

БЪЛГАРСКИ АТОМЕН ФОРУМ – БУЛАТОМ 2018

„Българската атомна енергетика:

Национална, регионална и световна енергийна сигурност”

06-08 юни 2018, Ривиера, Варна, България



АТОМНА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛА “КОЗЛОДУЙ”

**Преглед за управление на стареенето във връзка с
продължаване срока на експлоатация на АЕЦ “Козлодуй”**

**Даниела Георгиева, dngeorgieva@npp.bg
Манфред Киров, mskirov@npp.bg**



СЪДЪРЖАНИЕ

- ДОКУМЕНТИ НА МААЕ СВЪРЗАНИ С УПРАВЛЕНИЕ НА СТАРЕЕНЕТО
- ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ
- ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ:
 - ПРЕГЛЕД НА ПРОГРАМИТЕ НА ЦЕНТРАЛАТА И ПРОГРАМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ
 - ПОВТОРНО ВАЛИДИРАНЕ НА АНАЛИЗИТЕ НА СТАРЕЕНЕТО С ОПРЕДЕЛЕН СРОК (TLAAs)
- ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”



ДОКУМЕНТИ НА МААЕ СВЪРЗАНИ С УПРАВЛЕНИЕ НА СТАРЕЕНЕТО

Основните документи на МААЕ, свързани с управление на стареенето и преглед на управление на стареенето за влизане в ДСЕ са:

- **Управление на стареенето на АЕЦ: Международен опит относно общи проблеми на стареенето (IGALL)**

Предоставя единна, международно призната основа за разработване на ефективна програма за управление на стареенето (ПУС), както и база от знания за управление на стареенето (УС) и служи като пътна карта за наличната информация в областта на УС.

Документът осигурява техническа база и практически насоки за УС на КСК (механични, ЕиСКУ компоненти и строителни конструкции), свързани с безопасността в атомните електроцентрали.

Публикацията съдържа:

- общи примерни таблици за резултати от прегледа на УС;
- набор от приложения на практика ПУС;
- набор от стандартни анализи на стареенето с конкретно определен срок (TLAA).



ДОКУМЕНТИ НА МААЕ СВЪРЗАНИ С УПРАВЛЕНИЕ НА СТАРЕЕНЕТО

- **Управление на стареенето и разработване на програма за дългосрочна експлоатация на АЕЦ. DS485 (Редакция на NS-G-2.12)**

Ръководство за безопасност дава насоки на експлоатиращите организации за осъществяване и подобряване на УС и за разработване на програма за безопасна ДСЕ на атомните електроцентрали, която, наред с други аспекти, надлежно отчита управление на стареенето. Препоръките са приложими за атомните електроцентрали през целия им жизнен цикъл (включително тяхното извеждане от експлоатация), като се вземат предвид различните типове реактори, съществуващи в световен мащаб.

Ръководството за безопасност се фокусира главно върху управлението на физическото стареене на КСК в рамките на обхвата на УС, както и препоръки относно програмата за безопасна ДСЕ на атомни електроцентрали за дейностите им, свързани с управление на стареенето.



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

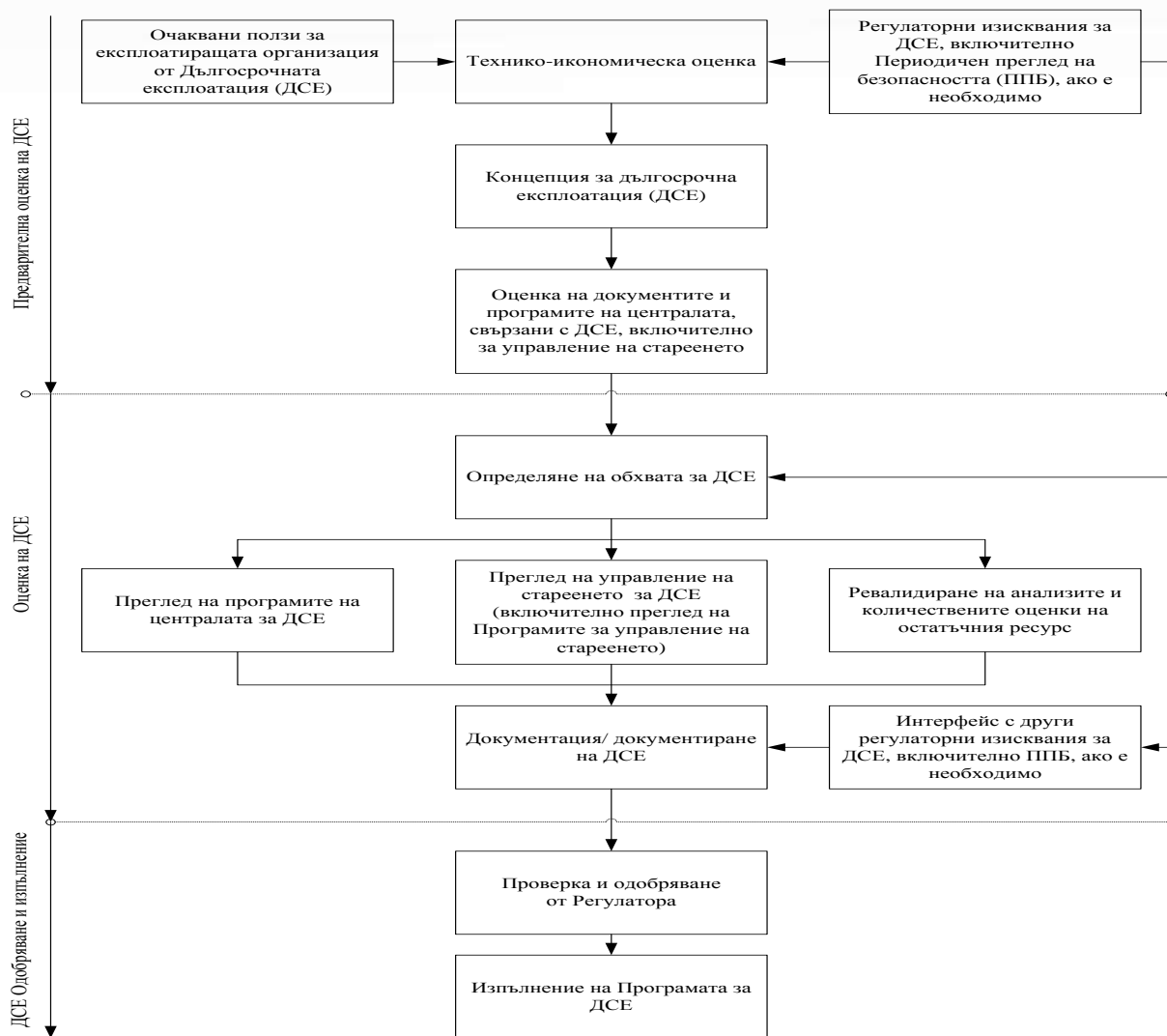
Основните стъпки на Програмата за дългосрочна експлоатация, необходими за осигуряване на безопасна дългосрочна експлоатация включват следните три етапа:

- Предварителна оценка за ДСЕ;
- Преглед на УС;
- Одобряване от Регулатора и изпълнение на Програма за ДСЕ.

Подходът за оценката за дългосрочна експлоатация е показан на Фигура 1.



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ



Фигура 1
Подход за оценка на ДСЕ



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Програмата за ДСЕ трябва да включва следните дейности, изчисления, оценки и резултати:

а) Методът за определяне на обхвата (конструкции или компоненти в обхвата), допълнителни технически обосновки и получените резултати.

б) Доказателство, че чрез програмите за ДСЕ предназначенияте функции на КСК и съответните запаси по безопасност ще се поддържат. Това доказателство трябва да разгледа следните теми:

- Описание на предназначенияте функции на конструкциите или компонентите (КК);
- Идентификация на механизми на деградация и ефекти на стареене на основата на използваните материали, работната среда и експлоатационния опит;
- Определяне и описание на експлоатационни програми и програмите за управление на стареенето (ПУС), които управляват установените ЕС;
- Доказателство, че тези експлоатационни програми и ПУС (включително новите програми) са ефективни.



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

- с) Трябва да се предостави техническа обосновка, която да:
- Показва, че ЕС ще бъдат адекватно управлявани за всяка конструкция или компонент (КК) по такъв начин, че предназначенията функция (и) на КК ще бъде поддържана през целия планиран период на ДСЕ в съответствие с актуалната лицензионна основа (АЛО);
 - Гарантира правилното прилагане на експлоатационен опит и научно-изследователска дейност по отношение оценката на ЕС на КК в обхвата за ДСЕ, както и по-нататъшното им прилагане през периода на ДСЕ.
- г) Доказателство, че TLAAs са ревалидирани и че оценката включва:
- Идентифициране на TLAAs;
 - Ревалидация на TLAAs за да се покаже, че предназначенията функции на КК ще бъде поддържана през целия планиран период на ДСЕ по начин, в съответствие с АЛО.
- д) Изпълнението на програмата за ДСЕ, определяща коригиращите мерки за безопасна ДСЕ, графика и отговорностите на експлоатиращата организация в това отношение.



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Определяне на обхвата и подбор на КСК за ДСЕ

В обхвата на УС трябва да бъдат включени следните КСК:

- КСК, важни за безопасността, които са необходими за изпълнение на основните функции за безопасност:
 - Контрол на реактивността;
 - Отвеждане на топлина от реактора и БОК;
 - Локализация на радиоактивния материал, защита от радиация и контрол на планирани радиоактивни изхвърляния, както и ограничаване на случаите на случайни радиоактивни изхвърляния;



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

- КСК, чиито отказ може да попречи на КСК, важни за безопасността, да изпълнят предназначенията функции;
- КСК, които са включени в анализите за безопасност (детерминистични и вероятностни), като изпълняващи функции за справяне с определени видове събития (вътрешен пожар, термичен шок под налягане, очаквани преходни събития съпроводени с отказ за сработване на аварийната защита и пълно обезточване на централата), в съответствие с националните регулаторни изисквания.

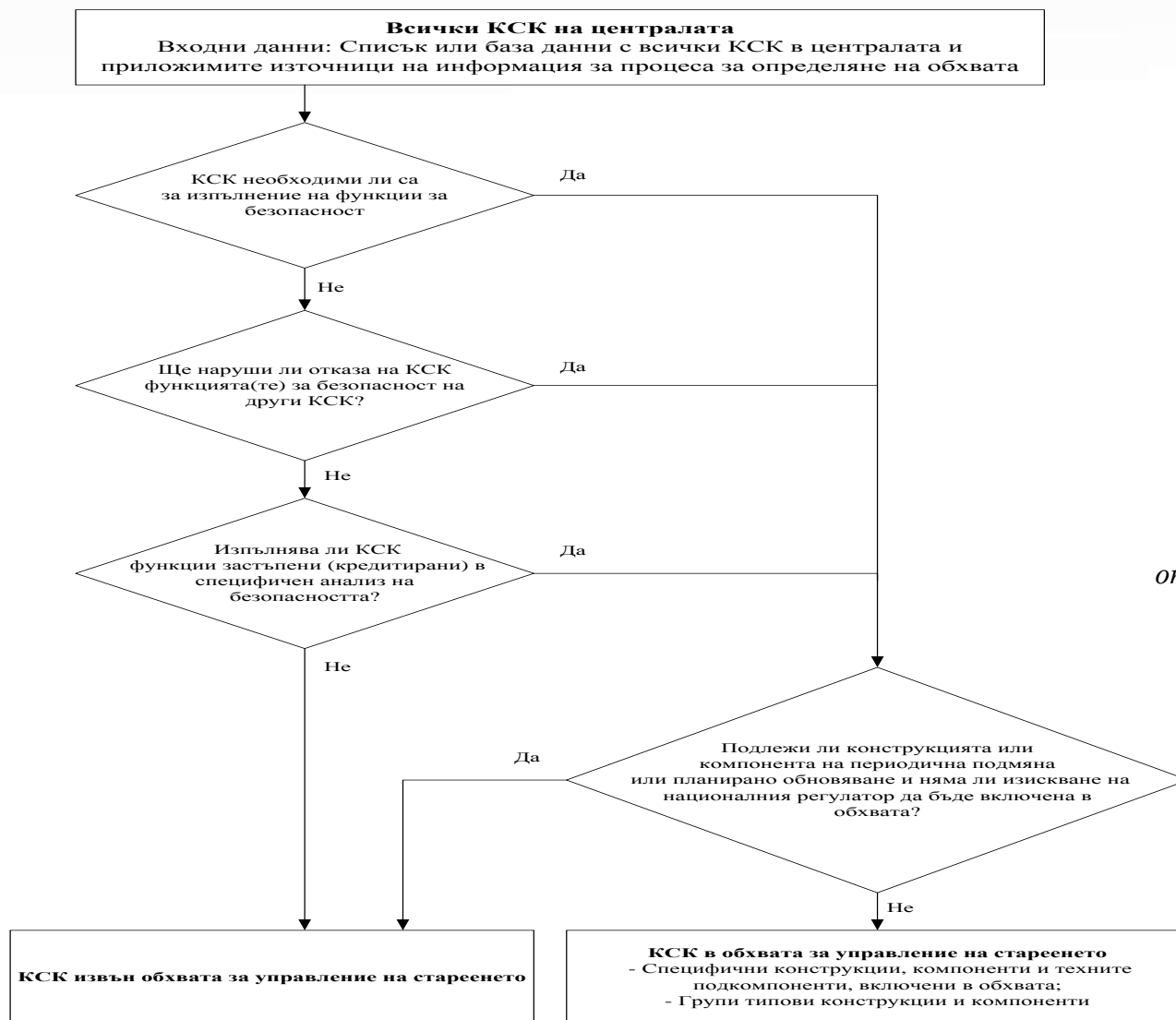
Процесът се прилага на два етапа:

- определяне на обхват на ниво системи (Scoping);
- подбор на ниво конструкции и компоненти (Screening).

На етап подбор, от обхвата се изключват КК подлежащи на периодична подмяна или планирано обновяване и активни компоненти.



ПОДХОД КЪМ ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ



Фигура 2
Стандартен процес за определяне на обхвата за УС



ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ

Трябва да се въведе процес за установяване на съответни ефекти на стареене и механизми на деградация за всяка конструкция или компонент и трябва да се създадат програми за управление на установените ефекти на стареене и механизми на деградация, показан на *Фигура 3*. Този процес обхваща следните стъпки:

1. Оценка на TLAAs на съответните КК, за да се определи срока на валидност на анализите за планирания период на експлоатация.
2. Идентифициране на всички ЕС и МД.
3. Ако стареенето на КК се управлява от действащи програми за управление на стареенето, трябва да се удостовери, че тези ПУС удовлетворяват деветте характеристики за ефективна програма (съгласно разгледаните документи на МААЕ).
4. Ако стареенето на КК не се управлява от съществуваща програма, трябва да се създаде нова програма или да се променят или подобрят съществуващите програми.
5. Ако изтече квалифицираният живот на оборудването, важно за безопасността, такова оборудване трябва да бъде преквалифицирано или заменено при изтичане на действащия квалификационен срок.



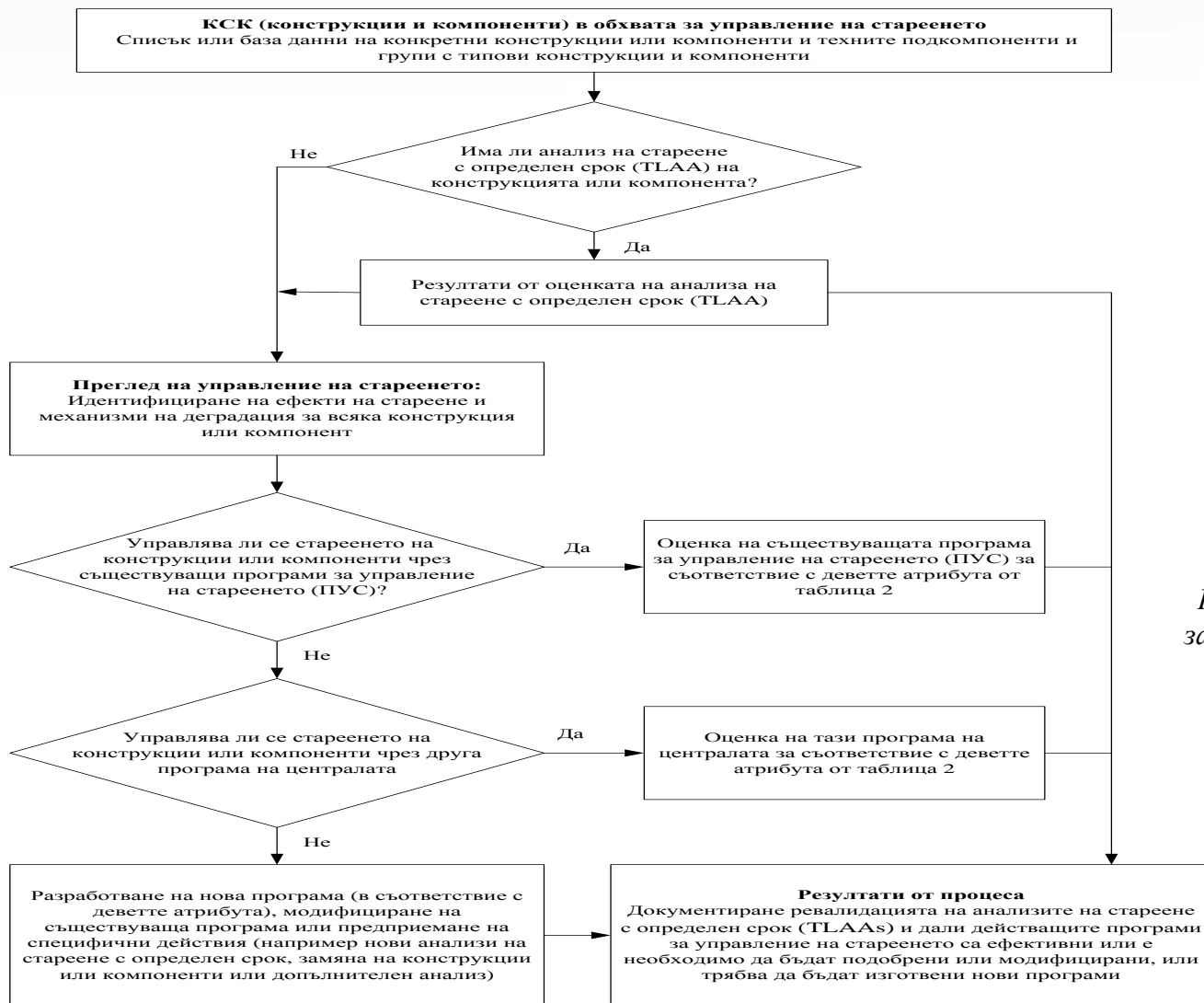
ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ

За всяка КК или група еднотипни КК (от обхвата) трябва да се извърши преглед на УС, който включва:

1. Оценка на текущото състояние на КК.
2. Идентифициране на ЕС и МД, базирани на фундаменталните знания за разбиране на стареенето (*като например проектната основа, материалите, околната (работна) среда и стресорите*).
3. Определяне на подходяща ПУС.
4. Отчитане на резултатите от прегледа на УС, за да се покаже, че ЕС и МД се управляват ефективно.



ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ



Фигура 3
Процес за определяне на програми за управление на стареенето на КК



ПРЕГЛЕД НА ПРОГРАМИТЕ НА ЦЕНТРАЛАТА И ПРОГРАМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДСЕ

Програмите за управление на стареенето на АЕЦ “Козлодуй” включват:

- Програма за Техническо обслужване и ремонт (ТОиР);
- Програма за надзор (ПН) и Програми за инспекции, включени в ПН;
- Програма за експлоатация/експлоатационни процедури;
- Програма за контрол на водохимичните режими (ВХР);
- Програма за квалификация на оборудването;
- Компонентно ориентирани програми за управление на стареенето.

Прегледът на програмите за управление на стареенето и на програмите, свързани с УС, се извършва за оценка на тяхната ефективност, както и с оглед планиране на съответни дългосрочни мерки или дейности за изпълнение, в определен ред или начин през периода на ДСЕ, с цел отразяване на измененията, свързани с управление на стареенето при ДСЕ.

Всички действащи и нови програми за дългосрочна експлоатация на централата трябва да бъдат преразгледани, за да се определи дали те съответстват на деветте характеристики за ефективна програма.



ПОВТОРНО ВАЛИДИРАНЕ НА АНАЛИЗИТЕ НА СТАРЕЕНЕТО С ОПРЕДЕЛЕН СРОК (TLAA)

Идентифициране/разработване на TLAAs

TLAAs са специфични анализи на безопасността, които отговарят едновременно на следните 6 критерия:

- включват КСК в рамките на обхвата на ДСЕ;
- отчитат последиците от деградация вследствие на стареенето;
- включват ограничаващите ресурса допускания, определени от настоящия експлоатационен срок;
- определени като релевантни при създаване на определенията за безопасност, изисквани от националните наредби;
- включват заключения или осигуряват базата за заключения, свързани със способността на КСК да изпълняват предназначенията им функции;
- съдържат се или са включени като справочни материали в АЛО.



ПОВТОРНО ВАЛИДИРАНЕ НА АНАЛИЗИТЕ НА СТАРЕЕНЕТО С ОПРЕДЕЛЕН СРОК (TLAAs)

TLAAs трябва да се преразгледат, за да се определи дали състоянието на анализираната КК остава приемливо за планирания период на ДСЕ.

Повторното валидиране на TLAAs означава оценка на идентифициран ефект на стареене и специфични за конкретната централа анализи на безопасността, разработени въз основа на изрично определена продължителност на експлоатационния ресурс на компонента.

TLAAs включват например, изчисления за умора, термичен шок под налягане, квалификация на електрически и СКУ кабели, и анализ за предварително налягане на бетонната конструкция на защитната черупка.



ПОВТОРНО ВАЛИДИРАНЕ НА АНАЛИЗИТЕ НА СТАРЕЕНЕТО С ОПРЕДЕЛЕН СРОК (TLAAs)

TLAAs се приемат, ако отговарят на поне един от следните критерии:

- анализите остават валидни за планирания период на ДСЕ;
- анализите трябва да са проектирани до края на планирания период на ДСЕ;
- ако TLAА не удовлетворява нито един от горните два критерия, се разработва и прилага ПУС, чрез която се демонстрира, че ефектите от стареенето върху предназначените функции на конструкция или компонент се управляват адекватно за планирания период на ДСЕ.

Ако TLAА не се окаже приемлив по един от тези три случая, са необходими коригиращи мерки (нов анализ, ремонт или замяна на компонента).

За техническа обосновка на възможността за продължаване на експлоатацията (ДСЕ), трябва да се идентифицират проектните TLAAs и да се ревалидират, съгласно критериите за приемане, посочени по-горе.

Комплексът от направените TLAAs и резултатите от тях се документират в Отчет за анализ на безопасността (ОАБ).



ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Допусканията, дейностите, изчисленията, оценките и резултатите от програмата за дългосрочна експлоатация на централата трябва да се документират от експлоатиращата организация в съответствие с националните регулаторни изисквания и стандартите за безопасност на МААЕ.

Методологията, използвана за извършване на прегледа на управлението на стареенето за дългосрочна експлоатация, трябва да се документира и обоснове.

Резултатите от прегледа на управлението на стареенето за дългосрочна експлоатация трябва да бъдат документирани в съответния доклад. Докладът трябва да отразява оценката, мониторинга на стареенето и предотвратяването и смекчаването на последиците от стареене. В допълнение, трябва да се предоставят препоръки за използването на резултатите от прегледа на управлението на стареенето при експлоатацията и ТОиР.



ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Документирането включва и подготовка на таблици за преглед на резултатите, които впоследствие стават инструмент за оперативен контрол на управлението на стареенето.

Към документирането се отнася и актуализиране на Отчета за анализ на безопасността (ОАБ) и други документи, изисквани от лицензионния процес, отразяващи допусканията, дейностите и резултатите от работата на програмата на централата за ДСЕ.

Допусканията, дейностите, изчисленията, оценките и резултатите от програмата за ДСЕ трябва да бъдат отразени и в доклада за периодичния преглед на безопасността, ако е приложимо.



ПРЕГЛЕД НА УПРАВЛЕНИЕТО НА СТАРЕЕНЕТО ЗА ДЪЛГОСРОЧНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Обосновката за безопасност при дългосрочна експлоатация трябва да бъде предоставена на регулаторния орган за преглед и одобрение на детайлно ниво и по начин, определен от националните регулаторни изисквания.

Обосновката трябва да включва тенденции за очакваните ефекти на стареене по време на периода на дългосрочна експлоатация въз основа на извършени анализи, като анализите от минали периодични проверки на безопасността, и, ако е уместно, да се извършват модификации в централата, с цел подобряване на безопасността.



ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

В съответствие със Закона за безопасно използване на ядрената енергия и т.22 от Лицензиите за експлоатация на 5 и 6 блок, Агенцията за ядрено регулиране (АЯР) определя изисквания, които следва да бъдат изпълнени, за да се експлоатират блокове 5 и 6 след изтичане на проектния им ресурс, както следва:

- определяне на остатъчния ресурс на конструкциите, системите и компонентите (КСК), които остават в експлоатация и определяне на КСК, които трябва да бъдат заменени;
- обосноваване на новия срок на експлоатация;
- разработване и изпълнение на програма за подготовка на съответния блок за продължаване на срока на експлоатация (ПСЕ).

В изпълнение на тези изисквания през 2012 година, АЕЦ “Козлодуй” инициира Проект за Продължаване срока на експлоатация на 5 и 6 блок.



ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

Изпълнението на Проекта е разчетено в **два основни етапа**:

1-ви етап: Комплексно обследване и оценка остатъчния ресурс на оборудването и съоръженията на блокове 5 и 6 на АЕЦ “Козлодуй”

Фаза 1: Анализ на нормативно-техническата документация (НТД), която е приложима за провеждане на комплексно обследване на фактическото състояние и оценка на остатъчния ресурс на оборудването и съоръженията на блокове 5 и 6 на АЕЦ “Козлодуй”. Съставят се и се съгласуват Списъци на оборудването (КСК) поотделно за всеки блок.

Фаза 2: Разработване и съгласуване на Методология на комплексното обследване.



ПРОЕКТ

“ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

Фаза 3: Разработване и изпълнение на Работни програми за комплексно обследване и оценка на остатъчния ресурс на КСК, дефиниращи обхвата, последователността, изискванията и начина на изпълнение на дейностите.

Фаза 4: Обследване на критичните елементи, по отношение на остатъчния ресурс. Разработване на Работни отчети.

Фаза 5: Въз основа на проведеното обследване и работните отчети се разработват Обобщени отчети за комплексното обследване на блокове 5 и 6 на АЕЦ „Козлодуй“ и Програми за подготовка на блоковете за удължаване на срока на експлоатация, поотделно за всеки блок (включващи обобщен списък с препоръки).



ПРОЕКТ

“ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

2-ри етап: Изпълнение на Програмата за подготовка за ПСЕ на 5 и 6 блок

Фаза 1: Разработване на Програма за осигуряване на качеството и План за организация и изпълнение на дейностите.

Фаза 2: Разработване на Методологии за обследване, оценка на техническото състояние и обосновка на остатъчния ресурс на КСК.

Фаза 3: Разработване на Програми за обследване, оценка на техническото състояние и обосновка на остатъчния ресурс на КСК.

Фаза 4: Обследване на техническото състояние на КСК.

Фаза 5: Изпълнение на проверочни якостни разчети (ревалидиране на TLAAAs) и обосновка на остатъчния ресурс на КСК.



ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

Разработка на комплекс разчети, резултатите от които се ползват като входни данни за якостните разчети (TLAAs):

- Разчет на флуенса на неутрони и определяне на стойността на радиационните енергоотделяния във ВКУ и в оборудването на шахтата на реактора за якостните разчети;
 - Термохидравлични разчети;
 - Разчети на хидродинамичните натоварвания;
 - Разчети за определяне на граничните условия и температурните полета;
 - Определяне на механичните свойства на основния метал и метала на заварените съединения на граници първи контур;
 - Прогнозиране на механичните свойства и характеристики на материалите към периода на приключване на определения в проекта срок на експлоатация за осигуряване на разчетната обосновка за продължаване на срока на експлоатация на оборудването и тръбопроводите на РУ.



ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

Извършване на Комплекс от якостни разчети – анализи на стареенето на компоненти граници първи контур:

- циклична якост;
- статична якост;
- якост при динамични въздействия;
- якост за обосновка на установени дефекти;
- формоизменения;
- разчети за съпротивление срещу крехко разрушаване.

При извършване на разчетите на якост се отчитат:

- срок на експлоатация – 60 години;
- списък и брой на прогнозирани проектни режими за допълнителния срок на експлоатация (с отчитане на реално отработените);
- прогнозирани механични свойства през допълнителния срок на експлоатация;
- резултати от анализа на техническата документация;
- ниво на мощност 104% от Nном.



ПРОЕКТ “ПРОДЪЛЖАВАНЕ СРОКА НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА 5 И 6 БЛОК НА АЕЦ “КОЗЛОДУЙ”

Всички проведени анализи на стареенето се приемат по Критерий (ii), съгласно SRS-82 IGALL: Ако анализираният параметър удовлетворява регулаторна граница или критерий, анализа е приемлив за предвидения период на експлоатация (ДСЕ).

Фаза 6: Разработване на заключения за техническото състояние и остатъчния ресурс на КСК.

Фаза 7: Разработване на Окончателен отчет, предложения и препоръки за актуализация на Отчета за анализ на безопасността (ОАБ).

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!



www.kznpp.org