



НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

# Пакет инновационных технологий для нефтегазовой промышленности РФ

ОАО «НИИТФА» – ОАО АНК «Башнефть»  
2 Сентября 2011



# Содержание

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

## I. Что такое ОАО «НИИТФА»

## II. Пакет инновационных технологий

- Радиационная конверсия газ-в-жидкость на основе мощных промышленных ускорителей
- Технология радиационной сероочистки
- Очистка дымовых газов промышленных предприятий
- Радиационная переработка органических материалов
- Технология очистки сточных вод
- Низкотемпературный радиационный крекинг тяжелого углеводородного сырья

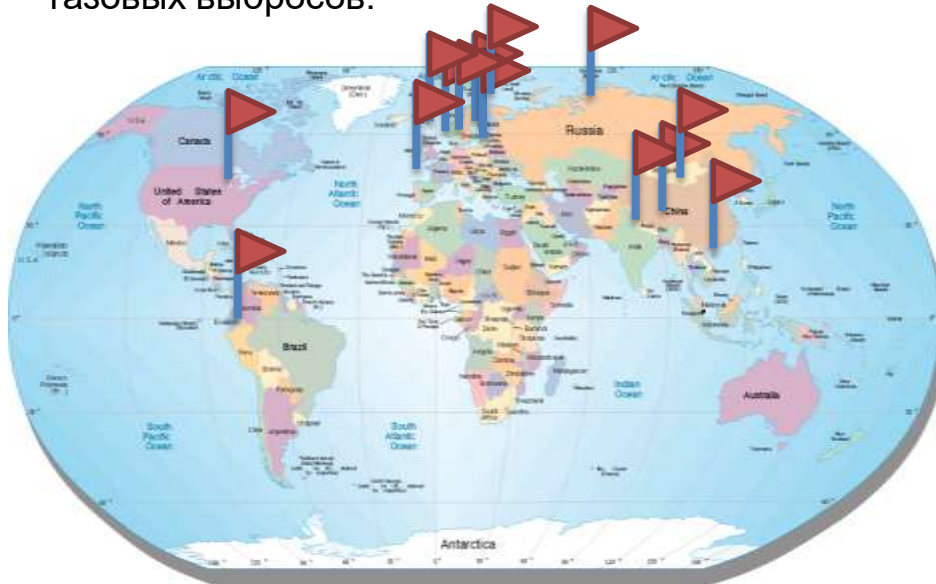
## III. Что нам делать с этим пакетом



**Институт основан в 1960 году под названием «ВНИИ радиационной техники» в качестве головной организации по развитию и внедрению радиационной техники и технологий, включая медицинскую рентгенотехнику.**



**За свою историю** были освоены и внедрены радиационные технологии и для модификации свойств веществ, обработки пищевых продуктов, стерилизации изделий медицинского назначения, переработке отходов производства и потребления, а так же технологии по очистке сточных вод и газовых выбросов.



## **Налаженные связи:**

Институты Академии Наук РФ,  
Отраслевые институты ГК «Росатом»  
ОАО «В/О ИЗОТОП»  
Университеты и институты  
Частные компании (РФ и мира) –  
участники целевых рынков

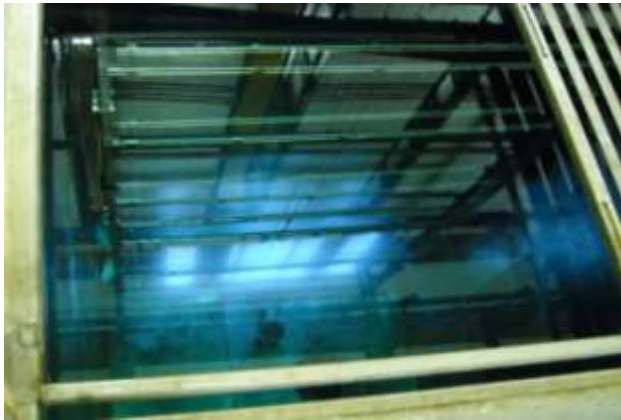


# Реализованные проекты. Внедренные технологии

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

## Радиационно-технологические установки на базе источников излучения



- Обработка пищевых и сельскохозяйственных продуктов
- Стерилизация медицинских изделий и биоматериалов (кровь)
- Самослипающаяся изолянта
- Модификация паркета, отвержение материалов
- Мобильные облучательные установки
- Транспортировка источников



ОАО «НИИТФА» было создано более 40 радиоизотопных установок в России и за рубежом (имеются патенты). Преимущества Российских установок: Универсальность, обеспечение высокой равномерности облучения, надежность работы, использование 80% типовых узлов.



# Реализованные проекты. Внедренные технологии

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

## Радиационно-технологические установки на базе ускорителей



- Стерилизация медицинских изделий и биологического материала (крови)
- Термоусаживаемые пленочные материалы и трубки
- Радиационная очистка сточных вод
- Радиационная полимеризация, тентовые материалы
- Радиационная модификация материалов



ОАО «НИИТФА» было внедрено более 10 промышленных радиационно-технологических установок на базе ускорителей мощностью до 100 кВт.

	Гамма	Ускоритель
Мощность излучателя	3,5 МКи	35 кВт
Производительность	12 т/час (4кГр)	10 т/час (4кГр)
Энергия излучения	1,33 МэВ	5-10 МэВ
Глубина проникновения излучения	<b>80-100 см</b>	<b>8-10 см</b>
Однородность дозы	Высокая	Низкая
Мощность дозы	<b>Низкая</b>	<b>Высокая</b>



**СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ:**  
**УСКОРИТЕЛЬ - КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ**  
**НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**



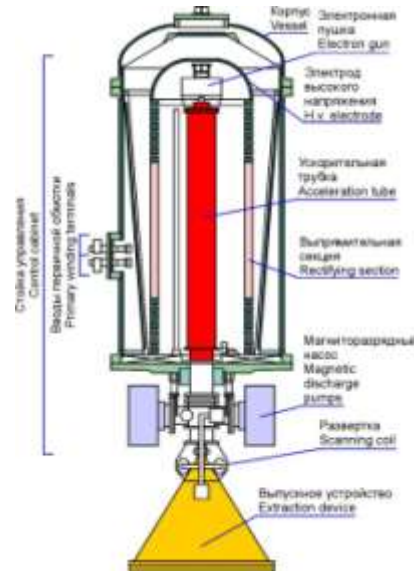


# Что можно делать на базе мощных промышленных ускорителей

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

- I. Стерилизация, пастеризация, обеззараживание, радиационная обработка сельскохозяйственной продукции в промышленных масштабах (~ N тонн/час)
- II. Природоохранные приложения радиационных технологий: очистка водных стоков, газовых выбросов
- III. **Переработка твердых органических отходов**





# Конверсия газ-в-жидкость. Концептуальная схема

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**Технология R-GTL представляет собой экологически чистый способ получения качественного высокооктанового моторного топлива (ОЧ>105) из углеводородного газа, не востребованного традиционными технологиями**

Углеводородный газ

## Сырье на входе:

- Попутный нефтяной газ
- Газ низконапорных месторождений
- Газ удаленных месторождений
- Технологические газы нефтепереработки

Модуль сероочистки

Водород

Очищенный газ

↓  
Элементарная сера

Модуль  
Электрогенерации

Электроэнергия на  
собственные нужды

## Технологические особенности:

- Степень полезного использования газообразных углеводородов – 100%
- Не требуются катализаторы
- Высокая экологическая эффективность – отсутствуют токсичные отходы и стоки
- Модульность и компактность построения технологического комплекса

R-GTL Модуль

Водород

Жидкий продукт

## Продукты на выходе:

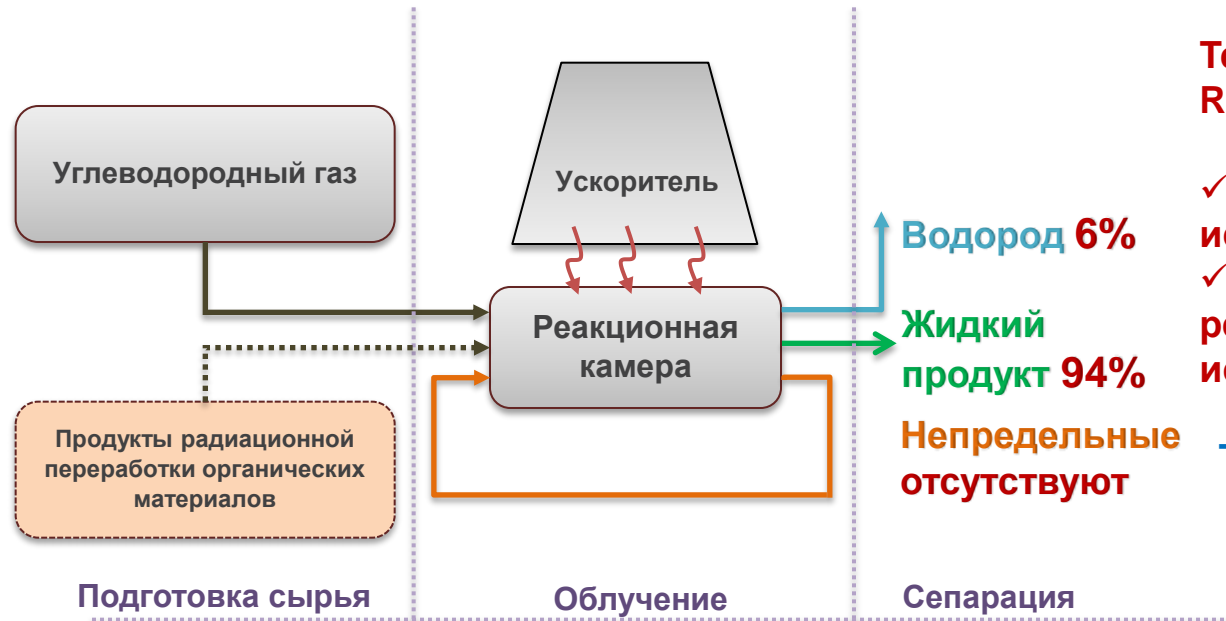
- Высокооктановые компоненты моторных топлив – высокоразветвленные предельные углеводороды
- Пропан-бутановая смесь
- Водород Электроэнергия



# Конверсия газ-в-жидкость. Получение жидкого продукта

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



Текущий статус работ по развитию R-GTL технологии:

- ✓ Проведены основные научно-исследовательские работы
- ✓ Имеются ограниченные результаты опытно-промышленная испытаний

Требуется опытно-промышленная проработка на современном оборудовании

На конверсию 1 кг метана в жидкость необходимо менее 1 кВт·ч поглощенной энергии

Технико-экономические параметры	Значение
Расход сырьевого газа, млн. м <sup>3</sup> /год	1±1,5
Годовой выход жидкой продукции, тонн/год	1000
Годовой выход водорода, тонн/год	60
Общие капитальные затраты, млн. руб.	150
Общие эксплуатационные расходы, млн. руб. /год	13
Суммарная выручка, млн. руб./год	95
Прибыль, млн. руб./год	~ 82

Использование комбинированного сырья позволяет в 4 раза повысить производительность конверсии

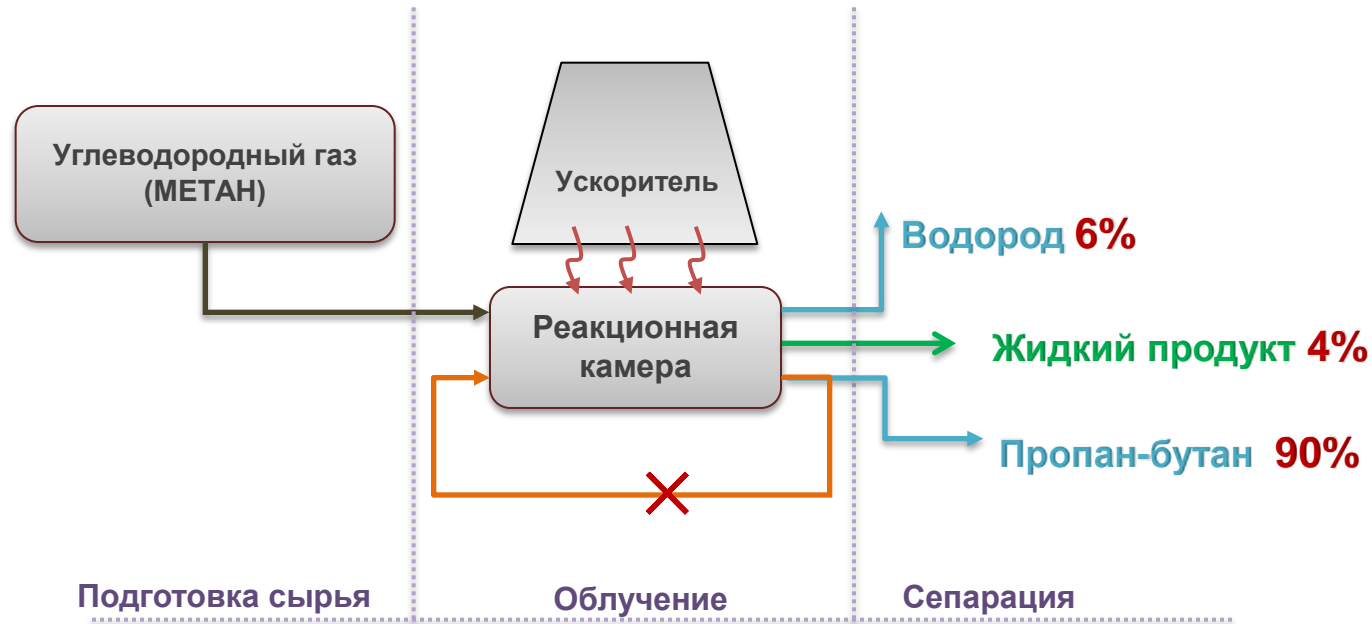




# Конверсия газ-в-жидкость. Получение пропан-бутановой смеси

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



**Энергозатраты на конверсию сырьевого газа в пропан-бутановую смесь значительно ниже по сравнению с получением жидких продуктов**



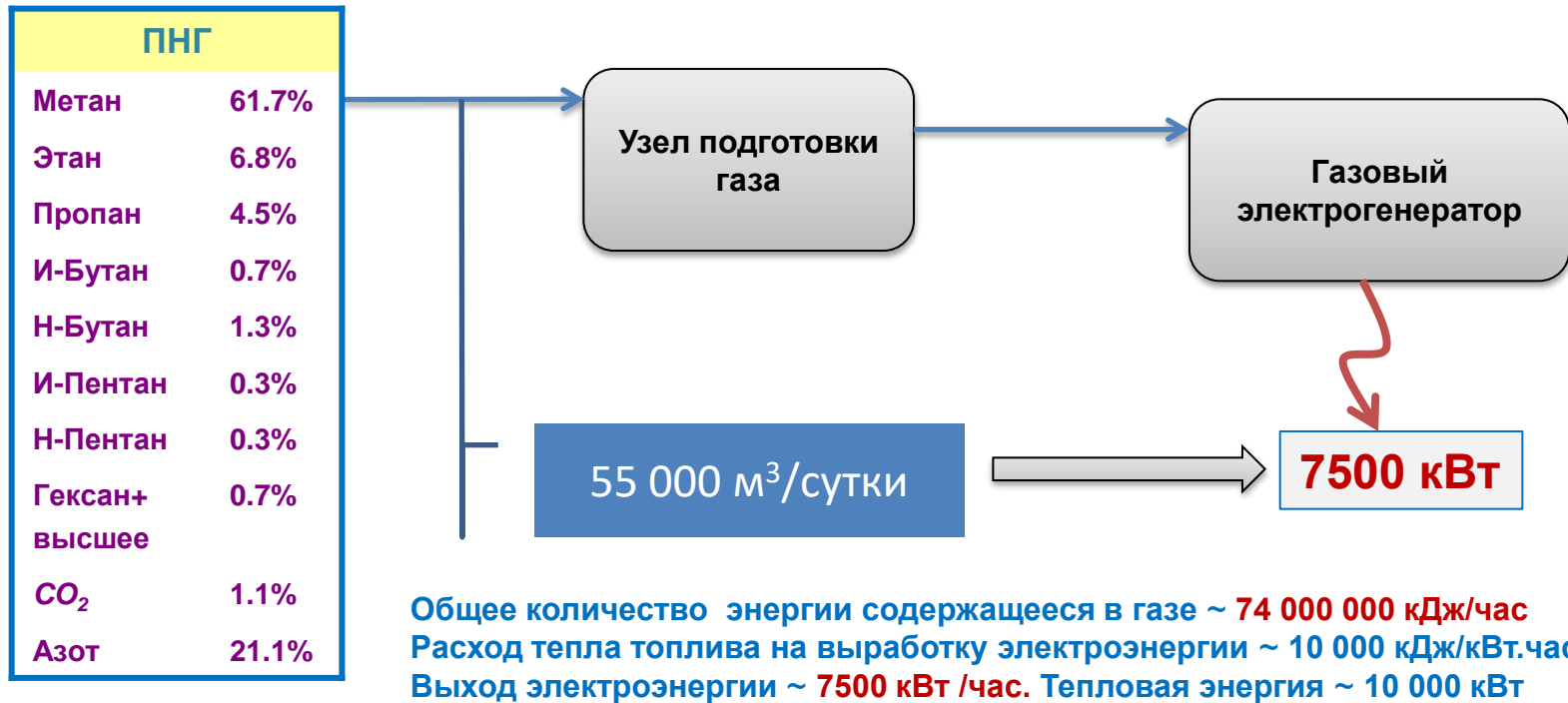
**Производительность модуля по конверсии метана в пропан-бутан составит 10-15 млн. куб./год и более**



# Генерация электроэнергии

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



## Расход сырьевого газа с учетом электрогенерации

На производство 1000 тонн жидкого продукта – 1.5 млн. м<sup>3</sup> / год

Для генерации 750 кВт электроэнергии – 1.8 млн. м<sup>3</sup> / год

**ИТОГО:** годовое газопотребление интегрированного завода R-GTL 3.3 млн. м<sup>3</sup>  
Стоимость сырьевого газа – 8.25 млн. руб./год, или 8.25 руб./кг жидкого продукта при цене 2.5 руб за 1 м<sup>3</sup> сырьевого газа.



# R-GTL vs. процесс Фишера-Тропша. Конкуренция или сотрудничество?

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

	<b>R-GTL</b>	<b>Процесс Фишера-Тропша</b>
<b>Продукты</b>	Высокоразветвленных алканы	Дизель, авиационное топливо, печное топливо
<b>Потери</b>	100% степень утилизации газового сырья	Теряется около 40% энергетического содержания исходного сырья
<b>Ключевые риски</b>	«Проблема первого заказчика»	Трудности обусловлены экономическими факторами:
<b>Технологические особенности</b>	Безотходность Отсутствие катализаторов Модульность	Многоступенчатость Необходимость в катализаторах
<b>Требования к инфраструктуре</b>	Интегральный подход	Требует чрезвычайно металло- и капиталоемкой инфраструктуры
<b>Технологическая ниша</b>	Экономически выгодна на относительно малых месторождениях	Экономически выгодны только на очень больших газовых месторождениях

**Конкуренты со стороны традиционной технологии GTL:**  
микрореакторные технологии Compact GTL и Vecosys. На стадии опытно-промышленной апробации

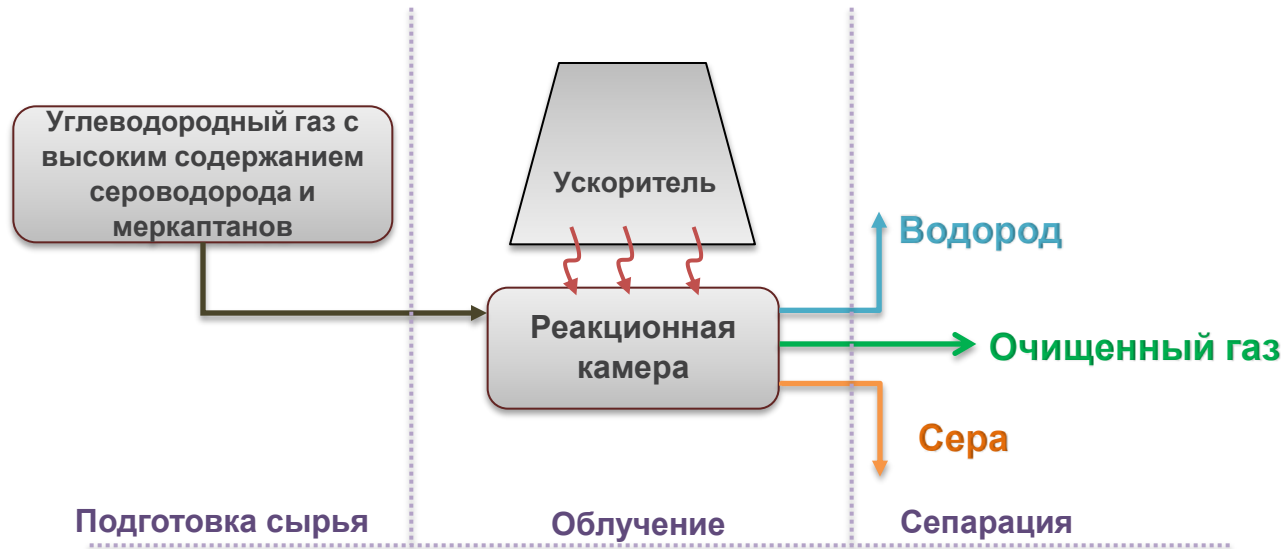


# Технология радиационной сероочистки

## Основные особенности

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»



Исходные технологические параметры	Значение
Потребляемая мощность установки, кВт	75
Энергозатраты на радиационную сероочистку, кВт·час/1000 м <sup>3</sup>	3.5
Годовой объем очищаемого газа, млн. м <sup>3</sup> /год	100 ÷ 140
<b>Общие капитальные затраты, млн. руб.</b>	<b>130</b>
Удельные капитальные затраты, руб/м <sup>3</sup>	~ 1
<b>Общие эксплуатационные расходы, млн. руб. /год</b>	<b>12</b>



# Радиационная переработка органических материалов. Технологические особенности

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Радиационная конверсия органических материалов (полимеров, целлюлозы) в жидкое моторное топливо

**Технологические особенности:** выход продуктов увеличивается при использовании многокомпонентных смесей

**Особенности получаемого продукта:**

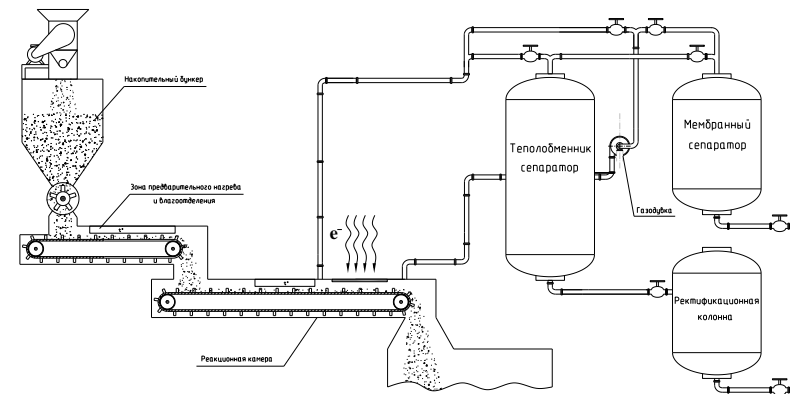
- Бензин, дизель и котельное топливо
- Стабильность
- Совместимость со стандартными бензинами и типовыми двигателями



**Выход целевых продуктов на 1 кВт·ч поглощенной энергии:**

Радиационная переработка: ~ 1 кг

Термический пиролиз: ~ 0.3 кг



Технологическая установка поточного исполнения





# Очистка дымовых газов промышленных предприятий

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

ВВ источник питания

питание катода

катод

Ускорительная трубка

Электрод трубки

Сканирующее устройство

Сканнер

Вакуумный насос

Охлаждающий воздух

$N_2$   
 $CO_2$   
 $O_2$   
 $SO_2$   
 $NO_x$   
 $H_2O$

- **Исходное сырье:** дымовые газы, образующиеся при сгорании ископаемого топлива
- **Конечные продукты:** минеральные удобрения – сульфат аммония, нитрат аммония
- **Главные преимущества:** Одновременное удаление  $SO_2$  и  $NO_x$  с высокой эффективностью независимо от состава газовой смеси

В ТРУБУ





# Примеры промышленного использования технологии

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

	Chengdu (1997)*	Pomorzany(1999)**	Hangzhou(2002)*	Beijing(2005)*
Boiler Power	90MW	130MW	90MW	150MW
Flue gas flow	300,000Nm <sup>3</sup> /h	270,000Nm <sup>3</sup> /h	305,400 Nm <sup>3</sup> /hr	630,000 Nm <sup>3</sup> /hr
Inlet SO <sub>2</sub> / NO <sub>x</sub>	1800ppm/400ppm	525ppm/292ppm	967ppm/200ppm	1470ppm/583ppm
SO <sub>2</sub> / NO <sub>x</sub> removal	80% / 10%	90% / 70%	85% / 55%	90% / 20%
Dose	3kGy	8-12kGy	4kGy	4kGy
Inlet flue gas temp.	132 °C	130-150 °C	150 °C	146 °C
Outlet PM conc.	≤200mg/Nm <sup>3</sup>	≤190mg/Nm <sup>3</sup>	≤200mg/Nm <sup>3</sup>	≤200mg/Nm <sup>3</sup>
By-products	2.3ton/hr (60\$/ton)	300kg/h	1.7ton/hr (60\$/ton)	4.9ton/hr (60\$/ton)
EB Accelerator	800kV/400mA×2	800kV×375mA×4	800kV/400mA×2	1000kV/500mA×2 1000kV/300mA×1
Total power	640kW/1,900 kW	1,200kW/1,686 kW	□640kW/1,896 kW	□1300kW/2,850 kW

Источник: J.K.Kim\*, B.Han, Y.R.Kim (EB TECH, Korea), Nikolay Doutzkinov (NEK, Bulgaria), Konstantin Nikolov (Sviloza Power Station, Bulgaria), «E-Beam Flue Gas Treatment Plant for “Sviloza Power Station” in Bulgaria», International Topical Meeting on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators 4-8 May 2009, Vienna, Austria



# Радиационная очистка дымовых газов. Технико-экономические показатели

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

<b>Исходные технологические параметры</b>	<b>Значение</b>
Поток дымовых газов, м <sup>3</sup> /час	300 000
Концентрации, ppm	SO <sub>2</sub> =1500, NO <sub>x</sub> =600
Эффективность очистки, %	SO <sub>2</sub> =90 NO <sub>x</sub> =70
Потребление аммиака, кг/час	100-150
Полная мощность ускорителя, кВт	1000
Выход полезных продуктов, кг/час	300
Капитальные затраты, млн. USD	21
Удельные капитальные затраты, USD/кВт	160
Эксплуатационные затраты, млн. USD/год	1
В том числе, электроэнергия, млн. USD/год	0.6
Обслуживание, млн. USD/год	0.2
Выручка от реализации полезных продуктов, млн. USD/год	0.17
Удельная операционная стоимость, USD/тонну загрязняющих агентов	800



# Радиационная очистка сточных вод

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**Суть:** Технология предназначена для эффективного уничтожения органических загрязняющих веществ в промышленных сточных водах.

За сутки в мире перерабатывается ~ 75 млн. баррелей нефти

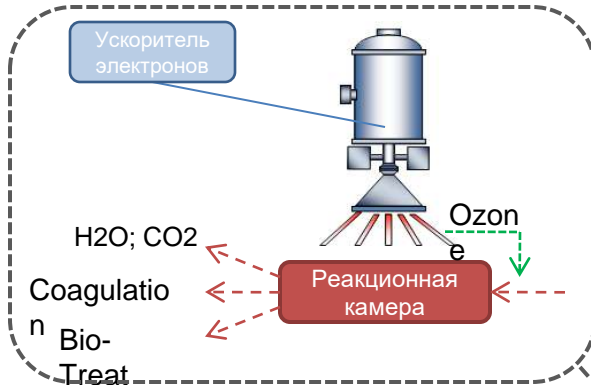
Для переработки 1 барреля нефти требуется 0,3-0,4 м3 воды.



Первая в мире промышленная радиационная установка для очистки сточных вод нефтехимических производств от некаля. (г. Воронеж, 1989 – 2001 г., при участии ОАО «НИИТФА»)

Нефтеперерабатывающий завод

Загрязняющие вещества нефтеперерабатывающих предприятий:  
• нефти  
• сернистые соединения  
• сульфиды аммония  
• фенол  
• щелочные растворы в воде  
• соли и др.



Блок радиационной обработки воды

Очистные сооружения НПЗ

Объем оборотной воды Now: 60%  
Объем оборотной воды Target: 95%

Сточные воды 5%

- Карбонаты
- Фосфаты,
- Нитраты
- Гуминовые соединения
- ПАВ, Некаль, Фенол и др.

Сточные воды 40%

**Эффективность:**  
• Снижение нагрузки на очистные сооружения  
• Повышение эффективности использования водных ресурсов.  
• Снижение техногенного воздействия на окружающую среду.



# Радиационная очистка сточных вод. Пример внедрения

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**Корея** – пример промышленной реализации радиационной очистки вод

## Мировой опыт

- Австрия
- Бразилия
- Эквадор
- Болгария
- Иордания
- Корея (промышленная установка производительностью 100 000 м<sup>3</sup>/сутки, 2003 г.)
- Польша
- Португалия
- Турция
- США



Исходные технологические параметры	РФ (Воронеж)	Корея (проект)
Потребляемая мощность установки, кВт	120	800 (300+500уск)
Энергозатраты на радиационную очистку воды, кВт·час/м <sup>3</sup>	0,3	0,2
Объем очищаемой воды, м <sup>3</sup> /сутки	10 000	100 000
<b>Общие капитальные затраты, млн. руб.</b>	90	120
<b>Общие эксплуатационные расходы, млн. руб. /год</b>	10	30
Удельные эксплуатационные расходы, руб./м <sup>3</sup>	2.7	0.82





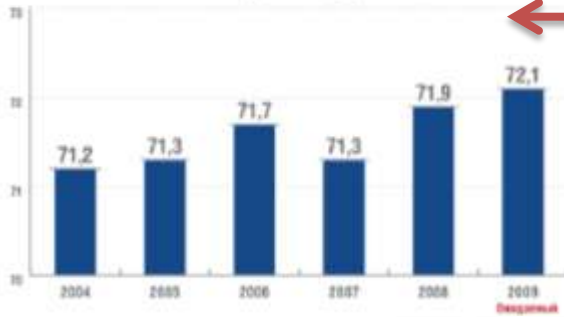
# Низкотемпературный радиационный крекинг тяжелого углеводородного сырья

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Приоритетное направления энергетической стратегии России на период до 2030 г.

Глубина переработки



Суммарная мощность по переработке 273,0 млн. т

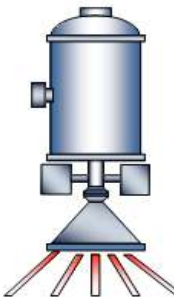
в том числе:

- 28 НПЗ 254,4 млн. т
- 4 ГПЗ 7,8 млн. т
- 80 мини-НПЗ 10,8 млн. т

Тяжелые углеводороды:

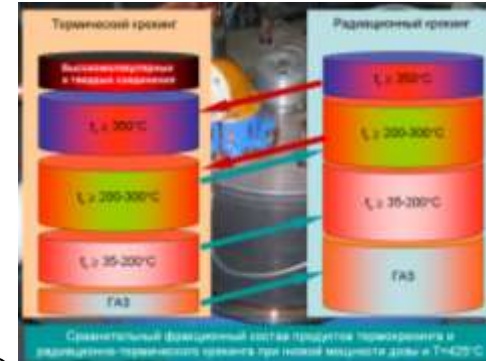
- мазут
- гудроны в т.ч. кислые
- битумы

Водород



Радиационная обработка  
t=360-380°C

Ректификационная колонна



Для справки, инжиниринговая компания PetroBeam занимается исключительно развитием и патентованием технологии радиационного крекинга



14 января 2008 компания IBA объявляет о покупке 10% акций компании PetroBeam, что составляет около US\$ 6 млн.

IBA INVESTS IN PETROBEAM, INC.

A TECHNOLOGY COMPANY FOR PETROLEUM UPGRADING

Embargo up until 5.40 p.m. (Belgian time) – 14 January 2008

Louvain-la-Neuve, Belgium, 14 January 2008 – IBA (Ion Beam Applications S.A.; Reuters IBAB.BR and Bloomberg IBAB.BB) announces today that it has taken a 10% equity stake in PetroBeam, Inc. (Raleigh, NC, USA) – representing an investment of around US\$ 6 million –, subscribing to a capital increase, with warrants allowing IBA to increase its participation on a later stage to about 20%.

Условия прохождения процесса и полученный продукт	Полученные результаты	
	Электронно-лучевой крекинг	Термическое разложение (замедленное коксование)
Температура процесса, °C	360...380	500
Давление, бар	1,0	15
Выход легких фракций, % включая:	50,0	36,0
- Бензиновая фракция, %	18,5	17,0
- Дизельная фракция, %	31,5	19,0
Мазутная фракция (350°C+), %	30	17,0
Газы, %	10,0	7,0
Кокс, %	10,0	29,0



# Междисциплинарная организационная структура проектов

НИИТФА

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Организационная схема

Междисциплинарный подход

Инфраструктурная база

Техническая база

Научная база

Интеграция компетенций