


УТВЕРЖДАЮ

**Заместитель генерального конструктора –
начальник отделения
Быков М.А.**

« »  20 г.

Техническое задание
на выполнение работ по теме «Независимый анализ и экспертная оценка экспериментальных
работ международного проекта «PKL Phase 4» применительно к развитию сопряжённого
комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ»

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАИМЕНОВАНИЕ ЗАКУПКИ

2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

2.1 Выбор направлений исследований

2.2 Цель и задачи работы

2.3 Стадийность (этапы)

3 ОПИСАНИЕ РАБОТ

4 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ

5.1 Основные требования к выполнению работы

5.2 Внедрение результатов работы

5.3 Используемая нормативная документация

6 ТРЕБОВАНИЯ К СРОКУ (ИНТЕРВАЛУ) ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

7 ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЁТНОСТИ

7.1 Отчётные материалы

7.2 Формат отчётной документации

8 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛНИТЕЛЮ

9 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

10 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

1 НАИМЕНОВАНИЕ ЗАКУПКИ

Независимый анализ и экспертная оценка экспериментальных работ международного проекта «PKL Phase 4» применительно к развитию сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ

2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

2.1 Выбор направлений исследований

Предметом договора является анализ экспериментальных данных, получаемых в международном проекте «PKL Phase 4» на немецком теплогидравлическом стенде PKL.

Немецкий стенд PKL (Primärkreislauf-Versuchsanlage) является моделью реакторной установки PWR, выполненной в масштабе 1:1 по высоте и 1:145 по объему и мощности. Максимальная доступная мощность – 10 % от номинальной. Максимальное давление первого контура – 50 атм., второго контура – 60 атм. Стенд PKL включает в себя четыре петли с вертикальными парогенераторами.

PKL оборудован всеми соответствующими системами безопасности и эксплуатации первого и второго контуров (например, четыре независимых системы аварийного впрыска бора высокого и низкого давления подключены как к горячей, так и к холодной ниткам петель, система отвода остаточного тепловыделения, восемь емкостей пассивной части САОЗ, система компенсации давления, система подпитки и компенсации объема). Это позволяет моделировать широкий спектр аварийных сценариев, взаимодействий между первым и вторым контурами в сочетании с действием различных систем безопасности и эксплуатации.

Экспериментальная программа PKL 4 включает шесть направлений:

1) Исследование теплогидравлических процессов при течении двухфазного теплоносителя. Предполагается изучение явлений на стадии залива активной зоны в аварии LB/IB LOCA. Эксперимент будет выполнен несколько раз с варьированием начальных и граничных условий, таких как мощность активной зоны, давление в первом контуре и т.д.

2) Изучение процессов в авариях IB- и SB-LOCA. В рамках данного направления возможна реализация одного из двух сценариев. В первом из них предполагается изучение влияния работы гидроемкостей на протекание процессов. Эксперимент повторяется несколько раз с изменением размера течи, а также конфигурации и параметров работающих гидроемкостей. Во втором сценарии большее внимание уделено влиянию поступления азота в первый контур в ходе аварии.

3) Изучение борного разбавления. Разбавление борной кислоты происходит в аварии SB-LOCA, а также возможно в авариях в холодном состоянии РУ. В обоих случаях разбавление борной кислоты происходит вследствие конденсации пара в трубном пучке парогенераторов. В эксперименте планируется моделирование аварии с потерей отвода остаточного тепла в холодном состоянии.

4) Исследования процедур расхолаживания. В данном направлении планируется два экспериментальных исследования. В первом из них изучается образование паровой подушки под крышкой реактора при расхолаживании в условиях потери электроснабжения. Во втором эксперименте также осуществляется расхолаживание установки при потере электроснабжения. При этом остаточное энерговыделение отводится через один ПГ. Имитируется подача питательной воды от передвижной насосной установки. подача воды

выполняется в ходе применения процедуры подпитка-сброс на данном ПГ (со стороны второго контура).

5) Исследования осаждения борной кислоты в активной зоне при аварии LB-LOCA. Осаждение борной кислоты может произойти при длительной фазе охлаждения активной зоны с помощью борированной воды САОЗ. САОЗ подает теплоноситель в холодные нитки петель. При этом из-за теплообмена данного теплоносителя с паром в контуре, теплоноситель поступает в активную зону при температуре, близкой к температуре насыщения. В активной зоне происходит кипение и постепенное увеличение концентрации борной кислоты. Локально может достигаться концентрация насыщения и осаждение твердой борной кислоты.

6) Эксперименты, определяемые участниками проекта. Предполагается проведение двух экспериментов, сценарии которых определяются совместно участниками и партнерами проекта.

Проект «PKL Phase 4» реализуется с 2016 по 2020 годы.

2.2 Цель и задачи работы

Целью договора является получение Заказчиком консультационных услуг по оценке экспериментальных данных, получаемых в проекте «PKL Phase 4» с точки зрения развития сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ (свидетельство о регистрации № 2011613548 от 06.05.2011).

2.3 Стадийность (этапы)

Этап	Название	Начало этапа	Окончание этапа
1	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2018 года	дата заключения договора	10.09.2018
2	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2019 года	11.09.2018	10.06.2019
3	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2020 года	11.06.2019	10.06.2020
4	Анализ экспериментальных работ в финальной стадии проекта	11.06.2020	10.12.2020

3 ОПИСАНИЕ РАБОТ

Исходя из наполнения матрицы верификации сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ, Исполнитель должен представить аргументированное мнение о том, какие экспериментальные данные проекта «PKL Phase 4» целесообразно использовать для дополнительной верификации сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ. При этом Исполнитель должен указать соответствующие физические явления, к которым относится данная дополнительная верификация.

Также, Исполнитель должен анализировать программу работ проекта «PKL Phase 4» и вносить предложения по наполнению и корректировке программы.

По согласованию сторон Исполнитель командировует специалистов для непосредственного участия в совещаниях Программного комитета проекта «PKL Phase 4». Цели командирований следующие:

- совещание с остальными участниками проекта «PKL Phase 4» для оценки экспериментальных данных и корректировки программы экспериментальных работ;
- консультационная поддержка Заказчика при переговорах с участниками проекта «PKL Phase 4» относительно результатов, полученных с использованием сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ.

Исполнитель должен предусмотреть возможность обеспечения командирования специалистов за рубеж в объёме до 30 чел-дней.

4 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения работ Заказчик в течение двух недель с даты заключения договора официальным письмом направляет Исполнителю материалы проекта «PKL Phase 4» (на электронном носителе).

При окончании проекта «PKL Phase 4» (в том числе в случае, если окончание проекта окажется позже окончания работ по данному договору), Заказчик передаёт официальным письмом все накопленные по проекту данные (на электронном носителе).

5 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ

5.1 Основные требования к выполнению работы

На каждом этапе работ результаты анализа экспериментальных данных проекта «PKL Phase 4» и программы проекта оформляются в виде аннотационного отчёта.

Аннотационный отчёт содержит следующую информацию:

- анализ экспериментальных данных проекта «PKL Phase 4» применительно к верификации сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ;
- перечень физических явлений, моделирование которых может быть верифицировано с использованием данных проекта «PKL Phase 4».

Анализ экспериментальных данных должен включать экспертное мнение о необходимости использования верификационных данных для обоснования моделирования тех или иных физических явлений. Экспертное мнение должно быть обоснованным.

При указании физических явлений необходимо также охарактеризовать использованные на данный момент соответствующие верификационные материалы.

5.2 Внедрение результатов работы

Исполнитель может использовать полученные данные проекта «PKL Phase 4» для самостоятельной верификации сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ.

5.3 Используемая нормативная документация

В работе Исполнитель руководствуется РД-03-34-2000 «Требования к составу и содержанию отчета о верификации и обосновании программных средств, применяемых для обоснования безопасности объектов использования атомной энергии».

6 ТРЕБОВАНИЯ К СРОКУ (ИНТЕРВАЛУ) ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Дата начала работ – дата заключения договора.

Дата окончания работ – 10.12.2020.

Отчётность:

Этап	Название документа	Тип документа	Окончание этапа
1	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2018 года	Аннотационный отчёт	10.09.2018
2	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2019 года	Аннотационный отчёт	10.06.2019
3	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2020 года	Аннотационный отчёт	10.06.2020
4	Анализ экспериментальных работ в финальной стадии проекта	Аннотационный отчёт	10.12.2020

7 ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЁТНОСТИ

7.1 Отчётные материалы

По результатам работ выпускаются и передаются Заказчику следующие документы:

Название документа	Тип документа
Анализ экспериментальных работ в период до середины 2018 года	Аннотационный отчёт
Анализ экспериментальных работ в период до середины 2019 года	Аннотационный отчёт
Анализ экспериментальных работ в период до середины 2020 года	Аннотационный отчёт
Анализ экспериментальных работ в финальной стадии проекта	Аннотационный отчёт

7.2 Формат отчётной документации

Отчетная документация по каждому этапу передается Заказчику в бумажном виде в одном сброшюрованном экземпляре и в электронном виде на одном оптическом носителе (документация в электронном виде должна быть в форматах тех программных продуктов, с помощью которых она создавалась и в отсканированном виде).

При завершении работ по каждому этапу Исполнитель передает Заказчику, акт сдачи-приемки выполненных работ и аннотационный отчёт.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛНИТЕЛЮ

Исполнитель должен соответствовать следующим требованиям:

– Исполнитель должен являться пользователем сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ (свидетельство о регистрации № 2011613548 от 06.05.2011);

– наличие опыта выполнения работ за последние 5 лет с использованием сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛ (подтверждается аналитической справкой или иной документацией).

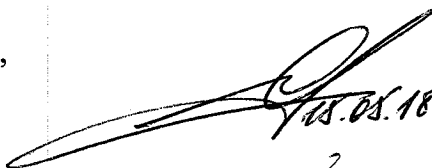
9 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

№ п/п	Сокращение	Расшифровка сокращения
1	IB LOCA	Intermediate break loss of coolant accident
2	LB LOCA	Large break loss of coolant accident
3	PWR	Pressurized Water Reactor
4	SB LOCA	Small break loss of coolant accident
5	ПГ	Парогенератор
6	ПК	Программный комплекс
7	РУ	Реакторная установка
8	САОЗ	Система аварийного охлаждения активной зоны

10 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

Номер приложения	Наименование приложения	Номер страницы
1	Календарный план	6

Заместитель начальника отделения,
начальник отдела 2.04



Е.В. Сотсков

Ведущий инженер-конструктор



И.Г. Петкевич

61

Приложение №1 к Техническим требованиям

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

на выполнение работы

«Независимый анализ и экспертная оценка экспериментальных работ международного проекта «PKL Phase 4» применительно к развитию аттестованной версии сопряжённого комплекса КОРСАР/ГП - КУПОЛЬ»

№ этапа	Наименование этапа	Отчетность	Сроки выполнения
1	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2018 года	Акт сдачи-приемки, Аннотационный отчет	10.09.2018
2	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2019 года	Акт сдачи-приемки, Аннотационный отчет	10.06.2019
3	Анализ экспериментальных работ в период до середины 2020 года	Акт сдачи-приемки, Аннотационный отчет	10.06.2020
4	Анализ экспериментальных работ в финальной стадии проекта	Акт сдачи-приемки, Аннотационный отчет	10.12.2020

Заместитель генерального конструктора –
начальник отделения 2.00

М.А. Быков

Заместитель начальника отделения,
начальник отдела 2.04

Е.В. Сотсков

Ведущий инженер-конструктор

И.Г. Петкевич