Таблица 1-2	Екстремни максимални стойности на температурата на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [°C]	8
Таблица 1-3	Екстремни минимални стойности на температурата на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [°C]	8
Таблица 1-4	Екстремна дебелина на снежната покривка в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [cm]	8
Таблица 1-5	Динамично налягане във фронта на взривната вълна при хипотетичен взрив на камион с 23t еквивалентно ТНТ.	14
Таблица 1-6	Разпределение на Технически Решения по основни КСК в ХОГ	19
Таблица 1-7	Лимитиращи параметри за съхраняването ОЯГ от ВВЕР-440 според проекта за дооборудване на ХОГ от 1989 г.	31
Таблица 1-8	Лимитиращи параметри за съхраняването ОЯГ от ВВЕР-1000 според проекта за дооборудване на ХОГ от 1989 г.....	32
Таблица 1-9	Лимитиращи параметри за касети ТВСА от ВВЕР-1000.....	32
Таблица 1-10	Физически бариери срещу неконтролирано изпускане на радиоактивни продукти.	37
Таблица 1-11	Технологични системи, изпълняващи специфичните ФБ в ХОГ	46
Таблица 1-12	Годишни граници на газообразните изхвърляния от АЕЦ „Козлодуй”	58
Таблица 1-13	Газоаерозолни изхвърляния от вентилационните тръби на АЕЦ „Козлодуй”, 2014-2022 г.....	58

Списък на съкращенията и условните означения

АЕЦ (ЯЦ)	Атомна електро-централа (Ядрена централа)
АЯР	Агенция за Ядрено Регулиране в Република България
БСГ	Басейн с четири отсека за съхраняване на отработено гориво в ХОГ
ИБИАЕ	Инспекция за Безопасно Използване на Атомната Енергия към АЯР
СУ	Система за управление на дейностите в АЕЦ Козлодуй ЕАД.
КСК	Конструкции, системи и компоненти (в състава на ХОГ)
ОЯГ	Отработено ядрено гориво
СБК	Санитарно-битов корпус
СК-2	Спецкорпус 2
СМБ	Строително-монтажна база
ТВ	Техническа вода
ТИУ	Технико-икономически условия
ТТО	Транспортно –технологични операции
ФБ	Функция на безопасност
ХВО	Химическа водоочистка
ХОВ	Химически обезсолена вода
ХОГ	Хранилище за отработено гориво с технология за съхраняване под вода
ХССОЯГ	Хранилище за сухо съхраняване на отработено ядрено гориво
ALARA	As low as reasonably achievable – принцип в проектирането на ядрени съоръжения, според който рискът от облъчване или от изхвърляне на радиоактивност трябва да бъде по-нисък от нормативните стойности – толкова, колкото е разумно постижимо.

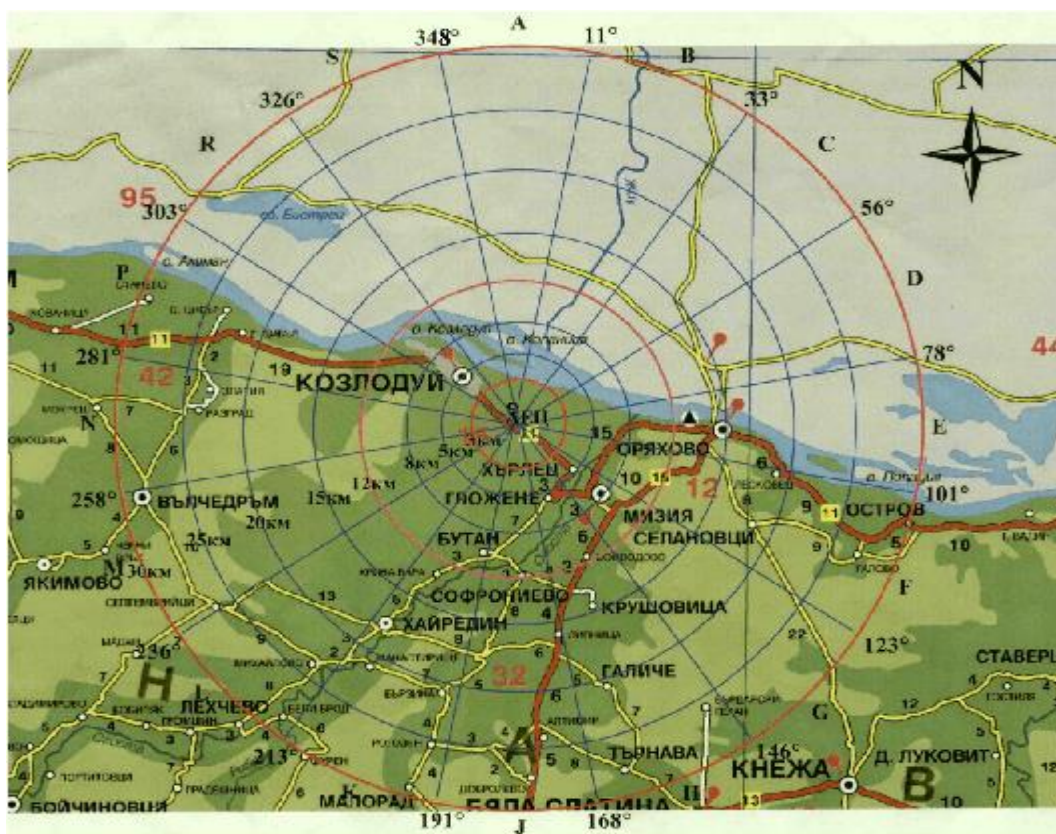
1. ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЯДРЕНОТО СЪОРЪЖЕНИЕ ХОГ

1.1 Описание на площадката на ХОГ и района на неговото разположение

1.1.1 Географско положение

Атомната електроцентрала “Козлодуй” е изградена в северозападна България, на десния бряг на р. Дунав до гр. Козлодуй. Отстои по права линия на 120km и по шосе на 200km от гр. София. На Фигура 1-1 е показано разположението на площадката на АЕЦ “Козлодуй”. Географските координати на площадката в приближение са: $43^{\circ} 44' 48.4''$ северна ширина и $23^{\circ} 46' 9.2''$ източна дължина (координата на центъра на зоната за превантивни защитни мерки). В зона с радиус 30km около площадката влизат общини с центрове: Козлодуй, Вълчедръм, Хайредин, Мизия (изцяло) и Лом, Бяла Слатина, Оряхово (частично). В 30-километровата зона на площадката влиза и част от територията на Румъния - 12 населени места. Близки населени места са: гр. Козлодуй на 2.6km югозападно, с. Хърлец на 3.5km югоизточно, с. Гложене на 4.0km югоизточно, гр. Мизия на 6.0km югоизточно, с. Бутан на 8.4km южно от площадката.

Площадката се намира на 694^{ти} km от р. Дунав. Отстои на 3.7km южно от талвега на реката и държавната граница с Р. Румъния (Фигура 1-1). Разположена е в северната част на първата незаливаема тераса на р. Дунав.



Фигура 1-1 Карта на разположение на площадката на АЕЦ “Козлодуй”

Площадка на АЕЦ „Козлодуй” е разположена в Козлодуйската алувиална низина. Най-ниската ѝ част е северната до р. Дунав, с надморска височина 30m. На изток тя граничи с устието на Огоста, а на запад и на юг се издига до 80-90m и се включва в северната част

на обширното лъсово плато Златията. То е затворено между долините на реките Цибрица, Огоста и Дунав. Средната му надморска височина е 140m.

Районът на АЕЦ „Козлодуй” се характеризира с хълмист релеф. Тази част е ограничена на запад от долината на река Цибрица, а на изток – от река Огоста. Между-долинните възвишения представляват разчленени плата с надморска височина около 150m, понижаваща се от запад на изток.

1.1.2 Атмосферно налягане

Съгласно измерванията от Системата за метеорологичен мониторинг (СММ) на АЕЦ „Козлодуй” за периода 2012-2021 год., средното многогодишно атмосферно налягане на въздуха е 1006 hPa, с максимум през зимните месеци и минимум през летните месеци.

1.1.3 Слънчева радиация

Годишната сума на продължителността на слънчевото греене в тази част на страната е една от най-високите – около 2000h. През зимните месеци декември и януари в района тя достига 52-76h, което се равнява на 2.5% от годишната сума. През лятото тази величина е около 308h.

1.1.4 Посока, скорост и постоянство на вятъра (роза на вятъра)

В годишен и в сезонен аспект преобладаващ е западният вятър. В комплексната годишна роза, сумарно за трите направления запад, югозапад, северозапад се падат около 27%.

1.1.5 Влажност на въздуха

По данни от метеорологичните станции годишният максимум на относителната влажност е през декември и за този район е доста висок 86%. Причината е, че през този месец добре овлажнената почва все още не е замръзнала и изпарението продължава да е съществен фактор за обогатяване на въздуха с водна пара. Близостта на р. Дунав също е предпоставка за относително високата степен на влажност на въздуха през този месец. Минимумът на влажността е през август и юли (62-64%). Освен това през август честотата на нахлупванията на свеж и влажен атлантически въздух е сравнително малка. Тук отново се проявява влиянието на р. Дунав. За останалите равнинни райони стойността на относителната влажност е около 55-60%. По тази причина броят на сухите дни (дни с относителна влажност < 30%) е само 6-7.

1.1.6 Температура на въздуха

Данни за средната месечна и годишна температура на въздуха е представена в

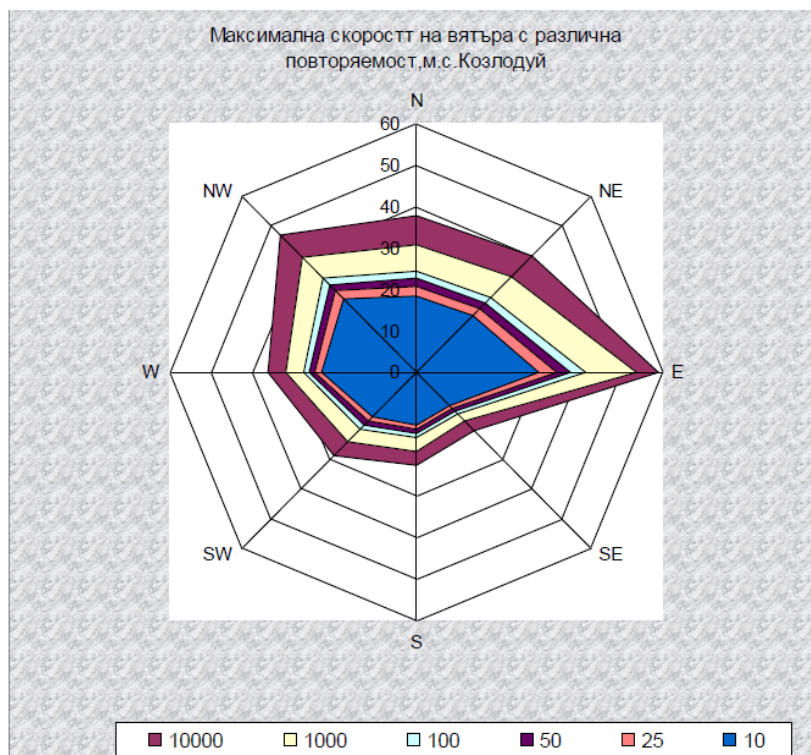
Таблица 1-1.

Таблица 1-1 Средна месечна и годишна температура на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй”, °C

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Козлодуй	-0.6	1,7	7,2	12,6	18,5	22,4	24,6	24,3	18,8	12,4	6,4	0,6	12.4

1.1.7 Силни ветрове

Стойностите на максималните скорости на вятъра с повторяемост веднъж на 10, 25, 50, 100, 1 000 и 10 000 години, определени за различни географски посоки и годишно при 10 минутен интервал на осредняване на скоростта в района на АЕЦ “Козлодуй” са дадени на Фигура 1-2. Вижда се, че те не са симетрично разположени спрямо отделните географски посоки и са най-големи от изток.



Фигура 1-2 Роза на екстремните максимални стойности на скоростта на вятъра с различна повторяемост

1.1.8 Смерч

Смерчът се среща много често на територията на Северна Америка и по-малко в Европа и Азия. В Европа се наблюдават средно 2-3 смерча годишно, а за територията на Северна Америка – 100-200. Възникване на смерч в България е много рядко явление. Регистрирани са следните случаи:

- Варненски залив – 19.08.1904 г.;
- Витоша – 14.06.1956 г.;
- Родопи – 29.05.1961 г.;
- Церово, Пазаржишко – 17.05.1969 г.;
- Кошари, Търговишко – 13.04.1986 г.;
- Витоша – 15.07.1986 г.;
- Бохот, Плевенско – 05.06.1989 г.;
- Кацелово, Русенско – 22.04.2008 г.;
- Вълчедръм – 02.06.2009 г.

Вероятността за появата на смерч в България, респективно в района на площадката е $P = 9.177 \cdot 10^{-6}/\text{год.}$, т.е. приблизително $1 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

1.1.9 Максимални и минимални температури

Температурните въздействия са важна част от метеорологичните въздействия върху строителните конструкции, тъй като те определят граничните температурни условия, при които съоръженията функционират и конструкциите могат да издържат без сериозни повреди до края на срока на тяхната експлоатация.

Таблица 1-2 Екстремни максимални стойности на температурата на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [°C]

Размах	Повторяемост 1 на N години							
	2	5	10	25	50	100	1000	10000
От	31	36	37	41	42	44	49	53
Характеристична	32	37	38	42	43	45	50	54
До	33	38	39	43	44	46	51	56

Таблица 1-3 Екстремни минимални стойности на температурата на въздуха в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [°C]

Размах	Повторяемост 1 на N години							
	2	5	10	25	50	100	1000	10000
От	-16	-22	-26	-28	-29	-30	-34	-37
Характеристична	-14	-20	-24	-26	-27	-28	-31	-34
До	-12	-18	-22	-24	-25	-26	-29	-32

Максималната и минималната температура при повторяемост 1 път на 10 000 г. е използвана за проверката на строителните конструкции и съоръжения, осигуряващи ядрената и радиационна безопасност на АЕЦ „Козлодуй”.

1.1.10 Снеговалежи

Нормативната стойност на снеговото натоварване се получава по косвен начин – посредством дебелината и плътността на снежната покривка.

Таблица 1-4 Екстремна дебелина на снежната покривка в района на АЕЦ „Козлодуй” с различна повторяемост, [cm]

Веднъж на N години	Дебелина
2	25
5	39
10	55
15	63
20	73
25	80
50	108
100	142
1000	179
10 000	218

1.1.11 Ледови явления по р. Дунав

Обикновено реката замръзва през януари и февруари. Трайното задържане на отрицателните температури в този район в продължение на няколко дни може да обуславя началото на замръзването на реката. То се проявява в различна степен и продължителност в зависимост от метеорологичната обстановка. Това явление се проявява с най-голяма продължителност и честота в участъка Русе-Силистра. Пълно замръзване на реката за последно е наблюдавано през зимата на 1984-85г. 27 години след това, през зимата на 2011-2012 г., се регистрира почти пълно замръзване на реката в района на Силистра и частично (около 60%) в района на Козлодуй-Оряхово.

1.1.12 Гори и обработваеми земи

Растителната покривка, в миналото основно ливадно-степна в северната част на района и лесо-степна в южната, е заменена почти изцяло с културна. Горите, които съществуват, са главно покрай реките и по бреговете теренни форми.

Природните дадености предопределят района като типичен земеделски, характеризиращ се основно с високопродуктивно зърнопроизводство (зърнено-хлебни и зърнено-фуражни култури), което заема 40% от обработваемата земя. Отглеждат се предимно пшеница, ечемик, царевица. Съществен дял имат някои технически култури - на 20% от обработваемата земя се отглежда слънчоглед и рапица. Зеленчукови и трайни насаждения се отглеждат предимно в частните земеделски стопанства. Животновъдството в района е слабо развито.

1.1.13 Локална геология

Площадката на АЕЦ "Козлодуй" е разположена на десния склон на долината на река Дунав, в централните части на Козлодуйската крайбрежна низина. Нейната локална област е изследвана в радиус 25 km и обхваща част от долината на река Дунав, от устието на река Цибрица на запад, до село Остров на изток. На юг в тази площ попадат долините в долното течение на реките Огоста, до село Михайлово, и Скът до село Алтимир. На север, на румънска територия, в локалната област се включва левия терасиран склон на долината на река Дунав и долното течение на река Жиу. Релефът в тази част на Дунавската равнина е равнинно-хълмист.

В геоложкия строеж на площадката участват плиоценски отложения от неогена, които навсякъде са покрити от четвъртични отложения.

Незаливаемата тераса под АЕЦ е представена от льосовидни глини и глинесто-песъчливи пластове с мощност 8.0÷18.0m. Долнището на тези пластове е на кота 21.00 m до 25.00 m.

Под льосовидните глини заляга водоносен пласт от алувиални дребно- и среднозърнести, и глинести пясъци с мощност 6.0÷7.0 m, кота на долнището 13.00÷24.00 m.

Общата мощност на четвъртичните отложения е 19.0÷30.0m. Местните отложения, залягащи под чакълесто-каменисти почви, се отнасят към плиоценски ред на неогенската система. Те са представени от плътни глини с мощност над 100.0 m.

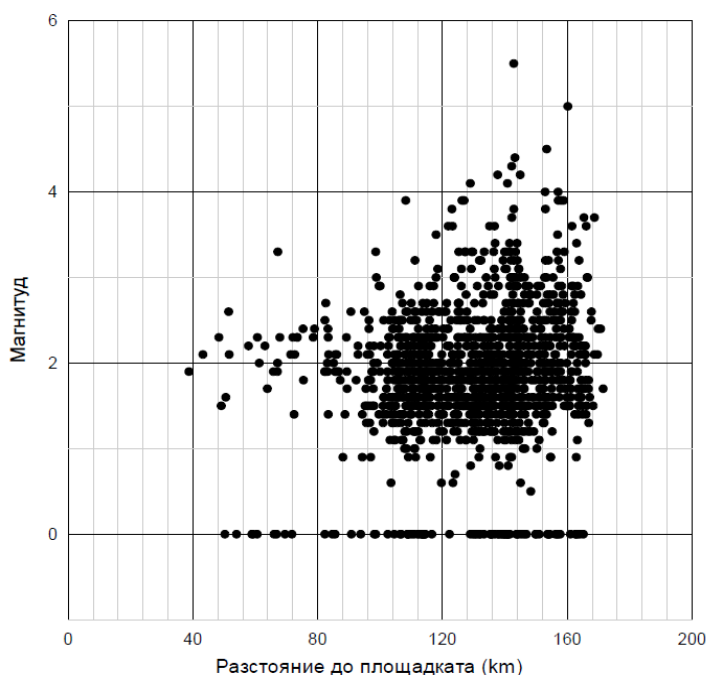
1.1.14 Сеизмичност в близката (локална) зона на АЕЦ „Козлодуй”

Площадката на АЕЦ Козлодуй е разположена в асейсмичната част на Мизийска платформа (с площ от около 50 000 km²). От сеизмологична гледна точка тази област е най-спокойната част на 320 km регион около централата. В стабилната част на Мизийска платформа не съществуват документирани исторически събития с $M=4.0$, а най-силното регистрирано сеизмично събитие е земетресението от 1987 г. с магнитуд $M_S=3.6$. Трябва да се отбележи, че в румънския каталог ROMPLUS няма инструментално земетресение с магнитуд по сеизмичен момент (M_w) по-голям или равен на 3.0, локализирано в границите на стабилната част на Мизийска платформа.

Близката (30 km) област около площадката на АЕЦ „Козлодуй” се характеризира с изключително ниска сеизмична активност. В рамките на 30km зона през периода 1976-1990 г. са станали само 4 събития с дълбочина на хипоцентъра до 5km. Три от земетресенията са с магнитудни оценки между 1.5 и 2.0 и едно с $M=3.6$ (реализирано на 23.03.1987г.). Епицентърът на това събитие е на 22km северозападно от АЕЦ „Козлодуй” на територията на Румъния. Земетресението е оказало макросеизмично въздействие върху площадката на централата от II-III степен по MSK-64.

През 1997 г. е въведена в експлоатация локалната сеизмична мрежа около АЕЦ „Козлодуй” (ЛСМ „Козлодуй”). Съставен е каталог на земетресенията, локализирани в ≈ 167 km регион около площадката на АЕЦ „Козлодуй” през периода 1997-2012г. и записани от сеизмичните станции на ЛСМ „Козлодуй”.

На Фигура 1-3 е представено разпределението магнитуд – епицентрално разстояние до площадката на АЕЦ „Козлодуй” за земетресенията, локализирани в ≈ 167 km регион около площадката за периода от 1997 г. до 2012 г.



Фигура 1-3 Разпределение магнитуд – епицентрално разстояние до площадката на АЕЦ „Козлодуй”

От фигурата се вижда, че няма локализираните земетресения в близкия 30 km регион около площадката. На разстояние малко под 40km е локализирано само едно събитие с магнитуд по-малък от 2.0. Фигурата показва отсъствие на сеизмичност с магнитуд над 3.0 на разстояния под 60 km, както и групиране на събития на разстояния над 100 km (ефект от сеизмична зона София). Броят на земетресенията силно нараства над 120 km (ефект от сеизмични зони София, Горна Оряховица и Марица). Относително по-силните сеизмични събития, с магнитуд $M \geq 4.0$, са реализирани на разстояние над 120 km от площадката на АЕЦ „Козлодуй”.

Експлоатацията на ЛСМ „Козлодуй” продължава и в момента. Каталогът на земетресенията периодично се допълва.

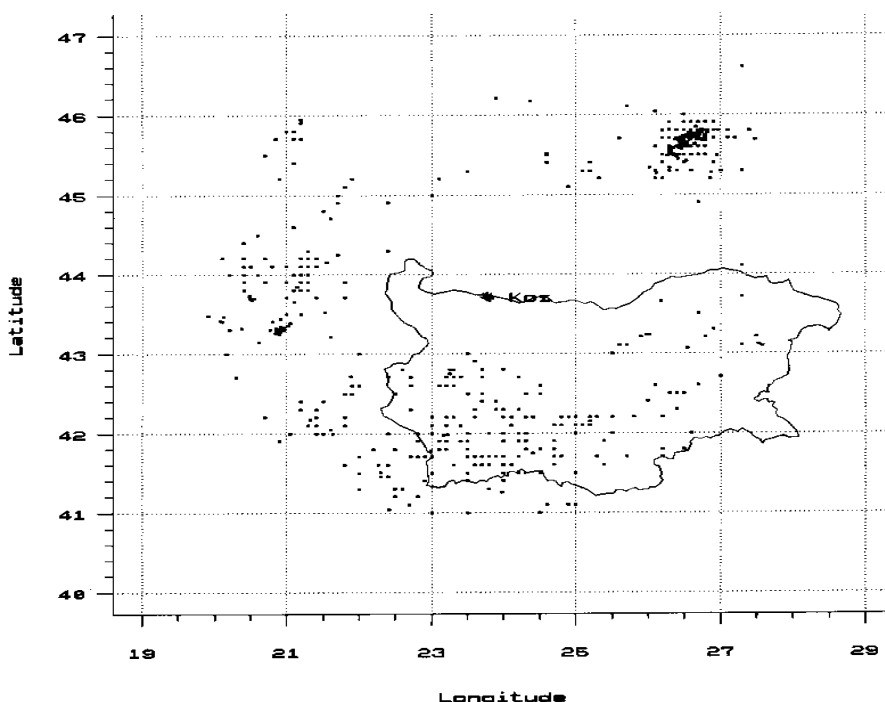
Обобщавайки резултатите на всички проучвания са направени следните основни заключения:

- АЕЦ „Козлодуй” е разположена в относително най-стабилната част на Мизийската платформа.
- Наблюдаваната сеизмичност е привързана към структурите, очертани в локалния сеизмотектонски модел. Всички налични геоморфоложки, геоложки, геофизични и неотектонски данни отхвърлят наличието на способен да предизвика повърхностни разломявания разлом и сеизмогенни структури в смисъла на дефиницията, дадена в документ [Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, Specific Safety Guide, Safety standards series №SSG-9 (Rev 1), IAEA, Vienna, 2022].
- Липсата на доказателства за кватернерна активност и съвременни движения, на документираните исторически събития и регистрираните земетресения с $M < 3.6$ води до заключението, че максималният очакван магнитуд в локалната област не може да бъде повече от 4.0.

1.1.15 Общи характеристики на регионалната сеизмичност

На Фигура 1-4 е представено пространственото разпределение на епицентрите на земетресенията с магнитуд над 4.0, генерирани в 320 km регион. На фигурата ясно се очертава асеизмична зона, съответстваща на стабилната част на Мизийската платформа, за която няма документираните земетресения с магнитуд по-голям от 3.6.

Площадката на АЕЦ „Козлодуй” е разположена в центъра на тази асеизмична област. Пространственото разпределение на земетресенията $M_s \geq 4.0$ в 320 km регион около централата, показва че сеизмичността е неравномерно разпределена в пространството. Земетресенията се концентрират в определени географски области, наречени сеизмични зони, всяка от които се характеризира със своя специфична сеизмотектоника и геология.



Фигура 1-4 Сеизмичност (съвременна и историческа $M \geq 4.0$), реализирана в 320km регион около АЕЦ „Козлодуй“

Сеизмичността в региона се свързва със сеизмични зони дефинирани на базата на пространственото разпределение на сеизмичността и на възможните огнищни зони. Това са: Софийска, Горнооряховска, Маришка, Кресненска, Неготинска Крайна и Кумпулинг и Вранча. Голяма част от силните земетресения са генерирани в тези зони.

Сеизмични проектни основи на площадката на АЕЦ “Козлодуй”

Проектът на ХОГ е разработен със следните сеизмични характеристики:

- ПЗ (ОБЕ) = VI степен по MSK-64 с максимално ускорение на свободна повърхност (PGA) 0.05g при период на повтаряемост 100 години и
- МРЗ (ДБЕ) = VII степен по MSK-64 с максимално ускорение на свободна повърхност (PGA) 0.1g при период на повтаряемост 10000 години.

След земетресенията от 1986 г. и 1990 г. експертна мисия на МААЕ (проведена през юни 1990 г.) препоръчва да се изпълнят допълнителни изследвания, които да демонстрират с висока степен на достоверност сеизмичната сигурност на площадката. Разработена и изпълнена е програма за преоценка на площадката на АЕЦ “Козлодуй” и “Белене”. Така за АЕЦ “Козлодуй” в периода 1990 – 1994 г. по съвместен проект с МААЕ – BUL 9/012 “Site and Seismic Safety of Kozloduy and Belene NPPs” са актуализирани сеизмичните характеристики на площадката като допълнително са анализирани и влиянията на местните земетресения и други специфични параметри. Чрез вероятностни и детерминистични методи са дефинирани сеизмичните нива за период на повтаряемост съответно 100 и 10000 години въз основа на тектонските, геоложки, геоморфоложки, сеизмични и геофизични данни. Така за площадка АЕЦ “Козлодуй” са определени:

- За ниво с период на повторяемост 100 години (SL-1, ПЗ) максимално земно ускорение (PGA) - 0.10 g и
- За ниво с период на повторяемост 10 000 години (SL-2, MP3) максимално земно ускорение (PGA) - 0.20 g.

1.1.16 Източниците на техногенна опасност за площадката

В 30-километровата зона на АЕЦ “Козлодуй”, включително и на територията на Румъния, липсват значими промишлени предприятия, граждански летища, военни летища и полигони, значими складове/депа за експлозивни течности и газове. В зоната са разположени няколко летателни площадки, използвани периодично от селскостопанската авиация. Може да се обобщи, че характерът на промишлеността и инфраструктурата в района са с липсваща или преобладаващо ниска степен на рисково въздействие върху площадката.

1.1.17 Потенциални източници на инциденти в промишлеността

В 12-километровата зона на площадка на АЕЦ “Козлодуй” влизат:

- Газово находище до с. Бутан (не се експлоатира);
- Газопровод „Балкански поток“;
- Няколко бензиностанции и газостанции.

1.1.18 Потенциални източници на инциденти в транспорта

- Инцидент със сухопътно или водно превозно средство, натоварено с експлозивни вещества;
- Гражданско въздухоплаване (въведени ограничения);
- Военни летища и въздухоплаване (няма в района на АЕЦ);
- Селскостопанска авиация (въведени ограничения);
- Железопътен транспорт: (няма в района на АЕЦ).

1.1.19 Потенциални източници на инциденти в специални съоръжения

- Военни обекти (няма в района на АЕЦ);
- Мини и кариери (няма в района на АЕЦ);
- Хидротехнически съоръжения.

1.1.20 Експлозии на сухопътни превозни средства превозващи взривоопасни товари

В Таблица 1-5 е дадено динамичното налягане във фронта на взривната вълна при хипотетичен взрив на камион с 23 t еквивалентно ТНТ. Дефинирана е долна граница (1 psi или 6.9 kPa) на налягането, след която може да се очакват лимитирани повреди в КСК на АЕЦ и съответно да се прави някаква оценка. Резултатите показват, че на разстояние над

450 m от източника на взрива, пораженията върху сградите и хората не представляват сериозна заплаха. Минималното разстояние от път II-11 до ХОГ е 600 m.

Таблица 1-5 Динамично налягане във фронта на взривната вълна при хипотетичен взрив на камион с 23 t еквивалентно ТНТ

L, m	Δp_m , kPa	L, m	Δp_m , kPa	L, m	Δp_m , kPa
100	66.84	1100	2.41	2200	1.15
200	20.45	1200	2.19	2400	1.05
300	11.43	1300	2.01	2600	0.97
400	7.85	1400	1.86	2800	0.90
500	5.95	1500	1.72	3000	0.83
600	4.79	1600	1.61	3250	0.77
700	4.00	1700	1.51	3500	0.71
800	3.44	1800	1.42	3750	0.66
900	3.01	1900	1.34	4000	0.62
1000	2.68	2000	1.27	4500	0.55

1.1.21 Речен транспорт

Поради отдалечеността си от площадката (корабоплаването се извършва по главното русло на река Дунав на около 3.7 km северно от изградената площадка на АЕЦ “Козлодуй”, има и островни прегради), речни инциденти свързани с експлозии не могат да инициират аварийен процес на площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

1.1.22 Хидротехнически съоръжения

Този вид източник е потенциално опасен с евентуална висока вълна и повишаване на водното ниво на площадката на АЕЦ „Козлодуй“. Единственото изкуствено водохранилище в 30- километровата зона, което може да бъде потенциална заплаха за АЕЦ Козлодуй е язовир “Шишманов вал”, който е отдалечен на 7 до 9 km от централата.

При евентуално скъсване на язовирната стена водите от язовира ще потекат по „Бережје дере” и ще залееят низината западно от площадката на АЕЦ „Козлодуй“. Даже при изключително консервативното теоретично приемане, че обемът на завиряване е максималният ограничен ($8,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), то реално използваемия обем е $6\,990\,000 \text{ m}^3$ (мъртъв обем – $1\,110\,000 \text{ m}^3$). При изпускане на това количество вода от язовира се очаква основните поражения от наводняване да бъдат по-скоро в града. Експертната оценка показва, че нивото на наводняването на низината северозападно от АЕЦ „Козлодуй“, няма да превиши кота 29,00, т.е. това водно ниво не представлява пряка опасност за централата.

1.1.23 Катастрофална вълна по р. Дунав вследствие разрушаване на хидро енергийния комплекс (ХЕК) „Железни врата“ 1 и 2

Максималното водно ниво при площадката на АЕЦ “Козлодуй” от катастрофална вълна при разрушаване на ХЕК “Железни врата I” и “Железни врата II” е до 32.53 m. Това

ниво се установява около 28 часа след предполагаемото разрушаване на ХЕК „Железни врата I” и „Железни врата II” и трае 2 часа. Това ниво е идентично с нивата при естествена висока вълна и е с вероятност за надвишение 0.0001.

Максималното ниво на катастрофалната вълна съчетано с екстремни валежи и ветрова вълна е 32.93m. Котата на площадката на АЕЦ Козлодуй е средно 35.00m, а на ХОГ 36.00m и не е застрашена.

1.1.24 Промислени тръбопроводи

Наличието в близост до площадката на промислени тръбопроводи за пренос на нефт или природен газ представляват опасност за централата поради това, че тези съоръжения са потенциален източник на: а/взрив; б/изхвърляне на взривоопасни, възпламеняващи, токсични пари, газове и аерозоли в атмосферата; в/ пожар. През 12 км зона на АЕЦ „Козлодуй” преминава един промишлен газопровод, който в момента се използва - „Южен поток” трансформиран в „Балкански поток”. Минималното разстояние до АЕЦ „Козлодуй” е 7 км. Проведените анализи показват, че инциденти свързани с газопровода не представляват опасност.

1.1.25 Бензиностанции и газостанции

Възможните ефекти, съпровождащи взривяване на бензиностанция или газостанция са пренебрежимо малки, за да предизвикат инициране на аварийно събитие на площадката на АЕЦ „Козлодуй”.

1.1.26 Въздухоплаване

С Постановление на Министерския съвет на Република България № 44 от 19 март 2010 година са въведени следните ограничения на въздухоплаването:

- Определена е забранена зона Р 1 във въздушното пространство на република България с радиус 5 km около АЕЦ „Козлодуй”. В тази зона се забраняват полетите на всички граждански и държавни въздухоплавателни средства;
- Определена е ограничена зона R 1 във въздушното пространство на република България с радиус 25 km около АЕЦ „Козлодуй” извън определената забранена зона с радиус 5 km. В тази зона са забранени полетите на въздухоплавателни средства с максимално излетно тегло над 5.7 t с изключение на полети на български държавни въздухоплавателни средства за осигуряване на въздушния суверенитет, за търсене и спасяване, медицинска евакуация, антитерористични операции и свързаните с тях тренировъчни мисии и учения.
- Проведените анализи показват, че вероятността за инцидент с летателно средство е пренебрежимо малка.

1.1.27 Източниците на техногенна опасност за ХОГ, разположени на площадката на АЕЦ „Козлодуй”

На площадката на АЕЦ «Козлодуй» са поместени множество и разнородни съоръжения, които могат да бъдат потенциални източници на опасни антропогенни въздействия – експлозия, пожар, изпускане на летливи газове, летящи предмети и др.

- склад за хидразин-хидрат в ЕП-2

Проведените анализи показват, че ХОГ попада в опасна за здравето на персонала зона. Анализът на последиците от събития свързани с разливане и запалване на хидразин-хидрат показва, че тези събития не могат да доведат директно до възникване на инициращи събития, но е необходимо да се предприемат мерки за евакуация на персонала от засегнатите зони и изолация и осигуряване на безопасна околна среда в ЩУ-ХОГ;

- нафтно-маслено стопанство (НМС) на ЕП-2

Най-тежката авария, която може да се реализира в НМС е разхерметизиране на единия резервоар с дизелово гориво и запалването на изтеклото в обваловката гориво. Изчислените стойности на интензивността на топлинния поток показват, че единствено НМС ще бъде засегнато и оборудването ще бъде загубено. За всички останали съоръжения, даже и без предприемане на гасителни мероприятия, топлинното въздействие ще бъде пренебрежимо и не може да доведе до изходно събитие.

- Ресиверна площадка на ЕП-2

На площадката са монтирани ресивери за водород и за азот. Разгледани са три типа възможни аварии, свързани с частично или пълно разхерметизиране на ресиверите за водород – детонационен взрив, факелно горене и горене тип „огнено кълбо“. Поради голямото отстояние, въздействие върху ХОГ няма.

- Ведомствена бензиностанция на АЕЦ „Козлодуй“ и ДП РАО

В бензиностанцията се съхранява дизелово гориво и бензин. Детерминистичен анализ на протичането и последствията от възможни взривове или пожари в бензиностанцията показват, че въздействието върху ХОГ е незначително.

- Реагентно стопанство на ХВО на ЕП-2 или ЕП-1

Реагентно стопанство включва различни по обем резервоари, съдържащи химикали необходими за технологичния процес. Най-тежката авария, която може да се случи в реагентното стопанство на ХВО на ЕП-2 е разлив на цялото съхранявано количество азотна киселина, при който киселината се задържа от обваловката. Въздействието върху ХОГ в зависимост от посоката на вятъра може да се изрази в усещане на неприятния мирис на азотните оксиди, дразнене и др.

- Изтичане на водород от електролизерна станция

При изтичане на водород в електролизерната станция би могло да се запълни един обем от максимум 75 m³. Това е по-малък обем от съхранявания на ресиверната площадка водород и съответно пораженията, които биха могли да се очакват при евентуален взрив на този водород са съизмерими и по-леки от тези при взрив на водородните ресивери. Въздействие върху ХОГ няма.

- Мазутно-маслено стопанство на ЕП-1

На територията на мазутно-маслено стопанство (ММС) са разположени резервоари за трансформаторно и турбинно масло и 1 резервоар за дизелово гориво. В момента всички резервоари са издренирани и в тях не се съхранява масло или дизелово гориво. Те не представляват опасност за ХОГ при пожар.

- Ресиверна площадка на ЕП-1

На площадката са монтирани ресивери за водород и за азот. Аварийните ситуации са аналогични с тези на ресиверна площадка на ЕП-2. Въздействие върху ХОГ няма.

– Склад № 106

Склад No 106 е разположен на територията на ЕП-1 и е предназначен да обслужва с различни химикали всички подобекти на АЕЦ „Козлодуй“. В склада се съхраняват голям брой горими течности и химикали в различно агрегатно състояние, различни разфасовки и с различни пожароопасни, взривоопасни и токсични свойства. Направеният анализ на възможността за възникване на взрив на парите на течност показва, че най-сериозните биха били последиците при разхерметизиране на бидон с етилов спирт. Въздействие върху ХОГ няма.

– Съоръжение за плазмено изгаряне (СПИ)

Съоръжението за плазмено изгаряне на ДП РАО е разположено в сградата на Спец корпус 2 на около 60 м северно от сградата на ХОГ. Направеният анализ на пожарната и взривна опасност на СПИ при работа с дизелово гориво и на изискванията за нейното обезопасяване дава основание да се направят следните основни изводи:

1. Практически не съществува опасност от възникване на взривове както при нормалната работа на СПИ, така и при аварийни ситуации;

2. Основната опасност от възникване на пожари при експлоатацията на СПИ се определя от използваното дизелово гориво, горимите РАО и хидравличното масло.

Хипотетичен пожар в СПИ не представлява опасност за ХОГ поради значителното отстояние от сградата на Спец корпус 2.

1.2 История на съоръжението

Предварителни дейности по проектирането на ХОГ започват още в рамките на проектирането на АЕЦ „Козлодуй“ – блокове 1 и 2. През м. август 1968 г. ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ – СССР представя ескизен проект.

Във връзка с решението на СССР да приема ОЯГ след петгодишно съхраняване на площадката на АЕЦ, през 1978 г. е подписан договор за проектиране на допълнително, отделно стоящо хранилище, позволяващо съхраняването на отработено ядрено гориво от блокове с реактори ВВЕР-440 в продължение на 10 години. Това решение се обуславя от факта, че БОК на блокове 1÷4 осигуряват съхраняване на ОЯГ за 3-годишен период, а условията за безопасно транспортиране на ОЯГ до Русия (с наличните тогава контейнери) изискват период на отлежаване най-малко 5 години.

Хранилището за отработено гориво (ХОГ) от АЕЦ „Козлодуй“ е проектирано от ВНИПИЕТ – Ленинград и Енергопроект – София преди 1986 г. съгласно действащите тогава нормативни документи в областта на ядрената безопасност и радиационната защита. То е предназначено за временно съхранение на отработено ядрено гориво под вода. Хранилището е самостоятелно здание на площадката на АЕЦ „Козлодуй“, в което е разположен басейн с четири отсека за съхранение и съответното транспортно-технологично оборудване, необходимо за манипулациите с ОЯГ. Първоначално съоръжението е

предвидено за съхранение на ОЯГ от четирите реактора ВВЕР-440 с проектен капацитет 168 кошници (чохли).

През февруари 1981 г. в Москва е договорено проектът на ХОГ, който съгласно условията на подписания договор е предназначен да осигури съхраняване на ОЯГ от ВВЕР-440, да предвиди и съхраняване на ОЯГ от планираните за изграждане блокове 5 и 6 на АЕЦ „Козлодуй“ с реактори ВВЕР-1000. Това е причина работното проектиране да започне едва през 1982 г. Предвид изменението на нормативно-техническите изисквания за такъв тип обекти и необходимостта от внасяне на изменения в първоначалния проект във връзка с необходимостта от съхраняване на ОЯГ, ПЕЛ и ПИП от ВВЕР-1000, през 1988 г. на ВНИПИЕТ – Ленинград се възлага да разработи проект за дооборудване на ХОГ, който е завършен през 1990 г. В проекта са включени голям брой инженерно-технически и организационни мероприятия за повишаване на безопасността на ХОГ, в това число и разработка на ТОБ, съответстващ на действащите тогава нормативни документи.

През месец февруари 1990 г., след проверка на състоянието на ХОГ, ИБИАЕ издава разрешение за зареждане на 23 кошници с ОЯГ за функционални изпитания.

Влезлите в сила нови нормативни изисквания в областта на ядрената и радиационна безопасност и утвърдените нови сеизмични характеристики на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ налагат реализирането на допълнителни мерки за повишаване на безопасността на съоръжението, включително и преоценка на сеизмичната устойчивост на строителната конструкция.

През 1991 г. „Енергопроект“ разработва „Програма от мероприятия за повишаване безопасността на ХОГ“. Като част от дейностите по програмата фирма „ИКЮИ–България“ извършва проектиране за антисеизмично укрепване на съоръжението, както и проектиране на резервиращи и сеизмично устойчиви системи. Осъществени са и дейности по квалифициране на оборудването. През същата година, като част от мерките за повишаване на безопасността, Министерството на транспорта и Министерството на отбраната осигуряват над АЕЦ „Козлодуй“ въздушен коридор, свободен от полети. Реализирани са редица технически мероприятия като антисеизмичното укрепване на конструкцията на ХОГ, резервен ДГ за ХОГ и др.

На 25.01.2001 г. Държавна приемателна комисия приема обект „Хранилище за отработено гориво от ВВЕР-440 и ВВЕР-1000“ в АЕЦ „Козлодуй“ за ползване по предназначение.

На 15.03.2001 г. ИБИАЕ към КИАЕМЦ издава разрешение № О-2208 за въвеждане в експлоатация и експлоатация на ХОГ на АЕЦ „Козлодуй“ за съхранение на ОЯГ от реактори тип ВВЕР-440 и ВВЕР-1000. На 01.04.2001 г. са приети за съхранение първите 3 кошници с ОЯГ от ВВЕР 1000 от БОК-6.

През 2003 г. е разработен и утвърден Отчет за ТОБ на ХОГ в съответствие с тогава действащите нормативни изисквания. През 2011 г. са издадени допълнения към Отчета за ТОБ на ХОГ, които отразяват основните изменения в проекта, въведени между 2004 и 2011 г. като:

- инсталиране на презареждаща машина за операции с касети ОЯГ;
- цялостна замяна на 16-тонния мостов кран в залата над БСГ;
- изпълняване на операции по разтоварване и зареждане на контейнери тип CONSTOR-440/84, предназначени за съхраняване на ОЯГ от реактори ВВЕР 440 в ХССОЯГ.

През 2004 г. в съответствие с променените изисквания на нормативните документи, АЯР издава Лицензия за експлоатация на хранилище за отработено ядрено гориво на АЕЦ „Козлодуй“, серия Е, № 01032/24.06.2004 г. за срок от 10 години.

В съответствие с актуалните нормативни изисквания екип от ЕНПРО Консулт ООД и ИКюИ България АД разработват ОАБ на ХОГ като част от подготовката за подновяване на лиценза за експлоатация на съоръжението за нов 10-годишен период 2014 ÷ 2024 г.

Основни подобрения на безопасността на ХОГ

За периода от 1990 до 2023 г. в конструкциите, системите и компонентите на ХОГ са внесени редица изменения с цел подобрения на безопасността на ХОГ. По-важните от тях са посочени в Таблица 1-6.

Таблица 1-6 Разпределение на Технически Решения по основни КСК в ХОГ

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Строителна конструкция	
Антисейсмично укрепване на строителната конструкция на ХОГ	Мярка от Програма за повишаване безопасността на ХОГ, утвърдена с Протокол № 18 от 11.06.1991 г. на КЕ. Антисейсмично укрепване на строителната конструкция на ХОГ за максимално разчетено земетресение 0.2 g. Така се осъществява съответствие с новата стойност за МРЗ за площадката на АЕЦ „Козлодуй“.
Изпълнение на работен проект за привеждане на КСК на системата за пожароизвестяване в ХОГ, пожарно сухотръбие от кота 0.00 до покрива на сградата на ХОГ и нивосигнализатори на кота -7.80 в съответствие с установената им квалификация	Мярка А-2-2 от „Програма за изпълнение на препоръките от проведените “стрес тестове” на ядрените съоръжения в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД“, № ДОД.АД.ПМ.996/03. Извършено е допълнително укрепване на оборудването с цел привеждането му в съответствие с установената квалификация.
Автономна система за сеизмичен мониторинг на площадката на ХОГ и СХОГ	Мярка от „Програма за поддържане и повишаване на безопасността на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД през 2014, 2015 и 2016г“, № ДОД.УБ.ПМ.014/12. Проектиране, доставка и монтаж на система за сеизмичен мониторинг и контрол на площадката на ХОГ чрез която се осъществява отделяне на ХОГ от СИАЗ на 4 блок.
КСК за съхраняване на ОЯГ	

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Изграждане на сухотръбие за директно подпитаване на отсеците на басейна за съхранение на гориво в ХОГ с вода чрез дизелни помпи на ППС-2 и с помощта на противопожарен автомобил	Мярка FD-2-5-1 от „Програма за изпълнение на препоръките от проведените “стрес тестове” на ядрените съоръжения в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД“, № ДОД.АД.ПМ.996/03. Целта е да се осигурят технически средства за осигуряване на възможност за директно подаване на вода към отсеците с ОЯГ в ХОГ чрез мобилна пожарна техника и съоръжения при екстремни ситуации.
КСК за претоварване на ОЯГ	
Модернизация на управлението на мостови кранове в ХОГ (160/32/8 т и 16 т)	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. Модернизацията включва: - монтиране на система за автоматично управление на кран мостов 160/32/8 т; - подмяна на крайните изключватели (КИ) за движение на крана и количката на кран мостов 160/32/8 т; - дублиране на КИ за движение на крана, количката и подема на кран мостов 16т; - монтаж на система за теглоизмерване на подеми 160 т, 32 т и 16 т; - подмяна на пулта за управление на кран 16 т; - монтаж на твърди репери на количката на кран 160/32/8т.
Монтиране на презареждаща машина за ОЯГ от ВВЕР-440/1000	Във връзка с разработването на проект за сухо съхранение на ОЯГ с цел избягване на ръчни операции с ОЯГ при зареждане на контейнерите за сухо съхранение е монтирана презареждаща машина.
Подмяна на мостов кран 16 т	Основание за промяната е моралното и физическо остаряване на монтирания по проект кран.
Дооборудване на ХОГ за изпълнение на дейности с контейнер „Констор 440/84”	Включване в обхвата на разрешените дейности по Лицензия за експлоатация на ХОГ на операциите по манипулиране и зареждане/изпразване на контейнери „Констор 440/84” с ОЯГ в ХОГ, свързани с реализацията на проекта ХССОЯГ.

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Модернизация на силовата електрическа част и управлението на кран - мостов 160/32/8 т в ХОГ	Мярка от „Програма за реализиране на мерки за повишаване на безопасността на ХОГ“, № 50.ХОГ.ПМ.01. Изпълнение на Работен проект включващ: - подмяна на съществуващите двигателите на главен и спомагателен подеми и на задвижванията на моста и количката с двигатели с нахъсо съединен ротор и вградени спирачки; - подмяна на оставащите спирачки с нови. - подмяна на всички крайни изключватели на механизмите на главен и спомагателен подеми, моста и количката; - подмяна на ограничителите на товара на главния и спомагателния подеми; - подмяна на всички силови табла; - подмяна на всички захранващи и контролни кабели за всички механизми; - управление от преносим радиопулт и от аварийен пулт, разположен в ЦЗ и дублиращ всички функции на преносимия пулт. Съществуващите операторски панели се заменят с нови, цветни, 15" панели.
Технологични системи	
Включване на 3 бр. пластинчати топлообменници в комплект със самоочистващи се филтри към системата KV30 за разхлаждане на БСГ	Новите топлообменници заменят проектните кожухотръбен тип, които се оказват недостатъчно ефективни поради замърсяването и по техническа вода. Наличието на самоочистващи се филтри пред новите топлообменници осигурява надеждна работа на системата.
Подмяна на помпи KV01MP01/02/03, HS55MP03, KV30MP01/02 и газодувки RD05WF01/02	Подмяна на морално и физически остарели агрегати с нови съвременни, като част от мерките по управление на ресурса на КСК в ХОГ.
Антисейсмична линия за ХОВ от ДСАПП-4 до ХОГ	Мярка от Програма за повишаване безопасността на ХОГ. Изграждане на нова, независима и сейсмично квалифицирана линия за подпитка на ХОГ с ХОВ от ДСАПП-4.
Нова антисейсмична линия за техническа вода за ХОГ	Мярка от Програма за повишаване безопасността на ХОГ. Изграждане на нова, независима и сейсмично квалифицирана линия за охлаждане на ХОГ с техническа вода група „А“ от 2-ра система на 4 блок.

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Система за радиационен контрол	
Модернизация на системата за радиационен контрол в ХОГ	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. Изградена е нова система за радиационен контрол в ХОГ включваща: - 14 бр. интелигентни гама-сонди; - монитор за комин за измерване на емисиите на РБГ и ДЖА; - гама спектрометри; - арки за контрол на замърсеността на персонала; - преносими прибори, включително и за измерване на неутрони; - модули за преобразуване и предаване на данните към сървър за данни; - сървър за данни и работни станции.
Система за електрозахранване	
Съоръжаване на ХОГ с резервен дизел-генератор	Мярка от Програма за повишаване безопасността на ХОГ. Изграждане на нова независима и сеизмично квалифицирана линия за надеждно електро-захранване на ХОГ от собствен източник.
Реконструкция на КРУ 0.4/6kV. Подмяна на прекъсвачи	Подмяна на съществуващите 2 бр. въводни прекъсвачи, секционен прекъсвач и прекъсвач на резервен дизел генератор с нови съвременни, по-надеждни прекъсвачи.
Системи за технологичен контрол и управление	
Монтиране на сигнализатори за поява на вода в помещения: 05, 010, 012, 013, 022/1, 022/2, 022/3, 022/4, 112, 122	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. С реализирането на мярката се елиминира риска от наводняване на помещенията при евентуален теч от тръбопроводи, топлообменници или баци.
Модернизиране на автоматичното измерване на температура, ниво и електропроводимост на водните потоци в ХОГ	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. Автоматично измерване на температура, ниво и електропроводимост на водните потоци в ХОГ, позволяващо изграждане на единна база данни за моментно състояние и история на контролираните параметри.
Подмяна на системата от защиты и блокировки с цифрова	Системата заменя съществуващата релейна система за ЗиБ на базата на съвременни програмируеми логически контролери.

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Подмяна на манометри ЭКМ-1 със сеизмоустойчиви тип HYDAC	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. Манометри тип ЭКМ-1 са непригодни за работа при вибрации. По тази причина манометрите от системи KV01, KV30 и KV40 се подменят със сеизмично устойчиви манометри тип HYDAC.
Разширение на автоматизираната система за контрол и управление на основните технологични системи в ХОГ (АСУ)	Мярка от ИП на цех ХОГ и „Програма за поддържане и повишаване на безопасността на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД през 2014, 2015 и 2016г“, № ДОД.УБ.ПМ.014/12. За разширение на действащата от 2008 г. автоматизирана система за контрол и управление. Към АСУ са добавени технологични системи KV01, HD30, HD50, HS55, HS56 и отсеци KV61 и KV63.
Изграждане на резервен пулт за управление в ХОГ	Мярка ВВ-11 от „Работна програма за повишаване на оперативната готовност на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД за действие при екстремни условия“, № ДОД.АД.РП.1007/01. Изграден е резервен пулт за управление на основните технологични системи в ХОГ в пом. 139 (КРУ).
Дооборудване на панел със сигнализация от ХОГ на АЕЦ „Козлодуй“ на БЩУ-4	Мярка от „Дългосрочна програма за модернизация и повишаване на безопасността на ХОГ“, № П1.РП.03/2001. Изграждане на технологична сигнализация на БЩУ-4 за следните параметри в ХОГ: - ниво на отсеците в ХОГ; - температура в отсеците в ХОГ; - радиационна обстановка в ХОГ; - неизправност в силово ел. хранване в ХОГ; - пожар в ХОГ. Целта е да се дублира сигнализацията от ЩУ-ХОГ за най-важните параметри и на друг щит за управление.
Извеждане на технологична сигнализация на БЩУ-5 "Повикване ХОГ"	След снемането от длъжност на ДИБ-4 възниква необходимост от изместването на сигнализацията от БЩУ-4 свързана с ХОГ към друг щит за управление. В тази връзка е изградена технологична сигнализация на БЩУ-5 за следните параметри в ХОГ: - ниво на водата в отсеците на ХОГ; - температура на водата в отсеците на ХОГ; - радиационна обстановка в ХОГ; - неизправност в силово ел. хранване в ХОГ. Целта е да се дублира сигнализацията от ЩУ-ХОГ за най-важните параметри и на друг щит за управление.

Основни КСК на ХОГ/ Изменения	Основание (произход на модификацията), влияние върху безопасността
Система за пожарна безопасност	
Монтиране на нова ПИС в ХОГ	Подмяна на проектната система за пожароизвестяване в ХОГ изградена съгласно изискванията на руски нормативни документи, за да се удовлетворят изискванията на сега действащия стандарт БДС EN 54.

Към настоящият момент ХОГ се експлоатира в съответствие с Лицензия серия Е, регистрационен № 04441 от 25.06.2014г. за експлоатация на хранилището за отработено ядрено гориво на АЕЦ „Козлодуй”, издадена от Председателя на АЯР със срок на лицензията десет години.

1.3 Обща характеристика на ядреното съоръжение

ХОГ е съоръжение за временно съхраняване на ОЯГ от ВВЕР-440 и ВВЕР-1000 с технология „под вода“ на площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

Сградата на ХОГ е разположена в югозападния край на площадката на АЕЦ „Козлодуй”, южно от сградата на Спецкорпус 2 (СК-2).

Разположението на ХОГ върху Генералния план на АЕЦ „Козлодуй” е показано на Фигура 1-5.

В непосредствена близост до сградата на ХОГ, на разстояние 10 m в западна посока, се намира хранилището за сухо съхранение на ОЯГ (ХССОЯГ).

Западно и южно от сградата се намират съответно обекти на СМБ и сгради с битово и административно предназначение.

На около 60 m източно от ХОГ се намира сградата на ДГС-2,.

На приблизително 60 m северно се намира сградата на СК-2, като между двете сгради е разположено хале за специална транспортна техника.

На приблизително 35 m от североизточния ъгъл на сградата на ХОГ е разположена вентилационната тръба на СК-2.

Реакторно отделение и Машинна зала на блок 4 са разположени съответно на около 150 и 200 m северно от ХОГ.

1.4 Проектна концепция и принципна схема

Концепцията на проекта е определена през 1968 г. Тя предвижда изграждане на обем, запълнен с вода (БСГ), в който се поставят кошници (чохли), съдържащи касети ОЯГ. Водата служи едновременно за биологична защита и за охлаждане на ОЯГ. Около БСГ е изградена конструкция за изпълнение на транспортно-технологичните операции с ОЯГ и за защита на околната среда и персонала от недопустимо радиационно въздействие.

ХОГ е структуриран според двете основни функции на съоръжението:

- съхраняване на ОЯГ под вода;

– транспортно-технологични операции (ТТО) с контейнери, кошници, касети и хермопенали.

Съхраняването на ОЯГ се осъществява в четирите отсека на БСГ, свързани с предавателен коридор. Над БСГ е изградена зала, в която се движи мостов кран с товароподемност 16 t. Дейностите по безопасното съхранение на ОЯГ включват:

- отвеждане на остатъчното топлоотделяне от ОЯГ;
- осигуряване на необходимите физико-химични показатели на водата в БСГ;
- събиране и обработка на радиоактивна вода от:
 - протечки от БСГ, гнездата за контейнери и от отсека за презареждане;
 - сточни води от шахтите за дезактивация, пробоотбори и др.
- отвеждане на газоаерозолни продукти, отделяни от ОЯГ и от водата на БСГ.

Транспортно-технологичните операции (ТТО) с контейнери се изпълняват във въздушна среда или под защитен слой вода както следва:

- транспортирането на приеманите в ХОГ контейнери или заредените за извозване контейнери се осъществява по определени маршрути във въздушна среда;
- транспортирането и манипулациите с разуплътнени контейнери се осъществяват под защитен слой вода;
- дезактивацията на контейнерите се изпълнява в специални шахти.

Транспортно-технологични операции (ТТО) с кошници, касети или хермопенали се изпълняват само под защитен слой вода в отсека за презареждане. Транспортирането на кошниците през предавателния коридор до съответното им място в отсек за съхранение също се извършва под защитен слой вода.

В помещенията на ХОГ са разположени конструкции, съоръжения и системи, осигуряващи безопасното извършване на ТТО.

ТТО се осъществяват в централната зала на ХОГ.

Освен мостовите кранове с товароподемност 160 t и 16 t, ХОГ е оборудван с презареждаща машина МПХОГ 440/1000 и със системи за поддържане на параметрите в БСГ, за вентилация, радиационен мониторинг, пожарна сигнализация, за дезактивиране, изсушаване на контейнери и др., които осигуряват безопасна експлоатация при нормални и аварийни условия.

1.5 Общи и специфични проектни критерии

Нормативни документи

Основният закон за осигуряване на безопасността на съоръженията и дейностите е Законът за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ), който урежда обществените отношения, свързани с държавното регулиране на безопасното използване на ядрената енергия и йонизиращите лъчения и с безопасното управление на радиоактивните отпадъци и отработеното гориво, както и правата и задълженията на лицата, които осъществяват тези дейности, за осигуряване на ядрена безопасност, радиационната защита и физическата защита.

Конкретните изисквания за ядрена безопасност и радиационна и физическа защита са определени в подзаконовите нормативни актове по прилагане на ЗБИЯЕ (над 20 наредби), които се актуализират периодично, съгласно утвърдена програма на АЯР. В процеса на преглед на нормативните изисквания основно се отчитат уроците от аварията в АЕЦ Фукушима Дайичи и новите документи на МААЕ.

Общите проектни критерии за ХОГ, както и за всяко друго ядрено съоръжение в Република България са представени в Закона за безопасно използване на ядрената енергия [1] и в съответните подзаконови актове (наредби). Специфичните критерии за ХОГ са представени в Наредбата за безопасност при управление на ОЯГ [2], в Наредбата за радиационна защита [3], както и в приложимите закони и наредби за защита от пожар [8], антитеземетръсно строителство ([9], [10]), безопасност на повдигателни съоръжения ([11], [12]) и др.

1.5.1 Общи критерии за безопасност

Законът за безопасно използване на ядрената енергия [1] определя следните критерии:

Чл. 3. (1) Ядрената енергия и йонизиращите лъчения се използват в съответствие с изискванията и принципите на ядрената безопасност и радиационната защита с цел осигуряване защитата на човешкия живот, здравето и условията на живот на сегашното и бъдещите поколения, околната среда и материалните ценности от вредното въздействие на йонизиращите лъчения.

(2) При използването на ядрената енергия и йонизиращите лъчения и при управлението на радиоактивните отпадъци и отработеното гориво ядрената безопасност и радиационната защита имат приоритет пред всички други аспекти на тази дейност.

Наредбата за безопасност при управление на ОЯГ [2] определя следните критерии за безопасност на съоръженията за управление на ОЯГ:

Чл. 4. (1) При всички експлоатационни състояния на съоръженията за управление на ОЯГ годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението, предизвикана от въздействието на течните и газообразните изхвърляния в околната среда от всички ядрени съоръжения на площадката, не трябва да бъде по-висока от **0.15 mSv**.

(2) Годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението на границата на зоната за превантивни защитни мерки и извън нея не трябва да бъде по-висока от **5 mSv** за първата година след проектна авария.

(3) При тежки аварии пределът на изхвърлянията на цезий-137 в атмосферата, при който не се налагат дълговременни ограничения за използване на почвата и водата в зоната за неотложни защитни мерки, е **30 TBq**. Комбинираното изхвърляне на други радионуклиди, различни от изотопите на цезия, не трябва да предизвиква в дългосрочен план, с начало три месеца след аварията, по-голям риск от този, определен за изхвърлянията на цезий в посочения предел.

(4) Честотата на големи радиоактивни изхвърляния в околната среда, при които е необходимо предприемане на неотложни защитни мерки за населението, не трябва да бъде по-голяма от **1.E-6** събития на съоръжение в година.

В Преходните и заключителните разпоредби на [2] (§ 2, ал. (2)) някои от критериите са облекчени за заварените съоръжения за управление на ОЯГ, които са въведени в експлоатация преди влизането в сила на наредбата, какъвто е случаят с ХОГ както следва:

- Годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението, предизвикана от въздействието на течните и газообразните изхвърляния в околната среда от всички ядрени съоръжения на площадката, не трябва да бъде по-висока от **0.25 mSv**;

- Годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението на границата на радиационно-защитната зона и извън нея не трябва да бъде по-висока от **50 mSv** за първата година след проектна авария;

- Честотата на големи радиоактивни изхвърляния в околната среда, при които е необходимо предприемане на неотложни защитни мерки за населението, не трябва да бъде по-голяма от **1.10⁻⁵** събития на съоръжение в година.

Въз основа на изложеното по-горе при оценката на безопасността на ХОГ в ОАБ се прилагат следните критерии за безопасност:

(1) При всички експлоатационни състояния на съоръженията за управление на ОЯГ годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението, предизвикана от въздействието на течните и газообразните изхвърляния в околната среда от всички ядрени съоръжения на площадката, не трябва да бъде по-висока от **0.25 mSv**.

(2) Годишната индивидуална ефективна доза от вътрешно и външно облъчване на населението на границата на зоната за превантивни защитни мерки и извън нея не трябва да бъде по-висока от **5 mSv** за първата година след проектна авария.

(3) При тежки аварии пределът на изхвърлянията на цезий-137 в атмосферата, при който не се налагат дълговременни ограничения за използване на почвата и водата в зоната за неотложни защитни мерки, е **30 TBq**. Комбинираното изхвърляне на други радионуклиди, различни от изотопите на цезия, не трябва да предизвиква в дългосрочен план, с начало три месеца след аварията, по-голям риск от този, определен за изхвърлянията на цезий в посочения предел.

(4) Честотата на големи радиоактивни изхвърляния в околната среда, при които е необходимо предприемане на неотложни защитни мерки за населението, не трябва да бъде по-голяма от **1.10⁻⁵** събития на съоръжение в година.

Наредбата за безопасност при управление на ОЯГ изисква при извършване на всички дейности по управление на ОЯГ да се прилага принципа за оптимизиране на радиационната защита, известен като принцип ALARA:

Чл. 3. При извършване на всички дейности по управление на ОЯГ дозите на облъчване за персонала и населението се поддържат толкова ниски, колкото е разумно достижимо и в нормативно установените граници.

1.5.2 Специфични критерии

Специфичните критерии за безопасност при съхраняване на ОЯГ под вода са определени в Глава трета на [2], чл. 9, 10, 11 и 12.

Критерий за подкритичност:

Чл. 9: За осигуряване на подкритичност в режим на нормална експлоатация и при проектни аварии ефективният коефициент на размножаване на неутрони (K_{eff}) трябва да е по-нисък от 0.95.

Условията, при които трябва да е изпълнен критерият по подкритичност, са определени в чл. 10 и в чл. 113 на [2]. Тези условия са подробно описани и следвани при изпълнението на анализите, представени в ОАБ.

Критерий за отвеждане на остатъчното топлоотделяне

Чл. 11: В проекта на съоръженията за управление на ОЯГ се предвиждат технически средства и организационни мерки, изключващи възможността за повишаване на температурата на обвивките на топлоотделящите елементи на ОЯГ над проектните предели при манипулиране, съхраняване и превозване на площадката на ОЯГ в условията на нормална експлоатация и при аварии.

Чл. 12: В проекта се осигурява функцията на охлаждане на конструкционните материали на съоръжението за управление на ОЯГ под проектните предели в условията на нормална експлоатация и при аварии.

Условията, при които трябва да бъде изпълнен анализът на отвеждането на остатъчното топлоотделяне от ОЯГ, са определени в чл.114 на [2]. Тези условия са подробно описани и следвани при изпълнението на анализите, представени в ОАБ.

1.5.3 Радиационни критерии

Дозовите критерии за персонала са посочени в чл. 11 на [3].

Чл. 11. (1) Границата на ефективната доза за всяко професионално облъчвано лице е 20 mSv за период от една година.

(2) Освен границата на ефективната доза посочена в ал. 1, трябва да се спазват следните граници за еквивалентните дози:

1. границата на еквивалентната доза за очната леща е 20 mSv за период от една година или 100 mSv сумарна доза за които и да е пет последователни години, при условие че максималната доза не надвишава 50 mSv през една отделна година;

2. границата на еквивалентната доза за кожата е 500 mSv за период от една година, осреднена за всеки 1 cm² от повърхността на кожата, независимо от площта на облъчената повърхност;

3. границата на еквивалентната доза за крайниците е 500 mSv за период от една година.

В чл. 13 на същата наредба за посочени дозовите граници за населението:

Чл. 13. (1) Границата на ефективната доза за всяко лице от населението е 1 mSv за една година.

(2) Освен границата на ефективната доза, посочена в ал. 1, трябва да се спазват и следните граници за еквивалентните дози:

1. границата на еквивалентната доза за очната леща е 15 mSv за една година;

2. границата на еквивалентната доза за кожата е 50 mSv за една година, осреднена за всеки 1 cm² от повърхността на кожата, независимо от площта на облъчената повърхност.

Вторични (производни) граници за целите на радиационния контрол, планиране на защитата и оценка на дозите за професионално облъчвани лица и за лица от населението при ситуации на планирано облъчване са определени в приложение № 2 на НРЗ.

За целите на оптимизацията на радиационната защита – при проектиране на лъчезащитни конструкции и компоненти се въвеждат коефициенти на сигурност (k), като минималната стойност на k е 2,5 за професионално облъчвани лица и за лица от населението.

За транспортно опаковъчните комплекти за превоз на ОЯГ от БОК на ядрените енергоблокове в ХОГ и от ХОГ извън площадката, както и за контейнерите за сухо съхранение на ОЯГ след отлежаване в ХОГ са приложими следните ограничения, определени в Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества, чл. 42, ал. 1 и ал. 3 и чл. 26, ал. 1:

Чл. 42. (1) Максималната мощност на дозата при всяка точка от външната повърхност на опаковка или транспортен пакет не трябва да превишава 2 mSv/h;

(3) Максималната мощност на дозата при всяка точка от външната повърхност на опаковка или транспортен пакет при условията на изключително използване не трябва да превишава 10 mSv/h.

Чл. 26. (1) Нефиксираното радиоактивно замърсяване на външните повърхности на опаковките при рутинни условия на превоз не трябва да превишава следните граници на активността, валидни за усреднена площ 300 cm² от всяка част на повърхността:

- 1. 4 Bq/cm² - за бета/гама радионуклиди и за алфа радионуклиди с ниска токсичност;
- 2. 0,4 Bq/cm² - за всички останали алфа радионуклиди.

В Техническите условия 2615-ТУ, разработени от ВНИПИЭТ са посочени следните ограничения, които трябва да бъдат спазване при извозване на ОЯГ от ХОГ:

- Максимална мощност на дозата на повърхността на опаковката – 2 mSv/h;
- Нефиксираното повърхностно замърсяване не трябва да превишава 100 β-part/(cm².min) (3.3 Bq/cm²) в коя да е точка от външната повърхност на контейнера.

В допълнение към посочените по-горе ограничения за превоз на радиоактивни материали на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ е въведено ограничението: максимална

мощност на еквивалентната доза на разстояние 2 m от външната повърхност на транспортния опаковъчен комплект – 100 $\mu\text{Sv/h}$.

В ХОГ се прилага принципа ALARA, според който при извършване на всички дейности по управление на ОЯГ дозите на облъчване на персонала и населението се поддържат толкова ниски, колкото е разумно достижимо.

1.5.4 Физически бариери

Чл. 14, ал. (2) на [2] определя минималния брой физически бариери, препятстващи разпространението на йонизиращи лъчения, ядрен материал и радиоактивни вещества в околната среда: минимум две бариери при всички дейности по управление на ОЯГ.

В проекта на ХОГ това изискване е реализирано с три бариери, както е показано в Таблица 1-10.

1.5.5 Физическа защита на ядрения материал

Нормативните изисквания към физическата защита на ядрения материал са определени в Наредбата за осигуряване на физическата защита на ядрените съоръжения, ядрения материал и радиоактивните вещества [4].

Условията и реда за осигуряване на физическата защита на ядрените съоръжения, ядрения материал и радиоактивните вещества на АЕЦ „Козлодуй” при тяхното използване, съхранение и превоз са определени в План за физическа защита на АЕЦ „Козлодуй”.

Площадката на ХОГ представлява вътрешна зона за площадката на АЕЦ „Козлодуй”. Територията на ХОГ е в рамките на защитената зона при осигуряване на нормативните изисквания за физическата защита на АЕЦ „Козлодуй”. В рамките на защитената зона на АЕЦ „Козлодуй” е обособена вътрешна зона за територията на ХОГ. За зона с особена важност е определена централна зала. В съответствие с категоризацията на ХОГ съгласно Наредбата за физическа защита на ядрения материал [4], схемата на физическата защита осигурява надеждна безпроблемна охрана на ХОГ.

1.6 Основни технически характеристики на ХОГ

1.6.1 Общо описание на ХОГ

Сградата на ХОГ има сложна строителна конструкция и значителни размери в план и височина: дължина 78 m, и ширина 45 m. Между оси 1 и 7 се намира комплекс за разтоварване, приемане и обработка на контейнерите.

Над кота +7.20 има еднокорабно хале до кота +33.55 m (кота долен ръб покривна ферма), което се обслужва от кран с товароподемност 160/32/8 t.

Между оси 7-14 и редове В-Г от кота -1.20 до кота +7.20 са разположени басейните за съхранение на ОЯГ, а под тях от кота -7.90 (кота горен ръб фундаментна плоча) до кота -2.50 са помещенията на буферните резервоари, в които при необходимост може да бъде дрениран отсек на БСГ. Тази част на сградата е изпълнена от монолитен стоманобетон.

Над кота +7.20 се издига еднокорабно хале до кота +19.74. Тази част се обслужва от кран с товароподемност 16 t. Същият кран може да обслужва и частта между оси 1 и 7 (има подкранов път), но не е предвидено едновременна работа на двата крана.

Гореописаната част от конструкцията представлява контролираната зона на ХОГ. Тя е изпълнена от монолитен стоманобетон, стоманени или стоманобетонени подкранови греди, стоманени покривни ферми и лека покривна обшивка. Стенното ограждение е изпълнено от стоманобетонени или прозоречни панели.

Между оси 1 и 2 и между редове А и В и между оси 1-4 и редове А-Г е изградена триетажна сборна стоманобетонна конструкция.

По оси 1 и 14 има монтажни стоманобетонени стълбищни клетки, които осигуряват достъп до всички нива.

На Фигура 1-6 са показани разреза на сградата на ХОГ.

В съответствие със санитарно-хигиенните норми и изискванията на радиационната защита, сградата на ХОГ е разделена на две зони – надзиравана и контролирана. В контролираната зона на ХОГ са разположени оборудването и системите, обезпечаващи безопасното съхраняване и манипулиране на ОЯГ. В КЗ на ХОГ са обособени: транспортен коридор, зала за провеждане на транспортно-технологични операции и съхраняване на горивото, помещения за технологичните системи и помещения със санитарно-битово и спомагателно предназначение.

1.6.2 Капацитет на ХОГ

Капацитетът на ХОГ в първоначалния проект е определен с оглед съхраняване в течение на 10 години на ОЯГ от четирите реактора ВВЕР-440 на площадката на АЕЦ „Козлодуй”.

Броят на касети с ОЯГ, съхранявани в ХОГ се лимитира от три фактора:

- размери на отсеците в БСГ и на кошниците за касети ОЯГ;
- капацитет на системата за охлаждане;
- брой хермопенали за нехерметични касети, съхранявани в ХОГ.

Лимитиращите параметри за съхраняването гориво и за ХОГ като цяло според проекта за дооборудване на ХОГ от 1989 г. са показани в *Таблица 1-7* и *Таблица 1-8*.

Таблица 1-7 Лимитиращи параметри за съхраняването ОЯГ от ВВЕР-440 и ВВЕР-1000 според проекта за дооборудване на ХОГ от 1989 г.

Параметър	Стойност
ВВЕР-440	
Максимално начално обогатяване по U-235, %	3.6
Максимална дълбочина на изгаряне, MWd/kgU	42
Минимален срок на отлежаване в басейните на 1-4 блок, години	3

Параметър	Стойност
ВВЕР-440	
Количество ОЯГ в кошница (херметични касети или нехерметични касети, поставени в хермопенали), броя	30
Средна мощност на остатъчното топлоотделяне на заредена с 30 касети ОЯГ кошница, kW	10.3
ВВЕР-1000	
Максимално начално обогатяване по U-235, %	4.4
Максимална дълбочина на изгаряне, MWd/kgU	50
Минимален срок на отлежаване в басейните на 5 и 6 блок, години	3
Количество ОЯГ в кошница (херметични касети)	12
Максимална мощност на остатъчното топлоотделяне на заредена с 12 касети ОЯГ кошница, kW	20

Таблица 1-8 Лимитиращи параметри за ХОГ като цяло според проекта за дооборудване на ХОГ от 1989 г.

Параметър	Стойност
Максимален брой кошници с ОЯГ, съхранявани в ХОГ (при условие, че не се превишава допустимата мощност на остатъчното топлоотделяне)	168
Максимална стойност на остатъчното топлоотделяне в БСГ, kW	1064
Максимална стойност на остатъчното топлоотделяне в един отсек на БСГ, kW	555
Максимален брой кошници в един отсек (при условие, че не се превишава допустимата мощност на остатъчното топлоотделяне)	56

От 2003 г. в активните зони на блокове 5 и 6 се зареждат горивни касети ТВСА. След 4 годишна експлоатация в активните зони първите касети са извадени в БОК през 2007 г. Първите касети от този тип са извозени в ХОГ през 2016 г.

Лимитиращите параметри за тези касети според Приложение В1 на заводската документация [13] са представени в Таблица 1-9.

Таблица 1-9 Лимитиращи параметри за касети ТВСА от ВВЕР-1000

Параметър	Стойност
Максимално начално обогатяване по U-235, %	4.4
Максимална дълбочина на изгаряне, MWd/kgU	55
Брой в херметични касети ОЯГ в една кошница	12
Средна / максимална мощност на остатъчното енергоотделяне на	19.5 / 20.0

Параметър	Стойност
заредена с 12 касети ОЯГ кошница, kW	

Минималният срок на отлежаване на касетите в БОК е 3 години, при условие, че стойността на остатъчното енергоотделяне за отделна касета не превишава 2 kW и се спазва ограничението по максимална мощност на остатъчното енергоотделяне в кошницата.

1.7 Режими на експлоатация на ХОГ

1.7.1 Основни технологични състояния на ХОГ

Технологичните състояния на ХОГ са:

- Състояние А Режим на съхраняване на отработено ядрено гориво
- Състояние Б Режим на приемане на отработено ядрено гориво от V-VI блок в ХОГ
- Състояние В Режим на извозване на отработено ядрено гориво от ХОГ

Състояние А е експлоатационно състояние на ХОГ което се изпълнява постоянно, независимо от това дали се провеждат Транспортно-Технологични Операции (ТТО) с ОЯГ (състояние Б или В) или не.

1.7.2 ТТО с ОЯГ

Основните транспортно технологични операции с отработено ядрено гориво /ТТО с ОЯГ/ са:

- приемане на ОЯГ от БОК в ХОГ;
- приемане на пълен контейнер CONSTOR-440/84 от ХССОЯГ;
- подготовка на контейнери за транспортиране на ОЯГ извън площадката на АЕЦ „Козлодуй”;
- подготовка на контейнери CONSTOR440/84 за сухо съхранение;

Освен тях се изпълняват операции по пренареждане на ОЯГ, съхранявано в кошници в БСГ.

1.7.2.1 Приемане на ОЯГ от БОК в ХОГ

След окончателното освобождаване на БОК на блоковете с ВВЕР-440 от ОЯГ в ХОГ се приема само ОЯГ от ВВЕР-1000.

Операциите по приемане на контейнер ТК-13 включват:

- (1) Изправяне на контейнера, доставен в транспортния коридор;
- (2) Повдигане на контейнера и транспортиране до едно от гнездата за обработка;
- (3) След запълване с вода, транспортиране на контейнера до гнездото за разуплътняване на приемния отсек, където капака на контейнера се разуплътнява;
- (4) Преместване на контейнера в универсалното гнездо с дъно на кота -6.90 в приемния отсек, където под защитен воден слой капакът на контейнера се отваря и се отстранява;

- (5) Монтиране на капака на кошницата и изваждане на кошницата от контейнера.
Транспортиране до определеното място в БСГ.

Операциите (1) – (4) се изпълняват с мостов кран 160/32/8 t, а последната операция - с кран 16 t.

1.7.2.2 Приемане на пълен контейнер CONSTOR-440/84 от ХССОЯГ

При необходимост контейнер с ОЯГ от ВВЕР-440 може да бъде приет обратно от ХССОЯГ. Операциите по приемане включват:

- (1) Изправяне на контейнера, доставен в транспортния коридор с ремарке Goldhoffer;
- (2) Повдигане на контейнера и транспортиране до позицията за подготовка на контейнери CONSTOR-440/84. Спускане върху дънния амортизатор. Подготовка на контейнера за изпразване;
- (3) Транспортиране на контейнера до приемния отсек. Демонтиране на първия капак;
- (4) Пренасяне на касетите ОЯГ до предварително поставени в отсека за презареждане празни кошници;
- (5) Повдигане на контейнера, дрениране, транспортиране до позицията за подготовка на контейнери за затваряне/съхранение;
- (6) Затваряне на контейнера;
- (7) Спускане върху ремаркетото за транспортиране към ХССОЯГ.

Операции (1) – (3), (5) и (7) се изпълняват с мостов кран 160/32/8 t, а операция (4) – с презареждащата машина.

1.7.2.3 Подготовка на контейнери за транспортиране на ОЯГ към пристанище АЕЦ

При изпращане на ОЯГ за преработка в друга страна се използват контейнери на завода за преработка, които се транспортират с влак до определено пристанище и с шлеп-контейнеровоз до товарното пристанище на АЕЦ. Контейнерите са ТК-6 (за гориво от ВВЕР-440) и ТК-13/1В (за гориво от ВВЕР-1000), заредени с празни кошници от завода за преработка на ОЯГ.

От товарно пристанище на АЕЦ до ХОГ и обратно, контейнерите ТК-6 се транспортират с авторемарке “ЧМЗАП - 704010”, а контейнерите ТК-13/1В с авторемарке “Goldhoffer”.

Основните операции по подготовката на контейнерите включват:

За ОЯГ от ВВЕР-440

- (1) Повдигане на контейнера, доставен с авторемарке в транспортния коридор, до залата на приемното отделение и придвижване до гнездо на площадката за контрол на контейнера. Проверка и оглед на контейнера;
- (2) Изваждане на кошницата от контейнера ТК-6. Преместване на контейнера ТК-6 до гнездото с дъно на кота -6.9 m в приемния отсек;
- (3) Закачване на кошница с ОЯГ от ВВЕР-440, намираща се на определено място в БСГ; преместване от БСГ и поставяне в контейнера ТК-6

- (4) Поставяне на капака на контейнера и преместване в гнездото с дъно на кота 3.6 m в приемния отсек. Уплътняване на капака;
- (5) Преместване на контейнера в едно от гнездата на площадката за технологичен контрол на контейнери. Подготовка за транспортиране. Измерване на мощността на дозата на повърхността на контейнера;
- (6) Спускане на контейнера в шахтата за дезактивация. Провеждане на дезактивация, изваждане от шахтата за дезактивация и измерване на повърхностното замърсяване;
- (7) Спускане на контейнера върху ремаркетото за транспортиране към пристанище АЕЦ.

За ОЯГ от ВВЕР-1000

- (1) Кантоване (изправяне) на контейнера, доставен с авторемарке в транспортния коридор, повдигане до залата на приемното отделение и придвижване до гнездо на площадката за контрол на контейнера. Проверка и оглед на контейнера. Разуплътняване;
- (2) Преместване на контейнер ТК-13 до гнездото с дъно на кота -6.9 m в приемния отсек;
- (3) Закачване на кошница с ОЯГ от ВВЕР-1000, намираща се на определено място в БСГ и преместване от БСГ в отсека за презареждане;
- (4) Преместване на касетите ОЯГ от кошницата, поставена в отсека за презареждане в контейнер ТК-13;
- (5) Поставяне на капака на контейнера. Преместване на контейнера в гнездото с дъно на кота 1.7 m за уплътняване, уплътняване на капака;
- (6) Преместване на контейнера в едно от гнездата на площадката за технологичен контрол на контейнери. Подготовка за транспортиране. Измерване на мощността на дозата на повърхността на контейнера;
- (7) Спускане на контейнера в шахтата за дезактивация. Провеждане на дезактивация, изваждане от шахтата за дезактивация и измерване на повърхностното замърсяване;
- (8) Спускане на контейнера. Кантоване в хоризонтално положение върху ремаркетото за транспортиране към пристанище АЕЦ.

1.7.2.4 Подготовка на контейнери CONSTOR440/84 за сухо съхранение

Превозването на ОЯГ от ХОГ до ХССОЯГ се осъществява с контейнер за сухо съхранение на ОЯГ CONSTOR-440/84, натоварен върху авто-ремарке “Goldhoffer” в хоризонтално положение. На този етап е лицензиран само контейнер за съхранение на ОЯГ от ВВЕР-440.

Основните операции по подготовката на контейнерите са:

- (1) Доставка и позициониране на авторемарке “Goldhoffer”, натоварено с контейнер CONSTOR 440/84;

- (2) Вдигане на контейнера и едновременно му изправяне чрез синхронна работа на крана и електрическа лебедка на транспортно-обръщащото устройство, придвижваща ремаркетото;
- (3) Повдигане на контейнера и придвижване по обозначен маршрут до позицията за подготовка на контейнери CONSTOR 440/84. Спускане на контейнера върху долния (дънен) амортизатор;
- (4) Подготовка на контейнера за запълване с ОЯГ от БСГ. Транспортиране на контейнера до приемния отсек заедно с обвивката срещу радиоактивно замърсяване и долния амортизатор;
- (5) Закачване и преместване на кошници с ОЯГ от ВВЕР-440, намиращи се на определени места в БСГ, в отсека за презареждане;
- (6) Прехвърляне на касетите ОЯГ от кошниците в контейнера;
- (7) Монтиране на първия капак на контейнера и затягане на трите застопоряващи винта. Повдигане и транспортиране на контейнера до позицията за подготовка на контейнери за затваряне/съхранение;
- (8) Подготовка на контейнера за съхранение, в т.ч. измерване на повърхностната активност и, при необходимост – дезактивация до достигане на приемливо ниво на повърхностна активност;
- (9) Спускане на контейнера и поставяне върху транспортно обръщащото устройство и ремаркетото за транспортиране към ХССОЯГ.

1.8 Концепция за осигуряване на безопасността

Концепцията за осигуряването на безопасността на ХОГ осигурява защита в дълбочина посредством система от бариери, отделящи ОЯГ от персонала и от околната среда.

1.8.1 Прилагане на принципа на защита в дълбочина

Осигуряването на защитата в дълбочина (дълбоко ешелонирана защита) е основно изискване на Наредба за безопасност при управление на ОЯГ [2]:

Чл. 5. (1) Безопасността на съоръженията за управление на ОЯГ се основава на прилагане на концепцията на дълбоко ешелонираната защита, която се изразява в използване на система от физически бариери по пътя на разпространение на йонизиращите лъчения и радиоактивните вещества в околната среда и на система от технически и организационни мерки за контрол и защита на бариерите и запазване на тяхната ефективност, *както и мерки за защита на населението, на персонала и на околната среда.*

(2) Безопасността на съоръженията за управление на ОЯГ се осигурява чрез:

1. избор на подходяща площадка; определяне на радиационно-защитна зона и наблюдавана зона;
2. прилагане на консервативен подход при разработване на бариерите и нивата на защита в проектите на съоръженията за управление на ОЯГ;

3. високо качество на проекта, строителството и оборудването; прилагане на доказани в практиката технологии;

4. експлоатация на съоръженията в съответствие с изискванията на технологичните регламенти за експлоатация, инструкциите за експлоатация и нормите и правилата за безопасност;

5. осигуряване на необходимата квалификация на персонала, формиране и поддържане на високо ниво на култура на безопасност;

6. осигуряване на технически и организационни мерки за:

а) идентифициране на отклоненията от нормалната експлоатация и тяхното своевременно отстраняване;

б) предотвратяване преминаването на изходни събития в проектни аварии и проектните аварии в над-проектни;

в) намаляване на последствията от аварии;

7. разработване на аварийни планове и прилагането им при необходимост на площадката на съоръжението и извън нея.

Основният принцип за осигуряване на безопасността е реализиран в проекта на ХОГ.

1.8.2 Физически бариери срещу неконтролираното изпускане на радиоактивни продукти в околната среда

Чл. 14 ал. (2) на [2] поставя изискване за осигуряване на не по-малко от две бариери при всички дейности по управление на ОЯГ. В проекта на ХОГ това изискване е реализирано както следва:

Таблица 1-10 Физически бариери срещу неконтролирано изпускане на радиоактивни продукти.

Дейност	Физични бариери
Транспортиране към и от ХОГ и съхраняване на ОЯГ в контейнери ТК-6, ТК-13 и CONSTOR-440/84	1. Горивна матрица 2. Обвивка на ТОЕ или хермопенал 3. Стени на транспортния контейнер При зареждане на нехерметична касета в CONSTOR-440/84 обвивката на ТОЕ не представлява бариера. В този случай броят на бариерите е 2.

Дейност	Физични бариери
ТТО с кошници с ОЯГ (операциите се извършват под защитен слой вода)	1. Горивна матрица 2. Обвивка на ТОЕ или хермопенал 3. Помещения в сградата на ХОГ Дъното и стените на всички помещения, в които се извършват операции с ОЯГ под вода, са изпълнени като защитна бариера. Самата сграда не представлява бариера.
ТТО с касети ОЯГ и хермопенали (операциите се извършват под защитен слой вода)	1. Горивна матрица 2. Обвивка на ТОЕ или хермопенал 3. Помещения в сградата на ХОГ При изваждане на нехерметичната касета от хермопенала обвивката на ТОЕ не представлява бариера. Бариера срещу проникване на радиоактивна вода в почвата са стените и дъното на отсека за презареждане.

Следователно при всички дейности, изпълнявани в ХОГ, са налице най-малко две защитни бариери.

Мерките за защита на бариерите са описани по-долу.

Целостта на горивната таблетка и обвивката на ТОЕ се осигурява от конструкцията на кошниците (чохлите) за съхранение на касетите ОЯГ и хермопеналите. Кошниците [14] са проектирани и изработени като оборудване важно за безопасността от клас 2Н по ПНАЭГ-1-011-89. Те са оразмерени да осигуряват ядрената безопасност (цялост и подкритичност на ОЯГ) при следните аварийни ситуации:

- сеизмично въздействие върху заредена кошница, закачена на крана 16 t, събаряне на вертикално стояща кошница в отсека на БСГ с падане на страничната повърхност или удар в съседна кошница;
- падане на заредена кошница от височина 6.3 m – с основата надолу – във вътрешността на контейнер или в гнездо за кошница;
- падане на заредена кошница от височина 1.0 m – с основата надолу върху ръба на контейнера, последвано от падане на кошницата върху страничната и повърхност;
- падане на заредена кошница от височина 0.4 m – с основата надолу върху дъното на отсек в БСГ;
- падане на касета с ОЯГ от височина 6.2 m във вертикално положение при претоварване от една кошница в друга;
- падане на щанга с подвеска върху кошница от височина 6.0 m;

- падане на заредена кошница от височина 0.15 m – с основата надолу върху рамка на хидро-затвор.

Описаните по-горе аварийни ситуации възникват под вода. Височината на падане е взета от най-ниската точка на падащото тяло до повърхността, върху която пада.

Целостта на контейнерите ТК-13/3 е осигурена чрез тяхното оразмеряване и сеизмична квалификация в съответствие с руските норми и препоръките на МААЕ от края на 80-те години [15]. Те осигуряват ядрена безопасност (цялост и подкритичност на ОЯГ) при следните аварийни ситуации:

- преобръщане на зареден контейнер при изправянето/полагането му на ремаркетото;
- падане от височина 9 m върху ремаркетото при вертикално положение на изправящото устройство (кантовател);
- падане от височина 9 m във вертикално положение върху универсалното гнездо в помещение 01;
- падане на контейнер с разуплътнен капак от височина 1 m върху поставката за контейнер в универсалното гнездо в помещение 01;
- падане на капака на контейнера от височина 3 m върху отворен контейнер;
- сеизмично въздействие върху контейнера, когато е закачен на крана;
- падане на касета с ОЯГ във вертикално положение от височина 6.5 m в гнездо на кошницата, която е поставена в контейнера;

За така описаните аварийни ситуации се допускат:

- Отделни повреди на елементи от комплекта ТУК-13/3 (контейнер ТК-13/3 и кошница 37/3), които нямат влияние върху радиационната и ядрената безопасност;
- нарушаване на целостта на неутронната защита с частична или пълна загуба на защитната функция;
- наличие на местни деформации по корпуса на контейнера без образуване на преминаващи през стената отвори;
- наличие на местни деформации по кошницата от комплекта, които не предизвикват разрушаване на ОЯГ.

Самата сграда на ХОГ не е херметична, но помещенията, в които се извършват манипулации с ОЯГ, което е извън транспортния контейнер, са с водоплътено дъно и стени, непозволяващи изтичане на радиоактивни продукти в околната среда. Системата за събиране на евентуалните протечки през вътрешната обшивка на БСГ осигурява надеждното им събиране и контролирано отвеждане, поради което съответните помещения изпълняват функциите на бариера.

Сградата на ХОГ е оразмерена на външни въздействия с вероятност за настъпване $1.E-4$ и на МПЗ. При изпълнението на стрес-тестовите на ядрените съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй” е доказано, че целостта на защитната бариера, формирана от стените и дъното на БСГ, на приемния отсек и на отсека за презареждане не се нарушава

при земетресение с ускорение на свободна повърхност, превишаващо 1.8 пъти това при МПЗ.

Неконтролираното изпускане на радиоактивни продукти към околната среда се предотвратява от вентилационните системи, които поддържат определено подналягане в помещенията на контролираната зона.

1.8.3 Функции на безопасност

Основните функции на безопасност при управление на ОЯГ (чл. 7 на [2]) са:

- Осигуряване на подкритичност;
- Отвеждане на остатъчното топлоотделяне;
- Задържане на радиоактивните продукти в границите на физическите бариери.

Подкритичността на ОЯГ в БСГ се осигурява от конструкцията на кошниците и взаимното разположение на касетите ОЯГ в тях.

Отвеждането на топлината се осъществява от технологичните системи на ХОГ.

Задържане на радиоактивните продукти в границите на физическите бариери и осигуряването на биологична защита от радиацията се осигуряват от конструкцията на БСГ и останалите помещения за манипулации с ОЯГ и от вентилационните системи на ХОГ. Системата за контрол на радиационната обстановка е определена като система, важна за безопасността, чиято цел е да осигури непрекъснат мониторинг на изхвърлянията от ХОГ и да предотврати разпространението на радиоактивно замърсяване извън пределите на контролираната зона.

1.8.4 Пожарна безопасност

Системата за пожарна безопасност изпълнява осигуряваща ФБ към основните функции за безопасност.

ХОГ е проектиран съгласно изискванията на “Противопожарни строително-технически норми”, с отчитане на допълнителни изисквания, регламентирани в утвърдения през 1988 г. документ “Противопожарные нормы проектирования атомных станций” (ВСН 01-87).

Изпълнението на тези изисквания в проекта на ХОГ е разгледано по-долу.

Изискване	Изпълнение
Носещите и ограждащи конструкции да се изпълняват от негорими материали; Материалите на топлоизолацията на ограждащите конструкции, материалите за облицовки и довършителни работи ... да бъдат негорими или трудно горими	Всички основни строителни конструкции на ХОГ са стоманобетонни и следва да се разглеждат като негорими. Покривната конструкция е изпълнена със стоманени ферми и е покрита с панели с горима топлоизолация, като през 6 m са изпълнени огнепреградни пояси от негорими панели, а върху покрива е положено покритие от “алвоалит”, който възпрепятства горенето. С оглед на тези мерки покривната конструкция трябва да се счита за трудногорима.
Ограждащите неносещи конструкции (стени) на помещенията на каналите на системите за безопасност, ...	Носещите конструкции (стени и междуетажни плочи) на помещенията на системите, важни за безопасността са стоманобетонни, с дебелина не

Изискване	Изпълнение
ограждащите носещи ... и други носещи конструкции на междуетажните плочи, врати и люкове, да се изпълняват с граница на огнеустойчивост не по-малка от 1.5 h от негорими материали.	по-малка от 120 cm, т.е. те са негорими, с огнеустойчивост не по-ниска от 90min (1.5 h). Вратите са негорими метални. Вратите трябва да са с огнеустойчивост не по-ниска от 1.5 h. Споменатите по-горе руски норми не поставят конкретни изисквания към вратите относно непроницаемост (Е) и изолираща способност (I)
За довършителни работи по ограждащите конструкции и покритията на подовите на помещенията и евакуационните пътища ... да се използват негорими или трудногорими материали.	Подовите покрития и покритията на стените са изпълнени с материалите “Бекопокс” и “Неопласт”. Съгласно резултатите от изпитанията на ЦУПО, тези материали трябва да се считат негорими.
Ограждащите конструкции на зданията и съоръженията, в които се използва или съхранява ядрено гориво ... трябва да се изпълняват от негорими материали и да имат граница на огнеустойчивост не по-малка от 1.5 h, а носещите – 2.5 h...	Ограждащата конструкция и колоните по ос 14 не са носещи. Ограждащата конструкция е изпълнена от фасадни панели с топлоизолация, негорими, с граница на пожароустойчивост 2.5 h. Стоманените колони за ограждащата конструкция също са негорими, но с граница на пожароустойчивост 15 min. Проведеният експертен детерминистичен анализ на риска от пожар показва, че по цялото протежение на ос 14 и на значително разстояние от нея няма запалими, горими или поддържащи горенето материали. Следователно, в района на ос 14 липсва каквото и да било горимо натоварване и ще бъде невъзможно поддържането на пожар дори и за няколко минути.

По отношение на противопожарната защита, сграда ХОГ е проектирана и изпълнена при удовлетворяване изискванията на “Противопожарни строително-технически норми”, с отчитане на допълнителни изисквания, регламентирани в утвърдения през 1988 г. документ “Противопожарные нормы проектирования атомных станций” (ВСН 01-87). Носещите елементи на строителните конструкции са с огнеустойчивост не по-ниска от 2.5 h, а неносещите с огнеустойчивост не по-ниска от 1.5 h.

Строителните конструктивни елементи на сграда ХОГ са с огнеустойчивост удовлетворяващи нормативните критерии за I и II степен на огнеустойчивост на сградите (най-консервативните) от Наредба № 13-1971.

В съответствие с проектните основи на системите за пожарна безопасност на ХОГ проектът осигурява огнеустойчивост не по-малка от 1.5 h. В ХОГ са изпълнени достатъчен брой проектни и административни мерки, недопускащи разпространението на пожар, възникнал в кое да е от тези помещения.

1.9 Основни технически решения на технологичните схеми и оборудването

Основните технически решения на технологичните схеми и оборудването са избрани с оглед изпълнението на критериите за безопасност при последователно прилагане на консервативен подход при разработването на бариерите и нивата на защита.

В проекта на съоръжението се осигурява изпълнението на основните функции на безопасност при всички експлоатационни събития и при аварии.

Спазвайки изискванията на чл. 18 на [2] на всички КСК е присвоен клас по безопасност в съответствие с тяхното значение за безопасността на ХОГ. В съответствие с класа по безопасност е определена и изискуемата категория по сеизмична устойчивост.

В съответствие с изискванията на чл. 23 на [2] КСК, важни за безопасността, са проектирани, изработени и монтирани с отчитане на характерните за района на АЕЦ „Козлодуй” природни явления. Сградата на ХОГ е проектирана с отчитане на природните въздействия с период на повторяемост веднъж на 10 000 години. Сеизмичното укрепване на оборудването съответства на присвоения клас по сеизмоустойчивост.

1.9.1 КСК за приемане и съхраняване на ОЯГ

1.9.1.1 Басейн за съхраняване на ОЯГ

БСГ е предназначен за съхраняване под вода на кошници с ОЯГ от ВВЕР-440 и от ВВЕР-1000.

БСГ се състои от четири физически и функционално разделени отсека за съхраняване на ОЯГ. Помещенията са свързани посредством хидрозатвори с предавателен коридор.

Конструкцията на БСГ и на свързаните с него тръбопроводи отговаря на следните изисквания:

- Всички тръбопроводи за запълване и източване на басейните са присъединени в горната част на отсеците, при което се изключва възможността от непреднамерено дрениране и се осигурява защитен слой вода над съхраняваното гориво.;
- Възможността за източване на басейните чрез сифониране е изключена посредством конструктивното разположение на тръбните връзки над номиналното ниво на водата;
- Преливниците осигуряват свободно изтичане на излишната вода – така, че да не се допуска препълване на басейните. Преливниците са свързани към системата за събиране и връщане на протечките;
- Хидрозатворите, свързващи всеки от отсеците с предавателния коридор и хидрозатворът, секциониращ предавателния коридор са изпълнени така, че да издържат на разликата в налягането при дрениране на кой да е от отсеците;
- Дъното и стените на отсеците и предавателния коридор са облицовани с неръждаема ламарина, осигуряваща тяхната водоплътност. Облицовката издържа на падане на кошница с ОЯГ от максимална височина при транспортирането и в и от БСГ.

В БСГ може да се съхранява ОЯГ с обща мощност на остатъчното енергоотделяне до 1064 kW, при максимална мощност на ОЕО в отделен отсек 555 kW.

При необходимост всеки от отсеците може да бъде надеждно изолиран от останалите чрез хидрозатвора и изпразнен за извършване на ремонтни работи.

Подкритичността на съхраняваното ОЯГ се осигурява без използване на разтворени във водата поглътители на неутрони.

Конструкцията на покритието на БСГ позволява точно позициониране на кошниците с ОЯГ и определяне на местоположението (координатите) на всяка кошница.

За изключване на препълването на отсеците за съхранение, в стените на отсеците са монтирани тръби, чрез които се осигурява преливане на водата от отсеците към системата за събиране и връщане на протечките.

В стените на отсеците за съхранение са монтирани тръбопроводите, по които през ел. арматура водата от отсеците отива към помпите на системата за разхлаждане. Охладената в топлообменниците на системата за разхлаждане вода се връща към отсеците за съхранение през ел. арматури по тръбопроводите, монтирани в стените на отсеците

При разполагането на кошниците с ОЯГ в отсеците се спазват следните правила:

- Кошниците се разполагат в не повече от 4 реда по дължината на отсека;
- Минималната стъпка на кошниците между центровете им е 1600 mm
- Разстоянието между центровете на външните кошници и стената между отсеците или външната стена е 850 mm;
- Разстоянието между центровете на външните кошници и стената към или противоположна на предавателния коридор е 1300 mm

В отсеците за съхранение са монтирани прибори за технологичен контрол (ниво и температура) и за електропроводимост. Отсеците на БСГ не са оборудвани с щатна дренажна система с цел да се изключи риска от непреднамерено дрениране. При ремонтни операции за дрениране на отсеците се ползват потопяеми помпи.

1.9.1.2 Зала над БСГ

Подът на залата представлява метално сегментно покритие над водната повърхност на БСГ. Разположението на сегментите съответства на стъпката за разположение на кошниците в отсеците. Сегментите са закрити с капаци.

1.9.1.3 Помещения за ТТО с контейнери, кошници, касети ОЯГ и хермопенали

ТТО с контейнери се изпълняват в следните помещения:

- Транспортен коридор;
- Помещение за разтоварване на ОЯГ;
- Приеман отсек;
- Шахта за дезактивиране;
- Шахта на стенда за дезактивиране;

Помещенията са разположени така, че да осигуряват последователно изпълнение на потребните технологични операции във въздушна среда или под защитен воден слой с минимални разстояния за транспорт.

ТТО с кошници, касети ОЯГ и хермопенали се изпълняват в:

- Универсално гнездо с дъно в приемния отсек;
- Предавателен коридор ;
- Отсеци за съхраняване на ОЯГ;
- Отсек за презареждане.

Помещенията са свързани посредством хидрозатвори и осигуряват последователно изпълнение на потребните технологични операции под защитен воден слой с минимални разстояния за транспорт.

Всички помещения за изпълнение на операции с кошници, касети ОЯГ и хермопенали в ХОГ са от клас 1 по безопасност съгласно SSG 30 [20] и от клас 3 по сеизмоустойчивост.

1.9.1.4 Технологични системи

Съоръженията за приемане и съхраняване на ОЯГ под вода са оборудвани със системи, осигуряващи изпълнението на следните специфични функции на безопасност (чл. 35 на [2]):

1. Охлаждане на водата;
2. Пречистване на водата, включително и в застойните зони;
3. Технологичен контрол и управление;
4. Вентилация;
5. Запълване и източване на басейните с вода;
6. Контрол, събиране и връщане на изтичането на водата от басейните;
7. Подхранване на басейните с вода;
8. Надеждно електрозахранване;
9. Осушаване и разхлаждане на транспортни контейнери;
10. Предварителна обработка и съхраняване на РАО;
11. Дезактивация.

Технологични системи ХОГ:

Система за разхлаждане на отсеците

Минималната топлинна мощност на всеки от топлообменниците на системата е избрана така, че една помпа и два топлообменника могат да отвеждат не по-малко от 1200 kW остатъчно топлоотделяне. Системата осигурява независимо охлаждане на всеки от отсеците в БСГ.

Система за почистване на водата на басейна

Системата осигурява механично и йонно почистване на водата в БСГ с цел поддържане на изискваните норми за качество на водата, за осигуряване на корозионната устойчивост на обвивките на ТОЕ, които се съхраняват в басейна и ниско ниво на активност с оглед осигуряване на възможно най-ниско ниво на облъчване на персонала.

Разходът на помпите от системата за пречистване на водата от БСГ е по-малък от разхода на всяка от помпите за подхранване на БСГ (като едновременно в работа може да бъде само една от помпите от системата за пречистване на водата от БСГ).

Система за технологичен контрол и управление

Системата за технологичен контрол и управление АСУ ХОГ е предназначена за измерване и регистрация на параметрите, характеризиращи работата и състоянието на технологичните системи и оборудването на ХОГ при всички експлоатационни режими и

състояния и за всички възможни диапазони на измерване и визуализацията им за оператора с цел безопасна експлоатация. В резултат от получената информация, автоматично (чрез блокировки) или дистанционно от оператор се управляват технологичните процеси.

Система за измерване на ниво и температура в БСГ

Системата е предназначена за технологичен контрол (мониторинг) на важни за безопасността параметри (ниво и температура) на водата в отсеците за приемане, презареждане и съхранение на ОЯГ в ХОГ.

Системата работи в паралел със системата за технологичен контрол и управление (АСУ), като се осигурява резервиране на измерванията в част ниво и температура на водата в отсеците за приемане, презареждане и съхранение на ОЯГ в ХОГ.

Системи за вентилация

Системите за вентилация и климатизация са проектирани за нормална експлоатация на ХОГ. Не се изисква действието им по време на аварийни ситуации, както и непосредствено след тях.

Система за запълване, подхранване и изпразване на БСГ

Запълването на отсеците се осъществява по щатната схема на подаване на очистена и охладена вода.

Изпразването на отсеците на хранилището се осъществява чрез преносими потопяеми помпи, като водата се отвежда в буферните резервоари.

Система за събиране и връщане на протечките

Системата е предназначена за събиране и контрол на протечките от междублицовъчното пространство на БСГ, предавателния коридор, приемния отсек и отсека за презареждане и от преливниците на отсеците на БСГ и на отсека за презареждане.

Събраната вода се стича по гравитачен път в приемен резервоар, откъдето се връща в отсеците за съхраняване на ОЯГ или се подава към резервоар на системата за спецканализация.

Контролът на протечките се осъществява по показанията на нивото в приемния резервоар на системата.

Системи и съоръжения за дезактивация

Система HD20 е предназначена за дезактивация на помещенията и стационарното оборудване в ХОГ. Система HD50 е предназначена за дезактивация на контейнерите.

Дезактивиращи разтвори за ХОГ се приготвят в пом. 107 кота 0.00 в резервоари KV43AS01(02) и се подават чрез помпи KV43MP01(02) към резервоари HD50AS01(02).

Система за сгъстен въздух

Системата за сгъстен въздух участва в изпълнението на „Осушаване и разхлаждане на транспортни контейнери“.

Система за спецканализация и трапни води

Системата за спецканализация и трапни води е предназначена за събиране, съхраняване и подаване на трапни води от ХОГ до СК-2 за преработка. Свързана е с всички технологични системи и помещения, които имат спецканализация. Основната функция на системата (събиране на неорганизиран протечки от трапчетата, разположени по подовите на помещенията в контролираната зона) се изпълнява пасивно (гравитачно) и непрекъснато.

Надеждно електрозахранване

Схемата на електрозахранване реализира два независими канала за нормално външно електрозахранване и един канал за аварийно захранване от автономен (само за ХОГ) ДГ, както и едно резервно захранване от ДГС2 (блокове 3 и 4).

При загуба на всички източници на захранване на ХОГ е разработена процедура с която се регламентира електрозахранването на необходимите консуматори 0.4 kV на системите в ХОГ от мобилен дизел-генератор (МДГ).

Таблица 1-11 Технологични системи, изпълняващи специфичните ФБ в ХОГ

Специфична ФБ	Системи, изпълняващи ФБ
Охлаждане на водата	Система за разхлаждане на водата на БСГ Системата е предназначена за отвеждане на остатъчното топлоотделяне на ОЯГ при неговото съхраняване в басейна. Капацитетът ѝ отговаря на проектно зареждане на БСГ, при които мощността на ОЕО е 1064 kW.
Пречистване на водата, включително и в застойните зони	Система за очистване на водата на басейна за съхраняване на горивото Системата за очистване на водата на басейна е предназначена за поддържане на такива физико-химически характеристики на водата, които предотвратяване на деградацията на обвивките на ТОЕ и конструкционните елементи на горивото и басейна. Системата осигурява поддържането на специфичната активност на водата в БСГ и свързаните с него помещения в определените граници.
Технологичен контрол и управление	Проектна СКУ, управляваща системата за дезактивация и всички системи за вентилация и климатизация с непостоянен режим от проектния пулт за управление. На проектния пулт за управление се извеждат показанията за ниво и температура в отсеците за съхранение, измервани от проектната СКУ Автоматизирана система за управление, изпълняваща функциите за контрол, сигнализация и управление на всички технологични системи в ХОГ. Показанията от измерванията се визуализират на всички екрани на АСУ. Управлението се осъществява от екраните на основната и на резервната операторска станция. В случай на влошена радиационна обстановка в ХОГ управлението на АСУ се осъществява от пулт извън контролираната зона.
Вентилация	Система за вентилация Системата е предназначена за поддържане на нормалния климат в помещенията на ХОГ и за изключване на разпространението на радиоактивни замърсявания и непревишаване на дозовите граници за персонала, чрез:

	- Осигуряване на посока на движение на въздуха „от чисто към мръсно“; - Изхвърляне на въздуха, засмукан от помещенията на контролираната зона в атмосферата през тръба с височина 35 m; - Изключване на възможността за изпускане на въздух, засмукан от помещения на контролираната зона към помещения от надзираваната зона.
Запълване и източване на басейните с вода	Система за запълване, подхранване, преливане и изпразване на БСГ Системата е предназначена за първоначално запълване на отсеците с химически обезсолена вода, периодично допълване и източване на водата от БСГ при ремонт на отделен отсек. Съхраняването на източената вода е в буферни резервоари. Източването на отсек за ремонт се осъществява с потопяеми помпи без щатно електрозахранване.
Контрол, събиране и връщане на изтичането на водата от басейните	Система за събиране и връщане на протечките на вода от басейна за съхраняване на горивото Служи за събиране и връщане на водата от евентуални протечки от басейна за съхраняване на ОЯГ. Осигурява възможност за оценка на разхода на протечките чрез непрекъснато извеждане на показанията за ниво в приемния резервоар на системата. Определянето на мястото на изтичането става чрез оглед на линиите за контрол на протечките на кота минус 7.80.
Подхранване на басейните с вода	Система за запълване, подхранване, преливане и изпразване на БСГ Системата съвместява функциите „Запълване и източване на басейните с вода” и „Подхранване на басейните с вода”
Надеждно електрозахранване	Системата за електрозахранване на ХОГ е предназначена за обезпечаване на потребителите в ХОГ с електроенергия в нормални и аварийни режими. Системата осигурява захранване на потребители, имащи различни изисквания по отношение на надеждността на захранването – допускащи продължително прекъсване, допускащи краткотрайно прекъсване и недопускащи прекъсване на ел. захранването – в зависимост от тяхното функционално предназначение.
Осушаване и разхлаждане на	Система за сгъстен въздух за осушаване на транспортните контейнери за ОЯГ от ВВЕР-1000 преди извозване.

транспортни контейнери	Разхлаждането на контейнер с ОЯГ от ВВЕР-1000 при приемане е по процедура чрез подаване на ХОВ. Квалифициран процес на вакуумно изсушаване на вътрешността на контейнер CONSTOR-440/84.
Предварителна преработка и съхраняване на РАО	Система спецканализация и трапни води Системата е предназначена за събиране, съхранение и подаване на трапни води от ХОГ към СК-2 за преработка. Радиоактивните смоли от филтрите на системата се разтоварват хидравлично към СК-2 за съхранение. Газообразните РАО (РБГ, ДЖА и минимално количество тритий) се изпускат в атмосферата през вентилационния комин на височина 35 m без очистване. Твърдите РАО се събират в контейнери за РАО в контролираната зона на ХОГ. Събраните твърди РАО се предават на СП „РАО-Козлодуй” с двустранно подписан протокол по установения в АЕЦ „Козлодуй” ЕАД ред за предаване и за транспорт на твърди радиоактивни отпадъци на територията на централата.
Дезактивация	Система за дезактивация – за дезактивация на помещенията и стационарното оборудване; Система за дезактивация – за дезактивация на контейнери.

1.9.2 Опаковъчни комплекти за ОЯГ

ОЯГ се транспортира от и към ХОГ в опаковки, които осигуряват механичната цялост и подходящ температурен режим за ОЯГ. Същевременно опаковките осигуряват радиационна защита за персонала, ангажиран с транспорта и бариера срещу изтичането на радиоактивни вещества в околната среда.

Използват се следните опаковъчни комплекти:

- Транспортен комплект за ОЯГ от ВВЕР-440 - ТУК-6

Комплектът се състои от контейнер ТК-6 и два вида кошници (Т12/В4 и Т13/В4) – съответно за херметични и за нехерметични касети ОЯГ. Нехерметичните касети се съхраняват в хермопенали Т6/В-4, които се поставят в кошниците Т13/В4;

- Транспортен комплект за ОЯГ от ВВЕР-1000 - ТУК-13

Транспортният комплект ТУК-13 служи за транспортиране на ОЯГ от реактори ВВЕР-1000. Комплектът включва контейнер ТК-13 и кошница 37/3;

За вътрешно-станционен транспорт - за транспортиране на ОЯГ от БОК до ХОГ е предназначен контейнер ТК-13/3;

За транспортиране на ОЯГ извън площадката на АЕЦ „Козлодуй” се използва контейнер ТК-13/1В.

- Комплект за сухо съхранение на ОЯГ от ВВЕР-440 - CONSTOR-440/84

Комплектът включва контейнер CONSTOR-440/84 с вътрешен съд и двоен капак.

Всички опаковъчни комплекти за транспортиране и за съхранение на ОЯГ осигуряват изпълнението на ОФБ „Подкритичност”. Те са от клас 1 по безопасност. Функцията „Подкритичност” се осигурява при всички отчетени в проекта изходни събития, включително падане на контейнер от максимална възможна височина. Конструктивно е изключено изпадането на касети от транспортния контейнер (изискване на чл. 64, ал. 1 на [2]).

1.9.3 Оборудване за ТТО с ОЯГ

Съоръженията за ТТО с ОЯГ осигуряват безопасно манипулиране с различните видове опаковки, в които ОЯГ се транспортира от и към ХОГ, а също и с отделни касети с ОЯГ– при операции в рамките на ХОГ.

Основното оборудване за ТТО с контейнери е:

- Мостов кран 160/32/8 t;
- Траверса 125 t и спомагателно оборудване за ТТО с контейнери ТК-6;
- Траверса 130 t и спомагателно оборудване за ТТО с контейнери ТК-13
- Траверса 135 t и спомагателно оборудване за ТТО с контейнери CONSTOR-440/84.

Операциите с контейнери се осъществяват в транспортния коридор, Помещение за разтоварване на ОЯГ, Приемния отсек, Шахтата за дезактивиране и Шахта на стенда за дезактивиране.

Оборудването за ТТО с кошници с ОЯГ включва Мостов кран 16 t.

Операциите с кошници се осъществяват в Универсалното гнездо с дъно в приемния отсек, Отсеците за съхраняване на ОЯГ, Предавателния коридор и Отсека за презареждане.

ТТО с касети ОЯГ и хермопенали се осъществяват посредством Презареждаща машина.

Операциите с касети ОЯГ и с хермопенали се осъществяват в приемния отсек и в отсека за презареждане. Това са:

- Поставяне/изваждане на нехерметична касета ОЯГ в/от хермопенал;
- преместване на касета ОЯГ или хермопенал от една кошница в друга;
- преместване на касета ОЯГ от ВВЕР-440 от кошница за съхраняване в контейнер CONSTOR-440-84 и обратно;
- преместване на касета ОЯГ от ВВЕР-1000 от кошница за съхраняване в контейнер ТК 13/1В.

1.10 Система за контрол и отчет на ядрения материал

АЕЦ „Козлодуй” поддържа система за контрол и отчет на ядрения материал в съответствие с изискванията на Наредбата за прилагане на гаранциите по Договора за неразпространение на ядреното оръжие [5].

В централата е разработена и въведена Инструкция за дейностите - предмет на гаранциите по ДНЯО, с която се установяват изискванията, реда и начина за работа при изпълнение на:

- дейностите по Споразумението между Република България, Международната агенция по атомна енергия (МААЕ) и Европейската Комисия (ЕК) за прилагане на гаранциите във връзка с Договора за неразпространение на ядреното оръжие - INFCIRC/193 (Споразумението);
- дейностите – предмет на Допълнителния протокол към споразумението;
- дейностите по Commission Regulation (Euratom) No. 302/2005 of 8 February 2005 on the application of Euratom safeguards (EC Regulation)[6];
- дейностите по Наредба за прилагане на гаранциите по Договора за неразпространение на ядреното оръжие [5].

В съответствие с приложимите нормативни изисквания са въведени следните режими при изпълнение на дейностите с ядрено гориво:

Разрешителен режим – внос/износ и превоз на ядрено гориво. Разрешенията се издават от АЯР;

Уведомителен режим – физическо преместване на ядрено гориво. За всяка отделна операция се уведомява АЯР;

Регистрационен режим – всяка промяна в количеството и местонахождението на ЯГ се регистрира пред АЯР.

Доколкото вносът и износът на ядрено гориво не са в обхвата на ХОГ, за дейностите, изпълнявани в хранилището са приложими последните два режима.

Операциите по преместване на ЯГ се извършват по предварително разработена програма, съгласувана от всички участващи структурни звена.

Дейностите по КОЯМ се осъществяват при осигурен достъп на контролните органи по ЗБИЯЕ, включително на инспектори на международни организации за контрол.

1.10.1 Отчитане на ядрения материал

АЕЦ „Козлодуй” поддържа система за контрол и отчет на ядрения материал, включваща отчетни и експлоатационни записи, включително информация за вида, формата и състава на ядрените материали и тяхното актуално местоположение.

Отчетните и експлоатационни записи се съхраняват в сектор „КОЯМ” най-малко 10 години от тяхното създаване.

Отчетните и експлоатационните записи са достъпни за инспекторите от АЯР, Евратом и МААЕ на хартиен и електронен носител.

За осъществяване на оперативен контрол и отчет на ядрения материал в АЕЦ „Козлодуй” са обособени Зони на Материален Баланс (ЗМБ), всяка от тях с определен брой ключови точки на измерване (КТИ). Системата за КОЯМ включва провеждане на физическа инвентаризация на ядрения материал.

Физическата инвентаризация се извършва всяка календарна година така, че периода между две инвентаризации да не е по-голям от 14 месеца.

1.10.2 Предоставяне на информация по КОЯМ

За изпълнение на задълженията на АЕЦ „Козлодуй” по предоставяне на информация сектор КОЯМ изготвя отчетни доклади. Освен отчетните доклади, които са описани по-долу се извършват и предварителни уведомявания до ЕК за износ и внос на ядрен материал.

1.10.3 Регистри

В АЕЦ „Козлодуй” се водят регистри за преместване на ядрен материал между отделните точки в ЗМБ и между различните ЗМБ. Компютърна система за управление, контрол и отчет на ядреното гориво

За сигурността на данните по КОЯМ отговаря р-л с-р КОЯМ.

Р-л с-р КОЯМ осигурява достъпа и контрола при работа с базата-данни и нейните носители като мярка срещу неоторизиран и/или злоумишлен достъп до тях, до софтуерите и компютърната техника.

С цел облекчаване на дейностите по управление на ядрените материали в АЕЦ „Козлодуй” е разработена и въведена в експлоатация регистрационно- контролна система. Чрез нея се поддържат данни за ядрено-горивния цикъл на ядрените и неядрените елементи на територията на АЕЦ „Козлодуй”. Системата предоставя и средства за планиране и контрол на този цикъл.

Системата включва редица основни модули и подсистеми, осигуряващи във всеки момент пълна информация за местонахождението на ядрения материал и пълните му характеристики.

Контролът по изпълнението на дейностите, свързани с гаранциите по ДНЯО, включва инспекции, контролни средства, наблюдателни средства и апаратура за проверка на ядрените материали.

1.10.4 Инспекционни проверки

Върху дейностите, свързани с гаранциите по ДНЯО, се упражняват следните инспекционни проверки:

- МААЕ – по реда на Споразумението и допълнителния протокол към него;
- ЕК - по реда на Споразумението и допълнителния протокол към него. По реда на Договора за създаване на Евратом и EC Regulation;
- АЯР – по реда на ЗБИЯЕ и подзаконовите нормативни актове.

Видовете инспекции (рутинна, специална и извънредна) и редът за тяхното провеждане са определени в Споразумението.

1.11 Основни принципи за организация на експлоатацията

1.11.1 Организация на експлоатацията

Цех ХОГ е подразделение в управление „Ядрено-горивен цикъл” на дирекция “Производство”, съгласно утвърдената организационно-управленска структура на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД и утвърдения Правилник за устройството и дейността на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД. Организационната и управленска структура на цех ХОГ се основава на принципите на единоначалието, делегирането на правомощия и спазване на йерархия в управлението.

Управленската структура на цех ХОГ съответства на утвърдената управленска структура на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД и управленската структура на дирекция Производство, управление „Ядрено-горивен цикъл”. Взаимоотношенията между персонала се осъществяват, като се спазва принципът на единоначалието.

Цех ХОГ се ръководи от началник цех, който е подчинен непосредствено на ръководител управление „Ядрено-горивен цикъл”.

Началник цех ХОГ осъществява общо ръководство на всички дейности, чрез пряко подчинените му:

- ръководител сектор „Експлоатация”;
- ръководител сектор „Техническа поддръжка и ремонт”;
- ръководител сектор „Инженерна поддръжка и контрол”.

Организацията на експлоатацията на ХОГ и организационната и управленската структура е представена подробно в ОАБ.

Оперативното управление при експлоатацията на съоръженията в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД се осъществява от експлоатационни смени 24 часа в денонощие, 7 дни в седмицата. При спазване на нормативните изисквания за максимална продължителност на работния ден и работната седмица за осигуряване на междудневна и седмична почивка, за обезпечаване на непрекъснат сменен режим на работа при условията на намалено работно време графикът за работа е организиран в 5 смени.

Оперативната експлоатация на системите и оборудването се осъществява от сменен оперативен персонал в рамките на смяна съгласно график за работа, утвърден от Изпълнителния директор. Към оперативния персонал работещ на смени се включват “Оператори ХОГ”. Те осъществяват контрол и управление на съоръженията на ХОГ, контрол на съоръженията в ХССОЯГ, вземат мерки за нормализиране на параметрите и поддържането им в съответствие с изискванията на технологичните регламенти на хранилищата и инструкциите по експлоатация и извършват необходимите превключвания. Към сменния персонал е включен и „оперативен дежурен на речни съдове”, като в цех ХОГ това са лицата от група “Транспорт на ОЯГ” - манипуланти „Транспорт на ОЯГ - ХОГ” с работно място “Речни съдове”. Те осъществяват контрол и управление на технологичното оборудване на речни съдове на ш/к „Наутилус” и баржа „Първа Атомна”.

За осигуряване на време за обучение на операторите и за възстановяване на изразходваната в трудовия процес работна сила (платен годишен отпуск, отпуск поради временна неработоспособност), освен необходимите пет по сменния график, са необходими още двама оператори за едно работно място.

Главен дежурен на АЕЦ в ЕП-2 / ГДАЕЦ/ е главен оперативен ръководител за ядрените съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй”. Той е отговорен за спазване на регламентираните изисквания при експлоатацията на съоръженията, както и за организацията и провеждането на незабавни действия в случай на авария, природни и стихийни бедствия или оказване на първа помощ. По време на смяна, ОХОГ е подчинен

оперативно на Главен дежурен на АЕЦ в ЕП-2 / ГДАЕЦ/. По време на смяна, "Оперативен дежурен на речни съдове" е подчинен оперативно на ОХОГ.

Оперативните взаимоотношения между отделните структурни звена на АЕЦ "Козлодуй" в рамките на смяната и оперативната подчиненост на експлоатационния персонал са регламентирани в Инструкцията за Оперативни взаимоотношения на площадката на АЕЦ "Козлодуй" ЕАД. Оперативната подчиненост на експлоатационния персонал е конкретизирана за всяко работно място в съответната длъжностна инструкция.

Взаимоотношенията между персонала на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД и ДП РАО, които възникват при съвместната дейност на двете предприятия, имайки предвид технологичната свързаност на блокове 1÷4 с ХОГ са регламентирани в Правила за осигуряване на качеството. Взаимоотношения между "АЕЦ Козлодуй" ЕАД и ДП "Радиоактивни отпадъци".

Контролът при експлоатацията на ХОГ се осъществява на няколко нива в различните направления на дейност.

Основните нива са вътрешния контрол върху дейностите, осъществяван от специално създадени структурни единици в рамките на Дирекция "Производство" и външен контрол, осъществяван от различни органи извън структурата на АЕЦ "Козлодуй".

1.11.2 Подготовка и квалификация на персонала

Според Наредба за осигуряване безопасността при управление на отработено ядрено гориво чл. 73. (1), персоналят, който обслужва съоръженията за управление на ОЯГ, трябва да отговаря на изискванията на чл. 64 ЗБИЯЕ. Подборът, подготовката и поддържането на квалификацията на персонала трябва да осигуряват безопасната експлоатация на съоръженията.

В системата за подготовка на персонала се предвиждат технически средства за обучение, които осигуряват придобиване на практически навици за изпълнение на:

1. дейности, свързани с нормалната експлоатация на съоръженията;
2. действия при отклонения от нормалната експлоатация и аварии.

Прилагането на систематичния подход към обучението е регламентирано в политиката по обучение и в ръководните документи на системата за обучение и квалификация в АЕЦ Козлодуй. Системата се поддържа в съответствие с националните и международните стандарти и непрекъснато се усъвършенства като се използват добрите световни практики в областта. Изпълнителен орган на системата е управление " Учебно-тренировъчен център" (УТЦ). Управление УТЦ е обособено структурно звено в "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, в структурата на дирекция "Персонал и учебно-тренировъчна дейност" (д-я ПиУТЦ). Функциите и задачите на управлението включват подготовката, организацията, провеждането, контрола и регистрацията на цялостната дейност по подготовката на персонала за работа с ядрени съоръжения с цел гарантиране на безопасна, надеждна и ефективна експлоатация на централата. В съответствие с изискванията на ЗБИЯЕ и "Наредба за условията и реда за придобиване на професионална квалификация и за реда за издаване на лицензи за специализирано обучение и на удостоверения за

правоспособност за използване на ядрената енергия", на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД е издадена Лицензия за:

- извършване на специализирано обучение за дейности в ядрени съоръжения и с източници за йонизиращи лъчения, които имат влияние върху безопасността;
- издаване на удостоверения за правоспособност на лица, професионално заети с дейности в ядрени съоръжения и с източници на ЙИЛ.

Изискванията за квалификацията на целия персонал на централата са регламентирани в Инструкция по качество. Изисквания към квалификацията на персонала на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, подлежащ на изпити пред ВИК и в длъжностните характеристики за всяка длъжност. Назначените на всички длъжности в ХОГ лица отговарят на изискванията.

До работа се допуска само обучен, квалифициран и правоспособен персонал (за длъжностите, за които се изисква правоспособност), което се удостоверява чрез системата за първоначална и периодична проверка на квалификацията.

Преди допускане до самостоятелна работа лицата, заемащи длъжности, свързани с извършване на определени дейности в ядрени съоръжения преминават първоначално специализирано обучение по програмите за съответната длъжност, което е с обща продължителност, не по-малка от регламентираната в Наредбата минимална продължителност. След заемане на длъжността, лицата преминават ежегодно поддържащо специализирано обучение.

За всички длъжности в ХОГ има утвърдени длъжностни характеристики, като в тях са дефинирани критерии и изисквания за заемане на длъжността и функции и задължения на лицето, изпълняващо длъжността, необходим минимум от знания и умения и други специфични изисквания – например медицински и психофизиологични изисквания. Документирани са отговорностите на персонала по отношение на разграничаване на функциите, отговорностите по обслужване на системите, реда за извършване на операциите и периодичност на контрола на параметрите при експлоатиране на отделните системи и елементи на системите в процеса на експлоатация на ХОГ при различните режими на работа. За всяка длъжност се посочват характеристика на работата, функции и задължения.

За персонала, заемащ длъжности, в чиито функции влиза извършването на определени дейности в ядрени съоръжения, се поставят допълнителни изисквания, като се допускат до самостоятелна работа след обучение и проверка на знанията и уменията в съответствие с изискванията на Наредбата за условията и реда за придобиване на професионална квалификация и за реда за издаване на лицензии за специализирано обучение и на удостоверения за правоспособност за използване на ядрената енергия. Посочва се и изискваната правоспособност. Във функциите и задълженията на длъжностите с влияние върху ЯБ и РЗ или на тези, които осигуряват или контролират ЯБ и РЗ в отделна точка се описват съответните функции, свързани с безопасността. За ръководните длъжности се определят основни управленски функции, като общо управленските се разграничават от специфичните за съответното ниво.

В дружеството е внедрена и се прилага система за подбор на персонала, отчитаща условията за професионални и квалификационни изисквания, вкл. с възможност за контрол на декларираната квалификация и правоспособност. Разработена е и се прилага система за вътрешна атестация на персонала. Чрез системата за подготовка на персонала се формира и развива културата на безопасност на персонала.

1.12 Управление на качеството

1.12.1 Политика в областта на управление на качеството

Основната цел на ръководството на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД е безопасно, ефективно и екологично чисто производство на енергия в условия на дългосрочна експлоатация при гарантирано качество и сигурност на доставките, в съответствие с националните и международни норми.

За реализиране на основната цел като приоритети са определени: осигуряване на най-високо ниво на безопасност, ефективно и конкурентно производство, правоспособен, компетентен, мотивиран персонал и финансова стабилност.

Приоритетите в различните области са развити и обосновани в политики на „АЕЦ Козлодуй ЕАД“ и политиките на едноличния собственик на капитала на Дружеството

Обявените политики отразяват ангажимента на висшето ръководство за постигане на конкретните цели, посочват подхода и прилаганите принципи за постигане на целите, изразяват стремежа на ръководството за непрекъснато подобряване.

Политиката по управление на качеството на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД се реализира чрез постоянна оценка, самооценка, контрол и подобряване на интегрираната система за управление с основен приоритет най-висока степен на безопасност и степенувано прилагане на изискванията към продуктите и дейностите на всеки процес спрямо отношението им към безопасността.

Политиката за управление на качеството е насочена към постигане на следните цели:

- управление на процесите за постигане на стратегическите цели и планираните резултати;
- осигуряване качеството на дейностите и продуктите, включително качеството на доставките и услугите
- поддържане в актуално състояние и ефективно управление на документите;
- намаляване на рисковете и оползотворяване на възможностите за подобряване на продуктите и услугите, както и на способността за повишаване на безопасността;
- наблюдение и оценка на дейностите, продуктите и Системата за управление.
- поддържане на съответствието на Системата за управление с изискванията на GSR Part 2 „Лидерство и управление за осигуряване на безопасността“ и БДС EN ISO 9001:2015 „Системи за управление на качеството.

Изисквания“, приложимите закони, регулаторни и приети изисквания на заинтересованите страни;

- поддържане на целостта на Системата за управление при промени и непрекъснатото ѝ подобряване.

1.12.2 Система за управление

Системата за управление на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД функционира като Интегрирана система за управление, която осигурява съгласувано прилагане на изискванията за ядрена и радиационна безопасност, здраве и безопасност при работа, опазване на околната среда, сигурност, качество и икономика, с отчитане на взаимодействието между технически, човешки и организационни фактори.

Системата за управление осигурява средствата и механизмите за изпълнение на поставените цели, като гарантира най-висок приоритет на безопасността при експлоатация на ядрените съоръжения, в съответствие с националните и международни изисквания и издадените от надзорните органи лицензии, в условията на висока култура на безопасност и постоянно подобряване на дейността.

Системата за управление на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД, описана в Наръчник на системата за управление е изградена в съответствие със стандарта за безопасност на МААЕ - GSR Part 2 “Лидерство и управление за осигуряване на безопасността” и с отчитане на:

- приложимите нормативни и регулаторни изисквания;
- принципите и изискванията, определени в приложимите стандарти и ръководства по безопасност на МААЕ и WANO;
- изискванията на БДС EN ISO 9001:2015 “Системи за управление на качеството. Изисквания”; БДС EN ISO 14001:2015 “Системи за управление на околната среда; БДС EN ISO 45001:2018 “Системи за управление на здравето и безопасността при работа” и други стандарти, приложими в Дружеството.

Цех “Хранилище за отработено гориво” (ХОГ) като подразделение, експлоатиращо ядрени съоръжения, прилага системата за управление (СУ) на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД в съответствие с изискванията на лицензиите за експлоатация на хранилищата.

Специфичните изисквания на системата за управление към цех ХОГ са дефинирани в Програма за осигуряване на качеството за безопасна експлоатация на хранилищата за отработено гориво /ХОГ и ХССОЯГ/ на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

Организационната структура, дейностите и ресурсите (материални, човешки, финансови, квалификация и опит на персонала) на цеха, като съвкупност са част от Системата за управление на Дружеството и са основен инструмент за изпълнение на Политиката по управление на Дружеството, свързана безопасното и ефективно съхранение на ОЯГ в рамките на технически обосновавания ресурс на ХОГ и ХССОЯГ в съответствие с издадените от надзорните органи лицензии и за развитие на култура на безопасност, отговаряща на съвременните международни стандарти и критерии.

Системата за управление, като съвкупност от организационна структура, процеси и ресурси (материални, човешки, финансови, квалификация и опит на персонала)), се базира върху дълъг експлоатационен опит и информация, събирана и съхранявана в продължение на години, с цел да бъде създадена такава организация на екипа (ръководителите и персонала на цех ХОГ), която да предотврати човешки грешки и да осигури отстраняването на възникнали проблеми от всякакъв характер. Системата за управление осигурява съгласувано прилагане на изискванията по отношение на ядрена безопасност, радиационна защита, здраве и безопасност при работа, околна среда, сигурност, качество и икономика, с отчитане на взаимодействието между технически, човешки и организационни фактори, като гарантира първостепенния приоритет на безопасността.

1.13 Анализ на безопасността на съоръжението

Безопасността на ХОГ е оценена с детерминистични и вероятностни методи за потвърждаване на проектните основи и ефективността на дълбоко ешелонираната защита. В ОАБ са представени резултатите от анализа на безопасността на ХОГ в съответствие с изискванията на Наредбата за безопасност при управление на ОЯГ.

В резултат на изпълнените детерминистични анализи е показано, че:

- 1 За всички режими на нормална експлоатация и при проектни аварии ефективният коефициент на размножаване на неутрони (k_{eff}) е по-нисък от 0.95. Това осигурява подкритичността на ОЯГ при всички дейности по управлението му;
- 2 При всички експлоатационни събития и при проектни аварии температурата на обвивките на ТОЕ не превишава 350°C. Това означава, че не настъпва разхерметизация на горивото и неконтролирано изпускане на радиоактивни продукти в околната среда;
- 3 При всички експлоатационни събития и при проектни аварии се осигурява плътността на КСК за съхраняване на ОЯГ под вода (температура на водата на БСГ < 65°C);
- 4 При всички експлоатационни събития и при проектни аварии радиологичните последствия за персонала и населението са в границите на допустимите за нормална експлоатация на ХОГ;
- 5 Честотата на големи радиоактивни изхвърляния в околната среда, при които е необходимо предприемане на неотложни защитни мерки за населението е твърде ниска, много под 1.10^{-5} събития в година.

1.14 Въздействие на ядреното съоръжение върху околната среда, персонала и населението

1.14.1 Въздействие върху населението

Годишната ефективна доза за всяко лице от населението в резултат от газообразните и течни изхвърляния от всички съоръжения на площадката на АЕЦ „Козлодуй” при всички експлоатационни състояния, съгласно Преходните и заключителни разпоредби на НОБУОЯГ, не трябва да бъде по-висока от 0.25 mSv. Прилагайки принципа ALARA по отношение на облъчването на населението, годишните дозови ограничения за изхвърлянията от площадката на АЕЦ „Козлодуй” са установени на 50 μ Sv/y вследствие на газообразните и 50 μ Sv/y вследствие на течните изхвърляния.

Изхождайки от тези дозови ограничения, в АЕЦ „Козлодуй” са определени гранични стойности за активността, която може да бъде освободена организирано и контролирано от всички съоръжение на площадката.

Таблица 1-12 Годишни граници на газообразните изхвърляния от АЕЦ „Козлодуй”

Компоненти на емисията	*ВТ-1 1,2 блок	*ВТ-2 3,4 блок	5ВТ 5 блок	6ВТ 6 блок	0ВТ СК-3	ВТ-ХОГ	АЕЦ-общо
РБГ, ТВq	100	2000	1400	1400	700	-	5600
ДЖА, GBq	3	15	12	12	5	3	50
¹³¹ I, GBq	3	30	13.5	13.5	5	-	65
³ H, GBq	10	60	60	60	60	-	250
¹⁴ C, ТВq	1	10	9	9	9	-	38

*Към момента на определяне на граничните стойности блокове 3 и 4 са в експлоатация, а в блокове 1 и 2 все още има ОЯГ. По тази причина, в изхвърлянията през вентилационни тръби 1 и 2 е предвиден и мониторинг на РБГ и ¹³¹I.

От Таблица 1-12 се вижда, че емисията от ВТ на ХОГ е съставена само от дългоживущи аерозоли, като техният дял представлява 6% от общата активност на ДЖА за площадката.

ХОГ не изпуска отпадни води директно в околната среда. Отпадните води от ХОГ се насочват към ДП РАО, където се преработват и контролират за съдържание на радиоактивни вещества.

Таблица 1-13 Газоаерозолни изхвърляния от вентилационните тръби на АЕЦ „Козлодуй”, 2014-2022 г.

Компоненти на емисията	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Гранична стойност
Радиоактивни благородни газове (РБГ), ТВq	0.55	0.69	0.89	1.68	0.91	0.48	0.68	4.42	1.51	5600
Радиоактивни аерозоли (ДЖА), GBq	0.028	0.015	0.011	0.014	0.10	0.019	0.029	0.042	0.023	50
¹³¹ I, GBq	0.0013	0.0024	0.0023	0.029	0.0084	0.0012	0.0018	0.052	0.0058	65
³ H, ТВq	0.500	0.528	0.521	0.534	0.431	0.432	0.643	0.648	0.578	250
¹⁴ C, ТВq	0.657	0.635	0.682	0.580	0.541	0.575	0.601	0.740	0.735	38

Делът на ХОГ в аерозолните изхвърляния от площадката е около 1% от изхвърлянията за цялата площадка. В изхвърлянията присъстват основно радионуклидите ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs. Като пример може да се дадат последните две години. През 2021 година в отпадния въздух, изхвърлен през вентилационната тръба на ХОГ, са регистрирани само 0,113 MBq от радионуклида ⁶⁰Со и 0,283 MBq от радионуклида ¹³⁷Cs. През 2022 година, в отпадния въздух не са регистрирани радионуклиди.

Обобщението на данните от дългосрочния радиоecологичен мониторинг, представено в Годишните доклади на АЕЦ „Козлодуй” [16], показва, че:

- Радиоактивните емисии от АЕЦ „Козлодуй” са много по-ниски от определените за площадката гранични стойности;
- Ниските нива на изхвърлянията от АЕЦ „Козлодуй” определят пренебрежими дози за населението в района, стотици пъти под облъчването от естествения радиационен фон.

1.14.2 Въздействие върху околната среда

Европейските изисквания относно прилагането на чл.36 от Договора ЕВРАТОМ за мониторинг на нивата на радиоактивност в околната среда за целите на оценка на дозовото облъчване на населението като цяло, се регламентират от Препоръка на Европейската Комисия 2000/473/Euratom, 08.06.2000 г. В ANNEX I на Препоръката се определени видовете проби и измервания за целите на радиоокологичния мониторинг на околната среда:

Аерозоли	^{137}Cs , обща бета, ^7Be
Въздух	Мощност на дозата
Повърхностни води	^{137}Cs , остатъчна обща бета
Питейни води	^3H , ^{90}Sr , ^{137}Cs , естествени радионуклиди, в съответствие с Директива 98/83/ЕС
Мляко	^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K

Атмосферен въздух – аерозоли

Резултати: През последните десет години в атмосферния въздух е регистрирано съдържание на ^{137}Cs непревишаващо $2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Тези нива на активност са характерни за приземния въздух в този географски район и се дължат на глобалното замърсяване на атмосферата. Техногенната активност е около сто пъти под нормата (Наредба за РЗ-2018[3]).

Радиационен гама фон

Според данните, през последните 10 години мощността на дозата на гамалъчението варира в границите на естествения радиационен фон от 0.05 до 0.14 $\mu\text{Sv}/\text{h}$. Измерените стойности по оградата на промишлената площадка на централата и в населените места от 100 km зона са напълно съпоставими.

Повърхностни води

Измерва се радиоактивността на Дунавската вода и на вътрешните реки и водни басейни в близост до АЕЦ (Огоста, Цибрица, язовир Козлодуй).

Данните за 2022 г. показват, че активността е в нормалните за естествени водоизточници граници: обща бета-активност $<0.016 \div 0.052 \text{ Bq}/\text{l}$, при норма от $0.5 \text{ Bq}/\text{l}$, съгл. Наредба №Н-4/14.09.2014 г. за характеризирание на повърхностните води. За водите на река Дунав, максималната измерена стойност е $0.052 \text{ Bq}/\text{l}$. Съдържанието на тритий в пробите от откритите водоеми е около МДА, до $3.4 \text{ Bq}/\text{l}$. Активност на тритий е регистрирана епизодично във водните проби от отводящия канал на АЕЦ – максимална регистрирана активност $23.8 \text{ Bq}/\text{l}$ и във водите на водна станция ВС-1 – до $24.9 \text{ Bq}/\text{l}$. Не е регистрирана техногенна активност на ^{137}Cs над МДА ($<0.6 \text{ mBq}/\text{l}$). Стойностите са много по-ниски от допустимите норми. Резултатите са съизмерими с предходните 10 години и показват

пренебрежимо ниско радиационно влияние от АЕЦ „Козлодуй” върху водите на отводящия канал и р. Дунав.

Питейна вода

Специално внимание се отделя на източниците на питейна вода в района на АЕЦ „Козлодуй”. Питейната вода в град Козлодуй, с. Хърлец и град Оряхово се изследва ежемесечно за обща бета-активност и тритий. ^{90}Sr и ^{137}Cs се измерват два пъти годишно в кладенците в гр. Козлодуй и с. Хърлец и четири пъти годишно в системата за питейно водоснабдяване на гр. Оряхово.

Резултати: Резултатите от измерванията на обща бета-активност в питейната вода през 2022 г. са в диапазона $<0.016 - 0.065 \text{ Bq/l}$, средно 0.023 Bq/l . Радиоактивността на трития в анализиранияте проби е в границите на минимално детектируемата активност, средно 3.3 Bq/l . Това са много ниски нива спрямо допустимите норми за питейна вода, съгл. Наредба №9/16.03.2001 г., изм. ДВ. бр.6 от 16.01.2018 г.: 1 Bq/l обща бета-активност и 100 Bq/l за тритий. Резултатите за активността на питейната вода, получени през последните 10 години са статистически неразличими.

Мляко

Млякото е типичен хранителен продукт за района и добър индикатор за евентуални постъпления на радионуклиди по хранителната верига към човека.

Измерената обща бета-активност в пробите се дължи изцяло на естествения ^{40}K . Радиационната чистота на млякото от района е неповлияна от експлоатацията на АЕЦ „Козлодуй”. През годините няма регистрирана техногенна активност в пробите.

Селскостопански растителни продукти

Мониторингът обхваща основните видови житни култури, произвеждани в 3 километровата зона – ечемик, пшеница, слънчоглед и др.

Отчетената бета-активност се дължи почти изцяло на естествения ^{40}K . Резултатите от анализите за последните 10 години показват, че не е регистрирана техногенна активност в селскостопанската продукция в района. МДА на ^{137}Cs е от <0.12 до $<0.27 \text{ Bq/kg}$ (суха маса). Резултатите са в нормални граници и са съпоставими с резултатите, получени през изминалите 10 години за същите култури.

Риба

Отделно се изследват кости и месо от риба. За пробите от месото се провежда гама-спектрометричен анализ за Cs, докато ^{90}Sr се счита представителен за костните проби.

През 2022 г. активността на ^{134}Cs и ^{137}Cs в месото на анализиранияте проби от риба е под МДА, съответно за ^{134}Cs : ($<0.09 \div 0.24 \text{ Bq/kg}$ (свежа маса)); ^{137}Cs : ($<0.093 \div <0.22 \text{ Bq/kg}$ (свежа маса)).

Обобщението на данните от дългосрочния радиоecологичен мониторинг, представено в Годишния доклад на АЕЦ „Козлодуй” [16], показва, че:

1) Радиационният статус на наблюдаваните радиоecологични параметри в района на АЕЦ „Козлодуй” напълно съответства на нормативните изисквания в областта. Резултатите като цяло са многократно под допустимите норми.

2) Радиационният гама фон в 100 km наблюдавана зона около АЕЦ „Козлодуй” е непроменен, с естествени фонове стойности, $0.06 \div 0.19 \mu\text{Sv/h}$. Не е регистрирано влияние от АЕЦ „Козлодуй”.

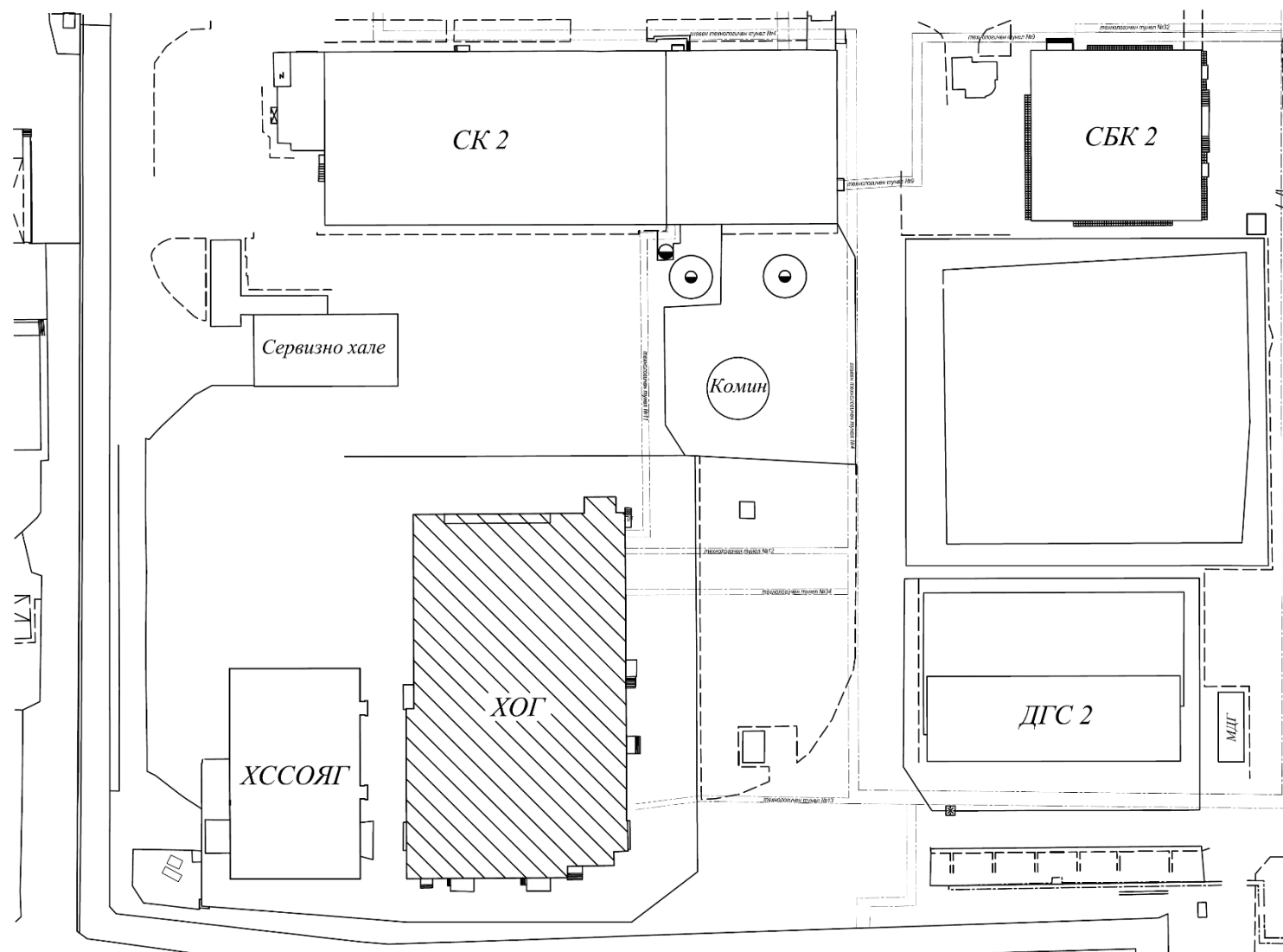
3) Техногенната активност в екологичните обекти от 100 km зона (въздух, води, почва, растителност, храни) е с близки до фоновите нива, много под допустимите норми. Не е регистрирана техногенна активност с произход експлоатацията на АЕЦ „Козлодуй”. Всички радиационни показатели отговарят напълно на санитарните изисквания.

4) Експлоатацията на АЕЦ „Козлодуй” не е повлияла оценимо на радиоекOLOGичния статус на водите на р.Дунав. Резултатите са в нормални граници за природните водоеми, многократно под установените норми.

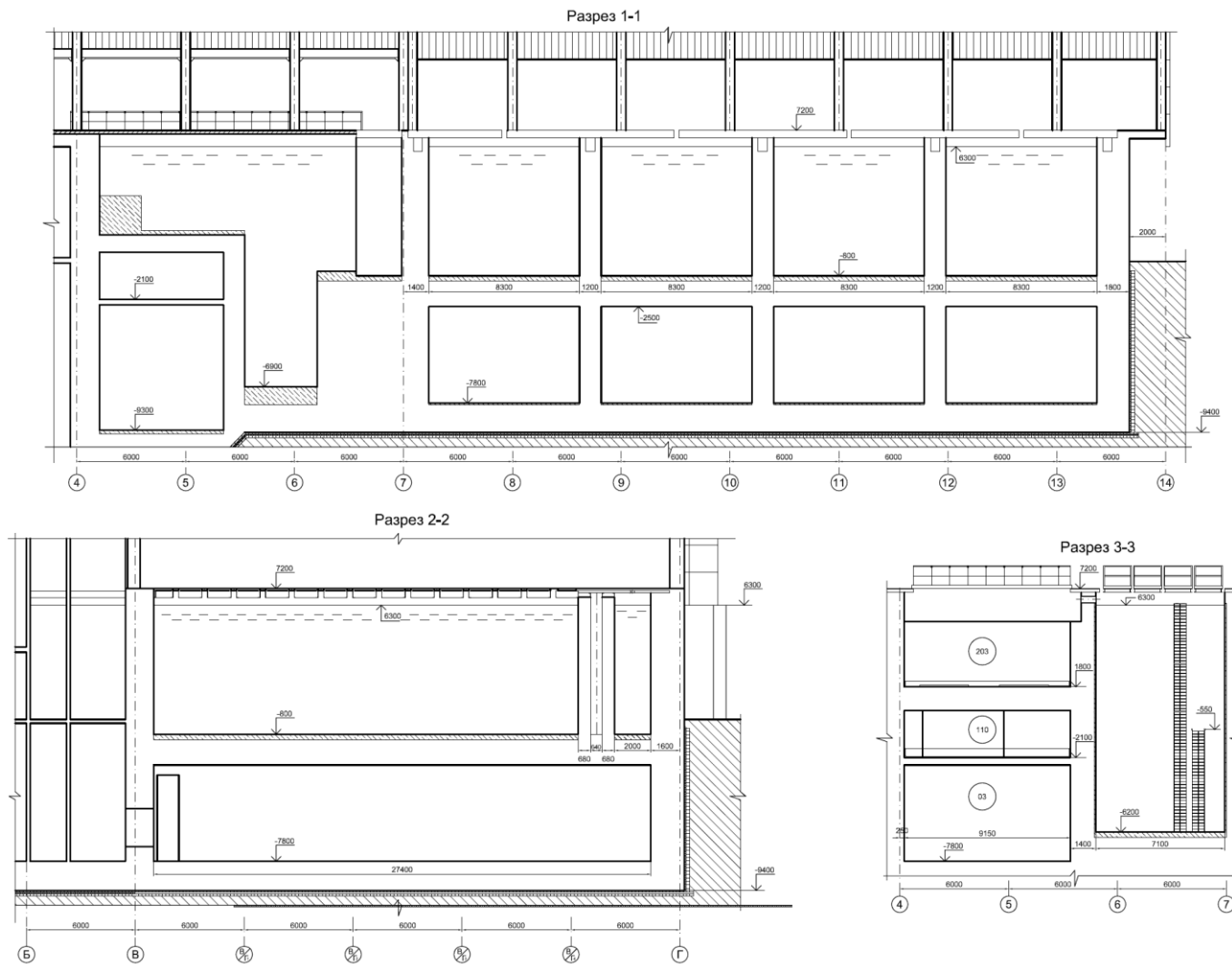
1.14.3 Въздействие върху персонала

Колективната ефективна доза от фотонно лъчение през 2022 година, на 221 контролирани лица в контролирана зона на ХОГ е $1,19 \text{ manmSv}$. Разпределението на колективната доза между работниците от структурните звена на АЕЦ „Козлодуй” и работници от външни организации е следното: служители на АЕЦ „Козлодуй” - 139 с колективна доза $1,19 \text{ manmSv}$. Работниците от външни организации, които са 82, не са получили дози над нивото за регистрация при извършване на дейности в ХОГ.

През 2022 година в ХОГ не е оценена доза от вътрешно облъчване над нивото за регистрация - 1 mSv . Колективна ефективна доза от неутронно лъчение в КЗ на ХОГ през 2022 г. е 3.01 manmSv .



Фигура 1-5 Разположение на ХОГ върху Генералния план на АЕЦ Козлодуй



Фигура 1-6 План с напречни сечения

1.15 Литература

- [1] Закон за безопасно използване на ядрената енергия, посл. изм. ДВ бр. 17 от 25.02.2020 г.
- [2] Наредба за осигуряване безопасността при управление на отработено ядрено гориво,, обн., ДВ, бр. 71 от 13.08.2004 г., посл. изм., ДВ, бр. 37 от 4.05.2018
- [3] Наредба за радиационна защита, приета с ПМС № 20 от 14.02.2018 г., обн., ДВ, бр. 16 от 20.02.2018 г., в сила от 20.02.2018 г., посл. изм. и доп., ДВ бр. 110 от 29.12.2020.
- [4] Наредба за осигуряване на физическата защита на ядрените съоръжения, ядрения материал и радиоактивните вещества, обн., ДВ, бр. 82 от 23.10.2015 г., последно изменение ДВ бр. 36 от 13.05.2022 г..
- [5] Наредбата за прилагане на гаранциите по Договора за неразпространение на ядреното оръжие.
- [6] Commission Regulation (Euratom) No. 302/2005 of 8 February 2005 on the application of Euratom safeguards.
- [7] Nuclear security recommendations on physical protection of nuclear material and nuclear facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA, 2011
- [8] Наредба № Из-1971 за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар, Министерство на вътрешните работи и Министерството на регионалното развитие и благоустройството, ДВ бр. 96/04.12.2009 г., в сила от 05.06.2010 г. последно изменение ДВ бр.1 от 2017г.
- [9] Закон за устройство на територията, изм. и доп., бр. 82 от 26.10.2012 г., в сила от 26.11.2012 последно изменение ДВ бр. 42 от 7.06.2022 г., в сила от 7.06.2022г.
- [10] Наредба № РД-02-20-2 от 27.01.2012 г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони, Издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството, обн., ДВ, бр. 13 от 14.02.2012 г., в сила от 15.03.2012 г., попр., бр. 17 от 28.02.2012 г., бр. 23 от 20.03.2012 г.
- [11] Наредба за безопасната експлоатация и техническия надзор на повдигателни съоръжения, Приета с ПМС № 199 от 10.09.2010 г., обн., ДВ, бр. 73 от 17.09.2010 г., в сила от 18.10.2010 г. последно изменение ДВ бр. 10 от 5.02.2021г.
- [12] БДС 13794-80 Техника на безопасността. Кранове товароподемни. Общи изисквания
- [13] Заводска документация „Сборки топлоотделящи, отработили в ядрени енергетически реактори ВВЕР-440 и ВВЕР-1000 на АЕЦ „Козлодуй”, № 2615-ТУ/01, Приложение В1
- [14] Чехол для хранения герметичных ОТВС 37/3 Техническое описание и Инструкция по эксплуатации 1362.04.00.000 ТО. НПФ „РИСПО”, 1994
- [15] Комплект упаковочный транспортный для герметичных ОТВС ТУК-13/3 Пояснительная записка Г362.01.00.000 ПЗ. НПФ „РИСПО”, 1994.

- [16] Годишен отчет за радиационния мониторинг на околната среда на АЕЦ „Козлодуй“ през 2021 година, 22.10.РМ.ОТЧ.386.
- [17] Обобщен годишен отчет за резултатите от радиоекологичния мониторинг на АЕЦ „Козлодуй“ – 2021 г., 22.85.ОиП.ОТЧ.58.
- [18] Технологичен регламент на ХОГ, 50.ОБ.00.Р.02.
- [19] Отчет за анализ на безопасността на ХОГ с технология за съхраняване под вода, 50.ОБ.00.ОАБ.01.
- [20] Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants, SSG-30, IAEA, 2014.