

Блок:

УТВЪРЖЛАВАМ.

Заличено съгласно ЗЗЛД

## ТЕХНИЧЕСКО ЗАДАНИЕ

№ 23.ПиУТЦ.ТЗ.28

За проектиране и изграждане на строеж и/или проектиране, доставка, монтаж и въвеждане в експлоатация

**ТЕМА: Надграждане на ПМС-1000 с модел за тежки аварии**

**Настоящото техническо задание съдържа техническа спецификация съгласно Закона за обществените поръчки.**

### 1. Кратко описание на техническото задание

Предмет на настоящото техническо задание (ТЗ) е реализирането на проект за надграждане на пълномащабния симулатор на АЕЦ "Козлодуй" за блокове тип ВВЕР-1000 (В-320) и референтен 6 ЕБ (ПМС-1000) с модел за тежки аварии (ТА), модел на радиационната обстановка на площадката и замяна на изчислителния комплекс.

Основната цел на проекта е разширяване на обхвата на симулация по отношение на надпроектни и тежки аварии. По този начин ще се осигури възможност за увеличаване обхвата на обучение на персонала и практическо използване на комплектите РУТА. В допълнение към тази основна цел, с въвеждането на модул за тежки аварии следва да могат да се проверяват аналитично действащите към момента РУТА за работа на блока на пълна мощност, на ниски мощности и спрян блок и за БОК.

Изпълнителят следва да разработи работен проект, в който детайлно да опише структурата, функционалността и връзките на модела за тежки аварии, с програмен продукт като MELCOR, MAAP или техни аналози, който може да се интегрира с останалите модели на ПМС

и работната среда SimEхес. Специално внимание трябва да се отдели на безпроблемното превключване от текущия модел на ЯППИ към модула за тежки аварии.

Основна предпоставка за успешна разработка и интеграция на модела са дейностите по замяна на изчислителния комплекс, след оценка на необходимите изчислителни ресурси на симулаторните компютри. Необходима е доставка и монтаж на: симулационни компютри, инструкторски станции, работни станции и монитори за графично онагледяване на процесите протичащи при тежки аварии.

Цялата съществуваща функционалност на ПМС трябва да се мигрира към новото оборудване. Това включва работната и развойна среда SimEхес и Jade Tools на GSE Solutions, изходния и изпълним код на моделираните системи, софтуера за комуникация с входно-изходната система на ПМС-1000 и моделираните информационни системи (СВРК, Ovation, СККП, ИПБ, АКНП, СГИУ и др.). Да се моделира система ХР30.

Проектът обхваща всички дейности по разработване на модел за надграждане на ПМС-1000 с модел за тежки аварии, реализиране на превключване между съществуващия модел и ново разработения модел и въвеждането му в експлоатация.

Необходимо е всички модели които ще се заменят при превключване към модела на ТА да се прегледат и при необходимост да се оптимизират за устойчиво достигане на точката за превключване при различни сценарии. Особено внимание да се обърне на моделите, базирани на RELAP 5 HD, като най-чувствителни към качеството на приеманите данни. При необходимост и наличие на по-актуална и по-надеждна версия на работна среда RELAP 5 HD, да се предложи актуализация, която да се реализира в отделен етап преди интегрирането на модела на ТА.

Новият модел следва да може да се стартира от всички възможни състояния на блока. В рамките на проекта Изпълнителят следва да подготви като минимум състояния на блока, които включват: пълна мощност, ниски мощности, МКН, студено състояние, горещо състояние, отворен реактор (с и без гориво в АкЗ, запълнен или дрениран БМП).

Следващ етап е разработването на модела на тежки аварии в симулационната среда SimEхес, версия за операционна система Linux. Крайна стъпка от този етап следва да бъде провеждането на набор от пресмятания, чрез които да се потвърди адекватността на разработените модели и способността на модела да работи в реално време. За тази цел Изпълнителят следва да разработи процедура за единични и функционални изпитания, в която да представи списък от реперни аварийни режими, които ще бъдат изследвани. За целите на валидацията следва да бъдат определени критерии за приемливост, които да гарантират адекватното поведение на моделите спрямо сравнявания модел.

Проиграването на аварийни сценарии достигащи до надпроектни и тежки аварии с връзка до центъра за управление на аварии (ЦУА) трябва да може да се изпълняват паралелно на два симулаторни компютъра. Наличната връзка с ЦУА, предаваща данни в режим тренировка с параметри за наблюдение на 6 ЕБ трябва да се мултиплицира и предаде до информационните диаграми за наблюдение на 5 ЕБ. Да се предвиди необходимата актуализация на комуникационните устройства и/или софтуера за комуникация.

Като част от проекта следва да се организира и проведе обучение на персонала на Възложителя за работа с новите модели.

Като последен етап от въвеждането на модула за тежки аварии, Изпълнителят следва да разработи два сценария за БЦУ (с управление на аварията и от ЦУА), които да се използват като образец за подготовка на бъдещите сценарии за обучение на персонала.

Като част от реализацията на проекта трябва да се достави оборудване и необходимия софтуер за 2 допълнителни работни места за поддръжка и използване на ПМС с модела за ТА, в режим без БЦУ, за разработка на сценарии.

Пределните срокове за основните дейности в хода на проекта са:

- Входни данни – 40 календарни дни (10 календарни дни за поискване на входни данни + 30 календарни дни за предоставяне).

- Срок за предаване на работен проект – 17 месеца след предаване на входни данни. Работният проект се приема на Специализиран технически съвет (СТС) от Възложителя. ЕАД;
- Срок за завършване на дейностите и готовност за крайни заводски изпитания – 11 месеца след приемане на работния проект на Технически съвет на Възложителя;
- Срок за доставка - 1 месец след заводски изпитания.
- Срок за внедряване на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ и провеждане на приемателни изпитания – 3 месеца след завършване на крайни заводски изпитания и даване на фронт за работа;
- Екзекутивна документация и край на договора – 3 месеца след внедряване;
- Общ срок на всички дейности – 36 месеца.

## **2. Изисквания към проекта**

### **Основание за разработване на проекта**

След аварията във Фукушима и в резултат на значителен напредък в областта на моделирането на процеси на тежки аварии в атомни централи се обръща все по-голямо внимание на изучаването на тези процеси и интегрирането на модели за тежки аварии в пълномащабните симулатори. Използването на модел за тежки аварии за проиграване на сценарии става все по-разпространена практика по света и се превръща в стандарт.

Надграждането на ПМС-1000 с модел за тежки аварии ще даде възможност за разширяване на обучението на персонала на АЕЦ (оперативен персонал, екип за аварийните работи и други) като се симулират аварийни последователности с повреда на активната зона (АкЗ) и/или на горивото в БОК. Като допълнителни цели следва да бъдат посочени и следните приложения:

- Верифициране и проверка на РУТА;
- Верифициране на действията в аварийния план на "АЕЦ Козлодуй".

### **Основни функции на проекта**

Повишаване на качеството на обучение и изграждане на практически навици и умения за действия на персонала на "АЕЦ Козлодуй" при надпроектни и тежки аварии.

### **Общи изисквания към проекта**

Проектът ще бъде разработен в една фаза: Работен проект.

Работният проект да се изготви в обем и съдържание, съответстващо на изискванията на наредба № 4 от 21.05.2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти.

Работният проект да съдържа техническа спецификация на необходимите материали и оборудване.

Работният проект да се изпълни в съответствие с приложимите в страната и „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД правилници, стандарти, нормативи и закони.

Работният проект да отразява спецификите на блок 6 на "АЕЦ Козлодуй".

### **2.1. Описание на изискванията към отделните части на проекта**

Работният проект да включва следните части:

- Част Конструктивна
- Част Електрическа
- Част КИПиА/СКУ
- Част ПБ (Пожарна безопасност)
- Част ПБЗ (План за безопасност и здраве)
- Част „Програмно осигуряване (софтуер)“

## **2.2. Проектните части, свързани с технологията са:**

### **2.2.1 Част „Архитектурна”**

Няма отношение.

### **2.2.2 Част „Конструктивна”**

Да се разработи конструктивно решение за:

- Подвижна конструкция, на която ще бъдат монтирани работна станция и поне 1 монитор на системата за графично онагледяване на процесите на ТА. Да бъдат предвидени конструктивни елементи за подвеждането и закрепването на ел. разклонители и кабелни канали към гореспоменатата конструкция, така че след монтажа на оборудването всички захранващи и комуникационни кабели да бъдат скрити;

- Необходимо е подвижната конструкция да е устойчива и да се придвижва лесно до предварително подготвени позиции в зала Б2 с наличие на изводи за захранване и мрежова комуникация.

Изготвя се в обем съгласно т.2.3 от ТЗ и глава 9, раздел III от наредба №4 от 21.05.2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти.

### **2.2.3 Част „Електрическа”**

В проекта трябва да бъде направен анализ на консумираната мощност на монтираното оборудване при използване на съществуващия източник на захранване на ПМС-1000. Да се предвиди електрически извод за лесно присъединяване на захранването на подвижната конструкция на поне 2 места в зала Б2.

Изделията трябва да имат маркировка, осигуряваща тяхното безопасно обслужване, изключвателите трябва да имат маркировка за включено и изключено положение;

Новите изчислителни машини не трябва да изискват промяна в източниците и схемата на електрозахранване на работните станции от състава на изчислителния комплекс на симулатора.

Да се разработи кабелен журнал, който да включва наименование на кабела, информация за начало и край на всеки кабел, дължина и начин на полагане в различните участъци, тип и сечение на кабелите.

В проектната част да се определи класа по функционална пожарна опасност, категорията по пожарна опасност на помещението, в което ще се реализира проекта и групата и класа по пожарна опасност по отношение на електросъоръженията, съгласно Наредба № Из – 1971/2009 г. за строително техническите правилата и нормите за осигуряване на безопасност при пожар.

Проектът трябва да съдържа и местоположението на електрическите трасета. Изготвя се в обем съгласно т. 2.4 и глава 11, раздели I и II от Наредба № 4 за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти.

### **2.2.4 Част КИПиА/СКУ**

В тази част са посочени проектните изисквания за оборудването, окабеляването и монтажа на оборудването за ТА.

#### **2.2.4.1 Изисквания към замяната на изчислителния комплекс на симулатора**

В ПРИЛОЖЕНИЕ 1 са специфицирани техническите характеристики на настоящите изчислителни сървъри в ПМС-1000 – основен и резервен. В настоящия проект се изисква Изпълнителя да специфицира и достави 3 изчислителни сървъри – основен, резервен/развоен и работен за подготовка и провеждане на сценарии с ТА без макета на БЩУ.

Изчислителните сървъри трябва да са еднакви - взаимнозаменяеми и да отговарят на следните минимални характеристики:

• да са с процесори, бинарно съвместими с Intel386, с не по-малко от общо 16 ядра, всяко от които да е с тактова честота, cache памет и производителност, не по-малка от едно ядро на настоящите компютри – Приложение 1 - Intel Xeon-Gold 6146 (базова честота 3.20 GHz, 24.75 MB L3 Cache, 165W, DDR4-2666,);

- паметта да не е по-малко от 64 GB;
- оптично устройство тип – Blue-ray;
- дисковата подсистема да включва поне 2 TB дисково пространство, образувано поне от 3 SSD устройства, резервирани в система RAID и да могат да се заменят при работеща система (hot-swap);
- резервирано хранване с възможност за „гореща“ замяна;
- да разполагат с поне 6 броя, 1Gbit/s, Ethernet мрежови интерфейса;
- да се предвиди устройство за архивиране (например лентово) за всеки компютър, чиято работна медия да може да съхрани на един носител цялата информация, намираща се на наличното дисково пространство. В доставката да се предвидят и поне 30 носителя за архивиране;
- кутията да е подходяща за монтиране в 19” шкаф;
- операционна система да е версия на Linux с официална поддръжка за времето на проекта и поне 1 година след това;
- Всеки от компютрите трябва да бъде оборудван с актуална версия на компилатор Intel Fortran;
- Да се адаптира работната среда SimExec за работа с инженерния пакет за моделиране на ТА.

Основният, резервният и допълнителният изчислителни сървъри да се монтират в шкаф SIM\_RACK в помещение F на ПМС-1000.

В обхвата на замяна на изчислителния комплекс на симулатора Изпълнителят трябва да монтира доставеното оборудване, да инсталира и конфигурира системния софтуер, да мигрира целия симулаторен софтуер, без да загуби каквато и да е частот съществуващата функционалност.

За диагностика и управление на сървърите на място, да се осигури устройство, осигуряващо дисплей тип LCD, клавиатура и мишка за монтаж в 19" шкаф и способност да комутира сигналите към поне 7 устройства;

#### 2.2.4.2 Изисквания към замяната на инженерни и инструкторските станции на симулатора

В ПРИЛОЖЕНИЕ 2 са специфицирани техническите характеристики на настоящите инструкторски станции в ПМС-1000.

В обхвата на замяна на инструкторските станции на симулатора Изпълнителят трябва да достави:

1. Два броя стационарни инструкторски станции със следните минимални изисквания:
  - Процесор - Intel от серия i7 или съвместим;
  - Графична карта, поддържаща 2 монитора;
  - Дисплеи тип LCD с диагонал 24” – 2 броя;
  - Оперативна памет - 16 GB или повече;
  - Дисково пространство - не по-малко от 1 TB;
  - Кутия – стояща, с възможност за монтиране в 19” шкаф;
  - Клавиатура и оптична мишка;
  - Операционна система Windows 11 Pro или съвместима.
2. Пет броя мобилни работни станции със следните минимални изисквания:
  - Процесор - Intel от серия i9 или съвместим;
  - Дисплеи тип 15.6", резолюция FHD или по-голяма;
  - Оперативна памет - 32 GB или повече;
  - Дисково пространство тип SSD - не по-малко от 1 TB;
  - Операционна система Windows 11 Pro или съвместима.

- Интерфейси - Ethernet 10/100/1000 Mbps, Безжична мрежа 802.11ax, Bluetooth, USB, HDMI/Display порт.

В инструкторските станции трябва да е инсталиран и конфигуриран системния и приложния софтуер.

2.2.4.3 Изисквания към работните станции за новите работни места за поддръжане и използване на модела за ТА

Изпълнителят трябва да предвиди в проекта и достави 2 броя работни станции със следните минимални характеристики:

- Процесор - Intel от серия i7 или съвместим;
- Графична карта, поддържаща 2 монитора;
- Дисплеи тип LCD с диагонал 24" – 2 броя;
- Оперативна памет - 16 GB или повече;
- Дисково пространство - не по-малко от 1 TB;
- Кугия – стояща, с възможност за монтиране в 19" шкаф;
- Клавиатура и оптична мишка;
- Операционна система Windows 11 Pro или съвместима.

2.2.4.4 Изисквания към работната станция за онагледяване на процесите на протичане на ТА

Изпълнителят трябва да предвиди в проекта и достави работна станция и монитори, разположени на подвижна платформа за онагледяване на процесите на протичане на ТА със следните минимални характеристики:

- Процесор - Intel от серия i7 или съвместим;
- Графична карта, поддържаща 2 монитора;
- Дисплеи тип LCD с диагонал 40-60" - 1 или 2 броя в зависимост от конструктивното решение за устойчива подвижна конструкция;
- Оперативна памет - 16 GB или повече;
- Дисково пространство - не по-малко от 1 TB;
- Кугия – подходяща за монтиране в подвижна платформа;
- Клавиатура и оптична мишка;
- Операционна система Windows 11 Pro или съвместима.

Работната станция, мониторите да се инсталират на подвижната платформа.

2.2.4.5 Изисквания към мрежовите връзки необходими за модела на ТА

В проекта да се предвидят окабеляване и мрежово устройство за осигуряване на връзка с мрежата на симулатора – 192.168.0.0/255.255.255.0.

Схема на мрежовите връзки в ПМС-1000 е представена в Приложение 3.

2.2.4.6 Изисквания към допълнителното оборудване за комуникация с ЦУА

При необходимост от допълнително оборудване за втори канал за комуникация с ЦУА в работния проект да се предвиди доставка и инсталиране на съвместимо оборудване.

#### **2.2.5 Част ВиК (Водоснабдяване и канализация)**

Няма отношение.

#### **2.2.6 Част ТОВК (Топлоснабдяване, отопление, вентилация и климатизация)**

Няма отношение.

#### **2.2.7 Част „Енергийна ефективност”**

Няма отношение.

#### **2.2.8 Част „Геодезическа (трасировъчен план и вертикална планировка)”**

Няма отношение.

#### **2.2.9 Част „Машинно-технологична”**

Няма отношение.

#### **2.2.10 Част „Организация и безопасност на движението”**

Няма отношение.

#### **2.2.11 Част ПБ (Пожарна безопасност)**

Проектът да бъде разработен в съответствие с действащата нормативна уредба в обем, определен в чл. 4, ал. 1, Приложение № 3 от НАРЕДБА № Из-1971/29.10.2009 г за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар.

#### **2.2.12 Част ПБЗ (План за безопасност и здраве)**

Част ПБЗ се изготвя съгласно Наредба 2/22.03.2004г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни работи и с отчитане изискванията на Наредба за устройство на електрическите уредби, Правилник за безопасност на труда и здраве при експлоатация на електрически уредби и съоръжения, Противопожарни строително-технически норми и действащите в страната стандарти.

#### **2.2.13 Част „План за управление на строителни отпадъци”**

Няма отношение.

#### **2.2.14 Част „Радиационна защита”**

Няма отношение.

#### **2.2.15 Част ОАБ (Отчет за анализ на безопасността)**

Няма отношение.

#### **2.2.16 Част „Програмно осигуряване (софтуер)”**

Проектното описание на софтуера се изготвя съгласно “Правила по качество. Заявяване, разработване и въвеждане в експлоатация на софтуер”, 10.ИТ.00.ПВЛ.218.

Изпълнителят предоставя на Възложителя, като част от доставката, лицензии (ако са необходими) за софтуер, необходим за моделиране, верифициране и анализ на приложния софтуер. В случай, че лиценз е необходимо да се придобие директно от Възложителя, то Изпълнителят посочва стойността и всички условия по придобиването, както и поддръжката му за срока на изпълнение на договора в своето финансово предложение.

Разработките, направени специално за целите на проекта са собственост на Възложителя.

Всеки програмен продукт трябва да бъде съпроводен с техническа документация, като минималният обем е описание и ръководства за работа.

Приложното осигуряване трябва да е достатъчно за изпълнението на всичките възложени му функции.

##### **2.2.16.1 Общи изисквания**

Разработването на модел на тежки аварии следва да бъде извършено с помощта на софтуер за инженерни анализи, който да отговаря на следните изисквания като минимум:

- Програмният продукт интегрира в себе си достатъчно подпрограми/функции,

чрез които да се симулират феномените, съпровождащи протичането на тежка авария;

- Да отразява съвременните познания за феномените при протичане на тежка авария;
- Да позволява разработване на модели, които да симулират процесите в реално време;
- Да е във версия за операционна система Linux;
- Да позволява интегрирането му в настоящата развойна платформа на ПМС-1000 SimExec, както и комуникацията/интерфейса с останалите части от симулатора;
- Да позволява наблюдение на вътрешните променливи в цифров и графичен вид в реално време;
- Да осъществява специфичните за симулатора функции: RESET, RUN, FREEZ, SNAP, BACKTRACK, REPLAY, SLOW/FASTTIME;
- Да позволява дебъгване, модифициране на изходния код и изграждане на изпълним код;
- Да позволява безударно превключване на симулатора към модела на тежки аварии.

Компютърният код и съответно разработеният модел следва да отчитат реалистично следните процеси и явления като минимум:

- Термохидравлично поведение на системите за охлаждане на активната зона;
- Термохидравлични процеси в шахтата на реактора;
- Термохидравлични процеси в херметичната конструкция;
- Поведение на материалите в активната зона при оголването ѝ в резултат на авария със загуба на топлоносител;
- Взаимодействие между деградиралото/стопено гориво и инжектирания охладител, като се отчита поръзността на стопилката и възможността за охлаждане на локализираните количества стопилка на дъното на реактора и/или извън реактора;
- Окисление на обвивката на ТОЕ (пароциркониева реакция или взаимодействие с въздух), стопяване и преместване на материалите от активната зона към по-долни нива;
- Остатъчно топлоотделяне в активната зона / горивото в БОК;
- Термично поведение на топлинните структури;
- Генерация на водород по време на вътрешнокорпусната и извънкорпусната фаза на тежката авария;
- Генерация на въглероден оксид по време на извънкорпусната фаза на ТА;
- Определяне на концентрациите на кислород и пара в ХЗ по време на двете фази;
- Разгриване и разрушаване (загуба на носимоспособност) на дъното на корпуса на реактора;
- Характеристики на физичните явления, които настъпват при преместване на стопилката от долната смесителна камера на реактора;
- Взаимодействие на стопилката с бетона на шахтата на реактора и съседните помещения / бетонните стени и под на БОК;
- Радиално и аксиално проникване на стопилката в бетона на шахтата на реактора / БОК;
- Разстилане на стопилката извън корпуса на реактора или извън БОК;
- Теплопредаване от стопилката към атмосферата в херметичната конструкция;
- Теплопредаване от стопилката към бетона в шахтата на реактора;
- Освобождаване на продукти на делене, тяхното разпространение в I контур и херметичната конструкция и РО и отлагането им върху топлинните структури;
- Разпространение на генерирания водород и неговото изгаряне;
- Поведение на системите за безопасност;
- Операторски действия от БЩУ/РЩУ и по място;



- Отчитане на всички мерки предвидени на референтния блок за управление на тежки аварии.

Компютърният код следва да има възможност за определяне на количеството на продуктите на делене, намиращи се в конкретни контролни обеми или отложени върху съответните повърхности, така че да може коректно да се симулира радиационната обстановка в помещенията.

Следва да може да се разработи модел на БОК, в който да се отчетат спецификите свързани с протичане на авария в БОК, като: взаимодействие на обвивката на ТОЕ с въздух, материалите и конструктивните особености на стелажите в БОК, взаимодействие на стопилката с бетона на стените и пода на БОК.

Преносът и всички феномени (механизми на отлагане, транспортиране и взаимодействия и др.) свързани с продуктите на делене, които се изпускат по време на деградацията на активната зона и/или горивото и/или вследствие на други феномени характерни за тежката авария (напр. взаимодействието на стопилката и бетона) трябва да се симулират от интегралния програмен продукт. В резултат от симулирането на поведението на продуктите на делене следва да може да се представят резултати за характеристиките на изхвърлянията в околната среда (енергия, маса, място на изхвърлянето и др.), както и радиационната обстановка в обема на херметичната конструкция и помещенията на РО.

Отделно от този компютърен код, трябва да се разработи модел на разпространението на продуктите на делене в околната среда като за целта трябва да се използва подходящ софтуер. Целта на този модел е да симулира в реално време радиационна обстановка на площадката.

Този продукт следва да може да симулира изхвърлянето във вид на струя, като отчита основните процеси при разпространение на примеси във вид на струя в атмосферата.

Изпълнителя трябва да предвиди и предложи определен набор от симулационни диаграми за инструкторската станция, достатъчно откази (малфункции) и функции за отдалечено управление, позволяващи управление на процесите на развитие на ТА и възможности за операторско въздействие. За онагледяване на процесите в реактора, БОК, херметичната конструкция, помещенията и площадката да се разработят диаграми за инструкторската станция или друго приложение.

Като отделен етап от надграждането на ПМС 1000, да се извърши анализ за наличието на необходимост от актуализация на работната среда RELAP5-HD. Този анализ трябва да представи пълният обхват от промени (включително интерфейсните файлове към работната среда RELAP5-HD) необходими за усъвършенстване на устойчивостта на работната среда RELAP5-HD в целия спектър от аварийни режими, които се използват в рамките на обученията на ПМС.

В зависимост от резултатите от анализа, да се разработят и внедрят необходимите промени в съществуващия модел на ПМС 1000 за проектни аварии.

При необходимост от актуализация на моделите (напр. частична промяна на моделите на системи, които имат директен интерфейс към работната среда RELAP5-HD и/или интерфейсните файлове на работната среда RELAP5-HD) или актуализация на работната среда RELAP5-HD, да се предвидят достатъчно тестове за доказване на нерегресивно поведение и устойчивост на моделирането до достигане границите на симулиране или критериите за превключване към модела на ТА.

Изпълнителят трябва да предвиди необходимата актуализация на софтуера за изграждането на втори канал за комуникация с ЦУА за обезпечаване на наблюдението на процесите в режим тренировка на диаграмите за 5 ЕБ.

#### **2.2.16.2 Изисквания към обхвата на симулация**

Основната част от проекта представлява разработване и интегриране на модул за тежки аварии към останалите модели на симулатора. За тази цел проекта следва да представи подробно стратегията за разработването на този модел.

Най-общо обхвата на симулация следва да съдържа симулиране на следните обекти:

- Реакторна инсталация – основно следва да отчете поведението на ядрения остров, т.е. без турбината и регенеративната система;
- Обемите на херметичната конструкция и на помещенията в РО;
- БОК;
- Площадка на АЕЦ Козлодуй.

В момента основните компоненти на реакторната инсталация (реактор, ГЦТ, ГЦП, КН, ПГ) се симулират от модел разработен на RELAP-HD, който е интегриран в средата на SimExec. Границите на моделиране по II контур са до изхода на ПГ, където се обменят данни с J-Tormeret модел на парните линии. Всички системи, които имат физически връзки с някои от компонентите симулирани с RELAP-HD си обменят данни (входни и изходни променливи) чрез интерфейсни връзки.

По отношение на симулацията на тежки аварии, обемът на симулация с продукта за симулиране на тежки аварии следва да е по-голям, предвид някои ограничения на моделите на системите за проектни аварии (например, симулирането на транспорта на продукти на делене е ограничено до 6 групи, като повечето феномени за отлагане върху структури не се отчитат). В този смисъл, трябва да се направи обосновано предложение по отношение на обема на компонентите, които да се включат в обема на симулация с избрания програмен продукт.

Моделът на реактора трябва да позволява симулация на всички процеси свързани с деградацията на ТОК, като се отчитат всички специфични материали за блок 6 на АЕЦ „Козлодуй“, възможните взаимодействия и критерии за отказ на съответните компоненти. Отказът на корпуса на реактора следва да се реализира не само по температура на топене на материала, а да се отчитат и усилията от теглото на стопилка, собственото тегло и налягането. Моделът на активната зона и/или горивото в БОК трябва да симулира поведението на материалите на активната зона.

Моделът на обема на херметичната конструкция следва да може да симулира всички основни феномени свързани с протичане на тежката авария, които могат да се разделят основно на феномени свързани с предизвикателствата към целостта на херметичната конструкция и феномени свързани с разпространението, трансформацията и отлагането на продукти на делене. Моделът трябва да е общ за РИ и за БОК.

Основните феномени свързани с предизвикателствата към целостта на херметичната конструкция, които следва да се симулират от модела са: феномени с водорода (като рекомбинация и изгаряне) и въглеродния окис, феномени свързани с аблацията на бетона в шахтата на реактора и съседните ѝ помещения, статично повишаване на налягането и други. За целите на отчитане на феномена с изтичане на стопилка под високо налягане и директно нагриване на херметичната конструкция трябва да се разработи модел.

Следва да се отчита работата на пасивните автокаталитични рекомбинатори, спринклерна система (TQ1) и системата за филтърна вентилация (XC), както и всички вентилационни системи (TL01, 02, 03, 04, 05, 22, 42), които обикновено работят само в проектната фаза на аварията.

Разпространението (разстилане и/или преминаване в други помещения в радиално и аксиално направление) на стопилката трябва да се симулира до нейното окончателно застиване.

Моделът на обема на помещенията в РО ще има основна цел да симулира коректната радиационната обстановка в тези помещения. В този смисъл, в случай че се прилага групиране на помещенията за целите на симулацията, последното трябва да бъде обосновано от гледна точка на коректното отразяване на радиационната обстановка. За всяко помещение, което граничи с околната среда трябва да се предвиди обоснована неплътност, чрез която да се симулират изхвърлянията към околната среда.

Моделът на БОК следва да се разработи, така че да се отчетат всички важни феномени свързани с протичане на тежка авария в БОК (окисяване на циркониевите обвивки на ТОЕ с въздух, деградация и отказ на ТОК и на всички конструктивни елементи в БОК, аблация на

бетонните стени и пода на БОК и т.н.). Моделът следва да работи паралелно с този на РИ, като се отчита кумулативния ефект върху херметичната конструкция.

По отношение на конфигурациите следва да бъдат предварително разработени няколко варианта. Като минимум следва да се отчетат следните реалистични комбинации на състоянията на РИ и БОК:

- Работа на РИ на пълна мощност и БОК запълнен с 400 касети ТВСА-12;
- Работа на РИ на ниска мощност (УС00В01 е уплътнен) и БОК запълнен с 400 касети ТВСА-12;
- РИ в ремонтно състояние (УС00В01 е разуплътнен, нивото е до главния разъом и всички касети са в АкЗ) и БОК запълнен с 400 касети ТВСА-12;
- РИ в ремонтно състояние (всички касети са в АкЗ и БМП запълнен до 35,7 м) и БОК запълнен с 400 касети ТВСА-12;
- РИ в ремонтно състояние (УС00В01 без гориво и БМП запълнен до 35,7 м) и БОК запълнен с 563 касети ТВСА-12;
- РИ в ремонтно състояние (УС00В01 без гориво и БМП дрениран) и БОК запълнен с 563 касети ТВСА-12 при ниво в БОК 28,8 м.

Моделът на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ трябва да симулира радиационната обстановка на площадката като се обхваща зоната за превантивни действия. Моделът е необходимо да симулира всички процеси по транспортиране (разпространение) и отлагане на продуктите на делене като се отчитат различни метеорологични данни (например различна роза на ветровете и наличие на дъжд). Моделът следва изчислява замерите в местоположението на стационарните и мобилни станции за измерване на фона. Различните метеорологични данни и разположението на мобилната станция следва да може да се задава чрез функцията „Remote function“. Данните, които трябва да бъдат управляеми като минимум са:

- Температура на въздуха в околната среда;
- Налягане на околната среда;
- Скорост на вятъра;
- Клас на стабилност.

Всички функции от типа “Malfunction” “Remote function”, които са моделирани в момента и имат отношение към модела на РИ, херметичната конструкция, БОК, реакторно отделение и системите, които са в обхвата на симулация, трябва да бъдат симулирани, независимо дали се отнасят до проектната фаза на аварията. Ефектът от активирането на тези функции следва да симулира паралелно в моделите за проектната и надпроектната фази на аварията.

### **2.2.16.3 Изисквания към границите на симулация**

Границите на симулация трябва да бъдат дефинирани по начин, който позволява да се изпълни обема на симулация дефиниран в т. 2.2.16.2. Освен това, граничните точки трябва да бъдат подбрани по начин, който позволява минимални смущения при преноса на данни от модула на тежки аварии към останалите модели на ПМС-1000.

Като минимум в границите на симулиране трябва да влязат следните системи:

- Реакторна инсталация– реактор (УС), ГЦТ (УА), ГЦП (УD), КН (УР), ПГ по първи контур (УВ), включително хидроакумулатори (УТ), барботажен бак (УР) и участъците на УR система, които обединяват реактор, КН и ПГ. Останалите системи могат да се симулират опростено чрез гранични условия;
- ПГ (от страна на втори контур) – ПГ (УВ), включително паропроводи до БЗОК. Предпазните устройства ПК на ПГ и БРУ-А, трябва да са в границите на симулация. Система RL, RY и RA (след БЗОК) могат да се симулират опростено чрез гранични условия;
- Обем на Херметичната конструкция, който включва физическите граници на обема (всички помещения ГА), спринклерна система, пасивната филтърна вентилация, ПАР.

Всички вентилационни системи (TL) могат да се свържат чрез гранични условия, като се използват текущите модели.

- Реакторно отделение – всички помещения, към които е възможно разпространение на продукти на делене, включително вентилационните тръби. Помещенията към които е възможно разпространение на стопилка (след отказ на бетонната плоча на кота 13.20) трябва да се симулират от гледна точка на радиационна обстановка (термохидравличен модел) и от гледна точка на взаимодействието на стопилката и бетона;

- БОК - физическите граници на БОК (всички басейни), включително TG21B05 и TG21B06 (ШПР). Система TG (линия на разхлаждането и преливниците) могат да се свържат чрез гранични условия;

- Площадката на АЕЦ „Козлодуй“ – зона за превантивни мерки. Връзките с помещенията на Реакторно отделение и обема на херметичната конструкция се реализират чрез гранични условия.

Посочените граници представят минималните изисквания с цел удовлетворяване обема симулация.

Таблица 2.2.16.3 – 1 Граници на модула на тежки аварии и интерфейсни системи

Наименование на системата в номенклатурата на симулатора	Системи в номенклатурата на блока, които задължително влизат в модула за тежки аварии	Интерфейсни системи (код в ПМС-1000)
ТН	УС, УВ, УА, УD, УР, УR, УТ	ОР СУЗ (RD) Активна зона (CR) СВРК (HN) Системи за управление и защита на РИ (RP) КИП и А на ЯППИ (RC) CAOЗ (SI) Подпитка и продувка на първи контур (CV) СВО (WD) Радиационен мониторинг, N16 (RM, NI) Хермозона (CH) Главни паропроводи (MS) Питателна вода (FW)
СН (обем на херметичната конструкция)	Помещения ГА	Вентилационни системи на хермозоната (ТН) Реакторна инсталация (ТН) Радиационен мониторинг, (RM) Главни паропроводи (MS) Питателна вода (FW)
СН (БОК и ШПР)	TG21B01÷ TG21B06	Хермозона (CH) Система за охлаждане на БОК (CH)

#### 2.2.16.4 Изисквания към точката за преход към модела на тежки аварии

При достигане на предварително зададените критерии за преход към тежки аварии, изпълнителната част на симулатора, следва да започне да приема сигнали от модела на тежки аварии. Преминаването към модел на тежки аварии трябва да стане плавно и времето за преминаване трябва да се оптимизира, така че да се осигури плавност на превключването. След края на превключването, моделът на тежки аварии трябва да осигурява необходимите сигнали към системите и БЩУ (РЩУ) в обхвата, в който са го осигурявали системите, които са заменени от модела на тежки аварии.

Потребителят трябва да има възможност да включва или изключва използването на модела (модула) за тежки аварии. Например, ако е избрана опция за невключване на модула за тежки аварии, то симулацията би следвало да продължи до достигане на граничните критерии за симулация на проектната авария. В обратният случай, ако тази опция не е избрана, превключването става автоматично при достигане на критерии за превключване.

Критерии за превключване са :

- Температура на изход на касетите по-висока от 650 °С;
- Ниво в реактора по-ниско от нула см. по КНИТУ (30 мин. след сработване и сигнала не се зачиства).

Плавността на преминаване към модула на тежки аварии трябва да се гарантира чрез максимално близки стойности на параметрите, които се изчисляват от RELAP-HD (I контур и ПГ) или Торметет (обем на херметичната конструкция). По време на преходния период стойностите между базовия модел (текущия) и модула на тежки аварии трябва да се сравняват, като самия преход следва да се реализира при понижаване на разликата под определена стойност за основните параметри. След приключване на преходния момент, потребителят трябва да бъде информиран за успешното преминаване към модула на тежки аварии, напр. чрез появяващо се съобщение).

След преминаването, моделите, които са заменени следва да бъдат изключени (спрени), а всички останали модели следва да продължат работата си до приключване на симулацията.

#### 2.2.16.5 Единични и функционални приемателни изпитания на площадката на АЕЦ "Козлодуй"

Осъществяват се по процедура/програма, разработена от Изпълнителя. Резултатите от проведените изпитания се обобщават от Изпълнителя в отчет, който се разглежда на ЕТС на Възложителя. Срок за предоставяне на процедура/програма - 1 месец преди заводски изпитания.

#### 2.2.17 Други проектни части

Няма отношение.

### 2.3. Изисквания към съдържанието на разделите на проекта

За всяка от частите на проекта, регламентирани като необходими, Изпълнителят трябва да представи:

**Обяснителна записка (Описание на проектното решение)** – описват се приетите проектни решения и функции на отделните части от проекта, структура на моделиране, разположение на оборудването, окабеляване, електрозахранване и т.н..

Записките се изготвят в обем не по-малък от определените в Глави от 8 до 17 на НАРЕДБА №4 от 21.05.2001 за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти.

**Взаимовръзки със съществуващия проект** – описват се границите на проектиране. Те

трябва да са ясно определени чрез конкретен списък от елементи, до които се включва проекта.

Работният проект да отрази измененията с подробно текстово описание на интерфейсите със съществуващите системи на ПМС-1000, ел.захранване на оборудването от дистрибуторния център в помещение F, локална мрежа на ПМС-1000, връзка с модела на ПМС-1000 и да не води до промени в съществуващите системи на симулатора.

**Изисквания към работата на оборудването** – описват се изисквания, отнасящи се към работата на системата, техническа характеристика, експлоатационни режими. Описва се редът за включване на системата, ограниченията при работа, контролираните параметри, аварийни режими и действия на персонала за отстраняване на неизправностите.

**Изчислителна записка и пресмятания** – представят се изчисленията, обосноваващи проектните решения по отношение функционалност, сеизмична устойчивост, оразмеряване на конструктивните елементи и др. Трябва да съдържа обосновка на функционалността на проекта при всички експлоатационни режими. Включва описание на извършената проверка (верификация) за установяване на техническото съответствие.

**Чертежи, схеми и графични материали** – да се разработят необходимите графични изображения (чертежи) на приетите проектни решения, по които могат да се изпълняват монтажни работи, технологични планове и схеми. Включват се машинно-конструктивни чертежи за нестандартни и некаталогизирани елементи.

**Спецификации** – проекта да включва спецификация на оборудването и материалите, които ще бъдат доставени по време на неговото изпълнение, както и спецификация на резервни части. Спецификациите да включват всички необходими характеристики на оборудването и материалите, които са приложими към съответните компоненти (технически характеристики, класификация по безопасност, оценка на съответствието, процес или метод на производство, употреба, безопасност, размери, търговско наименование, символи, методи на изпитване, опаковане, маркиране, етикетиране, инструкции за експлоатация и т.н.).

**Техническа спецификация** – да се представи техническа спецификация, в която да е описано основното оборудване, необходимо за доставка. Да се представи техническа спецификация, в която да са описани резервните части, необходими за доставка, които са неразделна част от доставката. Техническите спецификации да се изготвят за всички части на проекта поотделно.

**Количествени сметки** – да се представят количествени сметки, в които да са описани всички монтажни и пусково-наладъчни дейности, необходими за реализация на проекта. Количествените сметки да се изготвят с шифри на единичните видове работи от ТНС /трудова норма в строителството/, УСН /уедрени сметни норми/, ЕТНС /единни трудови норми в строителството/ или ВТНС /ведомствени трудови норми в строителството/, а за работите, необхванати от тях, да се изработят анализи с конкретни количествени разходи за труд, механизация и материали.

Количествените сметки да се изготвят за всички части на проекта поотделно.

**Списък на норми и стандарти** – разработените модели трябва да следват съвременните изисквания, които се прилагат при разработване на модели на тежки аварии. Симулираните процеси трябва максимално да се доближават до реалистичните очаквания за протичането на тежката авария, като се отчитат изискванията за симулация в реално време.

Тъй като няма специфичен документ на МААЕ, в който да са посочени изискванията към симулатори на тежки аварии, то подходът при разработване на модела на тежки аварии трябва да следва изискванията, представени в документите на МААЕ, NRC или аналогични, доколкото това е възможно.

• Severe Accident Management Programmes for Nuclear Power Plants, Safety Guide NS-G-2.15, IAEA, 2009

• Approaches and Tools for Severe Accident Analysis for Nuclear Power Plants, Safety Series Report 56, IAEA, 2008

- Status and Evaluation of Severe Accident Simulation Codes for Water Cooled Reactors, TECDOC – 1872, IAEA, 2019
- Classification, Selection and Use of Nuclear Power Plant Simulators for Education and Training, TECDOC-1887, IAEA, 2019
- Guidelines for upgrade and modernization of nuclear power plant training simulators, TECDOC-1500, IAEA, 2006
- Authorization of nuclear power plant control room personnel: Methods and practices with emphasis on the use of simulators, TECDOC-1502, IAEA, 2006
- Use of control room simulators for training of nuclear power plant personnel, TECDOC-1411, IAEA, 2004
- Nuclear Power Plants Simulators for Use in Operator training and Examination, ANS/ANSI, 2018

### **3. Изисквания към доставката на оборудване и материали**

Основните изисквания към доставката са включени в т. 2 - Изисквания за разработване на проекта. Тук се включени известни и предполагаеми изисквания към характеристиките на оборудването и материалите.

Доставката да бъде изпълнена в обем и с качество, в съответствие с предвиденото в работния проект и техническите спецификации към отделните части.

#### **3.1. Класификация на оборудването**

Няма изисквания към класификацията на оборудването.

#### **3.2. Категория по сеизмоустойчивост**

Няма изисквания за сеизмоустойчивост.

### **3.3. Квалификация на оборудването**

#### **3.3.1 Климатични условия**

Новото оборудване трябва да може да изпълнява функциите си в същите условия на околната среда, както съществуващия симулатор;

Новата система не трябва да изисква преработка на съществуващите системи за поддържане на климата в помещенията;

- Температура

Новото оборудване трябва да бъде способно да работи непрекъснато в интервал +10°C до +35°C температура на околния въздух - нормални експлоатационни предели в съществуващите помещения за оборудването.

Новото оборудване трябва да бъде работоспособно поне 72 часа при температура на околния въздух от 0°C до +10°C и от +35 до +40°C при нарушени експлоатационни предели на климата в помещенията.

Проектът трябва да предвиди необходимата вентилация с цел температурата във вътрешността на шкафове да не нараства с повече от 10°C, спрямо околната температура, вследствие на работата на системата.

- Влажност

Оборудването трябва да остава работоспособно при относителна влажност на въздуха – до 95% при +30°C с неограничена продължителност на въздействието.

### **3.4. Физически и геометрични характеристики**

Новите мрежови устройства, работни станции и монитори да бъдат съобразени с архитектурата на помещението. Разположението им да бъде предварително съгласувано и одобрено от Възложителя.

### **3.5. Характеристики на материалите**

Да не са използвани материали забранени в Европейски съюз и Република България.

### **3.6. Химични, механични, металургични и/или други свойства**

Няма отношение.

### **3.7. Условия при работа в среда с йонизиращи лъчения**

Няма отношение.

### **3.8. Изисквания към срок на годност и жизнен цикъл**

Жизненият цикъл на оборудването, към момента на монтирането му трябва да бъде във фаза при производителя "Търговска наличност" (произвежда се, поддържа се, на пазара са налични всички необходими резервни част и модули).

Проектният живот на оборудването на системата трябва да бъде не по-малко от 10 години. Осигуряването на резервни части за новата система трябва да бъде гарантирано за срок най-малко до фаза на жизнения цикъл "Последно закупуване" за системата като цяло.

### **3.9. Допълнителни характеристики**

Всички нови проектни решения предварително да се съгласуват с Възложителя.

### **3.10. Изисквания към доставката и опаковката**

Всички съставни части на оборудването, включително резервните части, да бъдат доставени в АЕЦ "Козлодуй" ЕАД с опаковка, изключваща повреждането им от атмосферни условия по време на транспорт и при извършване на товаро-разтоварни операции. Опаковката и едрогабаритните детайли да са снабдени с приспособления за захващане при повдигане и преместване.

Ако при извършване на входящия контрол, се установят несъответствия с техническото задание и изискванията на Възложителя, Изпълнителят доставя нова със свои сили и за своя сметка.

Видът на опаковката да е съобразена с условията за транспортиране до мястото за съхранение в складовото стопанство на АЕЦ "Козлодуй" ЕАД.

Доставката да включва специализирани инструменти и устройства за проверка, ремонт, поддръжка и техническо обслужване, с цел нормална експлоатация.

### **3.11. Товаро-разтоварни дейности**

Няма отношение.

### **3.12. Транспортиране**

Няма отношение.



### **3.13. Условия за съхранение**

Няма отношение.

## **4. Изисквания към производството**

### **4.1. Правилници, стандарти, нормативни документи за производство и изпитване**

При производството да бъдат спазени изискванията на нормативните и технологичните документи на производителя за определения вид/ тип оборудване.

### **4.2. Тестване на продуктите и материалите по време на производство**

Няма отношение.

### **4.3. Контрол от страна на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД по време на производството**

4.3.1. Изпълнителят трябва да изготви и поддържа в актуално състояние списък на несъответствията по време на производството и предприетите коригиращи мерки. В случай, че несъответстващ елемент не бъде подменен, а подлежи на ремонт, коригиращото мероприятие трябва да бъде съгласувано с Възложителя.

4.3.2. Да се проведат единични и функционални заводски приемателни изпитания. Изпълнителят представя и съгласува с Възложителя програма и методика за приемателни изпитания съдържаща като минимум:

- Проверка на ел. захранване на системата;
- Проверка на мрежовото оборудване;
- Функционална проверка на проектните решения;
- Верификация и валидация на модела на ТА.

Резултатите от изпитанията се оформят в отчет и се предават на Възложителя.

### **4.4. Мерки за безопасност против замърсяване с радиоактивни вещества и опасни продукти**

Да бъдат спазени изискванията на всички технологични документи на завода производител, осигуряващи безопасност против замърсяване с опасни продукти.

### **4.5. Отговорности по време на пуск**

Няма отношение.

### **4.6. Състояния на повърхностите и полагане на покрития**

Няма отношение.

### **4.7. Условия за безопасност**

В пълен обем да се отчетат изискванията за осигуряване на безопасността, определени в част ПБЗ (по т.2.2.12.) на работния проект и мерките за пожарна безопасност съгласно част “Пожарна безопасност” (по т.2.2.11).

Оборудването и материалите, съдържащи опасни компоненти трябва да бъдат маркирани/етикетирани съгласно нормативната уредба по околна среда.

## **5. Изисквания към строителните дейности**

Стартирането на монтажните работи ще се осъществи след предадена и утвърдена проектна документация.

Дейностите, предмет на техническото задание се извършват в сградата на Управление ПиУТЦ, помещение Б2, попадащ в Зона с контролиран достъп – зона около площадката на АЕЦ “Козлодуй” с контролиран достъп на КПП Запад, КПП Обзорно място, КПП Валя, Административни сгради, при стриктно спазване на технологичните изисквания, разходни норми и технически характеристики на материалите.

### **5.1. Контрол на строително-монтажните работи**

5.1.1 Инвеститорски функции по отношение на изпълнение, приемане, контрол, координация и отчет на работата ще се изпълняват от управление „Инвестиции”, отдел ИК.

5.1.2 Технически контрол по отношение на приемане и контрол на работата се изпълнява от определени за тази цел лица от сектор ИО, управление УТЦ.

### **5.2. План за изпълнение на строителните работи**

5.2.1 Да бъде изготвен график за изпълнение на дейностите, който да включва отделните етапи, дейности, сроковете за изпълнението и необходимите ресурси. Графикът се изготвя от Изпълнителя след подписване на договор. Графикът задължително се съгласува с “АЕЦ Козлодуй” ЕАД. При необходимост графикът се актуализира по време на изпълнение на монтажните дейности.

5.2.2 Началната дата на започване изпълнението на монтажните дейности е съгласно Протокол за даване фронт за работа, след приемане на работния проект без забележки и доставено и прието на входящ контрол оборудване.

5.2.3 Дейностите, изискващи неготовност на ПМС-1000 за обучение да се осъществят между периодите на обучение на оперативния персонал и да не надвишават 2 последователни месеца.

### **5.3. Условия и дейности, които трябва да се изпълнят от „АЕЦ Козлодуй” ЕАД**

5.3.1 Възложителят осигурява достъп и работа на персонала на Изпълнителя, съгласно "Инструкция за пропускателен режим в "АЕЦ Козлодуй" ЕАД" УС.ФЗ.ИН.015 и "Инструкция по качество. Работа на външни организации при сключен договор" ДБК.КД.ИН.028.

5.3.2 Предоставянето, при необходимост, на помещения и съоръжения, собственост на “АЕЦ Козлодуй” ЕАД за използване от Изпълнителя се извършва чрез съставяне на съответния приемо-предавателен протокол.

### **5.4. Условия и дейности, които трябва да се изпълнят от Изпълнителя**

5.4.1 Изпълнителят да изпълни одобрения работен проект.

5.4.2 Съставя и съгласува с Възложителя необходимите протоколи, актове и други документи, свързани с изпълнение на дейностите.

5.4.3 Носи отговорност за квалификацията на своите специалисти и присвоената им квалификационна група по безопасност на труда и предоставя утвърден списък на квалифицирания персонал за извършване на дейностите.

5.4.4 Да носи отговорност за безопасността на персонала при изпълнение на дейностите по договора.

5.4.5 Да използва средства за измерване, които са преминали проверка и/ или

калибриране.

5.4.6 Да представи декларации или сертификати за съответствие и произход (декларации за експлоатационни показатели) на вложените изделия, материали и консумативи. Доставяните за влагане при изпълнение на строежа материали, изделия и консумативи да бъдат придружени с изискващата се документация от Наредба № РД-02-20-1 от 05.02.2015 т. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите в Р.България.

5.4.7 Да положи или възстанови маркировката на оборудването след приключване на дейностите по СМР.

## **5.5. Монтаж и въвеждане в експлоатация**

5.5.1 Възстановяването на нанесени щети от Изпълнителя е за негова сметка. Изпълнителят да осигурява ежедневно почистване на работното място.

5.5.2 Изпълнителят е длъжен да използва "Заповедна книга на строежа" при извършване на инвестиционните дейности, съгласно чл.7, ал.3, т.4 от Наредба №3 от 31.07.2003г. за съставяне на актове и протоколи по време на строителството, в която да въвежда измененията по време на монтажни работи. В случай на несъществено изменение в работния проект се издава заповед, която се записва в Заповедната книга. След приключване на работата заповедната книга се предава за архивиране заедно с останалите отчетни документи.

5.5.3 След монтиране на оборудването и инсталирането на софтуера, да се извършат приемателни изпитания.

## **6. Изисквания към други дейности, необходими за изпълнение на поръчката**

Няма допълнителни изисквания.

## **7. Нормативно-технически документи, приложими към строително-монтажните работи и въвеждане в експлоатация**

За оборудване в експлоатация трябва да се спазват следните нормативно-технически документи:

- Правилник за безопасност и здраве при работа в електрическите уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи (Загл. Изм.- ДВ, бр.19 от 2005г);

- Правилник за безопасност при работа в неелектрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по топлопреносни мрежи и хидротехнически съоръжения- 2004г.;

- Наредба №2 от 22.03.2004г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни работи;

- Наредба №9 от 09.06.2004г. за техническата експлоатация на електрически централи и мрежи;

- Закон за здравословни и безопасни условия на труд;

- Наредба № 3 от 31.07.2003 г. за съставяне на актове и протоколи по време на строителството;

- Наредба № Из – 1971/2009 г. за строително техническите правилата и нормите за осигуряване на безопасност при пожар;

- Наредба № РД-02-20-1/12.06.2018 г. за техническите правила и нормативи за контрол и приемане на електромонтажни работи;

- Наредба № 8121з-647 от 01.10.2014 г. за правилата и нормите за пожарна безопасност при експлоатация на обектите;

- Процедура за функционални изпитания на симулатори 70.ПМС.00.ПФИ.003;

- Други приложими, действащи в Република България нормативни документи.

## **8 . Документи, които се изискват при доставка, монтаж и въвеждане в експлоатация**

8.1 Доставка на оборудването да е придружена със следната документация на български език;

- Паспорти;
- Техническа документация на оборудването;
- Декларация за съответствие от производителя;
- Декларация/Сертификат за произход;
- Експлоатационна документация;
- Гаранционна карта.

Документите, придружаващи доставката, да се представят на хартиен носител в 1 екземпляр на оригиналния език, 1 екземпляр на български език и на CD, съдържащо: файлове в оригиналния формат на изготвяне на документите и pdf файлове, създадени чрез използване на сканираща техника – 1 екземпляр. Сертификатите, протоколите и декларациите се представят на оригиналния език, придружени с превод на български език.

8.2 Доставяните за влагане при изпълнение на строежа материали, изделия и консумативи да бъдат придружени с изискващата се документация от Наредба № РД-02-20-1 от 05.02.2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите в Р.България.

8.3 Документи, изисквани на етап монтаж и въвеждане в експлоатация

- Протокол и отчет с резултатите от единични и функционални заводски приемателни изпитания;

- Акт за завършен демонтаж след завършване на демонтажните работи;
- Приемо-предавателни протоколи за демонтираната апаратура;
- Акт за завършен монтаж след завършване на монтажните работи;
- Протоколи за проведени ПНР;
- Процедура за приемателни изпитания.

8.4 Други документи (при необходимост), в зависимост от изпълнените монтажни дейности.

## **9. Входни данни**

9.1 Изпълнителят да подготви и предостави списък на необходимите му входни данни за изпълнение на дейностите по настоящето техническо задание.

9.2 Възложителят, след проверка и оценка на списъка, ще предостави исканите входни данни на Изпълнителя.

9.3 Входните данни, необходими за изпълнение на дейностите по настоящето техническо задание, се предават на Изпълнителя във вида и формата, в която са налични в АЕЦ "Козлодуй", след сключване на договора.

9.4 Входните данни се предават на Изпълнителя след сключване на договора във вида и формата, в която са налични в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД, по реда на „Инструкция по качество. Предаване на входни данни на външни организации”, ДОД.ОК.ИК.1194.

9.5 При липса на необходимите входни данни, Изпълнителят ги разработва за своя сметка, със съдействието на Възложителя.

9.6 Необходимите входни данни, които документално не са налични да се снемат от Изпълнителя чрез обходи и заснемане на съществуващото положение по място, при спазване на изискванията за осигуряване на достъп и работа на площадката на АЕЦ “Козлодуй”, съгласно “Инструкция по качество. Работа на външни организации при сключен договор”, ДБК.КД.ИН.028.

## **10. Входящ контрол**

10.1 На площадката на АЕЦ "Козлодуй" ще се извърши общ входящ контрол, съгласно "Инструкция по качеството за провеждане на входящ контрол на доставените суровини, материали и комплектуващи изделия в „АЕЦ Козлодуй ЕАД“, 10.УД.00.ИК.112.

10.2 При наличие на забележки от входящия контрол, те се отстраняват за сметка на Изпълнителя.

## **11. Изходни документи, резултат от договора**

11.1 На етап проектиране се изисква от Изпълнителя да представи:

- Работен проект в обем съгласно т.2 на ТЗ.

11.2 На етап доставка се изисква от Изпълнителя да представи:

- Съпроводителната документация към доставката, съгласно изискванията на т.8.1.

11.3 На етап монтаж и въвеждане в експлоатация се изисква от Изпълнителя да представи:

- Отчетни документи за извършените монтажни дейности и ПНР, съгласно т.8.2.

11.4 Актуализирани проектни схеми

## **12. Критерии за приемане на работата**

12.1 Дейностите по проектиране се считат за приключени след преглед и приемане от страна на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД на работния проект и утвърждаване на Протокол от Експертен технически съвет на Възложителя (ЕТС).

12.2 Дейностите по доставка се считат за приключени след успешно проведен общ входящ контрол, по установения ред в "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, съгласно Инструкция по качеството за провеждане на входящ контрол на доставените суровини, материали и комплектуващи изделия в "АЕЦ Козлодуй" ЕАД", 10.УД.00.ИК.112 и подписан протокол за входящ контрол без забележки.

12.3 Изпълнение в пълен обем и съответното качество на предвидените дейности в различните части на проекта. Приемането и изпълнението на монтажа става съгласно Правилник за изпълнение и приемане на строително-монтажните работи /ПНПСМР/, Наредба № РД-02-20-1 от 12.06.2018 г. за технически правила и нормативи за контрол и приемане на електромонтажни работи и Плана за контрол на качеството.

12.4 Предадена отчетна документация.

12.5 Приет на ЕТС отчет от приемателни изпитания на Възложителя .

12.6 Предадена екзекутивна документация.

## **13. Изисквания за осигуряване на качеството**

### **13.1. Система за управление (СУ) на Изпълнителя**

13.1.1 Изпълнителят трябва да прилага сертифицирана система за управление в съответствие с БДС EN ISO 9001:2015с обхват, покриващ предмета на техническото задание, за което да представи копие на валиден сертификат.

13.1.2 Изпълнителят уведомява „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД за настъпили структурни промени или промени в документацията на СУ на Изпълнителя, свързани с изпълняваните дейности по договора.

### **13.2. Програма за осигуряване на качеството (ПОК)**

13.2.1 Изпълнителят изготвя Програма за осигуряване на качеството (ПОК) за изпълнение на дейностите в обхвата на ТЗ.

13.2.2 ПОК описва прилаганата система за управление при изпълнение на дейностите. Програмата съдържа: подробен график, отговорностите по всяка от задачите по договора и ред за изпълнението им. В ПОК могат да се правят препратки към вътрешни документи на Изпълнителя, копия от които се представят на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД при поискване.

13.2.3 ПОК се представя от Изпълнителя в дирекция БИК до 20 календарни дни след подписване на договора. Програмата е предпоставка за стартиране на дейностите по договора, подлежи на преглед и съгласуване от страна на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД и трябва да е изготвена на основание на:

- техническото задание и договора;
- системата за управление на Изпълнителя;
- примерно съдържание, предоставено от Възложителя;
- други стандарти и нормативни документи, имащи отношение към осигуряване на качеството в зависимост от вида на работата.

### **13.3. План за контрол на качеството (ПКК)/ План за контрол и изпитване (ПКИ)**

13.3.1 ПКК се представя в срок до 20 календарни дни преди започване на съответния етап от договора.

13.3.2 ПКК определя реда за изпълнение и точките за контрол. ПКК подлежи на съгласуване с Възложителя.

13.3.3 ПКК се изготвя по образец, предоставен от "АЕЦ Козлодуй" ЕАД.

13.3.4 При достигане на точка за контрол, Изпълнителя задържа изпълнението на дейностите до извършване и документирание на планирания контрол от страна на Изпълнителя и на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД. Работата по договора продължава след положителен резултат от контрола.

### **13.4. Одит от страна на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД (одит от втора страна)**

13.4.1 АЕЦ Козлодуй” ЕАД има право да извършва одит на Изпълнител преди започване на работата по сключен договор и по време на изпълнение на дейностите по договора.

13.4.2 „АЕЦ Козлодуй” ЕАД извършва одити по ред установен с Инструкция по качество. Организация и провеждане на одит на външни организации /одит от втора страна/, 10.ОиП.00.ИК.049.

### **13.5. Управление на несъответствията**

Изпълнителят докладва на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД за:

- Несъответствията, открити в хода на изпълнение на дейностите по договора;
- Взетите решения за разпореждане с несъответващия продукт/услуга;

### **13.6. Професионална компетентност (квалификация) на персонала на Изпълнителя**

13.6.1 Изпълнителят да разполага с проектантски (минимум 1) с пълна проектантска правоспособност за съответните части на проекта, като Проектантът по част Пожарна безопасност да притежава удостоверение за пълна проектантска правоспособност по интердисциплинарна част Пожарна безопасност с маркиран раздел „Пожарна безопасност –

техническа записка и графични материали”. Допустимо е един проектант да изпълни повече от една част от проекта.

13.6.2 Изпълнителят трябва да има 3 или повече експерта, които са с доказан опит в областта на тежките аварии, опит в областта на термохидравлични модели за пълномащабни симулатори, опит с RELAP-HD.

13.6.3 Изпълнителят да разполага с кадрови ресурси - минимум с 1 (един) специалист притежаващ 4(5) квалификационна група, двама с 3 (трета) квалификационна група, съгласно “Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи” (ПБЗР-ЕУ) и минимум с 1 (един) специалист притежаващ 4(5) квалификационна група, двама с 3 (трета) квалификационна група, съгласно „Правилник за безопасност при работа в неелектрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по топлопреносни мрежи и хидротехнически съоръжения“( ПБР-НУ).

13.6.4 Изпълнителят да представи списък на персонала, който ще изпълнява дейностите с информация за притежавано образование, заемана длъжност и квалификационна група по ПБЗР-ЕУ и ПБР-НУ.

13.6.5 Персоналът на Изпълнителя, който ще извършва дейности на площадката на АЕЦ "Козлодуй", трябва да познава и прилага изискванията за култура на безопасност и да премине инструктаж относно последствията от неговите действия върху безопасността.

### **13.7. Специфични изисквания по осигуряване на качеството**

13.7.1 Използваните програмни продукти и модели за пресмятания или анализи трябва да бъдат верифицирани и валидирани и това да бъде доказано с документи. В проекта трябва да бъде описана приложимостта на тези програмни продукти и модели, ограниченията при използването им и доказана приложимостта им за изпълнение на конкретната задача. Изпълнителят трябва да представи документация, доказваща притежаване на права за използваните програмни продукти.

13.7.2 Моделите за тежки аварии трябва да бъдат валидирани и верифицирани спрямо аналогични модели използвани за анализи на безопасност за блокове 5 и 6 на АЕЦ Козлодуй (за целите на ВАБ или ОАБ). Резултатите от проведените валидационни пресмятания следва да се документират и отчетат като част от програмата за автономни/приемателни изпитания.

13.7.3 Обозначаването на оборудването в проекта трябва да се извършва по правилата за присвояване на технологични обозначения.

13.7.4 Обозначаването на документите, изготвени от Изпълнителя в изпълнение на ТЗ, трябва да съдържат индекса на ТЗ или номера на договора. Всеки отделен документ трябва да има един уникален индекс, поставен от разработчика/проектанта и номер на редакция.

13.7.5 Корекции в проектната документация се въвеждат по решение на ЕТС чрез издаване на нова редакция или внасяне на изменения (забележки от писмените становища) със запазване на действащата редакция. Контрол по внасяне на измененията се извършва от членовете на ЕТС, определени в заповедта. Контролът по внасяне на измененията се документира.

13.7.6 Проектът се предава в седем екземпляра на български език и един екземпляр на оригиналния език, при условие, че е различен от български. Проектната разработка да бъде заверена с печат и подпис за пълна проектантска правоспособност за съответната част.

13.7.7 Проектът се предава и на електронен носител (CD, съдържащо: файлове в оригиналния формат на изготвяне на документите и pdf файлове с подписи и печати на проектантите, създадени чрез използване на сканираща техника.)

13.7.8 Проектът да съдържа списък на всички използвани от проектанта проектни основи, ясно обозначени с наименование на документа, точката от документа, която поставя

конкретните изисквания и изискванията, поставени в ТЗ. Данните от предоставените от "АЕЦ Козлодуй" ЕАД документи, съдържащи входни данни също се включват в този списък.

13.7.9 Изготвеният проект се приема от страна на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД на специализиран експертно-технически съвет (ЕТС). Приемането на проекта на ЕТС не освобождава проектанта от отговорност, а служи само за определяне на целесъобразност и приемливост на представените проектни решения.

13.7.10 Когато по време на изпълнение на СМР възникват несъществени изменения от одобрения проект, тези изменения се документират съгласно чл.8, ал 2 от Наредба 3 от 31.07.2013 г. за съставяне на актове и протоколи по време на строителство. Чертежите се наричат „екзекутив“, маркират се с червено мастило на местата, претърпели изменение и след приключване на работа са предават на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД.

13.7.11 Екзекутив (работен екзекутив) се изготвя от Изпълнителя и се предава със строителните книжа на Възложителя в 2 екземпляра на хартиен носител, с подписи на участниците в инсталационния и монтажния процес - до 30 календарни дни от въвеждане на системата в експлоатация.

13.7.12 Изпълнителят предава актуализиран работен проект (чист екзекутив) в 3 екземпляра на хартиен носител и на 1 оптичен носител, в оригиналния формат на изготвяне в срок до 45 от одобряване на работния екзекутив.

13.7.13 Изпълнителят да осигури авторски надзор и техническа помощ за негова сметка.

13.7.14 Изготвеният проект трябва да премине независима проверка (верификация) от персонал на проектанта, не участвал в изготвянето му.

Изпълнителят е длъжен да спазва националното законодателство.

### **13.8. Обучение на персонал на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД.**

Изпълнителят трябва да проведе практическо обучение на до 4 души от персонала на АЕЦ „Козлодуй“, който ще поддържа или използва модела на ТА за своя сметка. Програмата за обучение следва да включва всички под модели, които са част от модула за тежки аварии, начина на интеграция и взаимодействие с останалите модели на ПМС. Изпълнителят трябва да разработи и предостави необходимите материали за обучение на Възложителя.

Обучението да се проведе на територията на УТЦ на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД при въвеждане в експлоатация.

Обучението се организира и провежда по установения ред в “АЕЦ Козлодуй” ЕАД.

Обучението приключва с протокол за завършено обучение.

### **13.9. Необходими лицензии, разрешения, удостоверения, сертификати и др. на Изпълнителя.**

Изпълнителят осигурява модела в интегрираната среда на SimExes, като всички лицензии за придобиване на софтуера за модула на тежки аварии и разпространението и отлагането в околната среда на продуктите на делене, се предоставят на Възложителя, освен придобитите директно.

Изпълнителят следва да е разработвал модели за тежки аварии за блокове с реактор ВВЕР или PWR.

Изпълнителят трябва да притежава опит в областта на термохидравлични модели за пълномащабни симулатори, както и опит с програмният продукт RELAP-HD (използван за моделирането на РИ в ПМС-1000).

Изпълнителят на пуско наладъчните работи (ПНР) да притежава сертификат за акредитация за орган за контрол от вида С (А), съгласно БДС EN ISO/IEC 17020 или еквивалентен за дейности покриващи предмета на ТЗ, по част Електрическа и КИПиА/СКУ.



## **14. Гаранционни условия**

14.1 За изделията, предмет на доставката, да се установи гаранционен срок, не по-малък от 24 месеца от пускането в експлоатация.

14.2 Всички разходи за отстраняването на откритите фабрични несъответствия по време на монтажа и изпитанията в рамките на гаранционния срок, са за сметка на Изпълнителя.

14.3 Срок за гаранционно обслужване – 2 години от датата на въвеждане в експлоатация.

14.4 Срок за реакция при получени дефекти в гаранционен срок – 48 часа от получено уведомление от Възложителя, по всякакви средства за комуникация.

14.5 При изпълнение на монтажните работи минималните гаранционни срокове за изпълнение да не са по-малки от изискванията на Наредба № 2 от 31.07.2003г. за въвеждане в експлоатация на строежите в Република България и минимални гаранционни срокове за изпълнени строителни и монтажни работи, съоръжения и строителни обекти, съгласно член 20, ал.4, както следва:

- за завършен монтаж на машини, съоръжения, инсталации на промишлени обекти, контролно- измервателни системи и автоматика - 5 години;

14.6 Гаранционният срок на доставените резервни части да е минимум 24 месеца считано от датата на оформяне на протокол за проведен входящ контрол, без забележки.

## **15. Контрол от страна на „АЕЦ Козлодуй” ЕАД**

„АЕЦ Козлодуй” ЕАД има право да извършва инспекции и проверки на възложените за изпълнение от ВО дейности. Изпълнителят осигурява достъп до персонал, помещения, съоръжения, инструменти и документи, използвани от външните организации и техни подизпълнители.

## **16. Организационни изисквания**

Изпълнителят е длъжен да осигури за своя сметка присъствие на свой компетентен персонал на работните срещи и технически съвети, провеждани на площадката на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД.

Достъпът на персонала на Изпълнителя се осигурява в съответствие с изискванията на Инструкция за пропускателен режим в „АЕЦ Козлодуй” 10.Ф3.00.ИН.015.

## **17. Допълнителни изисквания**

Изпълнителят трябва да притежава опит в проектиране и внедряване на изменения в симулатори за атомни или конвенционални топло-електрически централи, моделиране на процеси и системи в атомни електроцентрали за вграждане в пълномащабни симулатори, използване на работната и развойна среда SimExec, RELAP HD, JTopmeret на фирмата GSE Systems, използване на програмни продукти Fortran и C/C++.

Изпълнителят трябва да притежава опит в моделирането на ТА в атомни централи с предложения от него продукт за инженерни анализи.

Изпълнителят да представи референции за участие в подобни проекти.

## **18. Изисквания към Изпълнителя при използване на подизпълнители/трети лица**

При използване на подизпълнители/трети лица, основният Изпълнител по договора:

- носи отговорност за изпълнението на изискванията на ТЗ от подизпълнители/трети лица за изпълняваните от тях дейности, както и за качеството на тяхната работа;

- определя линиите за комуникация и взаимодействие с неговите подизпълнители/трети лица и начините на контрол върху дейностите, които са им възложени и отговорните лица за

изпълнение на този контрол;

определя по подходящ начин и в необходимата степен приложимите изисквания на ТЗ за подизпълнители/трети лица по договора, в зависимост от дейностите, които изпълняват; определя като минимум изискванията си за СУ на подизпълнители/трети лица: необходимост от ПОК, приложими норми и стандарти, ред за управление на несъответствията, обем на документацията, изпитания и проверки и др.;

- съгласува ПОК на подизпълнителите/трети лица и представя съгласуваната ПОК за информация на "АЕЦ Козлодуй" ЕАД;

включва в документацията на договора с подизпълнители/трети лица всички, определени по-горе изисквания.

#### **ПРИЛОЖЕНИЯ:**

Приложение 1 - Характеристики на симулационните компютри

Приложение 2 - Характеристики на инструкторската станция

Приложение 3 - СХЕМА НА МРЕЖОВИТЕ ВРЪЗКИ В ПМС-1000

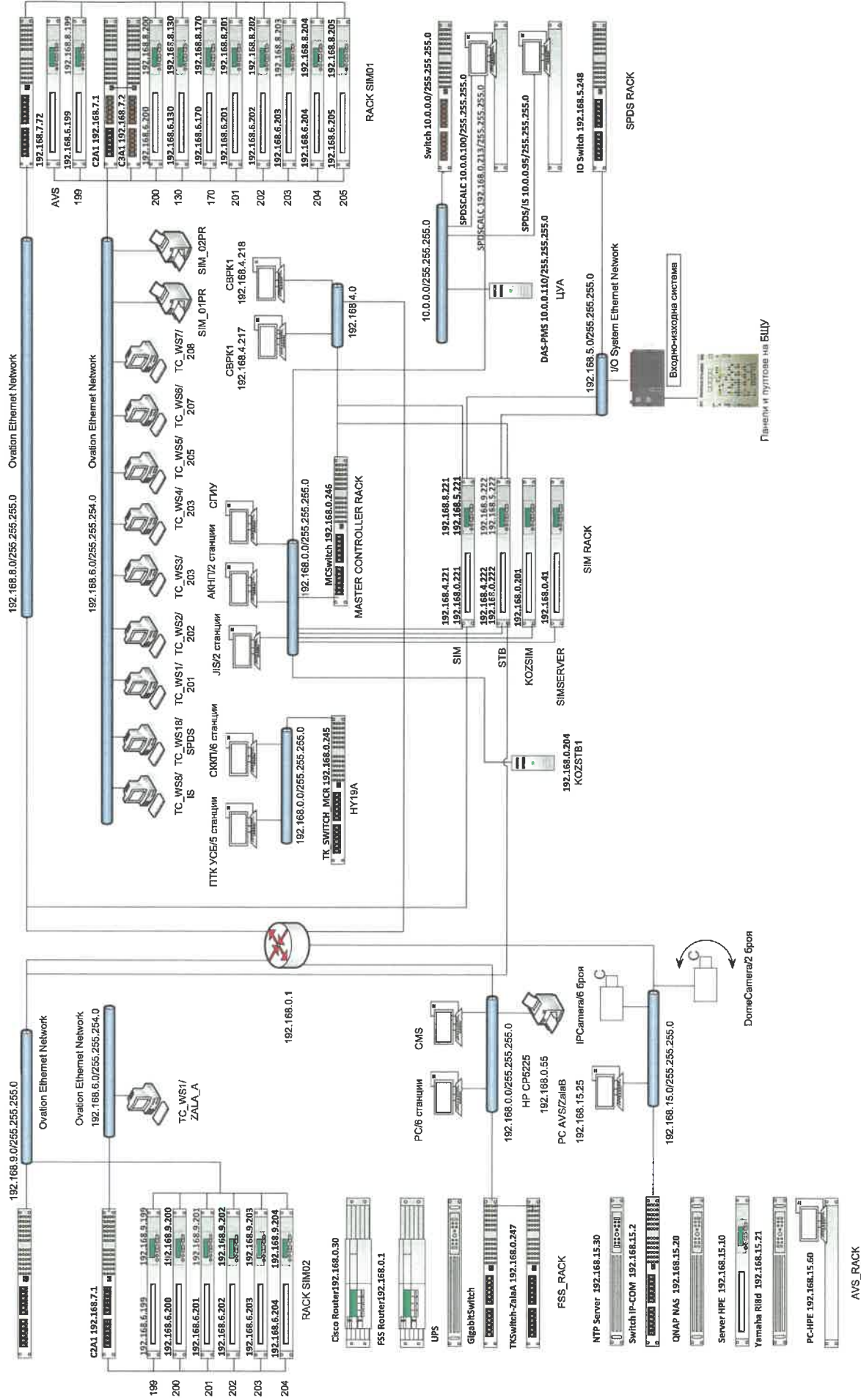
**Заличено съгласно ЗЗЛД**

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 - Характеристики на симулационните компютри

<b>Основен и резервен симулационен компютър HPE ProLiant™ ML350 G10</b>	
<b>Позиция</b>	<b>Описание</b>
<b>Процесор</b>	<i>HPE ML350 Gen10 Intel Xeon-Gold 6146 (xxxGHz/12-core/165W)</i>
<b>Операционна система</b>	<i>Red Hat Enterprise Linux Server, Standard</i>
<b>Памет</b>	<i>HPE 2x16GB Single Rank x4 DDR4-2666 CAS-19-19-19 Registered Smart Memory Kit</i>
<b>Дисплей</b>	<i>AOC 18.5"LED 1366x768 16:9 200cd 20M:1 5ms VGA, Black, 3 years</i>
<b>Диск контролер</b>	<i>HPE Smart Array P408i-a SR Gen10 (8 Internal Lanes/2GB Cache) 12G SAS Modular Controller+HPE Smart Array E208i-p SR Gen10 (8 Internal Lanes/No Cache) 12G SAS PCIe Plug-in Controller</i>
<b>Твърд Диск</b>	<i>HPE 3x600GB SAS 12G Enterprise 10K SFF (2.5in) SC 3yr Wty Digitally Signed Firmware HDD</i>
<b>Архивиращ контролер</b>	<i>HP P212/ZM Smart Array Controller</i>
<b>Мрежови адаптери</b>	<i>HPE Ethernet 1Gb 4-port 369i Adapter+HPE Ethernet 1Gb 2-port 332T Adapter</i>
<b>Архивиращо устройство</b>	<i>HPE StoreEver LTO-5 Ultrium 3000 SAS Internal Tape Drive</i>
<b>Оптично устройство</b>	<i>HPE 9.5mm SATA DVD-ROM Optical Drive</i>
<b>Електрическо захранване</b>	<i>HPE 2x800W Flex Slot Platinum Hot Plug Low Halogen Power Supply Kit</i>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 - Характеристики на инструкторската станция

<b>Инструкторска станция HP Z240 Tower Workstation</b>	
<b>Позиция</b>	<b>Описание</b>
<b>Процесор</b>	<i>Intel Core i7-6700 3.4GHz (up to 4.0GHz) 8M 4C TWR CPU</i>
<b>RAM памет</b>	<i>8GB DDR4-2400 nECC (1x8GB) Unbuffered RAM</i>
<b>Видео карта</b>	<i>NVIDIA Quadro P1000 4GB 4XmDP 1st w/2 mDP-DP cables Graphics</i>
<b>Твърд диск</b>	<i>1TB 7200 RPM SATA 1st Hard Drive</i>
<b>Клавиатура</b>	<i>HP USB Business Slim Keyboard EURO</i>
	<i>Included Mouse</i>
<b>Оптично у-во</b>	<i>9.5mm Slim DVD-Writer 1st ODD</i>
<b>Монитори</b>	<i>HP EliteDisplay E243i – 2 бр.</i>
<b>Операционна с-ма</b>	<i>Win 10 Pro 64 EUROA4</i>



Панели и пултове на БЩУ

СХЕМА НА МРЕЖОВИТЕ ВРЪЗКИ В ПМС-1000

ПРИЛОЖЕНИЕ 3