

**ПРОГРАММА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА КАЗАХСТАНСКОМ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКОМ ТОКАМАКЕ  
НА 2017–2018 ГОДЫ**

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ  | Стоимость работ  | Исполнители от Республики Беларусь | Исполнители от Республики Казахстан                              | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|--|--|------------------------------------|--|--|
| 1.          | <b>Проведение исследований по физике плазмы КТМ</b>  | <b>Всего по этапу 1:</b><br>Казахстан – 100 млн тенге,<br>Россия – 53 млн рублей   |                                    | НЯЦ РК,<br>ИАЭ НЯЦ РК*   | НИЦ «Курчатовский институт»,<br>АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»,<br>ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе                            |
| 1.1.        | Исследование формирования плазменного шнура и выхода его на номинальные параметры в режиме омического нагрева                | Казахстан – 100 млн тенге,<br>Россия – 53 млн рублей                               |                                    | Шаповалов<br>Геннадий Владимирович<br>(ИАЭ)<br>shapovalov@nnc.kz | Докука Владимир Николаевич<br>v.dokuka@mail.ru<br>Ноткин Геннадий Евсеевич<br>Notkin_GE@nrcki.ru         |
| 2.          | <b>Проведение исследований по физике взаимодействия плазмы с материалами первой стенки и дивертора при омическом нагреве</b> | <b>Всего по этапу 2:</b><br>Казахстан – 25 млн тенге,<br>Россия – 8,858 млн рублей |                                    | НЯЦ РК,<br>ИАЭ НЯЦ РК  | НИЯУ МИФИ  |
| 2.1.        | Оптимизация технологии подготовки внутренних поверхностей вакуумной камеры КТМ   | Казахстан – 25 млн тенге   |                                    | Понкратов<br>Юрий Валентинович<br>(ИАЭ)<br>ponkratov@nnc.kz      | Курнаев Валерий Александрович<br>kurnaev@yandex.ru<br>Беграмбеков Леон Богданович<br>lbb@plasma.mephi.ru |
| 2.2.        | Разработка способа низкотемпературного обезгаживания контактирующих с плазмой элементов первой стенки                        | Россия – 8,858 млн рублей  |                                    |  | Беграмбеков Леон Богданович<br>lbb@plasma.mephi.ru   |

\* Список сокращений приведен на последней странице проекта программы.

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ   | Стоимость работ   | Исполнители от Республики Беларусь | Исполнители от Республики Казахстан                                   | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|---|---|------------------------------------|---|--|
| 3.          | <b>Материаловедческие исследования конструкционных и функциональных материалов</b>  | <b>Всего по этапу 3:</b><br>Казахстан – 96,998 млн тенге,<br>Россия – 80,292 млн рублей |                                    | НЯЦ РК,<br>ИАЭ НЯЦ РК,<br>ИЯФ РК,<br>НИИЭТФ КазНУ<br>им. Аль-Фараби   | НИЦ «Курчатовский институт»,<br>АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»,<br>НИЯУ МИФИ  |
| 3.1.        | Исследование закономерностей взаимодействия изотопов водорода с конструкционными материалами, материалами с покрытиями, перепыленными слоями  | Казахстан – 29 млн тенге<br>Россия – 34,245 млн рублей                                  |                                    | Чихрай<br>Евгений Васильевич<br>(НИИЭТФ КазНУ)<br>chikhray@physics.kz | Курнаев Валерий Александрович<br>(НИЯУ МИФИ)<br>kurnaev@yandex.ru,<br>Писарев Александр<br>Александрович (НИЯУ МИФИ) |
| 3.1.1.      | Исследование закономерности захвата изотопов водорода материалами первой стенки   | Казахстан – 29 млн тенге  |                                    | Чихрай<br>Евгений Васильевич<br>(НИИЭТФ КазНУ)<br>chikhray@physics.kz |  |
| 3.1.2.      | Сателитные исследования взаимодействия изотопов водорода с графитом FP-479, покрытым литием, проводимые на литиевом стенде НИЯУ МИФИ  | Россия – 30,224 млн рублей  |                                    |   | Курнаев Валерий Александрович<br>(НИЯУ МИФИ)<br>kurnaev@yandex.ru,<br>Писарев Александр<br>Александрович (НИЯУ МИФИ) |
| 3.1.3.      | Сателитные исследования захвата газов материалами первой стенки и перенапыленными слоями КТМ на установках НИЯУ МИФИ (МИКМА), включая взаимодействия плазмы с материалом дивертора; определение состава и структуры перенапыленных слоев; параметры и закономерности захвата газов в контактирующих с плазмой материалах и перенапыленных слоях | Россия – 4,021 млн рублей   |                                    |   | Беграмбеков Леон Богданович<br>lbb@plasma.mephi.ru   |

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ  | Стоимость работ   | Исполнители от Республики Беларусь   | Исполнители от Республики Казахстан   | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|--|---|--|---|--|
| 3.1.4.      | Исследование процессов модификации и упрочнения порошковых коррозионно-стойких сталей, медно-никелевых и алюминиевых сплавов облучением различных энергий**  | Беларусь  | государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии   |   |  |
| 3.2.        | Имитационные исследования воздействия высоко-энергетических частиц и плазмы на структуру и свойства перспективных конструкционных материалов ТЯР   | Казахстан – 27,298 млн тенге,<br>Россия – 10,470 млн рублей | государственное научное учреждение «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова Национальной академии наук Республики Беларусь». Асташинский Валентин Миронович, ast@hmti.ac.by | Кислицын Сергей Борисович (ИЯФ) skislitsin@inp.kz,<br>Бакланов В.В. (ИАЭ) Baklanov@nnc.kz | Курнаев Валерий Александрович (МИФИ) kurnaev@yandex.ru,<br>Беграмбеков Леон Богданович lbb@plasma.mephi.ru |
| 3.2.1.      | Имитационные исследования воздействия высокоэнергетических частиц и плазмы на структуру и свойства перспективных конструкционных материалов ТЯР  | Казахстан – 27,298 млн тенге                                |  | Кислицын Сергей Борисович (ИЯФ) skislitsin@inp.kz   |  |
| 3.2.2.      | Имитационные исследования воздействия высокоэнергетических частиц и интенсивных корпускулярных потоков на структуру и свойства перспективных конструкционных материалов и покрытий, в том числе сталей и защитного покрытия карбида бора | Россия – 10,470 млн рублей                                  |  |   | Беграмбеков Леон Богданович lbb@plasma.mephi.ru  |

\*\* Данное исследование требует проработки и согласования конкретных типов материалов и финансово-экономического обоснования работ.

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ   | Стоимость работ   | Исполнители от Республики Беларусь | Исполнители от Республики Казахстан                   | Исполнители от Российской Федерации   |
|-------------|---|---|------------------------------------|---|---|
| 3.3.        | Изучение влияния электронного и плазменного облучения на эрозию поверхности и физико-механические свойства материалов ТЯР   | Казахстан – 40,7 млн тенге,<br>Россия – 35,577 млн рублей                       |                                    | Зуев Владимир Александрович (ИАЭ)<br>zva@nnc.kz       | Курнаев Валерий Александрович (МИФИ)<br>kurnaev@yandex.ru   |
| 3.3.1.      | Исследования эффектов тепловой эрозии и формирования механических напряжений в конструкционных материалах на имитационном стенде с плазменно-пучковой установкой в ИАЭ НЯЦ РК | Казахстан – 40,7 млн тенге  |                                    | Зуев Владимир Александрович (ИАЭ)<br>zva@nnc.kz       |   |
| 3.3.2.      | Разработка и испытание встраиваемого анализатора ионного состава плазмы для имитационного стенда КТМ  | Россия – 35,577 млн рублей  |                                    |   | Курнаев Валерий Александрович (МИФИ)<br>kurnaev@yandex.ru   |
| 4.          | <b>Исследования и реализация новых инновационных технологий: «Отработка режимов работы макета литиевого дивертора КТМ»</b>  | <b>Всего по этапу 4:</b><br>Казахстан – 61 млн тенге,<br>Россия – 31 млн рублей |                                    | НЯЦ РК, ИАЭ НЯЦ РК, НИИЭТФ КазНУ им. Аль-Фараби       | АО «Красная Звезда»,<br>НИЦ «Курчатовский институт»,<br>АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»,<br>НИЯУ МИФИ   |
| 4.1.        | Испытания и отработка режимов работы макетов литиевого дивертора на основе капиллярно-пористой системы.   | Казахстан – 25 млн тенге,<br>Россия – 25 млн рублей                             |                                    | Понкратов Юрий Валентинович<br>ponkratov@nnc.kz       | Люблинский Игорь Евгеньевич (АО «Красная Звезда») lyublinski@yandex.ru,<br>Мирнов Сергей Васильевич (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ») mirnov@triniti.ru |
| 4.2.        | Исследование влияния плазмы КТМ и реакторного облучения на литиевую капиллярно-пористую структуру (КПС)   | Казахстан – 36 млн тенге,<br>Россия – 6 млн рублей                              |                                    | Кульсартов Тимур Валиханович (ИАЭ)<br>tima@physics.kz | Люблинский Игорь Евгеньевич (АО «Красная Звезда») lyublinski@yandex.ru,<br>Мирнов Сергей Васильевич (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ») mirnov@triniti.ru |

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ   | Стоимость работ   | Исполнители от Республики Беларусь   | Исполнители от Республики Казахстан   | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|---|---|--|---|--|
| 5.          | <b>Создание и испытание диагностики для исследования процессов взаимодействия плазма – стенка</b>   | <b>Всего по этапу 5:</b><br>Россия –<br>17,175 млн рублей   |  | Соисполнитель –<br>Чектыбаев Б.Ж. (ИАЭ)<br>Chektybaev@nnc.kz  | Беграмбеков Леон Богданович<br>lbb@plasma.mephi.ru   |
| 5.1.        | Разработка, создание, тестирование и оптимизация прототипа материаловедческого зонда для КТМ  | Россия –<br>17,175 млн рублей   |  |   | Беграмбеков Леон Богданович<br>lbb@plasma.mephi.ru   |
| 6.          | <b>Развитие системы автоматизации, управления и сбора данных, экспериментальная проверка расчетных кодов</b>  | <b>Всего по этапу 6:</b><br>Беларусь –<br>23 859 млн белорусских рублей,<br>Казахстан –<br>132,641 млн тенге,<br>Россия –<br>70,21 млн рублей | ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны»<br>НАН Беларуси,<br>Белгосуниверситет,<br>ООО «Прикладные системы» | НЯЦ РК,<br>ИАЭ НЯЦ РК,<br>ИЯФ,<br>НИИЭТФ КазНУ<br>им. Аль-Фараби  | НИЦ «Курчатовский институт»,<br>АО «НИИЭФА»,<br>АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»,<br>ТПУ, ООО «Томиус»,<br>НИЯУ МИФИ,<br>ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе,<br>МГУ им. М.В.Ломоносова |
| 6.1.        | Развитие системы автоматизации проведения экспериментов на КТМ и распределение системы хранения и обработки результатов с созданием единого объединенного сегмента национальных грид-сетей для информационно-расчетной поддержки работ по научной программе КТМ | Беларусь –<br>8 580 млн белорусских рублей,<br>Казахстан –<br>132,641 млн тенге,<br>Россия –<br>39,9 млн рублей                               | Бабичев<br>Леонид Филиппович<br>(ОИЭЯИ «Сосны»)<br>babichev@sosny.<br>bas-net.by     | Коровиков<br>Александр Геннадьевич<br>(ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz,<br>Ольховик Дмитрий (ИАЭ)<br>olkhovik@nnc.kz | Павлов Вадим Михайлович<br>(ТПУ)<br>pavlov@tpru.ru,<br>Байструков Константин Иванович<br>(ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru             |
| 6.1.1.      | Разработка и создание ГРИД-интегрированной системы обработки данных экспериментов на КТМ  | Беларусь –<br>8 580 млн белорусских рублей,<br>Казахстан –<br>60,3 млн тенге  | Бабичев<br>Леонид Филиппович<br>babichev@sosny.<br>bas-net.by                        | Коровиков<br>Александр Геннадьевич<br>(ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz,<br>Ольховик Дмитрий (ИАЭ)<br>olkhovik@nnc.kz |  |

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ   | Стоимость работ              | Исполнители от Республики Беларусь | Исполнители от Республики Казахстан   | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|---|------------------------------|------------------------------------|---|--|
| 6.1.2.      | Оптимизация процессов кондиционирования рабочей вакуумной камеры перед пуском КТМ   | Казахстан – 26,653 млн тенге |                                    | Коровиков Александр Геннадьевич (ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz,<br>Ольховик Дмитрий (ИАЭ)<br>olkhovik@nnc.kz |  |
| 6.1.3.      | Создание, развитие и актуализация интернет-портала www.ktm.kz   | Казахстан – 15,188 млн тенге |                                    | Коровиков Александр Геннадьевич (ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz,<br>Ольховик Дмитрий (ИАЭ)<br>olkhovik@nnc.kz |  |
| 6.1.4.      | Экспериментальная оценка состояния контактных сопротивлений обмотки ТФ в рабочем диапазоне токов КТМ  | Казахстан – 30,5 млн тенге   |                                    | Коровиков Александр Геннадьевич (ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz,<br>Ольховик Дмитрий (ИАЭ)<br>olkhovik@nnc.kz |  |
| 6.1.5.      | Разработка и внедрение средств автоматизированной подготовки и загрузки комплексных сценариев разряда КТМ   | Россия – 5,1 млн рублей      |                                    |   | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpru.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |
| 6.1.6.      | Исследование, разработка и внедрение алгоритмов и технических средств интеллектуализации распределительной сети КТМ, основанных на принципах smart-grid, в целях защиты электротехнологического оборудования и повышения качества электроснабжения экспериментального комплекса | Россия – 8 млн рублей        |                                    |   | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpru.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ  | Стоимость работ  | Исполнители от Республики Беларусь   | Исполнители от Республики Казахстан | Исполнители от Российской Федерации   |
|-------------|--|--|--|-------------------------------------|---|
| 6.1.7.      | Разработка и внедрение многофункционального интеллектуального устройства анализа параметров сети электроснабжения КТМ  | Россия –<br>5,5 млн рублей   |  |                                     | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |
| 6.1.8.      | Развитие архитектуры и технического обеспечения устройств сбора данных с диагностических систем КТМ на основе высокопроизводительных магистрально-модульных систем и логических схем с высокой степенью интеграции элементов | Россия –<br>7 млн рублей   |  |                                     | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |
| 6.1.9.      | Создание дополнительного программного и технического обеспечения для расширения функциональных и информационно-вычислительных возможностей пульта управления КТМ   | Россия –<br>9,5 млн рублей   |  |                                     | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |
| 6.1.10.     | Создание протоколов и программного интерфейса для организации удаленного участия научно-исследовательских коллективов в совместных экспериментах, проводимых на КТМ  | Россия –<br>4,8 млн рублей   |  |                                     | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |
| 6.2.        | Совершенствование системы управления, сбора и обработки экспериментальных данных   | Беларусь –<br>15 279 млн белорусских рублей,<br>Россия –<br>30,31 млн рублей | Бабичев<br>Леонид Филиппович<br>(ОИЭЯИ «Сосны»)<br>babichev@sosny.<br>bas-net.by |                                     | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович (ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.tomsk.ru |

| Номер этапа | Наименование и содержание этапа работ  | Стоимость работ                             | Исполнители от Республики Беларусь   | Исполнители от Республики Казахстан   | Исполнители от Российской Федерации  |
|-------------|--|---|--|---|--|
| 6.2.1.      | Создание системы предварительной обработки данных с предоставлением возможности удаленного мониторинга и контроля эксперимента   | Беларусь –<br>15 279 млн белорусских рублей | Бабичев<br>Леонид Филиппович<br>(ОИЭЯИ «Сосны»)<br>babichev@sosny.<br>bas-net.by | Соисполнитель –<br>Коровиков<br>Александр Геннадьевич<br>(ИАЭ)<br>korovikov@nnc.kz  |  |
| 6.2.2.      | Разработка программных комплексов моделирования плазмы и восстановления ее параметров для расчета заданий в систему управления током, положением и формой плазмы в КТМ, интегрированных в среде «Simulink» | Россия –<br>8,9 млн рублей                  |  | Соисполнитель –<br>Шаповалов<br>Геннадий Владимирович<br>(ИАЭ)<br>shapovalov@nnc.kz | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович<br>(ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.<br>tomsk.ru |
| 6.2.3.      | Моделирование и совершенствование системы управления током, положением и формой плазмы в КТМ на основе программного комплекса моделирования плазмы КТМ   | Россия –<br>8,01 млн рублей                 |  | Соисполнитель –<br>Шаповалов<br>Геннадий Владимирович<br>(ИАЭ)<br>shapovalov@nnc.kz | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович<br>(ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.<br>tomsk.ru |
| 6.2.4.      | Адаптация программного комплекса подготовки сценариев разряда в вычислительной среде системы автоматизации КТМ   | Россия –<br>4,2 млн рублей                  |  | Соисполнитель –<br>Шаповалов<br>Геннадий Владимирович<br>(ИАЭ)<br>shapovalov@nnc.kz | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович<br>(ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.<br>tomsk.ru |
| 6.2.5.      | Адаптация подсистем сбора данных с группы микроволновых диагностик КТМ для измерения и управления плотностью плазмы в реальном масштабе времени  | Россия –<br>9,2 млн рублей                  |  | Соисполнитель –<br>Шаповалов<br>Геннадий Владимирович<br>(ИАЭ)<br>shapovalov@nnc.kz | Павлов Вадим Михайлович (ТПУ)<br>pavlov@tpu.ru,<br>Байструков Константин Иванович<br>(ООО «Томиус»)<br>Baystrukov.Konstantin@tomics.<br>tomsk.ru |

ИТОГО: вклад Республики Беларусь – 23 859,2465 млн белорусских рублей;  
вклад Республики Казахстан – 415,639 млн тенге;  
вклад Российской Федерации – 260,535 млн рублей.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| НЯЦ РК                          | – Национальный ядерный центр Республики Казахстан;   |
| ИАЭ НЯЦ РК                      | – Институт атомной энергии – филиал Национального ядерного центра Республики Казахстан;  |
| НИЦ «Курчатовский институт»     | – Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»;  |
| АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»             | – акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований»;       |
| ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе           | – Физико-технический институт Российской академии наук имени А.Ф.Иоффе;  |
| НИЯУ МИФИ                       | – Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»;   |
| ИЯФ РК                          | – Институт ядерной физики Республики Казахстан;  |
| НИИЭТФ                          | – Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики;  |
| КазНУ им. Аль-Фараби            | – Казахский национальный университет имени Аль-Фараби;   |
| ТЯР                             | – термоядерный реактор;  |
| ГНУ «ОИЭЯИ «Сосны» НАН Беларуси | – Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований «Сосны» Национальной академии наук Беларуси; |
| ТПУ                             | – Томский политехнический университет;   |
| МГУ им. М.В.Ломоносова          | – Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова.   |