

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Директора - Генерального  
конструктор по НИОКР ОАО  
«НИКИЭТ»

  
\_\_\_\_\_ А.В.Лопаткин  
«25» 06 2014 г.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение НИР

«Расширение возможностей MSU для проектных задач для исследований на суперкомпьютерах быстро протекающих динамических процессов в БР с жидкометаллическим теплоносителем.

Этап 2014-2015 годов»

Москва 2014

ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СЕРИЯ  
ОАО «НИКИЭТ»  
Страна:

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование НИР	3
2. Цель и задачи НИР	3
3. Стадийность	4
4. Описание НИР	4
5. Требования к техническим результатам НИР	5
6. Используемая нормативная документация	5
7. Требования к сроку выполнения НИР	6
8. Порядок приемки	6
9. Требования к отчетности	6
10. Условия конфиденциальности	6
11. Требования, предъявляемые к поставщику (исполнителю)	6
12. Перечень принятых сокращений	7

## 1. Наименование НИР

Расширение возможностей MCU для проектных задач для исследований на суперкомпьютерах быстро протекающих динамических процессов в БР с жидкометаллическим теплоносителем. Этап 2014-2015 годов.

## 2. Цель и задачи НИР

Цели НИР:

Целью работы является создание программного комплекса ДАРИЙ, предназначенного для прецизионного моделирования с использованием метода Монте-Карло на суперкомпьютерах быстро протекающих динамических процессов в реакторных установках с жидкометаллическим теплоносителем. Для расчетов кинетики на основе метода Монте-Карло в этом комплексе будут использоваться создаваемые в рамках выполнения работ по настоящему договору программы КИР и КИР-П.

В 2014 и 2015 году для достижения этой цели решаются следующие задачи:

1. Разработка программы КИР с использованием модернизированных модулей пакетов прикладных программ MCU-4 и MCU-5 для решения уравнения переноса нейтронов с временными зависимостями положения органов регулирования, плотностей и температур материалов. Объединение программы КИР с кодом ТЕИСП (НИКИЭТ), предназначенным для проведения теплогидравлических расчетов быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем, в вычислительный комплекс ДАРИЙ. Отладка программы КИР и комплекса ДАРИЙ на базовых моделях.

2. Разработка документации по программному комплексу ДАРИЙ.

3. Расчетное моделирование переходных процессов. Тестирование расчетных модулей и комплекса.

4. Доработка комплекса. Разработка программы КИР-П с использованием модулей программы КИР для решения уравнения переноса нейтронов с временными зависимостями положения органов регулирования, плотностей и температур материалов в рамках классических методов адиабатического, квазистатического и усовершенствованного квазистатического приближений. Входящие в уравнения этих приближений эффективная доля запаздывающих нейтронов и время жизни мгновенных нейтронов должны рассчитываться с учётом функции ценности нейтронов деления. Доработка программы КИР и комплекса ДАРИЙ с включением в него программы КИР-П. Выпуск итоговых документов: описание алгоритмов и инструкции пользователя.

### 3. Стадийность

НИР «Расширение возможностей МСУ для проектных задач для исследований на суперкомпьютерах быстро протекающих динамических процессов в БР с жидкометаллическим теплоносителем. Этап 2014-2015 годов» должна быть выполнена в соответствии с представленными ниже стадиями.

№ этапа	Содержание этапа	Срок выполнения работы (окончание)
1.	Разработка расчетного комплекса для сопряженного нейтронного и теплогидравлического расчета. Отладка на базовых моделях	20.10.2014
2.	Разработка документации по динамическому комплексу	20.10.2014
3.	Расчетное моделирование переходных процессов. Тестирование расчетных модулей и комплекса	15.10.2015
4.	Доработка комплекса. Выпуск итоговых документов: описание алгоритмов и инструкции пользователя	15.10.2015

### 4. Описание НИР

#### Первый этап

В соответствии с задачей 1 разрабатывается программа КИР для решения нестационарного уравнения переноса методом Монте-Карло. Для разработки используются модернизированные модули пакетов прикладных программ МСУ-4 и МСУ-5 и модули программы КИР, разрабатываемые в процессе решения задачи 1 и ориентированные на решения уравнения переноса нейтронов с временными зависимостями положения органов регулирования, плотностей и температур материалов. Также используются тексты модулей программы КИР, разработанные в рамках выполнения Договора № 24/254-13 между НИКИЭТ и НИЦ КИ, этап 2013 г. Программа КИР объединяется с программой ТЕИСП, предназначенной для проведения теплогидравлических расчетов быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем, в вычислительный комплекс ДАРИЙ.

Проводится отладка программы КИР и комплекса ДАРИЙ на базовых моделях.

Подготавливаются тексты комплекса ДАРИЙ на магнитных носителях.

#### Второй этап

В соответствии с задачей 2 проводятся работы по созданию документации по программному комплексу ДАРИЙ. В документации дается описание комплекса ДАРИЙ, включая область применения, описание входных и выходных данных.

#### Третий этап

В соответствии с задачей 3 проводится расчетное моделирование переходных процессов, протекающих в активных зонах реакторов МБИР и БРЕСТ, с временными зависимостями положения органов регулирования, плотностей и температур материалов конструкционных элементов. Осуществляется тестирование расчетных модулей и вычислительного комплекса ДАРИЙ.

## Четвёртый этап

В соответствии с задачей 4 проводится доработка программы КИР с учетом накопленного на предыдущих этапах опыта расчетных исследований.

Разрабатывается программа КИР-П для решения нестационарного уравнения переноса нейтронов методом Монте-Карло. Для разработки используются модули программы КИР, созданные в рамках решения задачи 1. Также разрабатываются модули программы, реализующие классические методы адиабатического, квазистатического и усовершенствованного квазистатического приближений решения нестационарного уравнения переноса. Необходимые для реализации этих методов эффективная доля запаздывающих нейтронов и время жизни мгновенных нейтронов рассчитываются с помощью специального разрабатываемого модуля программы КИР-П с учетом функции ценности нейтронов деления.

Производится доработка комплекса ДАРИЙ с включением в него новой версии программы КИР и программы КИР-П.

Проводится работа по созданию итоговой документации по программе КИР: описание алгоритмов и инструкции пользователя.

## 5. Требования к техническим результатам НИР

5.1. Отчет по первому этапу «Разработка расчетного комплекса для сопряженного нейтронного и теплогидравлического расчета. Отладка на базовых моделях».

Отчет включает в себя описание тестовых задач и результаты их расчетов.

К отчету прилагаются тексты программного комплекса ДАРИЙ на магнитном носителе.

5.2. Отчет по второму этапу «Разработка документации по динамическому комплексу».

Отчет включает в себя постановку задачи, описание методов её решения, назначения программы ДАРИЙ, условий ее применения, описание входных и выходных данных программы.

5.3. Отчет по третьему этапу «Расчетное моделирование переходных процессов. Тестирование расчетных модулей и комплекса».

Отчет включает в себя описание разработанных математических моделей реакторов МБИР и БРЕСТ и результаты моделирования переходных процессов, протекающих в активных зонах этих реакторов, с временными зависимостями положения органов регулирования, плотностей и температур материалов конструктивных элементов.

5.4. Отчет по четвертому этапу «Доработка комплекса. Выпуск итоговых документов: описание алгоритмов и инструкции пользователя».

В отчете дается описание алгоритмов, реализованных в программах, входящих в вычислительный комплекс ДАРИЙ, а также инструкцию пользователя комплекса ДАРИЙ с примерами его использования и результатами расчета.

## 6. Используемая нормативная документация

НИР по настоящему Техническому заданию должна быть выполнена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ 7.32-2001. «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
- ГОСТ 19.201-78. «ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению».

## **7. Требования к сроку выполнения НИР**

НИР этапа 2014 года по разработке расчетного комплекса для сопряженного нейтронного и теплогидравлического расчета и отладке его на базовых моделях должна быть выполнена в срок до 20.10.2014 года.

НИР этапа 2014 года по разработке документации по динамическому комплексу должна быть выполнена в срок до 20.10.2014 года.

НИР этапа 2015 года по расчетному моделированию переходных процессов, тестированию расчетных модулей и комплекса должна быть выполнена в срок до 15.10.2015 года.

НИР этапа 2015 года по доработке комплекса и выпуску итоговых документов: описание алгоритмов и инструкции пользователя, должна быть выполнена в срок до 15.10.2015 года.

## **8. Порядок приемки**

НИР проходит экспертизу научно-технического совета Исполнителя.

НИР принимается комиссией, назначаемой Заказчиком с участием Исполнителя.

## **9. Требования к отчетности**

По окончании этапов и НИР в целом Заказчику представляются следующие материалы:

- Отчет «Разработка расчетного комплекса для сопряженного нейтронного и теплогидравлического расчета. Отладка на базовых моделях». Прилагаются тексты программ, входящих в комплекс, на магнитном носителе.
- Отчет «Разработка документации по динамическому комплексу» с описанием назначения комплекса, условий его применения, определения рассматриваемых задач и методов их решения, входных и выходных данных.
- Отчет «Расчетное моделирование переходных процессов. Тестирование расчетных модулей и комплекса».
- Отчет «Доработка комплекса. Выпуск итоговых документов: описание алгоритмов и инструкции пользователя».

## **10. Условия конфиденциальности**

Стороны обязуются обеспечить конфиденциальность сведений, относящихся к предмету договора, ходу его исполнения и полученным результатам в соответствии с законодательством Российской Федерации (России) и распорядительными документами Сторон в области коммерческой (научно-технической) и служебной тайны.

## **11. Требования, предъявляемые к поставщику (исполнителю)**

Специалисты, выполняющие работы в соответствии с данными техническими требованиями, должны:

- обладать знаниями по внутреннему устройству кодов программ семейства MCU;
- обладать знаниями по работе с этими программами в полном, с точки зрения пользователя, объеме;

**12. Перечень принятых сокращений**

**БР** – быстрый реактор;

**БРЕСТ** – быстрый реактор со свинцовым теплоносителем;

**ДАРИЙ** – динамика атомных реакторов;

**КИР** – кинетика реакторов;

**МБИР** – многоцелевой быстрый исследовательский реактор;

**НИР** – научно-исследовательская работа.

Директор ОФиБ

Начальник отдела

Руководитель темы,

Заместитель начальника отдела



В.П.Васюхно



И.Б.Лукаевич



А.П.Жирнов