



## Развитие технологий производства фторсодержащих продуктов для ядерного топливного цикла

*12 декабря 2019 г.*

## Резюме Проекта Суть Проекта и целесообразность его реализации (1/2)

Название  
инвестиционного  
Проекта

Проект «Развитие технологий производства фторсодержащих продуктов для ядерного топливного цикла»

Суть инвестиционного  
Проекта

Проект компании предполагает строительство на базе АО «СХК» (входит в АО «ТВЭЛ», топливную компанию ГК «Росатом») комплекса для переработки обедненного гексафторида урана (ОГФУ) в безводный фтористый водород (БФВ) мощностью до 18 тыс. т ОГФУ в год.

Проект направлен на решение проблемы утилизации накапливающихся фторсодержащих техногенных отходов, образующихся в атомной отрасли, и одновременно на создание отечественной инновационной ресурсно-технологической производственной базы промышленного выпуска соединений фтора, что должно быть достигнуто через получение безводного фтористого водорода (БФВ) из фторсодержащих отходов (ОГФУ).

Реализация проекта позволит сократить объемы хранения фторсодержащих отходов, перейти к замкнутому по фтору циклу производства ядерного топлива в атомной промышленности, исключить зависимость от импорта сырья для производства БФВ в интересах российской промышленности

Отраслевые  
особенности  
Проекта

- В мире накоплено до 2 млн. т ОГФУ, что соответствует 670 тыс. т фтора, в том числе на предприятиях ГК «Росатом» накоплено до 1 млн. т ОГФУ, в составе которого содержится около 30% фтора.
- Технология Проекта направлена на решение 2 задач: **1) реконверсия ОГФУ с получением удобного для длительного хранения нелетучего и негидролизуемого соединения урана – его закиси-оксида; 2) производство БФВ для обеспечения замкнутого по фтору ядерного топливного цикла**
- БФВ является базовым сырьем для производства всех соединений фтора: хладонов, фторполимеров, огнегасящих компонентов, электронных газов, летучих фторидов элементов для изотопного обогащения, газовых и жидких диэлектриков, антифрикционных и биологически активных компонентов, химических источников тока, газотранспортных сред, твердотельных генераторов фтора.
- Проблема производства безводного фтористого водорода (БФВ):
  - запасы высококачественного плавикового шпата, применяемого при производстве БФВ, в РФ практически исчерпаны, его приходится импортировать;
  - за последние 3 года цена на плавиковый шпат возросла в 2 раза.
- **Себестоимость БФВ, полученного по заявленной технологии в 2,6 раза ниже, чем при получении по традиционному методу сернокислотного разложения плавикового шпата.**

## Резюме Проекта Суть Проекта и целесообразность его реализации (2/2)

Инициатор Проекта,  
Получатель средств

Инициатор Проекта – ООО «Новые химические продукты», г. Санкт-Петербург.

- Конечные бенефициары: 50% – ЗПИФ «ТУГРА», 26,77% – А.В.Мамаев, 13,47% – Д.С.Пашкевич, 9,77% – Ю.И.Алексеев
- Компания создана в 2002 г.
- Адрес местонахождения: 191186, г. Санкт-Петербург, набережная Реки Мойки, д. 11 литера А пом. 16Н, ИНН 7805255036
- Размер уставного капитала ООО «Новые химические продукты» составляет 20 тыс. руб.

Получатель средств – SPV

- Предполагаемая структура собственности: ООО «НХП» – не менее 51%, АО «СХК» – не более 49%
- Место реализации – ТОР «Северск», г. Северск Томской обл., на промышленной площадке АО «СХК»
- Решение о создании SPV будет приниматься по итогам обоснования инвестиций (ОБИН)

Готовность проекта



Смонтировано и принято к эксплуатации оборудование пилотной установки по производству БФВ из ОГФУ на АО «СХК», проведены пуско-наладочные работы.

Проведены испытания пилотной установки по получению БФВ из ОГФУ в условиях, приближенных к реальной эксплуатации на СХК. Начиная с 2015 г. в виде грантов фондом Сколково на эти цели выделено 52,7 млн руб.

Проведена независимая оценка полученных результатов: согласно протоколу НТС АО «ТВЭЛ» результаты НИОКР признаны положительными. Со стороны АО «ТВЭЛ» предложено заключить соглашение о намерениях о реализации Проекта, при этом варианты мощности будущей установки предлагается оценить на этапе ОБИН.

Получены 4 патента РФ по тематике проекта.

Планируется получить 5 новых патентов в ходе реализации проекта. Также планируется защита интеллектуальной собственности путем патентования получаемых результатов в приоритетных странах: Китай, Франция, США.

Разработаны исходные данные на проектирование опытно-промышленной установки по переработке ОГФУ на базе АО «СХК» мощностью порядка 18 тыс. т в год по ОГФУ.

Разработано технико-экономическое обоснование для рассмотрения заявки на создание опытно-промышленной установки переработки ОГФУ на базе АО «СХК».

## Резюме Проекта Стратегия реализации Проекта (1/2)

В соответствии с существующим планом реализации Проекта инвестиционная фаза составит 3,5 года с момента начала финансирования Проекта (4 кв. 2020 г.) до окончания осуществления капитальных вложений и ввода всех производственного комплекса в эксплуатацию (1 кв. 2024 г.).

Приобретение, поставку, монтаж и пусконаладочные работы основного оборудования производственного комплекса планируется осуществить в следующие сроки:

Основные этапы реализации Проекта	2020-2021				2022				2023				2024
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.
1. Подготовительный этап (создание СП с АО «СХК», разработка и согласование ОБИН, прохождение экспертизы МОЛ), разработка и экспертиза ПСД и РД													
2. Проведение строительно-монтажных работ													
3. Приобретение и поставка оборудования													
4. Монтажные и пуско-наладочные работы													
5. Ввод в эксплуатацию													
1 Этап													
2 Этап													

Осуществление строительно-монтажных работ планируется в течение 2022 г. и подразумевает создание следующих объектов:

- производство реконверсии ОГФУ в кислород-водород-метановом пламени в существующем (реконструируемом) здании;
- создание складов временного хранения фтористого водорода в существующем (реконструируемом) здании и во вновь создаваемом здании с терминалами скачивания фтористого водорода из железнодорожных цистерн и созданием новых ж/д тупиков;
- установка ректификационной очистки фтористого водорода во вновь строящимся здании с системой бестарной передачи БФВ и 40% плавиковой кислоты в существующее производство.

С 3 кв. 2023 г. планируется запустить производство, при полной загрузке мощностей которого (с 1 кв. 2024 г.), суммарный объем производства составит:

- безводный фтористый водород (БФВ) – 5 713 т/ год
- 40 % плавиковая кислота – 1 066 т/ год (в рамках планируется нейтрализация, без продажи)

## Резюме Проекта Стратегия реализации Проекта (2/2)

Продолжительность инвестиционной фазы составляет 3 года

К настоящему моменту разработан план коммерциализации и маркетинга продуктов Проекта. Потенциальные потребители продукта проекта:

- Компании, входящие в ОАО «ТВЭЛ» (АО «СХК», АО «АЭХК», АО ПО «ЭХЗ», ОАО «УЭХК») и иностранные компании, работающие в области ЯТЦ (USEC, США; Areva, Франция; Urenco, Евросоюз; JFNL, Япония; CNNC, Китай).
- Honeywell, Solvay, Ineos, Derivados del Fluor, Airproducts, Morita, Sinochem Lantian, Sanmei Chemical, Yingpeng Chemical, Do-Fluoride Chemicals, Dongyue Group, Fujian Shaowu Yongfei Chemical, Shaowu Huaxin Chemical, Juhua Group, 3F, Fubao Group.

Проведены переговоры с компанией Honeywell - крупнейшим производителем БФВ в США, а также с компанией Nutrien крупнейшим производителем фосфатных удобрений в США. Компании проявили предварительную заинтересованность в технологии ООО«НХП».

Продолжительность этапов, предшествующих началу производства готовой продукции составляет 2 года. Выход на максимальную производительность планируется со следующего квартала после запуска производства. График выхода на полную мощность производства приведен ниже.

График выхода на полную производственную мощность					
Квартал	III кв. 2023	IV кв. 2023	I кв. 2024	II кв. 2024	III кв. 2024
Уровень загрузки мощностей	30%	30%	100%	100%	100%



Основные этапы реализации Проекта	I		II		III		IV		I		II		III		IV		I			
	2020-2021				2022				2023				2024							
1. Подготовка, ПСД, РД, МОЛ																				
2. СМР и ПНР																				
3. Операционная деятельность																				

## Резюме Проекта Ключевые финансовые показатели Проекта

Ключевые  
финансовые  
показатели Проекта

### Чистая приведенная стоимость (NPV)

446 млн руб.

- ▶ NPV на период прогнозирования составляет **264,7** млн руб., NPV на терминальный период составляет **181,5** млн руб.
- ▶ Положительные значения NPV свидетельствуют о целесообразности вложения инвестиций в Проект

### Внутренняя норма доходности (IRR)

16,22% с учетом терминального периода  
14,19 % на прогнозный период

- ▶ Полученные результаты доходности Проекта также показывают его инвестиционную привлекательность, поскольку IRR Проекта превышает значение средневзвешенной стоимости капитала в течение периода прогнозирования (14,2%)

### Период окупаемости (PBP)

8 лет  
Дисконтированный период  
окупаемости (DPBP): 10,44 лет

- ▶ PBP не превышает общий срок погашения задолженности
- ▶ PBP и DPBP учитывают расходы по обслуживанию внешних займов в виде уплаты процентов
- ▶ DPBP не выходит за рамки прогнозного периода

### Индекс доходности инвестиций (PI)

1,17

- ▶ Показатель PI больше единицы, что свидетельствует о приемлемом уровне генерируемых Проектом доходов, получаемых на одну единицу инвестиций

Вывод

При заложенных в расчетах суммах доходов и затрат Проект является эффективным, финансово состоятельным со средним уровнем рисков

## Резюме Проекта Стоимость Проекта и потребность в финансировании

Общая стоимость  
Проекта

Общая сумма инвестиций в Проект в номинальном выражении составляет **2 829 482 тыс. руб.**

Предполагаемые  
источники  
финансирования  
Проекта  
(структура  
Финансирования)

- Финансирование Проекта планируется осуществить за счет заемных средств Банка и собственных средств Инициатора Проекта
- Долговое финансирование Банка планируется на следующих условиях:
  - сумма кредита – **2 263 408 тыс. руб. (80%)**
  - срок кредита – 9 лет
  - период выборки средств: 01.10.2020 – 31.03.2024г.
  - процентная ставка по кредиту: на момент инвест. фазы fix 11,7%, на период эксплуат. фазы: float [КлючЦБ + 5,28]%
  - grace period (отсрочка платежей) по процентам – 3,25 года, до момента формирования положительного денежного потока
  - grace period (отсрочка платежей) по основному долгу – **3,25** года
  - погашение основной суммы долга будет осуществляться с 3 кв. 2024 г. по 3 кв. 2029 г.

**Общая стоимость Инвестиционного Проекта**  
(в номинальных ценах в расчете на 01.07.2019 г.), тыс. руб.

Показатели	Значения	Структура
<b>Общая стоимость Инвестиционного Проекта</b>	<b>2 829 482</b>	<b>100,0%</b>
НМА и подготовительные работы	341 436	12,1%
<b>Строительные</b> работы	<b>399 346</b>	<b>14,1%</b>
Оборудование*	1 502 527	53,1%
<b>Монтажные</b> работы	321 444	11,4%
Прочие работы	159 090	5,6%
Финансирование СП до запуска производства	105 638	3,7%

\* - доля импортного оборудования составляет 8,5%

**Структура финансирования Инвестиционного Проекта**  
(в номинальных ценах в расчете на 01.07.2019 г.), тыс. руб.

Показатели	Собственное участие	Кредит
<b>Бюджет Проекта</b>	<b>2 829 482</b>	
НМА и подготовительные работы	341 436	-
Вклад недвижимостью и СМР	90 930	308 416
Оборудование*	28 070	1 474 457
Монтажные работы	-	321 444
Прочие работы	-	159 090
Финансирование СП до запуска производства	105 638	-
<b>Итого</b>	<b>566 074 (20%)</b>	<b>2 263 408 (80%)</b>

## Резюме Проекта SWOT-анализ Проекта

### Сильные стороны

- Успешный опыт испытаний пилотной установки, наличие действующего производственного комплекса
- Наличие контрактной обвязки с основным партнером на поставку необходимого объема ОГФУ и приобретение получаемого в рамках Проекта БФВ (прорабатывается возможность оформления off-take контрактов на принципах take or pay)
- Наличие отлаженных связей с участниками рынка, в том числе другими потенциальными потребителями
- Наличие управленческой команды, имеющей опыт организации производства новых продуктов
- Уникальная технология для российского и международного рынка с подтвержденной эффективностью
- Значительно более низкая себестоимость получения БФВ по сравнению с альтернативными источниками

### Слабые стороны

- Необходимость создания уникальной промышленной установки
- Рынок РФ ограничен компаниями ГК Росатом. Остальных потенциальных заказчиков нужно искать за пределами РФ

- Потенциал масштабирования и тиражирования технологии, учитывая значительные запасы ОГФУ, выступающего сырьем в рамках Проекта
- Интеграция с ведущим участником мирового рынка ядерной энергетики (ГК Росатом)
- В рамках дальнейшей реализации проекта планируется отработка технологии получения БФВ из гексафторкремниевой кислоты (ГФКК), образующейся при переработке апатитов (сырьё для производства фосфатных удобрений).

- Рост уровня конкуренции за счет появления более совершенной технологии переработки (на горизонте окупаемости проекта не предвидится)
- Зависимость от ключевого партнера – нивелируется вхождением его в капитал, передачей ключевых активов для производства на баланс SPV, формирования контрактной обвязки с гарантийными обязательствами
- Риск нарушения непрерывности деятельности по технологическим причинам

### Возможности

### Угрозы

## Описание продукта Характеристика производимой продукции

Полезными продуктами переработки ОГФУ с использованием технологии Проекта будут БФВ и 40% плавиковая кислота

В рамках Проекта предполагается выпуск следующей продукции:

### 1. Безводный фтористый водород (БФВ)

#### Источники получения БФВ:

#### Природный высококачественный плавиковый шпат

В основном состоит из фтористого кальция  $\text{CaF}_2$  – в этом соединении содержится до 49% фтора

**БФВ**

#### Природные апатиты и фосфориты

Одним из главных составных частей этих ископаемых является фторапатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$

#### ОГФУ (Обедненный гексафторид урана)

Образуется в процессе изотопного обогащения урана в рамках ядерного топливного цикла (см. «Этапы производственной цепочки»)

#### Водные растворы гексафторкремниевой кислоты (ГФКК).

Образуются при переработке апатитов (сырьё для производства фосфатных удобрений). Потенциальные запасы фтора в ГФКК в несколько раз превышают запасы фтора в плавиковом шпате.

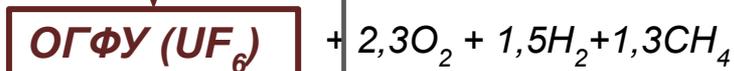
- Основными потребителями БФВ являются российские и зарубежные предприятия по выпуску фторполимеров, хладонов, электронных газов и газовых диэлектриков, предприятия ядерного топливного цикла, производящие гексафторид урана, и предприятия по производству алюминия, которые используют в своём производстве гексафторалюминат натрия.
- В рамках Проекта предполагается производство **5 713 т БФВ в год. Реализация всего объема БФВ планируется в адрес АО «СХК»** для использования в рамках ядерного топливного цикла

### 2. 40% плавиковая кислота

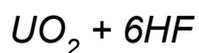
- Представляет собой водный раствор фтороводорода (HF). Реагирует со многими металлами с образованием фторидов (кроме свинца, платины, палладия и золота, которые не растворяются). Способна растворять многие неорганические вещества, в том числе и стекло. Нет взаимодействия у неё с пластмассами, парафином, каучуковыми материалами.
- Используется в производстве полупроводников, алюминия, фтористых соединений, разных химических реагентов, фигурных изделий из стекла, отделочных и строительных материалов, в обработке различных, используемых в промышленности материалов, для дезинфекции и очистки воды, а также в различных других производственных сферах.
- В рамках проекта выступает как **вторичный продукт, продажа которого возможна при дополнительной очистке. В настоящий момент предполагается нейтрализация без продажи**

## Описание технологии Этапы производственной цепочки

### Процесс переработки ОГФУ



1) Подача в реактор, где происходит переработка ОГФУ в пламени водородсодержащего топлива и кислорода



2) Охлаждение продуктов горения с высокой скоростью с целью снизить скорость обратной реакции фторирования оксидов урана фторидом водорода

3) Последовательное отделение порошкообразного диоксида урана при помощи гравитационного осаждения, циклона и металлокерамического фильтра

4) Газообразные продукты реакции охлаждают в теплообменнике, при этом образовавшийся фторид водорода конденсируют. Жидкий фторид водорода собирают в емкости-накопителе.

**$UO_2$**  – нетоксичное соединение урана, передается на длительное хранение в АО «СХК»

**РАО** – передаются в АО «СХК»

### Участие в ядерном топливном цикле

Рудник



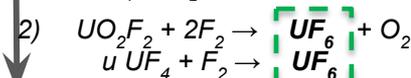
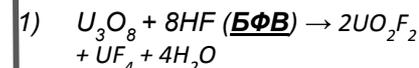
Руда

Горно-обогатительная фабрика



$U_3O_8$

Конверсия



Изотопное обогащение урана

Обогащенный уран

Изготовление твэлов, ядерный реактор и т.д.

ОГФУ

### Продукты Проекта

**БФВ**

**Плави́ковая кислота**

(в рамках БП реализация не планируется)

В процессе переработки ОГФУ фтор (фтороводород) возвращается в производственный процесс, а уран переходит в безопасную форму хранения в виде оксидов урана.

## Анализ ресурсов Место реализации проекта

### ТОР «Северск»

Реализацию Проекта планируется осуществлять в недавно созданной ТОР «Северск».

Территория опережающего социально-экономического развития «Северск» расположена внутри охраняемого периметра ЗАТО Северск и в настоящий момент включает в себя десять земельных участков (на схеме выделено белыми квадратами и обозначено последними цифрами кадастровых номеров).

Часть Проекта, включающую финальный этап переработки ОГФУ (в т.ч. выделение БФВ и его продажу) планируется разместить на площадке сублиматного завода, расположенного на земельном участке с кадастровым номером 70:22:0010402:14, включенном в состав ТОР «Северск». Участок относится к категории «brownfield» и обеспечен разветвлённой инфраструктурой, включающей обеспечение электричеством, отоплением, водоснабжением, водоотведением. Имеются подъездные железнодорожные пути, подъездные и внутренние автодороги.

Реализация остальной части Проекта планируется на территории Завода разделения изотопов (АО «СХК»), расположенном правее земельного участка с кадастровым номером 70:22:0010803:127(98).

