

Блок: **Информационни технологии**

Система:

Подразделение: **П**

УТВЪРЖДАВАМ,

ЗАМЕСТНИК-ИЗПЪЛНИТЕЛЕН ДИРЕКТОР,

АНДРЕЙ КРАСНОЧАРОВ .....

\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_г.

СЪГЛАСУВАЛИ:

ДИРЕКТОР "БЕЗОПАСНОСТ И КАЧЕСТВО" : .....

\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_г. /ДАРИУШ НОВАК/

ДИРЕКТОР "ПРОИЗВОДСТВО" : .....

\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_г. /АТАНАС АТАНАСОВ/

## ТЕХНИЧЕСКО ЗАДАНИЕ

№ 24.П.ТЗ.381

За разработване и въвеждане в експлоатация на софтуер

**ТЕМА: Доставка и въвеждане в експлоатация на софтуерен пакет, предназначен за автоматизиране на работата с комплекса неутронно-физични програми АРА-Н.**

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

### 1. Въведение

Процесът по диверсификация, лицензирането и въвеждането в експлоатация на ядрено гориво производство на Westinghouse наложиха необходимостта от внедряване на нов софтуер за пресмятане на неутронно-физичните характеристики на активната зона на блок 5. Използваният до момента програмен комплекс КАСКАД на блок 5 не разполага с библиотеки за новите типове гориво на Westinghouse и предстои внедряването на комплекса програми АРА-Н, разработен и предоставен от Westinghouse.

Използването на комплекса АРА-Н обикновено включва две отделни стъпки:

- създаване на основни модели;
- определяне на неутронно-физичните характеристики на активната зона.

Основните неудобства при работа директно с програмния комплекс АРА-Н и PHIRE са:

- необходимостта от ръчно редактиране на голям обем от входни и изходни файлове;
- липсата на модул за избор и оптимизиране на схема на зареждане на активната зона на реактори ВВЕР-1000.

Тези обстоятелства налагат необходимостта от използване на допълнителен софтуер с цел:

- избор и оптимизиране на схема на зареждане;

- обработка на входни и изходни файлове;
- значително съкращаване на необходимото време за пресмятане и обработка на огромно количество информация;
- значително намаляване на вероятността за човешка грешка при сложното изработване на началните модели.

Помощният софтуер трябва да разполага с модул за избор и оптимизация на схема за зареждане на активната зона, тази функционалност липсва в комплекса АРА-Н.

Софтуерът трябва да автоматизира обработката на голям обем текстови входни файлове и да улеснява обработката на резултатите и оформянето им в различни документи:

- разработване на варианти на схеми за зареждане;
- изготвяне на справка с неутронно-физичните характеристики на вариантите на зареждане на новата активна зона на реактора на пети блок за предстояща горивна кампания и представянето и на Съвет по безопасност;
- предаване на отдел РФТ на данни за утвърдената схема за зареждане на горивото;
- отчети НФХ, обосноваващи безопасността на предстоящата кампания, включително пред АЯР (лицензионно условие);
- Албум НФХ, предназначен за операторите на БЩУ и контролиращите физици;
- пресмятане на НФХ, необходими за пусковете физични експерименти преди началото всяка кампания;
- изработване, преди началото на всяка горивна кампания, на разчетен модел за въвеждане в Веасон, необходим за функционирането на системата за вътрешно-реакторен контрол.

Помощният софтуер трябва да използва кодовете разработени от Westinghouse ALPHA-N, PHOENIX-N, ANC-N (ARA-N) и PHIRE. По своите функции използването на софтуер за автоматизация на работата с комплекса АРА-Н следва да осигурява възможности и начин на работа близки до програмния комплекс КАСКАД.

Всичко това би могло да бъде ключово за навременното пускане на блок 5 след ППР.

Следва да се подчертае, че помощният софтуер не е разчетна програма и не изчислява директно неутронно-физичните характеристики на дадена кампания.

Поради спомагателния си характер, софтуерът следва да се класифицира като Категория С – софтуер осигуряващ функции на системи и оборудване, които имат спомагателна или не директна роля в постигането или поддържането на безопасността на ядрената електроцентрала и в осигуряването на функциите на електропроизводството.

Софтуерът би могъл да се класифицира допълнително като софтуер, предназначен за прогнозиране, симулация, инженеринг и анализ, който не работи в реално време (съгласно “Правила по качество. Заявяване, разработване и въвеждане в експлоатация на софтуер“, 10.ИТ.00.ПВЛ.218.). За посочения софтуер е необходимо да се използва външен изпълнител, поради невъзможност да се реализира със собствени сили от звено на АЕЦ, както и необходимостта да бъде получен и въведен във възможно най-кратък срок. Помощният софтуер следва да е съществуващ и да се използва успешно в АЕЦ с ВВЕР-1000, които използват същите версии на АРА-Н и PHIRE като тези, които се използват в АЕЦ "Козлодуй", изброени в т. 4.6.

## 2. Предназначение

Въпреки стандартния характер на изчислителната номенклатура, извършването на значителен обем изчисления изисква значително време поради необходимостта от промени „на ръка“ във входните файлове, което се определя от характеристиките на конкретната горивна кампания. Поради липсата на автоматизиране на обработката на изходните файлове, получени с помощта на комплекса АРА-Н, се изразходва много време за обработка на резултатите, проверката им и представянето им в стандартна форма за отчети НФХ (таблицы, графики), определени по

нормативни изисквания.

Поради ограниченото време за работа по време на ПГР, особено при непредвидена промяна на схемата за презареждане, възниква необходимостта от автоматизиране на стандартните неутронни изчисления с помощта на допълнителен софтуерен пакет. Софтуерът трябва да извършва оперативни неутронно-физични изчисления на активната зона на реактори ВВЕР-1000 за дадена горивна кампания, чрез стартиране комплекса АРА-Н и генериране на съответния набор от изходна информация в автоматичен режим.

Помощният софтуер, като система за управление на файлове за АРА-Н и RHIRE, трябва да автоматизира извършването на изчисления в съответствие със стандартната практика. Софтуерът трябва да дава на потребителя следните възможности:

- автоматизирано да генерира входни файлове;
- да стартира пресмятания на АРА-Н и RHIRE от графичен интерфейс;
- да извлича резултатите в подходящ вид;
- да оптимизира процеса по изчисляване и обработка на НФХ на активната зона, като редуцира значително времето за изпълнение и намалява вероятността от човешка грешка.

Всичко това би могло да бъде ключово за навременното пускане на блок 5 след ПГР.

По време на планов ремонт, ако се наложи смяна на схемата на зареждане, например заради наличие на нехерметична касета, спешно трябва да се изготви нова схема на зареждане. Комплексът АРА-Н (версията на АРА с хексагонална геометрия за ВВЕР) не притежава модул за избор и оптимизиране на схемата за зареждане на горивото, като трябва да я получи готова от друга програма. Този проблем в другите АЕЦ с ВВЕР-1000 е решен с приложение подобно на наличното в КАСКАД. Използването на АРА-Н без допълнителна автоматизация вероятно е приемливо за научни и изследователски институти, но не и за атомни централи. В АЕЦ е необходимо в оперативен порядък да се извършат значително количество нормативно зададени изчисления, които заедно с обработката отнемат седмици, дори когато се използва комплекса КАСКАД, с който персоналят на сектор РФР има дългогодишен опит.

При откриване на нехерметично гориво по време на ПГР е критично важно да бъде изготвена своевременно нова схема на зареждане на ядреното гориво, която да бъде описана в справка с пресметнати основни НФХ, разгледана и приета на съвет по безопасност. След това е нужно да бъде пресметнат, обработен и предаден навреме отчет НФХ в АЯР, последван от пресметнат, обработен и разпространен навреме Албум НФХ, по който да бъде извършен инструктаж на оперативния персонал и отдел РФТ преди пусковите експерименти.

Своевременното генериране и верифициране на модела за BEACON преди началото на всяка горивна кампания е критично необходимо условие за функционирането на системата за вътрешно реакторен контрол през следващата кампания. Разчетният код RHIRE генерира данни за изотопния състав на горивото, а разчетният код ANC осигурява базов неутронно-физичен модел за BEACON, според параметрите на актуалното горивно зареждане и натрупаната история на облъчване на горивото. Процесът би се ускорил значително при автоматизиране, чрез допълнителен софтуер и би станал по-надежден. ANC се използва и за генериране на резултати за верифициране на генерирания модел за BEACON по съответна процедура предоставена от Westinghouse. Кодът ВЕРРЕРН създава модел за BEACON в необходимия формат на база създадения разчетен модел чрез ANC.

### **3. Източници на информация**

Допълнителният софтуер следва да покрива стандартната номенклатура за пресмятане на НФХ за реактори ВВЕР-1000 и да покрива автоматизацията на голяма част от възможните пресмятания с комплекса АРА-Н (ALPHA-Н, PHOENIX-Н, ANC-Н).

### **4. Системни изисквания**

#### 4.1. Изисквания към работните станции

Софтуерният продукт, предмет на настоящото техническо задание, трябва да работи под управлението на Linux. Очаква се софтуерният продукт да работи на сървъра на АРА-Н в Linux среда и да се стартира от работните станции на персонала на сектор РФР - под 10 работни станции.

#### 4.2. Изисквания към безопасност и сигурност

Достъпът до приложението на сървъра ще се контролира чрез потребителското име и парола за достъп до сървъра на АРА-Н. В случай че софтуерът се ползва на работните станции, достъпът до приложението ще се контролира от потребителско име и парола от реализираната в АЕЦ "Козлодуй" локална административна мрежа. Проследимост за извършени промени върху данните ще се осигурява от работата в собствен профил на сървъра АРА-Н, контролиран чрез потребителско име и парола за достъп.

#### 4.3. Изисквания към експлоатацията

Софтуерният продукт следва надеждно да покрива списъка със стандартни неутронно-физични изчисления деклариран в точка номер 6, "Функции", както и да осигурява съществено подобряване на бързодействието при обработка на входни и изходни данни, като запазва коректността на пресмятане с АРА-Н.

Помощният софтуер трябва да разполага с удобен модул за избор и оптимизиране на схема за зареждане на активната зона, какъвто липсва в разработения от Westinghouse комплекс АРА-Н. Софтуерът трябва да автоматизира създаването и обработката на входни текстови файлове за различните типове пресмятания и да улеснява обработката на резултатите и оформянето им в отчети НФХ.

Помощният софтуер трябва да разполага с удобен графичен интерфейс за потребителя, който да покрива списъка със стандартни неутронни изчисления изброени в т. 6 "Функции".

#### 4.4. Връзки с налични информационни системи

- Софтуерният пакет трябва да може да работи под Linux на сървъра АРА-Н и да се достъпва дистанционно от работните станции на персонала на сектор РФР.

- Софтуерният пакет трябва да може да работи с наличните в АЕЦ "Козлодуй" версии на разчетните програми от комплекса АРА-Н (ALPHA-Н, PHOENIX-Н, ANC-Н) - ALPHA-Н 8.10.3, ANC-Н 8.7.13, PHOENIX-Н 8.8.2, PHIRE 7.8.6.

#### 4.5. Срок на лиценза

Лицензът за използване на софтуерният пакет в АЕЦ "Козлодуй" да е безсрочен. При необходимост от допълнителни лицензи за работа на доставеният софтуерен пакет, доставката им е задължение на Изпълнителя.

#### 4.6. Изисквания за квалификация и апробация на софтуера.

Помощният софтуер следва да е съществуващ и да се използва успешно в АЕЦ с ВВЕР-1000, които използват същите версии на АРА-Н и PHIRE, като тези които се използват в АЕЦ "Козлодуй".

Изпълнителят трябва да докаже прилагането на помощния софтуер на значим брой горивни кампании и енергоблокове с ВВЕР-1000 с АРА-Н (съгласно точка 12.1).

Изпълнителят трябва да представи данни за сравнения на получените резултати с пресмятания на основни НФХ директно с АРА-Н за преходни горивни кампании от ТВСА към RWFA и цяла зона с RWFA.

### 5. Характеристики на съхраняваните данни

Работният език за менюта, функции и данни, в работната среда на софтуерния пакет, както и в неговото упътване и в други приложими документи, следва да е български, руски или английски. Резултатите от пресмятанията следва да са достъпни в текстови файлове, графики и/или в друг удобен вид за съхранение и последваща обработка с цел оформянето им в отчети

наименование	описание	примерна стойност
Набор НФХ	Данните се съхраняват на сървъра на АРА-Н	Изброените пресмятания в точка 6, Функции

## 6. Функции

Софтуерният пакет следва да е предназначен за автоматизиране на оперативни неутронно-физични изчисления на активната зона на реактори ВВЕР-1000 за дадена горивна кампания с помощта на софтуерния пакет АРА-Н и кода PHIRE и генериране на съответния набор от информация в автоматичен режим.

Задължително е наличието на удобен графичен потребителски интерфейс. Софтуерният пакет трябва да автоматизира извършването на пресмятания в съответствие със стандартната практика в неутронните изчисления.

Списъкът със стандартни неутронно-физични изчисления, които могат да бъдат извършени с помощта на графичния потребителски интерфейс на софтуерния продукт, трябва да включва:

- Избор и оптимизиране на схема за презареждане на горивото за предстояща кампания;
- Генериране на модел за състояние на нулева мощност (от 20°C до 260°C, "студен модел" според номенклатурата на АРА-Н);
- Генериране на модел за горещо състояние на нулева и повишена мощност;
- Търсене на критична концентрация на борна киселина и мощност;
- Влияние на продуктите на делене (пресмятане на преходни процеси - Хе и Sm);
- Изчисляване на спектрални коефициенти;
- Изчисляване на дела на закъсняващите неутрони  $\beta_{eff}$ ;
- Изчисляване на коефициентите на реактивност;
- Изчисляване на ефектите на реактивност;
- Определяне на най-ефективен ОР СУЗ;
- Изчисляване на ефективността на групите ОР СУЗ;
- Търсене на критичност чрез преместване на групи от ОР СУЗ;
- Изчисляване на температурата на повторна критичност;
- Изчисления за изхвърляне на ОР СУЗ;
- Изчисления за падане на ОР СУЗ.

Софтуерът трябва да съдържа примерни задания за различните типове пресмятания на НФХ.

Софтуерният пакет не следва да се разглежда като разчетна програма и не следва да изчислява директно неутронно-физичните характеристики на дадена кампания. За целта софтуерът следва да използва кодовете, разработени от Westinghouse - ALPHA-N, PHOENIX-N, ANC-N и PHIRE с текущите им версии, използвани в АЕЦ "Козлодуй" и описани в т. 4.6.

## 7. Справки и отчети

Софтуерът следва да автоматизира изчисленията и да извежда резултатите в удобен текстов формат в съответствие със стандартната практика в неутронно-физични изчисления. Списъкът със стандартни неутронно-физични изчисления, които трябва да могат да се изпълняват с помощта на софтуерния пакет, включва типовете изчисления изредени в точка номер 6, "Функции".

## **8. Характеристики на бъдещите потребители**

Списъкът на потребителите на софтуерния пакет предназначен за автоматизиране на работата с комплекса неутронно-физични програми АРА-Н, изцяло съвпада с работещите с кодовете на Westinghouse ALPHA-Н, PHOENIX-Н, ANC-Н (АРА-Н) и PHIRE, а именно персонала на сектор РФР и началник отдел ЯГ - общо до десет специалисти към текущия момент. Софтуерният пакет следва да се стартира индивидуално от всеки потребител в неговия профил (на сървър или при необходимост на работна станция), да обработва входни файлове и да стартира изчисления на сървър на АРА-Н по установения до сега ред. Софтуерът трябва да извършва действията, които потребителя би извършил ръчно, като спестява значително време, усилия и да намалява риска от човешки грешки.

## **9. Организация на работа**

Етапи за въвеждане на софтуерния продукт в АЕЦ "Козлодуй"

- Анализ от изпълнителя на възможността за въвеждане в експлоатация в АЕЦ "Козлодуй" на софтуерния продукт, предмет на това техническо задание и адаптирането му към начина на работа с наличният сървър на АРА-Н, версиите на софтуера описани в т. 4.6 и характеристиките на мрежовата структура. Продължителност на етапа - не повече от 90 календарни дни след подписване на договора;
- Изпълнителят трябва да предаде и изпълни внедряване в експлоатация на софтуерния пакет в срок до 120 календарни дни след подписване на договор;
- Изпълнителят трябва да осигури обучение на представители на Възложителя за работа със софтуерния продукт с продължителност не по-малко от 8 работни дни - не по-късно от 130 календарни дни след подписване на договор;
- Общият срок за изпълнение на проекта е 135 календарни дни след подписване на договор.
- Пробна експлоатация 100 календарни дни след инсталиране на софтуера и завършване на обучението на персонала на с-р РФР;
- Изпълнителят трябва да осигури гаранционен период минимум 2 години от внедряване на софтуера и завършване на обучението. В рамките на този период изпълнителят осигурява актуализация на софтуера и отстраняване на възникнали софтуерни и технически неточности в алгоритмите и функциите на софтуерния продукт. Изпълнителят трябва да реагира с отговор и съдействие при запитване от страна на Възложителя или за отстраняване на проблем в рамките на 10 календарни дни при нисък приоритет. В случай на необходимост от спешно отстраняване на проблем с висок приоритет по най-бързия начин, но не повече от 3 работни дни от уведомяване по e-mail, факс, телефон или друг комуникационен канал;
- В срок от 45 дни след приключване на предаване, внедряване в експлоатация и обучение на персонала на с-р РФР се провежда Експертен технически съвет за разглеждане на проекта;
- Изпълнителят трябва да осигури работен екип и работни срещи за уточняване на функциите на софтуера, определени в това техническо задание, с цел адаптиране на софтуера към мрежовата инфраструктура в АЕЦ "Козлодуй" при необходимост;
- Възложителят "АЕЦ Козлодуй" ЕАД, трябва да осигури работна група и допълнителни специалисти при необходимост за участие в работни срещи;
- Изпълнителят трябва да предаде на електронен носител инсталационен пакет и съпътстващата

документация за инсталиране, конфигуриране и използване на софтуерния продукт. Съвместно с представители на Изпълнителя получената версия на системата се инсталира при Възложителя за валидация на функционалността. Валидацията се извършва при Възложителя, съгласно предварително изготвен от Изпълнителя тестов план за валидация;

- Изпълнителят трябва да изготви и предаде на Възложителя на български, руски или английски език: ръководства за потребителя, инструкция за инсталация и настройка, описание на конфигурационни файлове и софтуерния пакет.

## **10. Отчетни документи**

Всеки етап от проекта да се документира със съответните отчетни документи. Отчетните документи са в съответствие и по образци, подготвени от Изпълнителя. Отчетните документи подлежат на съгласуване и приемане от ВЪЗЛОЖИТЕЛЯ:

- Функционална спецификация, като минимум в документа трябва да са описани подробно и с изглед всички функционалности, които софтуерът изпълнява;
- Програма за тестване, валидация и верификация;
- Предаване на електронен носител на пълния набор от инсталационни пакети;
- Протокол за изпълнена инсталация на място при Възложителя;
- Ръководство за инсталиране и настройка, описание на конфигурационни файлове, каталог на данните;
- Ръководство на потребителя;
- Програма за обучение и протокол за проведено обучение по тази програма;
- Тест за валидация - подробен план за тестове и верификация на функционалността съгласно функционалната спецификация;
- Отчетни документи от проведени тестове на площадката - резултат от изпълнение на теста за валидация.

## **11. Отложени изисквания**

Няма отношение.

## **12. Осигуряване на качеството**

12.1 Помощният софтуер трябва да е използван успешно в продължение на не по-малко от 2 години при автоматизиране на пресмятането на НФХ за ядрени блокове тип ВВЕР-1000, използващи комплекс програми АРА-Н с версиите описани в т. 4.6 или съвместими с тях. Помощният софтуер трябва да има успешно пресметнати НФХ общо на поне 5 горивни кампании на блоковете ВВЕР-1000, на които се прилага. За доказване на изискването, Изпълнителят следва да представи документи/доказателства от експлоатиращите помощния софтуер организации. Документите трябва недвусмислено да доказват времето, през което е използван помощния софтуер, както и общия брой горивни кампании, за които са успешно пресметнати НФХ.

12.2 Изпълнителят трябва да разполага с експертиза в областта на ядрените технологии и инженерство и компютърни науки/софтуерно инженерство.

12.3 Изпълнителят е длъжен да спазва действащите инструкции за организация на работата в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД.

12.4 Изпълнителят трябва да изпълнява изискванията на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД по отношение на определяне фазите на проекта и задължителните документи: Проектна документация, Програма за тестване, верификация и валидация.

12.5 Изпълнителят трябва да достави инсталационен пакет, средства за провеждане на тестове, обучение, гаранционна поддръжка 2 години, съдействие при възникнали въпроси и други.

### **13. 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 подизпълнителите/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 им са превъзложени 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.



## 14. Използвани съкращения

Съкращения използвани в заданието.

Помощен софтуерен пакет, помощен софтуер, софтуерен продукт или само софтуер - да се разбира софтуер разработен и предназначен за автоматизиране на работата с комплекса неутронно-физични програми АРА-Н.

АРА-Н - комплекс неутронно-физични програми разработен от Westinghouse съдържащ модулите ALPHA-Н, PHOENIX-Н, ANC-Н

PHIRE - код разработен от Westinghouse, който пресмята изотопния състав на ядреното гориво

ANC - разчетен код ANC за неутронно-физични пресмятания разработен от Westinghouse

BEACON - система за вътрешно-реакторен контрол разработена от Westinghouse

BEPREPN - софтуер, чрез който се създава разчетен модел в подходящ формат за BEACON на база на разчетния модел ANC преди началото на всяка горивна кампания

RWFA - устойчива горивна касета на Уестингхаус с 16 решетки

АЯР - агенция за ядрено регулиране

БЩУ - блочен щит за управление

ВВЕР-1000 - водно-воден енергиен реактор с номинална мощност 1000MW

НФХ - неутронно-физични характеристики

ОР СУЗ - органи за регулиране на системата за управление и защита на реактора

ПГР - планов годишен ремонт

ПОК - програма за осигуряване на качеството

РФР - реакторно-физични разчети

РФТ - реакторно-физични технологии

СУ - система за управление

ТЗ - техническо задание

ЯГ - ядрено гориво

РЪКОВОДИТЕЛ УПРАВЛЕНИЕ "ЕКСПЛОАТАЦИЯ", ..... Г.  
БОЯН КОЛИНОВ