

EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL JRC
JOINT RESEARCH CENTRE
INSTITUTE FOR ENERGY
Technical and Scientific Support to TACIS and
PHARE



TACIS NUCLEAR SAFETY



TACIS PROJECT R8.01/97
TRANSLATION, EDITING AND DIFFUSION OF DOCUMENTS
(Results Dissemination)

**Проекты ТАСИС R2.05/93 & R2.05/93bis
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ
КОНТРОЛЬ/ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ
Аннотационный отчет**

TSSTP/DISS97/02 02 008

Петтен, 2002/02/27

Автор(ы):

К. Риег
М.Б.Бакиров

(EC/JRC-IE)
(ВНИИАЭС)

Согласовано:

Утверждено:

М. Биет

(EC/JRC-IE)
(EC/JRC-IE)

Содержание

РЕЗЮМЕ	3
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1 ВВЕДЕНИЕ	5
2 ЦЕЛИ	5
3 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТОВ	6
4 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТА	7
4.1 Поставка 1: Входные данные по состоянию эксплуатационного контроля в России	7
4.2 Поставка 2: Методология усовершенствования и оптимизации инструкций для эксплуатационного контроля.....	8
4.3 Поставка 3: Западный эксплуатационный контроль и потенциальное сотрудничество с Россией.....	9
4.4 Поставка 4: Улучшенные и оптимизированные инструкции для эксплуатационного контроля.....	9
4.5 Поставка 5: ТЕХНИЧЕСКИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ НА ПОСТАВКУ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НК.....	11
4.5.1 <i>Технические спецификации для поставки оборудования для ЭК парогенераторов</i>	11
4.5.2 <i>Технические спецификации для поставки оборудования для контроля ГЦТ</i>	12
4.6 Поставка 6: ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ: НАДЕЖНОСТЬ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР	12
4.7 Поставка 7: ФИНАНСОВАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ: УТОЧНЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ инструкций ЭК.....	12
5 ОБЩИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТОВ	13
5.1 Выполненный объем	13
5.2 Обсуждение результатов	13
6 РЕКОМЕНДАЦИИ	15
7. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	16
8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	16
Рисунок 1: Методология усовершенствования ЭК	17
Рисунок 2: Улучшенные инструкции ЭК для КР	18
Рисунок 3: Улучшенные инструкции ЭК для главного циркуляционного трубопровода	19
Рисунок 4: Блок-схема организации работ согласно стратегии ENDEF	20
Таблица 1: Краткий обзор результатов проекта (2 страницы)	21

Резюме

Усовершенствование качества эксплуатационного контроля основных элементов первого контура ВВЭР-1000 (парогенератор, главный циркуляционный контур, корпус реактора) рассматривалась как основная мера повышения безопасности на АЭС этого типа. Актуальность этой задачи была выражена операторами Восточноевропейских АЭС в начале 90-х гг.

Для этой цели были выбраны основные элементы первого контура ВВЭР-1000. Общая цель состояла в том, чтобы разработать долгосрочную программу производственной инспекционной политики для этих АЭС, через определение объема работ по различным задачам (аппаратные средства, программное обеспечение, обучение, квалификация и системы освидетельствования, ЭК). Эта работа должна проводиться на основе накопленного опыта, экспертизе имеющихся результатов и с учетом конкретных требований проектно-конструкторской документации. Практические аспекты должны привести к развитию средств (разработке модернизированных методик, инструкций, технических спецификаций) для выполнения наиболее эффективных проектов, которые будут выбраны среди сделанных предложений, и временно рассмотрены в бюджетах TACIS и PHARE 1993 и 94.

Было отмечено, что должны быть рассмотрены как промышленный потенциал, предоставляемый компаниями, занимающимися НК, так и содержание программ эксплуатационного контроля, предоставленное эксплуатирующими организациями. Было также отмечено, что отдельная структура для каждого направления будет работать лучше. Поэтому оптимальный выбор был сделан Европейской Комиссией в сторону заключения двух проектов-двойников (R2.05/93 и R2.05/93bis), имеющих одну и ту же цель.

Цели проектов R2.05/93 и R2.05/93bis были определены следующим образом:

- Передача научно - технической информации по опыту, результатам, достоверности и условиям выполнения НК на Западно-Европейских АЭС,
- Оценка Российских данных по НК, полученных в течение изготовления, монтажа, эксплуатации,
- Определение приоритетных действий для различных основных элементов первого контура,
- Разработка технических спецификаций для поставки оборудования эксплуатационного контроля,
- Разработка улучшенных и оптимизированных инструкций эксплуатационного контроля,
- Представление результатов в Госатомнадзор (ГАН).

Первоначально были поставлены и выполнены четыре основных задачи:

1. Оценка и разработка улучшенной программы эксплуатационного контроля;
2. Оценка и определение усовершенствованных методик, программы обучения и аттестации операторов;
3. Определение потребностей в оборудовании и документации для будущих проектов;
4. Предоставление помощи бенефициарию для выполнения будущих проектов.

Цели, сформулированные в ТЗ были должным образом закрыты поставками. Все задачи были достигнуты не только в объеме ТЗ, но глубже и более объемно, чем первоначально было указано, кроме задачи 4, которая не могла быть выполнена на ожидаемом уровне, поскольку ни один проект не был начат вовремя.

Проведен обмен и обсуждение важной информацией по состоянию действующих программ эксплуатационного контроля на Западноевропейских и Российских АЭС. Взаимное понимание и соответствующая подоплека "философии" были значительно расширены для создания прочной основы. Была обсуждена и предложена общая долгосрочная политика

совершенствования инструкций эксплуатационного контроля. Эта политика приведена в соответствие со стратегией ENDEF для выполнения эффективных систем эксплуатационного контроля в Восточноевропейских странах. Несколько больше практических результатов получено при идентификации улучшенных методов эксплуатационного контроля компонентов первого контура, которые могли быть немедленно применены для АЭС с ВВЭР. Совместно созданное руководство по эксплуатационному контролю основано на расширенном технико-экономическом обосновании возможного применения улучшенных и оптимизированных методов эксплуатационного контроля и содержит примеры наилучшей практики. Совместно были подготовлены технические спецификации на поставку современного оборудования НК и даны рекомендации по созданию современных курсов обучения.

Эти достижения формируют полный комплект предписывающих документов, являющийся необходимой предпосылкой для внедрения норм, учитывающих производительность. Таким образом, они нацелены на создание лучших условий для осуществления перехода, рассматривая непосредственно опыт Западных стран. Вместе с тем, сделанный шаг вперед в повышении производительности и Безопасности, нуждается в дальнейшем выполнении последующих проектов и приобретении оборудования, которые были идентифицированы.

Проведенная совместная работа и выпущенная документация имела положительное влияние на повышение культуры безопасности и построение желательной политики создания прочной системы эксплуатационного контроля, даже несмотря на то, что проекты по приобретению оборудования все еще не выполнены в России.

Предисловие

Две части проекта имеют общую основу: одна относится к Консорциуму компаний, выполняющих неразрушающий контроль (R2.05/93), другая – к Консорциуму эксплуатирующих организаций (R2.05/93bis). Соответствующая работа финансировалась Генеральной Дирекцией 1А Комиссии Европейского Сообщества, согласно контрактам № WW.92.04/02.01/B010 и № WW.92.04/02.01/B011, соответственно.

Консорциум организаций по проекту R2.05/93 включает Siemens KWU, Intercontrole и AEAT, под руководством Siemens KWU. Исполнитель по проекту R2.05/93bis - компания EdF, требовалась для того, чтобы получить ее мнение как эксплуатирующей организации, которая включена на двусторонней основе в проект по созданию центра НК.

Была создана Общая Группа Управления Проектом, включающая в себя представителей от каждого участника Консорциума по проекту 2.05/93 и представителя контрактора для проекта R2.05/93bis. Эта группа руководства над проектом возглавлялась представителем от руководителя Консорциума по проекту 2.05/93.

Для обоих проектов Бенефициарием являлся концерн "Росэнергоатом" (РЭА), действующий как эксплуатирующая организация в России.

Для обоих проектов, первоначальный российский субподрядчик - МОХТ ОТЖИГ РМ, в последствии был заменен на - ДИАПРОМ, по техническим причинам, приблизительно через 8 месяцев после начала договоров Генеральной Дирекцией 1А Комиссии Европейского Сообщества. Под юрисдикцией ДИАПРОМа, главными исполнителями были ВНИИАЭС и НИКИМТ. В дальнейшем определенное содействие было получено от исследовательских и проектных учреждений (ЦНИИТМАШ, ОКБ "Гидропресс"), а также Госатомнадзора (ГАН - Российский надзорный орган).

Оба проекта предполагалось закончить за один год. Продолжительность выполнения проекта была приблизительно равна 2-ум годам. Контракт был подписан 15-ого сентября 1995. Заключительный семинар проводился 11-ого сентября 1997. Заключительные сообщения датированы 21-ым декабря 1998 и 20-ым октября, 1997, соответственно.

Работа была выполнена согласно требованиям, указанным в программе обеспечения качества, которая, в свою очередь, опирается на стандарты МАГАТЭ - МЕЖДУНАРОДНОГО АГЕНТСТВА ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, а также на другие международные стандарты, применяемые к ядерным установкам.

1 Введение

Усовершенствование качества эксплуатационного контроля основных элементов первого контура ВВЭР-1000 (парогенератор, главный циркуляционный контур, корпус реактора) рассматривалась как основная мера повышения безопасности на АЭС этого типа. Актуальность этой задачи была выражена операторами Восточноевропейских АЭС в начале 90-х гг.

Учитывая рекомендации различных встреч на высоком уровне (Рабочая Группа под председательством Лорда Маршала, ЕЭС/Минатом-РЭА), Российская эксплуатирующая организация выразила общий интерес в следующем:

- Передача «ноу-хау», оборудования и систем мониторинга для усовершенствованного неразрушающего контроля целостности;
- Содействие в разработке модернизированных методик и инструкций неразрушающего контроля, с соответствующей организацией управления и обеспечения качеством контроля, позволяющих сравнивать полученные результаты,
- Поддержка в создании правильно организованной системы аттестации персонала и оборудования.

Данные запросы казались достаточно определенными, но их объем были очень широк, для того, чтобы его оперативно обеспечить. Чтобы качественно ответить на эти запросы в соответствии с отмеченными приоритетами и содержанием, было решено создать соответствующую программу, финансируемую фондами ЕЭС, в рамках бюджета TACIS 93.

Было отмечено, что должны быть рассмотрены как промышленный потенциал, предоставляемый компаниями, занимающимися НК, так и содержание программ эксплуатационного контроля, предоставленное эксплуатирующими организациями. Было также отмечено, что отдельная структура для каждого направления будет работать лучше. Поэтому оптимальный выбор был сделан Европейской Комиссией в сторону заключения двух проектов-двойников (R2.05/93 и R2.05/93bis), имеющих одну и ту же цель.

Цель данного расширенного итогового реферата состоит в описании объемов и результатов проектов TACIS R2.05/93 и R2.05/93bis. Эти результаты будут доступны для заинтересованных организаций в стране бенефициария на основе открытого доступа. Заключительные отчеты проектов [10, 12] использовались как основание для данного материала.

2 Цели

Главные цели этих проектов состояли в том, чтобы обеспечить бенефициария результатами совместной экспертизы, проведенной Подрядчиком и Субподрядчиком по организационным, техническим и коммерческим аспектам в области неразрушающего/эксплуатационного контроля. Для этой цели были выбраны основные элементы первого контура ВВЭР-1000. Общая цель состояла в том, чтобы разработать долгосрочную программу производственной инспекционной политики для этих АЭС, через определение объема работ по различным задачам (аппаратные средства, программное обеспечение, обучение, квалификация и системы освидетельствования, ЭК). Эта работа должна проводиться на основе накопленного опыта, экспертизе имеющихся результатов и с учетом конкретных требований проектно-конструкторской документации. Практические аспекты должны привести к развитию средств (разработке модернизированных методик, инструкций, технических спецификаций) для выполнения наиболее эффективных проектов, которые будут выбраны среди сделанных предложений, и временно рассмотрены в бюджетах TACIS и PHARE 1993 и 94.

Цели проектов R2.05/93 и R2.05/93bis были определены следующим образом:

- Передача научно - технической информации по опыту, результатам, достоверности и условиям выполнения НК на Западно-Европейских АЭС,
- Оценка Российских данных по НК, полученных в течение изготовления, монтажа, эксплуатации,
- Определение приоритетных действий для различных основных элементов первого контура,
- Разработка технических спецификаций для поставки оборудования эксплуатационного контроля,

- Разработка улучшенных и оптимизированных инструкций эксплуатационного контроля,
- Представление результатов в Госатомнадзор (ГАН).

3 Выполнение проектов

Первоначально были определены четыре основных задачи [1]. С целью облегчения в управлении расширенной связанной информацией, две первых задачи были разделены на следующие отдельные "технические разделы":

1. Оценка и разработка улучшенной программы эксплуатационного контроля:
 - 1.1. Нормы и стандарты, организация, опыт (состояние),
 - 1.2. Элементы АЭС,
 - 1.3. Методология и концепция ЭК,
 - 1.4. Инструкции ЭК («справочник по ЭК»),
 - 1.5. Необходимое оборудование ЭК,
2. Оценка и определение усовершенствованных методик, программы обучения и аттестации операторов:
 - 2.1. Надежность (методы, приборы и человеческий фактор),
 - 2.2. Оценка влияния операторов,
 - 2.3. Различное оборудование для процесса обучения,
 - 2.4. Тренажеры и оборудование,
3. Определение потребностей в оборудовании и документации для будущих проектов,
4. Предоставление помощи бенефициарию для выполнения будущих проектов.

Для соответствия этим общим целям, которые четко связаны с долгосрочными перспективами, была применена определенная стратегия, разработанная в пределах ENDEF, Европейского Форума Неразрушающего контроля.

Для управления проектом были осуществлены последовательные шаги, которые приведены ниже:

- Систематический сбор и документирование норм, опыта и практики, связанных с эксплуатационным контролем основных элементов ВВЭР-1000 в России (Поставка 1).
- Параллельно, сбор и документирование норм, опыта и практики, связанных с эксплуатационным контролем на Западных АЭС с PWR (Поставка 3).
- Разработка методологии сравнения результатов двух предшествующих пунктов, особенно в части разработки заключений. Основная задача состояла в определении потребностей во внедрении передовых методов и одновременном проведении исследований потенциальной выгоды от использования этих передовых методов для достижения требуемого уровня безопасности (Поставка 2). В этом контексте было заложено основание для обсуждения потенциальной выгоды в отношении объемов и/или периодичности эксплуатационного контроля.
- Выполнение фактической работы в соответствии со структурой методологии (Поставка 2), закладывающей основы для создания инструкций эксплуатационного контроля ориентированных на безопасность, эффективных по техническим параметрам, по времени и трудозатратам (Поставка 4).

Другие поставки были разработаны на том же самом основании (Поставка 1 и 3) и сходным образом определяют различные области работы по усовершенствованию эксплуатационного контроля:

- Определение подходящего оборудования, которое должно использоваться для эксплуатационного контроля основных элементов первого контура ВВЭР-1000, согласно принятым приоритетам, определенным бенефициарием (Поставка 5.).
- Исследование критерия человеческого фактора, с учетом специфики той или иной страны и разработка выводов и заключений для будущего оптимизированного и адаптированного обучения персонала (Поставка 6).
- Составление заключений по поставкам №№ 4, 5 и 6 с целью указания нужд для четко организованных проектов для будущей адаптации, усовершенствования и оптимизации технологии эксплуатационного контроля в комплексном виде (Поставка 7).

Результаты выполненной работы представлены главным образом в рамках симпозиумов (2), рабочими семинарами (5) и выпуском общих отчетов. Поскольку задачи непосредственно не коррелируют с поставками, завершение проекта проверялось с использованием корреляционной матрицы, чтобы гарантировать, что объемы работ проекта выполнены должным образом.

Несмотря на трудности с началом проекта и с установлением совместной структуры бенефициария и субподрядчика, которая проходила с существенной задержкой, основные цели проекта были достигнуты. Объем основной информации переданной и обсужденной в рамках проекта весьма внушительно. Необходимо подчеркнуть качество в подготовке комплексной работы, в определении всех действий, необходимых для создания адекватной, модифицированной и усовершенствованной системы эксплуатационного контроля. Технические спецификации для приобретения оборудования были подготовлены согласно приоритетному порядку, заданному в течение проекта. Предложена как основа для разработки адекватных систем эксплуатационного контроля основных элементов первого контура, так и намечена линия развития для оптимальных последующих проектов.

4 Представление и обсуждение результатов проекта

4.1 Поставка 1: Входные данные по состоянию эксплуатационного контроля в России

Эта поставка [2] объединяет основную документацию по основным элементам ВВЭР-1000, которая является необходимой для создания общей основы взаимопонимания для Западных и Российских экспертов в методах НК и в характеристиках эксплуатационного контроля, включенных в проект. Эта документация рассматривалась как предпосылка для разработки улучшенных решений.

Поставка относится к двум детальным отчетам, включая достаточно детальную информацию, охватывающую большинство подпунктов задач 1 и 2. Она включает нижеследующие технические элементы:

- Нормы и стандарты для методов НК, используемых для эксплуатационного контроля, включая информацию по их иерархии и входную информацию для сравнения различных национальных кодов и стандартов,
- Описание основных элементов ВВЭР-1000 (корпус реактора, главный циркуляционный трубопровод, парогенератор и т.д.) с акцентом на условия для контроля (доступ, потенциальное расположение дефектов и размер), включая чертежную документацию и информацию относительно параметров проекта, разновидностей материалов, включая эксплуатационные режимы,
- Основная информация по потенциальным и допустимым дефектам, также относительно размеров дефектов, которые должны выявляться,
- Методы НК, используемые в России и соответствующие стандарты оценки качества, включая вопросы калибровки и аттестации,
- Основные аспекты аттестации персонала в России,
- Существующая методология эксплуатационного контроля и ее достоверность, с акцентом на взгляды, существующие в России на приемочные испытания систем ЭК, также как и на ее адекватность в определении дефектов, ограничивающих срок эксплуатации (влияние дефектов на надежность);
- Отчеты по практическому опыту и анализу результатов (сравнение положительных результатов),
- Определенные выводы, взятые из других дисциплин (механика разрушения), для того чтобы провести анализ дальнейшего усовершенствования методологии и оптимизации эксплуатационного контроля.

Этой информацией охвачены все основные элементы, такие как основная философия ЭК в России, предпосылки, концепция, методология, оборудование, изучение человеческого фактора и опыта во всех областях эксплуатационного контроля основных компонентов первого

контура. Взаимное понимание было углублено в ходе семинаров и симпозиумов, которые были проведены в рамках этих проектов.

4.2 Поставка 2: Методология усовершенствования и оптимизации инструкций для эксплуатационного контроля

Методология [3] для улучшения и оптимизации инструкций эксплуатационного контроля представлена на рисунке 1. Методология должна принять во внимание определенную структуру и содержание взаимодействия НК, как интегрального элемента политики безопасности, с другими элементами / дисциплинами и комплексными подходами оценки безопасности.

Элементы Методологии построены по принципу - имеет отношение к НК или нет. Имеются достаточно разнообразные входные данные из технических дисциплин (характеристики структуры материала, данные об изготовлении, потенциальные разрушающие нагрузки и переходные процессы, оценка целостности, опыт эксплуатации и ЭК), непосредственно не связанные с НК, которые позволяют определять перечень дефектов и, кроме того, «существенные дефекты», которые должны быть обнаружены и установлены их размеры. Элементами связанными с НК, которые дополнительно требуются для оптимизации инструкций эксплуатационного контроля, являются технология НК, описания элементов (материал, геометрия, подготовка поверхности, доступность для контроля...), результаты испытаний характеристик и надежности ("аттестация систем"), информация по факторам, влияющим на качество (например, человеческий фактор) и требования норм и стандартов.

Инструкции могут быть постепенно улучшены и оптимизированы в соответствии с требуемыми запасами прочности, предотвращающими недопустимые повреждения с точки зрения целостности элемента. Концепция ТПР (течь перед разрывом) или концепцией предотвращения разрыва, являются примерами интегрированных методологий оценки, которые обеспечивают связь с критериями безопасности. Очевидно, что результаты обратной связи по опыту прошедшего эксплуатационного контроля, с позиции эффективности, будет способствовать определению потребностей и необходимой степени усовершенствования и оптимизации системы НК. Инструкции ЭК должны учитывать следующие аспекты: объем контроля (расположения зон контроля), частоту, выбор методов и определение соответствующих элементов методологии НК, калибровку, оценку и документирование результатов, оборудование НК (аппаратные средства и программное обеспечение), обучение и аттестацию персонала, приемочные испытания систем ЭК, схемное определение процесса принятия решения, основанное на результатах НК.

В основном возможно три варианта событий, которые требуют адекватных мер:

Требования < Возможностей НК	Требования ~ Возможностей НК	Требования > Возможностей НК
Уменьшение требований может быть рассмотрено с точки зрения заложенного ранее консерватизма вследствие неопределенности НК (оценка дефектов или периодичность контроля)	Должна быть рассмотрена разработка улучшенной методологии (возможные будущие нужды)	Интервал будет преодолен за счет разработки и усовершенствования технологии НК

Успешное выполнение методологии требует системного подхода, итерационного процесса, мнений профессиональных экспертов и рекомендаций. Это также требовало сбора и организации информации, предоставленной российской стороной, которая содержала нижеследующие разделы:

1. База данных для ВВЭР-1000 по параметрам проекта, эксплуатационным данным и различным испытаниям (включая результаты неразрушающего контроля);
2. Сводная информация по опыту и сравнительному анализу методов НК, используемых для ЭК в Западных странах и в России;
3. Интегрированный подход к НК опирается на:
 - Комбинацию методов,
 - Выбор параметров контроля,

- Уменьшение воздействия человеческого фактора, например, увеличивая степень автоматизации или улучшая ручной инспекционный процесс,
 - Определение качества системы ЭК и ее обслуживание (включение процесса обратной связи) за счет обучения персонала НК, аттестации и демонстрации эффективности системы ЭК (включая демонстрацию процедур и оборудования).
 - Систему обеспечения качества в ЭК,
 - Оптимизацию процесса отбраковки (принятия/пропуска дефекта) для ЭК при помощи системы полной записи и оптимизации отношения между безопасностью и экономией.
4. Оптимизированные инструкции ЭК для контролируемых элементов,
 5. Оптимизированный выбор объемов для каждой конкретной задачи, как то входной контроль, предэксплуатационный контроль, штатный НК, контроль во время/после ремонта/монтажа.
 6. Оптимизированная периодичность ЭК.

4.3 Поставка 3: Западный эксплуатационный контроль и потенциальное сотрудничество с Россией.

Эта поставка [4] состоит из набора отчетной документации, содержащей детальную информацию об основных подходах Западноевропейского Эксплуатационного контроля (ЭК) и технологий неразрушающего контроля (НК). В документации представлены следующие вопросы: Западная базовые принципы ЭК, методики обучения, концепции, методология, оборудование для изучения влияния человеческого фактора и опыта в широком понимании основных составных частей ЭК.

Для более глубокого взаимного понимания, было проведено сравнение требований к ЭК Российских (ПНАЭ) и Западных (ASME, RSEM, KTA, UK) норм и правил. Детализированная информация по Западным нормам и правилам (включая двустороннее сравнение) была сделана доступной для использования. Соответствующая информация о Российских нормах и правилах была детализирована в Поставке 1.

Взаимопонимание было улучшено во время рабочих встреч, которые проводились в рамках проектов. Были проведены две рабочие встречи для подробного обсуждения информации с Российскими и Западными экспертами. Были организованы посещение лабораторий Западных компаний, включенных в оба проекта и на АЭС. В поставку также включены соответствующие протоколы встреч, с пакетами информации, розданными участникам.

4.4 Поставка 4: Улучшенные и оптимизированные инструкции для эксплуатационного контроля.

Эта поставка [5] закладывает начальный фундамент, для разработки и внедрения улучшенных / оптимизированных инструкций для ЭК, основанных на улучшениях методологии НК, описанных в разделе 4.2.

Так, взаимодействие НК с другими дисциплинами в рамках основных принципов безопасности должно рассматриваться как было описано выше. Имеющаяся информация по различным дисциплинам (механика разрушения, расчет напряжений и анализ производственного опыта; расчет потенциально опасных нагрузок, таких как нагрузки, в переходных режимах; технические требования для производства; опыт эксплуатации; влияние структуры материала и его характеристик; предложения о разработке классификации дефектов; интегрированные методики оценки) была подробно изучена.

Создание улучшенных / оптимизированных инструкций для ЭК - это комплексная работа, которая содержит следующие основные шаги:

- Формулирование требуемого нормативного уровня на основе данных из сопряженных областей знания, главным образом выраженных в условиях минимального обнаруживаемого размера дефекта и точности обнаружения,
- Физическое обоснование для оценки уровня эффективности параметров улучшенной методологии НК/ЭК,

- Применение улучшенной методологии ЭК для обнаружения и определения размеров дефектов,
- Проверка полученных результатов посредством проведения тщательного исследования, состоящего из технического обоснования и экспериментальной демонстрации эффективности, согласно рекомендациям МАГАТЭ и методологии ENIQ (аналогично применяемой на Балаковской АЭС),
- Внедрение усовершенствованного ЭК с использованием улучшенной методологии НК, что будет гарантировать целостность контролируемых компонентов.

После успешного завершения работ, улучшения (изменения) в инструкциях для ЭК должны предусматривать модификацию объемов и периодичности контроля. Оптимизированные инструкции ЭК должны быть основаны на факторах риска, и следовательно должны предполагать исключение любого существенного дефекта, за счет использования методов НК с высокой разрешающей способностью, которые гарантированно выявят и определяют его размеры. На рисунках 2 и 3 приведены примеры усовершенствованных инструкций для корпуса реактора и ГЦТ соответственно. На диаграммах представлены методы, предложенные экспертами, включенными в проект (Консорциум, Субподрядчик, Бенефициарий, EDF, JRC) для обнаружения и измерения размеров дефектов, а также соответствующие плановые максимальные допуски. В качестве предшествующих мероприятий для принятия предложенных интервалов и объемов контроля требуется проведение приемочных испытаний полной системы ЭК, включая процедуру аттестации. Дальнейшие работы, необходимые для доработки выявленных неточностей, должны быть указаны в рекомендациях (поставка 7).

Некоторые уточнения системы ЭК, базирующиеся на опыте и практике, предоставленной Российским экспертами, уже были предложены в рамках проектов как результат работы, выполненной экспертами. Они могут рассматриваться как первый шаг в процессе обновления методологии НК. Следующие действия предлагаются для незамедлительной реализации:

- Для контроля корпуса реактора с внутренней стороны:
- Использование комбинации методов: ультразвуковой контроль, чувствительный к поверхностным дефектам (или альтернативный низкочастотный ВТК)+ ВК / КК,
- Улучшение параметров контроля: нуждается в адаптации контактный метод - требуемая согласно Российским правилам и нормам частота и размеры пьезопластины: от 1 до 1,5 МГц и от 6 до 10 длин волн при 45, 60 и 70град., соответственно. Предложено сокращение размеров размещения преобразователей,
- Объединение специализированных методов:
 - Для оптимизации выявляемости всех дефектов в обечайках предложено использовать LLT и ТТТ методики ультразвукового контроля (в дополнение к эхо импульсному методу),
 - Оптимизация выявляемости дефектов в плакировке в зоне патрубков предлагается за счет использования малогабаритных датчиков с двойной пьезопластиной (70град.) и фокусированных продольных волн (точка фокусировки в пределах первого слоя плакировки),
 - Предложены передовые методики контроля с целью повышения достоверности определения размеров дефектов, такие как дифракция на вершине трещины или методы измерения времени пролета, использование сфокусированных фазированных решеток с определенной моделью задержек или программным обеспечением секторной развертки, реконструкция линейных динамических эхосигналов (амплитуда и время пролета).
- Для ГЦТ: Для оптимизации возможностей детектирования дефектов плакировки и под плакировкой предлагается использовать комбинацию ультразвуковых преобразователей (стандартные углы + специальные методы, метод огибающей волны или ТТТ) на адаптированных частотах (от 1,5 до 2 МГц) с применением адаптированных размеров пьезопластин.
- Для Парогенераторов:
- Для сварных швов коллектора:
 - Объединение специализированных методов: подобно предложению, сделанному для корпуса реактора (LLT и ТТТ методы),

- Улучшенные ультразвуковые параметры: разрешающая способность и достоверность могут быть улучшены посредством использования контактных и сфокусированных датчиков низкой частоты (от 1 до 1,5 МГц),
- Измерение размеров: Сфокусированные ультразвуковые датчики предпочтительнее, но должны быть разработаны и сертифицированы процедуры контроля.
- Трубчатка (для этой цели пригоден вихретоковый метод):
 - Межтрубные интервалы: Для оптимизации чувствительности, разрешающей способности и определения размеров необходимо выбирать оптимальные конструкции измерительных катушек и частот контроля, также необходимо использовать смешанные алгоритмы контроля,
 - По длине труб: улучшить детектирование дефектов можно использованием катушек с механизмом подпружинивания, который способен огибать неровности.

Для дыхательного трубопровода:

- Для достоверного контроля аустенитных труб необходимо применять ультразвуковую методику, совмещающую применение адаптированного волнового режима и угла ввода с низкой частотой контроля. Доказана эффективность физических методов фокусировки фазированной решеткой на различные расстояния для достижения большей достоверности контроля. Будут рассмотрены дополнительные усовершенствования (специальное программное обеспечение для обработки сигналов / мультисигментные методики). Может быть рассмотрено применение набора углов ввода и фокусировки фазированной решетки.

Дополнительно, примеры из справочника по ЭК для контроля корпуса реактора приведены в приложении 1 поставки. Они уже могут быть внедрены как пример практической корректировки программы ЭК.

4.5 Поставка 5: Технические спецификации на поставку оборудования для НК

Во время рабочей встречи, прошедшей в Москве в апреле 1997, Российская сторона определила окончательный список приоритетов для определения технических характеристик оборудования НК:

- 1 Оборудование для ЭК парогенераторов (трубчатка и коллекторы),
- 2 Оборудование для ЭК сварных швов ГЦТ,
- 3 Оборудование для ЭК корпуса реактора изнутри в зонах, доступных для существующего оборудования,
- 4 Обновление существующей системы СК 187 для ЭК корпуса реактора снаружи,
- 5 Оборудование для ЭК шпилек и шпилечных гнезд корпуса реактора.

Из-за ограниченного бюджета, только два первых пункта были успешно выполнены в рамках контракта, по которым разработаны технические спецификации.

4.5.1 Технические спецификации для поставки оборудования для ЭК парогенераторов

Были созданы законченные технические спецификации на поставку НК оборудования, включая необходимые манипуляторы [6]. Его возможности позволяют проконтролировать все опасные зоны и, таким образом, определять потенциально опасные явления:

- Вихретоковый контроль для проверки трубчатки и резьбовых шпилечных отверстий во фланце коллектора,
- Визуальный контроль для проверки внутренней поверхности коллектора с использованием телевизионной камеры,
- Ультразвуковой контроль для проверки качества сварных соединений коллектора / ГЦТ с внутренней стороны и поверхности коллектора между отверстиями для теплообменных труб.

Определено необходимое оборудование для дистанционного управления всеми процессами контроля, включая сбор данных и хранение информации.

4.5.2 Технические спецификации для поставки оборудования для контроля ГЦТ

Разработаны законченные технические спецификации для поставки оборудования НК, включая необходимые манипуляторы [7]. Его возможности обеспечивают контроль всех зон сварных соединений ГЦТ и соединения с компонентами (корпус реактора, ГЦН, ПГ, дыхательный трубопровод).

Для контроля определен только ультразвуковой метод с внешней поверхности, с особым вниманием к зонам, в которых потенциальные дефекты производства подвержены максимальным эксплуатационным нагрузкам, или же дефекты могут быть инициированы эксплуатационными условиями (плакировка, под плакировкой, наружная поверхность).

Определено необходимое оборудование для дистанционного управления всеми процессами контроля, включая сбор данных и хранение информации.

4.6 Поставка 6: Техническая документация: Надежность и человеческий фактор

Задача данного отчета [8] посвящена обзору методов для демонстрации и достижения надежности в области ЭК посредством обучения и аттестации операторов в России и Западной Европе. На основе этого обзора, были даны рекомендации по оборудованию для обучения оператора:

- Тренажеры желательны, главным образом для обучения ручному контролю, для содействия в достижении глубокого понимания и оценки последствий влияния человеческого фактора,
- Эффекты, вносимые человеческим фактором должны изучаться на автоматизированных системах контроля,
- Должны быть сделаны доступными соответствующие тест-образцы и соответствующие макеты зон контроля (макеты особенно необходимы для автоматизированных проверок),
- Должна быть модернизирована система обучения и аттестации операторов (специальная схема в ядерной отрасли / EN 479),
- Специальные схемы обучения включая специфические процедуры должны подбираться для каждой системы ЭК.

4.7. Поставка 7: Финансовая и техническая документация: Уточнение и оптимизация инструкций ЭК.

Это отчет [9] включает предложения для будущих TACIS/PHARE проектов в области НК/ЭК, согласованных с долговременной стратегией, разработанной в пределах ENDEF. Из-за вышеупомянутой задержки в выполнении проектов, немедленная реакция на предложенные проекты в программе TACIS в течение 1993 и 94 была невозможна.

Была представлена и обсуждалась следующая техническая информация:

- Комплексный общий обзор интегральной методологии и концепции проведения работ для ЭК, с рассмотрением всех факторов, влияющих на надежность и достоверность результатов (с акцентом на механизированный контроль и модульный подход к ЭК),
- Результаты внедрения концепции оптимизации и усовершенствованных инструкций в фактическую стратегию эксплуатации АЭС (влияние на планирование остановов, включая определенную подготовку работ с учетом ALARA),
- Необходимость перехода на новый уровень для планирования действий в области ЭК, принимая во внимание имеющиеся предложения (в соответствии с TOR), потребности, как определено глобальным подходом ENDEF (матричная концепция) и приоритеты по оборудованию для повышения безопасности (в первую очередь для контроля ПГ и ГЦТ),
- Обзор результатов поставок,
- Окончательные заключения и документы, которые должны быть представлены в ГАН и РЭА (Заключительная встреча: 11-го сентября, 1997).

5 Общий обзор результатов проектов

5.1 Выполненный объем

Таблица 1 подводит итог работы, выполненной в рамках проектов. Таблица показывает, насколько полно задачи были представлены в поставках. За исключением задачи 4, которая не могла быть решена на ожидаемом уровне, все задачи были выполнены не только согласно ТЗ, но и более глубоко и объемно, чем планировалось первоначально.

Организации, входящие в Консорциум, исполняя роль консультанта, обеспечивали ценной информацией по состоянию текущих программ ЭК на Западноевропейских АЭС через непосредственное участие в работах по ЭК на национальном и международном уровне каждого партнера. Они также проявили активность в области двусторонней помощи и коммерческих проектов по ЭК на ВВЭР реакторах и поэтому обладают достаточным опытом в этой области. Результатом стало активное сотрудничество с субподрядчиком, после серьезных трудностей возникавших на фазе внедрения.

Дополнительно, в результате их участия в международном сотрудничестве в области валидации систем ЭК (PISC, ENIQ) также стало возможным соответствовать общей политике за счет выполнения стратегии ENDEF при руководстве проектом.

Были получены более значимые практические результаты, такие как определение путей быстрого усовершенствования методик контроля для ЭК элементов первого контура; разработка справочника ЭК, который можно использовать как примеры подходов ЭК; технические спецификации для поставки оборудования ЭК, а также рекомендации по созданию передовых курсов обучения.

С самого начала, EDF, как подрядчик сдвоенного проекта R 2.05/93bis, был полностью интегрирован в проект как член группы управления проектом. Эта интеграция обеспечивает прямую передачу предложений как от эксплуатирующей организации, так и от осуществляемого двустороннего проекта по подготовке Российского центра ЭК-НК.

Заключительная презентация результатов, собранных в рамках проектов в течение 2-летней совместной работы между Западноевропейскими и Российскими экспертами, была организована для представления в ГАН.

5.2 Обсуждение результатов

На рис 4 показана блок-схема организации работ, согласно выбранной стратегии, разработанной в рамках ENDEF и примененной к данным сдвоенным проектам. Соответствующие основные шаги могут быть представлены следующим образом:

1. Было выполнено сравнение кодов и стандартов (которые в основном охватывают соответствующие нормативные требования) на основе использования собранной информации по состоянию вопроса в странах Восточной и Западной Европы;
2. Информация о современном техническом уровне методов ЭК в России и на Западе основных элементов первого контура была сконцентрирована на следующих моментах: нормативных требованиях; особенностях проекта; технологии изготовления; эксплуатационных режимах; методах неразрушающего контроля, инструментах и методах; результатах ЭК и их оценке. В отношении запросов, выраженных "группой пользователей", был также получен набор основных технических требований для адекватных систем ЭК, разработанных как база для концепции НК, инспекционной методологии и мониторинга результатов. Кроме того, были подготовлены необходимые технические требования для приобретения оборудования и сервиса согласно списку приоритетов.
3. Основываясь на сравнении воздействия человеческого фактора на результаты НК в Восточной и Западной Европе были сделаны рекомендации для усовершенствованной системы обучения, которая требует адекватной централизованной организации, включая центр НК.

4. Эффект от выполнения предложенной концепции НК, методологии контроля и системы мониторинга результатов может ожидаться раньше или позже в зависимости от наличия соответствующего аппаратного и программного обеспечения:

- если такое оборудование уже имеется, должна быть проведена его аттестация для назначенной цели, согласно соответствующим требованиям. Улучшенные производственные методики контроля предложены с учетом результатов оценки целостности компонентов;
- если нет, усовершенствованное оборудование должно быть разработано и, согласно соответствующим требованиям должна быть выполнена аттестация на соответствие оборудования назначенной цели, а операторы точно и всесторонне обучены. Также, должны рассматриваться вопросы обслуживания оборудования. Центр НК мог бы предложить общую платформу для всех этих задач. Улучшенные эксплуатационные инструкции контроля могут быть предложены только впоследствии, на основании комплексной оценки целостности.

Стратегия совместима с общей политикой в области развития в сфере ЭК. Это является шагом к глобальной концепции оценки риска, которая признана главной целью на будущее.

Тесное сотрудничество между обоими двойными проектами было организовано с самого начала работы, однако выполнение субподряда с Диапром в течение 8 месяцев было не эффективно, отражая трудности обеих сторон. Ввиду соответствующей задержки необходимо было установить область действия планируемых проектов TACIS на 1994, без представления результатов данного проекта. По этой причине, задачи эксплуатационного контроля были исключены из области действия проекта R 2.01/94 (Модернизация с целью обеспечения безопасности НВАЭС), а проект R 2.10/94 (НК и ЭК – Выполнение специального проекта по организации центра НК в Электрогорске) был отменен. В то же самое время, приоритетный список для разработки технических спецификаций на оборудование для приобретения был пересмотрен. Система контроля трубок парогенератора стала приоритетной. Как следствие задержки в выполнении проекта, полный набор технических спецификаций на оборудование не был выполнен. Рассматривалось только оборудования для ПГ и ГЦТ.

Необходимо отметить, что на стадии разработки технических требований к настоящему проекту, ожидаемое влияние на управление программой TACIS в целом по усовершенствованию ЭК было завышено. С другой стороны, необходимо отметить, что совместная работа, и представленная документация, имели положительное воздействие, улучшая культуру безопасности и выстраивая желательную политику для осуществления жесткой системы ЭК, даже если в этих рамках в России все же не был выполнен ни один проект значительной закупки.

Дальнейшие обсуждения результатов и встречи проходили в рамках форума ENDEF, результаты которых представлены в публикациях предложений на дальнейшие работы [13], в инструкциях для дальнейшего усовершенствования системы ЭК на восточноевропейских АЭС.

Согласно этим рекомендациям следующие проекты находятся в стадии выполнения или рассмотрения в рамках мероприятий по поддержке на объектах программы TACIS в Армении (A1.01/96H по усовершенствованию качества и эффективности ЭК компонентов первого контура АЭС Медзамор) и в Украине (U1.01/97D по оптимизации эксплуатационного контроля трубок ПГ на Ровенской АЭС; U1.02/94H по модернизации манипулятора СК 187 и иммерсионного бака на Южно-Украинской АЭС; U1.04/97B по развитию и внедрению ВТ контроля резьбовых гнезд на фланце корпуса Хмельницкой АЭС; U1.04/97C переустановке системы контроля корпуса реактора СК-187 на Хмельницкой АЭС; U2.02/93 по обучению специалистов по методологии, организации и выполнению ЭК систем первого контура; U2.01/97 на организацию Центра по обучению, аттестации и сертификации персонала Украинской атомной энергетической отрасли).

Последующие проекты также получили развитие в России на поставку систем неразрушающего контроля ГЦТ (R2.05/93) с целью соответствия передовым требованиям,

также по модернизации Центра обслуживания систем диагностики (R2.02/93). Соответствующие технические спецификации были недавно подготовлены.

6 Рекомендации

В рамках проекта не выполнена задача параллельного выполнения работы в режиме он-лайн, как это было предусмотрено в ТЗ, главным образом из-за задержки в выполнении проекта, но также и потому, что главной целью проекта было построение прочной основы для долгосрочной работы. Как обозначено выше эта ситуация действительно не была предусмотрена и требует дополнительных мероприятий, чтобы внедрить предложенные автоматизированные системы эксплуатационного контроля.

Однако были подготовлены предложения с целью содействия в выборе и расположении по приоритетам более мелких следующих проектов, одновременно с заключениями по данному проекту, для того, чтобы получить эффект его позитивного воздействия и передать большое количество наработанного положительного опыта в реальную сферу. В основном, рассмотрены предложения для:

- Выполнения поставки оборудования на основе разработанных технических спецификаций,
- Дальнейших выбранных проектов, которые находятся в строгой координации с ENDEF, чтобы избежать любого дублирования с уже действующими проектами.

Предложены следующие проекты:

- Перенос результатов проекта на реакторы ВВЭР-440,
- Выполнение последовательной программы технологического развития для реакторов ВВЭР, в части адаптации существующих методов и производства прототипов,
- Разработка соответствующих тест-образцов;
- Изучение факторов, отрицательно влияющих на эффективность эксплуатационного контроля;
- Изучение ограничений технических возможностей систем;
- Определение входной информации для рассмотрения и адаптации норм и стандартов эксплуатационного контроля;
- Создание центров аттестации, обучения и сервиса (повышение культуры безопасности и исключение дублирования аппаратуры).

Принимая во внимание, что Европейское Экономическое Сообщество заинтересовано этим вопросом в части планирования потребностей и фондов на дальнейшие TACIS проекты, концерн РЭА заинтересован в оптимальном выполнении этих проектов с целью их интеграции в единую стратегию. Далее должны рассматриваться такие основные вопросы, как эффективное управление и получение обратной связи по опыту ЭК для валидации оптимизированных инструкций ЭК и создания Центра НК для скоординированного обучения, квалификации и обслуживания.

7. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Сокращение	Исходное значение	Комментарий
ASME	American Society of Mechanical Engineers	Американские нормы
BM	Base metal	Основной металл
EdF	Electricité de France	
ENDEF	EUROPEAN NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION FORUM	Европейский Форум по неразрушающему контролю
ENIQ	EUROPEAN NETWORK FOR INSPECTION QUALIFICATION	Европейская сеть по аттестации контроля
ET	Eddycurrent Testing	Вихретоковый контроль (ВТК)
EC/JRC	Joint Research Center of the European Commission	Исследовательский Центр ЕЭС
IAEA		
ID	Internal Diameter	Usually used to denote the internal surface of a component
ISI	In-Service Inspection	Эксплуатационный контроль
HAZ	Heat Affected Zone	Зона термовлияния
GAN	GOSATOMNADSOR	ГОСАТОМНАДЗОР
KTA	KERNTECHNISCHER AUSSCHUß	ГЕРМАНСКАЯ НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
LBB	LEAK BEFORE BREAK	Концепция "Течь перед разрушением"
LLT	Transverse wave to Longitudinal wave and reflection of Longitudinal wave	Метод ультразвукового контроля
LPT	Liquid (Dye) Penetrant Testing	
MCL	Main Coolant Pipeline	ГЦТ
MCP	Main Coolant Pump	ГЦН
NDE	Non-Destructive Examination	
NDT	Non-Destructive Testing	Неразрушающий контроль
NPP	Nuclear Power Plant	АЭС
OD	Outside Diameter	
PNAE G		Правила и нормы в атомной энергетике
PSI	Pre-Service Inspection	
PWR	Pressure Water Reactor	
REA	Rosenergoatom	Концерн "Росэнергоатом"
RPV	Reactor Pressure Vessel	
RT	Radiographic Testing	Радиографический контроль
RSE-M	Regles de Surveillance en Exploitation des Materiaux Mechanique	Французские нормы
SG	Steam Generator	Парогенератор
TOFD	Time of Flight Diffraction	
TOR	Terms of Reference	Метод ультразвукового контроля
TTT	Transverse- Transverse- Transverse Wave	Метод ультразвукового контроля
TV	Television	
UT	Ultrasonic Testing	
VNIIAES	All Russian Research Institute for NPP Operation	ВНИИАЭС
VT	Visual Testing	

8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Technical Terms of Reference – TACIS 93 – Nuclear Safety – Russian Federation – Non-destructive Examination / In-service inspection – Project Number 2.05 – PR - 93/267 Rev. 6, 02 August 1994

2. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 1: Input data on the status of in-service inspection in Russia – DIAPROM (Iantchenko) – DIAPR41200811-1, dated May 17, 1997
3. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 2: Methodology of improvement and optimisation of instructions for in-service inspection – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41200812-0, dated February 24, 1997
4. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 3: Western in-service inspection and potential co-operation with Russia – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41200813-3, dated September 29, 1997
5. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 4: Improved and optimised in-service inspection instructions – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41200814-1, dated September 15, 1997
6. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 5.1: Technical specifications of the NDE equipment for the steam generator inspection – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41212815-5, dated April 16, 1997
7. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 5.2: Technical specifications of the NDE equipment and manipulator main circulation piping inspection – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41212825-2, dated September 15, 1997
8. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 6: Technical documentation: Reliability and Human Factors – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41200816-1, dated September 15, 1997
9. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Deliverable 7: Financial and technical documentation: Implementation of improvement and optimisation of in-service inspection instructions – DIAPOM (Iantchenko) – DIAPR41200817-2, dated September 15, 1997
10. TACIS 93 – Project R2.05/93 – VVER 1000 In-service inspection – Final Report – Siemens KWU/Intercontrôle/AEA Technology (Bakirov, Grigoriev, Iantchenko [DIAPROM], Engl & Heumüller [Siemens KWU], Morisseau [Intercontrôle], Sephton & Worall [AEA Technology], Tillet [EDF]), dated December 21, 1998
11. Technical Terms of Reference – TACIS 93 – Nuclear Safety – Russian Federation – VVER ISI Methodology – Non-destructive Examination / In-service inspection (NDE/ISI) – Project Number 2.05bis – 95.001 Rev. 4, April 1995
12. TACIS 93 – Project R2.05/93bis – VVER 1000 In-service inspection – Final Report – EDF (F. Champigny) – EDFFR81200706-1, dated October 20, 1997

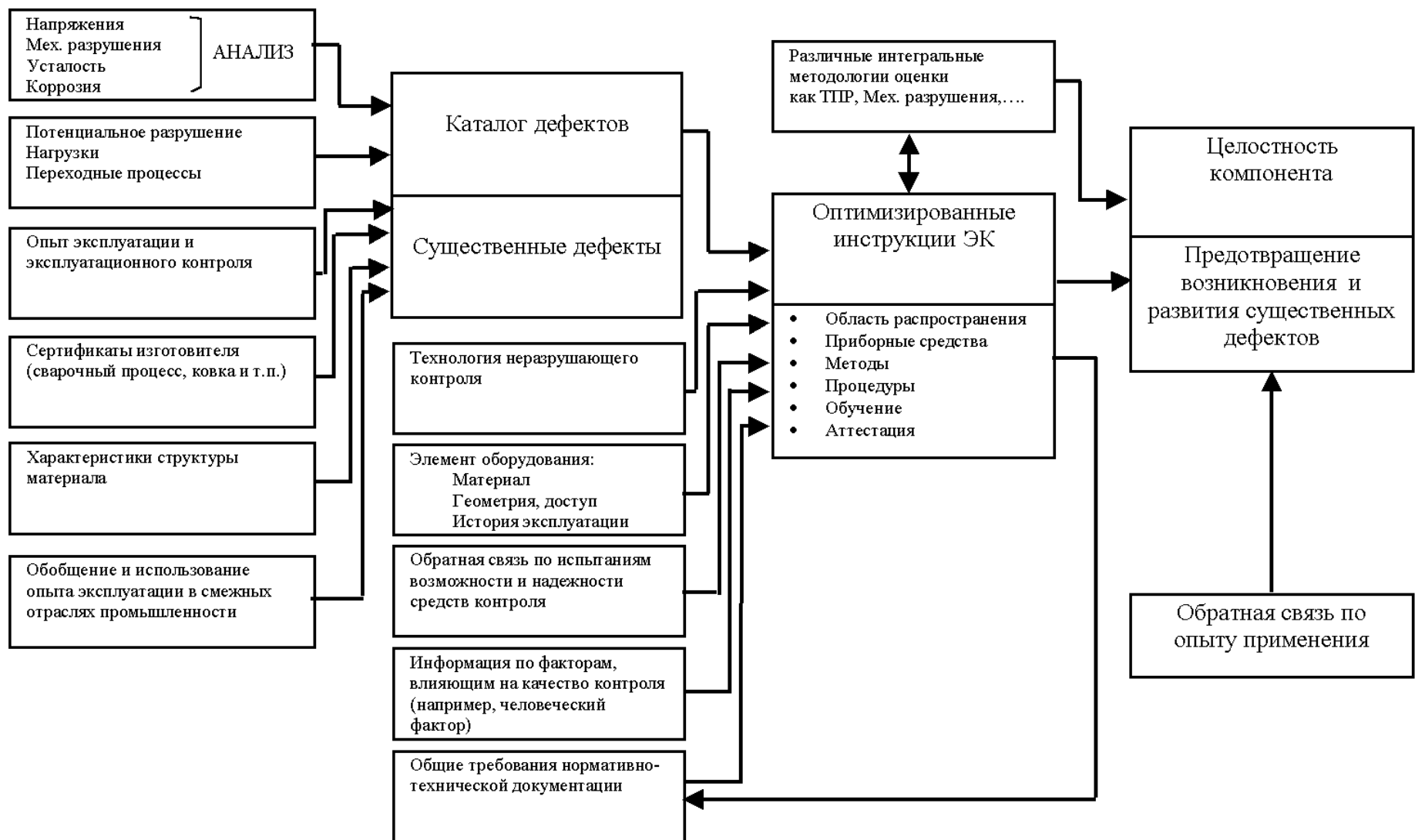


Рис. 1: Методология усовершенствования эксплуатационного контроля

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ИНСТРУКЦИИ ЭК – ГЛАВНЫЙ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ТРУБОПРОВОД

ПРЕДПОСЫЛКИ:

- **РАЗРАБОТАННАЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ НК**

- **КОНТАКТНЫЙ МЕТОД**

ТРЕБОВАНИЯ (на основе последних российских расчетов)

Поверхностный изнутри	4 x 20 мм ²
Подповерхностный изнутри	5 x 20 мм ²
Поверхностный снаружи	4 x 20 мм ²
Внутренний	5 x 20 мм ²

РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ:

- | | |
|--|-----------|
| • ГИДРОИСПЫТАНИЯ | 8 лет |
| • КОЛЬЦЕВОЙ СВАРНОЙ ШОВ (труба к трубе) | 8 лет |
| • КОЛЬЦЕВОЙ СВАРНОЙ ШОВ (труба к оборудованию) | 4 года |
| • КОЛЬЦЕВОЙ СВАРНОЙ ШОВ (труба к колену) | 4 года |
| • РАЗНОРОДНЫЙ СВАРНОЙ ШОВ | 8 лет УЗК |
| | 8 лет РГ |

МИНИМАЛЬНО ВЫЯВЛЕННЫЙ РАЗМЕР ДЕФЕКТА (Для Западного оборудования применительно к ВВЭР):

Поверхностный изнутри	4 x 12 мм ²
Подповерхностный изнутри	5 x 15 мм ²
Поверхностный снаружи	2 x 10 мм ²
Внутренний	5 x 15 мм ²

- **РАЗМЕРЫ**

Метод измерения		Фазированной решетки
Допуск по размерам	{	+Δ = max (2.0, 0.1z) мм
		-Δ = max (0.1, 0.1z) мм
		[z=измеряемый размер]

- **ТОЧНОСТЬ МАНИПУЛЯТОРА:**

Относительная	± 1 мм
Абсолютная	± 3 мм

- **АТТЕСТАЦИЯ (СИСТЕМА И МЕТОДИКА ЭК)**

- **ПРОВЕДЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО И АТТЕСТОВАННОГО ЭК СВАРНЫХ ШВОВ**

- **РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В 3-Х НАПРАВЛЕНИЯХ**

Рис. 3: Усовершенствованные инструкции ЭК для ГЦТ

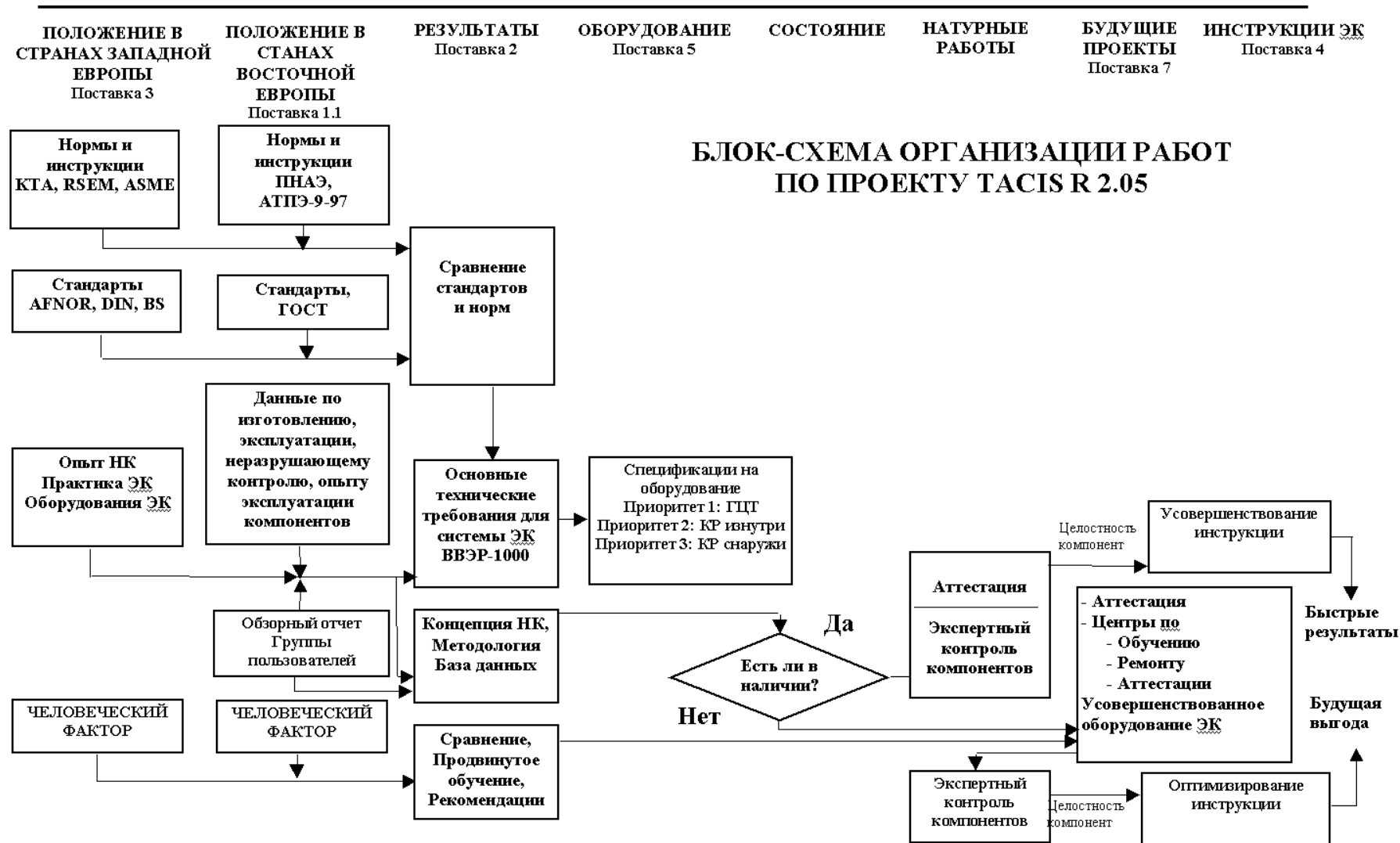


Рис. 4: Блок-схема организации работ по проекту TACIS R 2.05, согласно стратегии ENDEF

Таблица 1

			поставки						
Задача			1	2	3	4	5	6	7
			Исходная информация о состоянии ЭК в России	Методология улучшения и оптимизации инструкций для ЭК	Западный ЭК и потенциальное Сотрудничество с Россией	Улучшенные и оптимизированные инструкции для ЭК	Технические спецификации для оборудования НК и контроля	Техническая документация: Надежность и человеческий фактор	Финансовые и тех. документы: Выполнение улучшений и оптимизация инструкций ЭК
1	1.1	Правила и Нормы, Организация ЭК, Опыт (состояние)	1A: Правила и Нормы в России 1B: Практика ЭК в России 1C: Методология ЭК в России 1D: Организация и опыт в России 1E: Отчет о специфике контроля в России		3A: Правила и Нормы в Западной Европе 3B: Практика ЭК в Западной Европе 3C: Организация и опыт в Западной Европе 3E: Сравнение Российских и Западноевропейских Правил, Норм и практики				
	1.2	Компоненты	1F: База данных и связь критериев				5A: Анализ существующего оборудования		
	1.3	Методология и концепция ЭК	1G: Входные данные из сопредельных знаний (механика разрушения...)	2A: Методики улучшения		4A: Основные (концептуальные) критерии 4B: ЭК методология	5B: Результаты концепции ЭК		
	1.4	Справочник по инструкциям ЭК	1H: Анализ существующих инструкций	2B: Методология для специальных ЭК программ		4C: Передача данных по конструктивным особенностям 4D: Концепция справочника по ЭК	5C: Факторы влияния оборудования		7A: Общий обзор методологии и понятий 7B: Следствия фактического выполнения на станции
	1.5	Оборудование необходимое для контроля					5D: Требования для оптимизации оборудования		7C: Факторы, накладываемые оборудованием, при выполнении оптимизированных инструкций

Таблица 1 (продолжение)

Задача			поставки					7	
			1	2	3	4	5		6
			Исходная информация о состоянии ЭК в России	Методология улучшения и оптимизации инструкций для ЭК	Западный ЭК и потенциальное Сотрудничество с Россией	Улучшенные и оптимизированные инструкции для ЭК	Технические спецификации для оборудования НК и контроля	Техническая документация: Надежность и человеческий фактор	Финансовые и тех. документы: Выполнение улучшений и оптимизация инструкций ЭК
2	2.1	Надежность (методы, приборы и человеческий фактор)	1J: Факторы, влияющие на надежность	2C: Анализ информации о надежности и следствиях	3F: Результаты по надежности (рабочие встречи и визиты)			6A: Оценка подходов к улучшению надежности ЭК 6B: Результаты посещения лабораторий	
	2.2	Оценка влияния операторов	1K: Обучение и аттестация персонала	2D: Анализ информации о вкладе оператора и следствий				6C: Сбор данных по обучению операторов	
	2.3	Комплексное оборудование для обучения					5E: Выводы по программам обучения оператора		7D: Факторы в программе обучения оператора, содействующие при проведении ЭК
	2.4	Имитаторы и оборудование					5F: Выводы по оборудованию обучения оператора		
3		Необходимое оборудование и обслуживание для обеспечения будущих проектов							7E: Обзор предложенных проектов 7F: Создание новых проектов в соответствии со структурой, соответствующей ENDEF
4		Содействие Бенефициарию для выполнения будущих проектов							7G: Рекомендации для реализации будущих проектов (выполнение не может быть проведено в пределах данного проекта)