



Акционерное общество

«Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»

(АО «НИУИФ»)

**Результаты подготовки российских справочников по  
НДТ. Отраслевые примеры: производство аммиака,  
минеральных удобрений и неорганических кислот**

Зав. лабораторией  
технологии удобрений , к.т.н.

**Малявин А.С.**

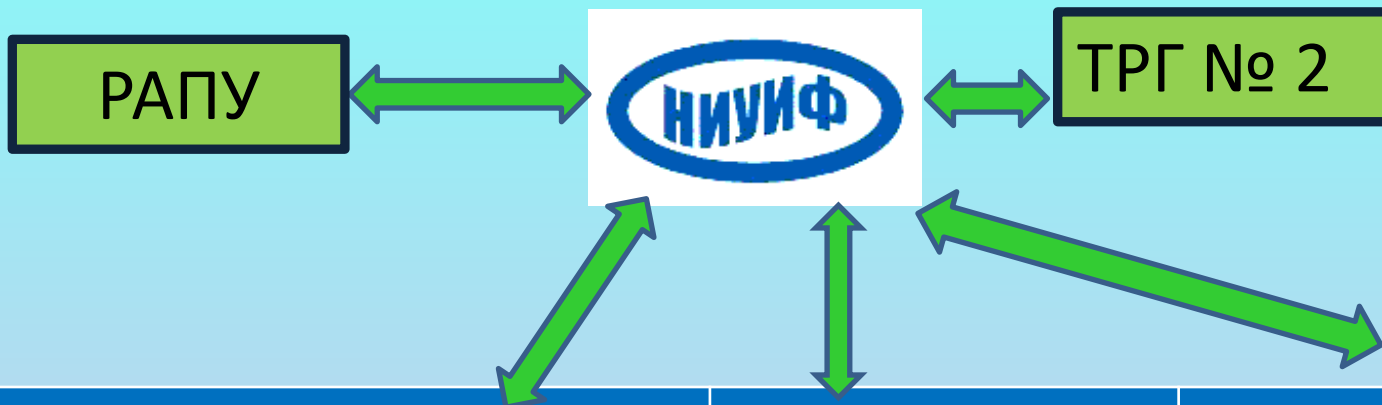
<http://www.niulf.ru/>

# Сроки выполнения работ

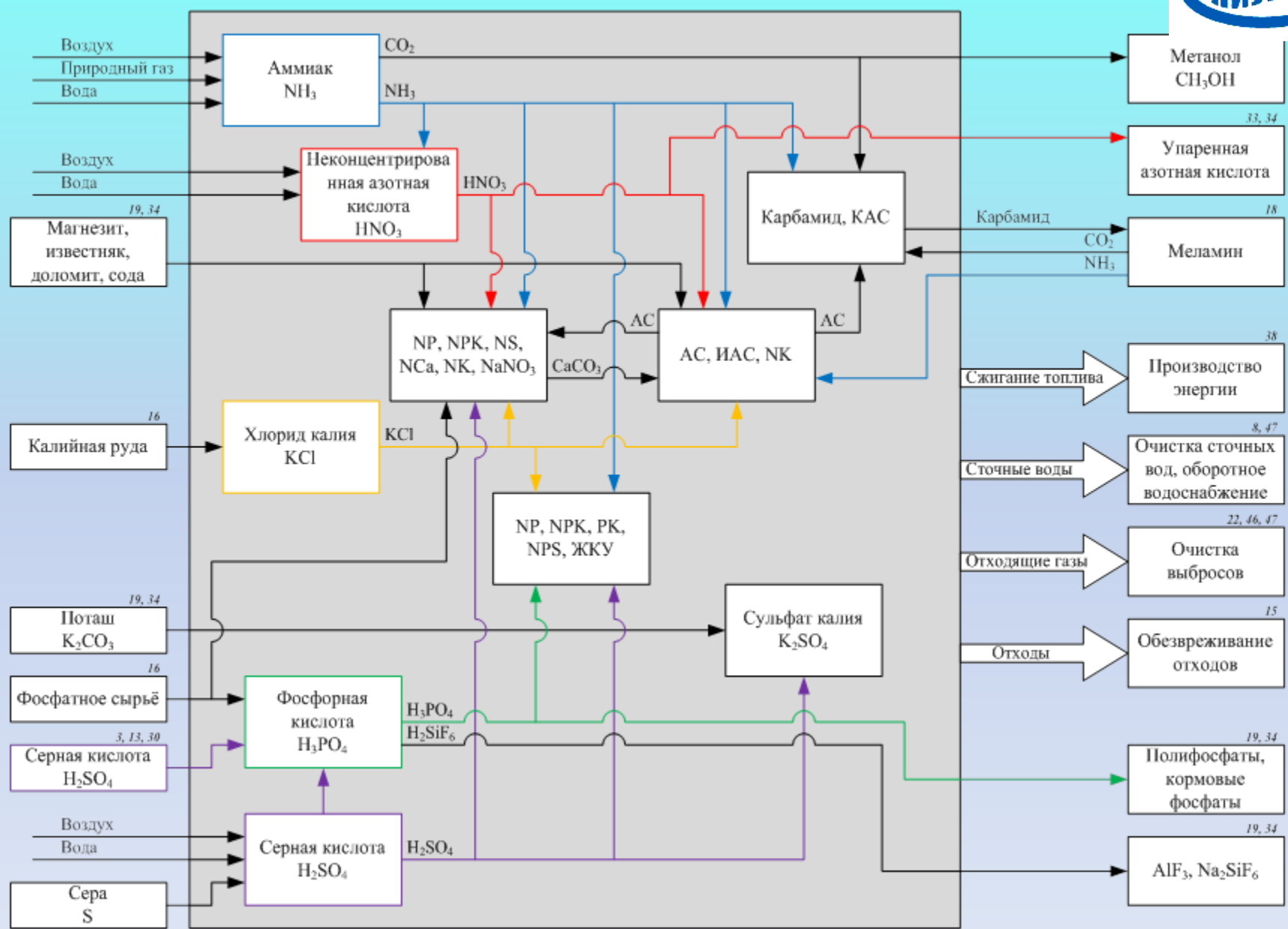


Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
С момента формирования ТРГ	01.09.15			15.09.15	30.10.15		
		01.09.15	15.09.15			30.10.15	30.11.15

# Схема взаимодействия при подготовке справочника НДТ



Предприятия входящие в РАПУ	Предприятия не входящие в РАПУ	Соисполнители
<p>ОАО «Акрон»                      ОАО «Гидрометаллургический завод»                      АО «МХК «ЕвроХим»                      ОАО «КуйбышевАзот»                      ООО «Менделеевсказот»                      ОАО «Минудобрения»                      ЗАО «ХК «СДС»                      ПАО «Уралкалий»                      ОАО ОХК «УРАЛХИМ»                      ЗАО «ФосАгро АГ»                      ЗАО «Корпорация «Тольяттиазот»</p>	<p>ООО «Титановые Инвестиции» - «Крымский Титан»                       -ОАО «ЩЕКИНОАЗОТ»                      ---//-----//-----</p>	<p>НИИК                       ВНИИ Галургии                       ГИАП                       ---//-----//-----</p>





## Обработано более 100 анкет по основным производствам

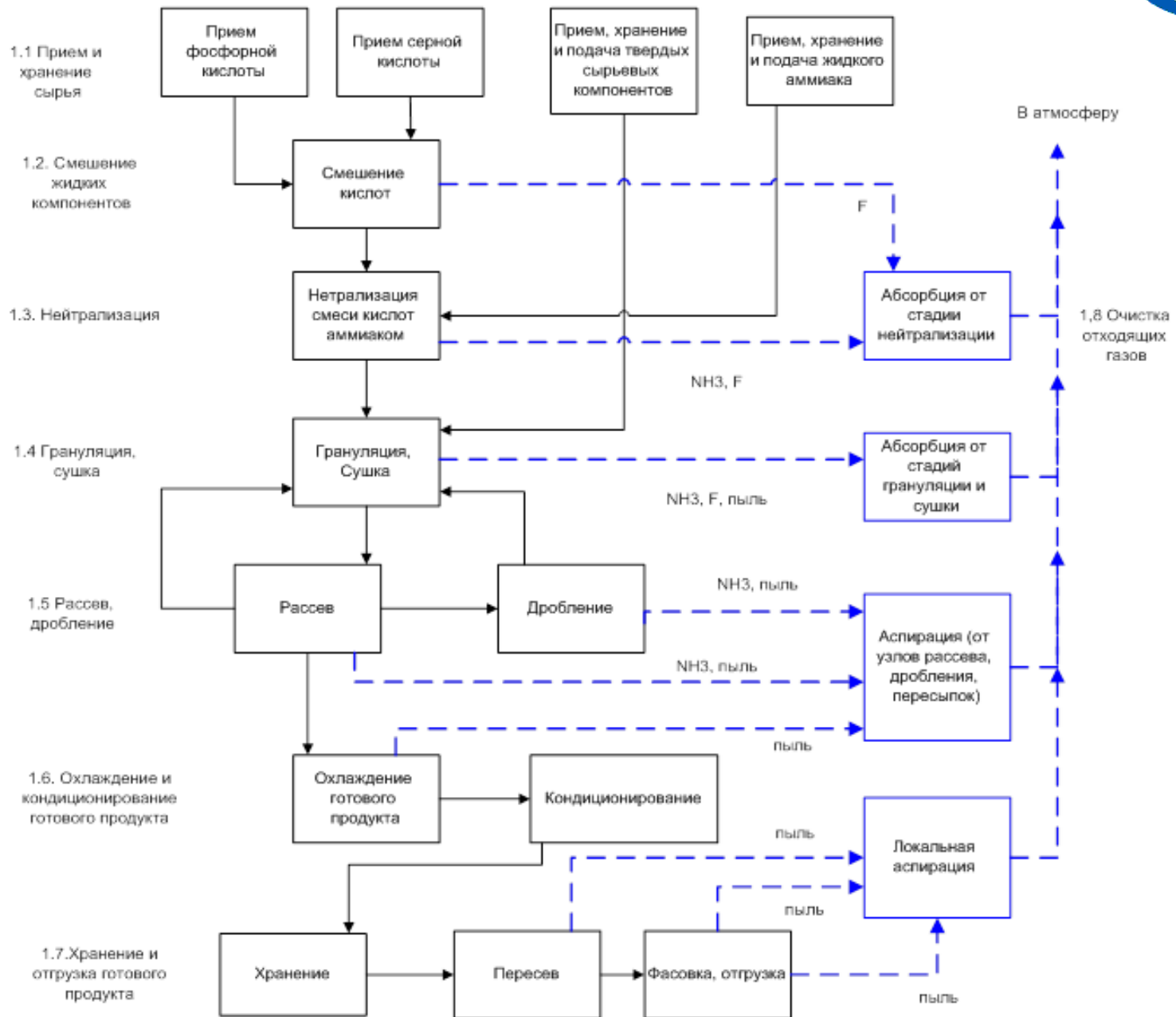
№ п/п	Наименование организации	Наименование группы, ассоциации, холдинга	Регион РФ	Город (населенный пункт)
1	ФосАгро-Череповец, АО	ФосАгро, ОАО	Вологодская обл.	Череповец
2	Апатит, АО - Балаковский филиал	ФосАгро, ОАО	Саратовская обл.	Балаково
3	Метахим, ЗАО	ФосАгро, ОАО	Ленинградская обл.	Волхов
4	НАК Азот, ОАО	МХК ЕвроХим, АО	Тульская обл.	Новомосковск
5	Невинномысский Азот, ОАО	МХК ЕвроХим, АО	Ставропольский край	Невинномысск
6	ПГ Фосфорит, ООО	МХК ЕвроХим, АО	Ленинградская обл.	Кингисепп
7	ЕвроХим - Белореченские Минудобрения, ООО	МХК ЕвроХим, АО	Краснодарский край	Белореченск
8	Акрон, ОАО	Акрон, ОАО	Новгородская обл.	Великий Новгород
9	Дорогобуж, ОАО	Акрон, ОАО	Смоленская обл.	Верхнеднепровский
10	ЗМУ КЧХК, ОАО	ОХК Уралхим, ОАО	Кировская обл.	Кирово-Чепецк
11	ОХК Уралхим, ОАО - Филиал Азот в г. Березники	ОХК Уралхим, ОАО	Пермский край	Березники
12	Воскресенские минеральные удобрения, ОАО	ОХК Уралхим, ОАО	Московская обл.	Воскресенск
13	Минеральные удобрения, ОАО г. Пермь	ОХК Уралхим, ОАО	Пермский край	Пермь
14	Уралкалий, ПАО	—	Пермский край	Березники
15	Минудобрения, ОАО г. Россошь	—	Воронежская обл.	Россошь
16	Азот, Кемеровское АО	СДС Азот, АО (ХК СДС, ЗАО)	Кемеровская обл.	Кемерово
17	Капролактам Кемерово, ЗАО	СДС Азот, АО (ХК СДС, ЗАО)	Кемеровская обл.	Кемерово
18	Ангарский азотно-туковый завод, ООО	СДС Азот, АО (ХК СДС, ЗАО)	Иркутская обл.	Ангарск
19	Титановые инвестиции, ООО - Армянский филиал	—	Респ. Крым	Армянск
20	КуйбышевАзот, АО	—	Самарская обл.	Тольятти
21	Менделеевсказот, ООО	—	Респ. Татарстан	Менделеевск
22	ТольяттиАзот, ОАО	—	Самарская обл.	Тольятти
23	Газпром нефтехим Салават, ОАО	Газпром, ОАО	Респ. Башкортостан	Салават
24	Гидрометаллургический завод, ОАО	—	Ставропольский край	Лермонтов
25	Мелеузовские минеральные удобрения, ОАО	—	Респ. Башкортостан	Мелеуз
26	Арви НПК, ООО	—	Калининградская обл.	Черняховск
27	РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат, ОАО	РУСАЛ, ОК	Красноярский край	Ачинск
28	Щекиноазот, ОАО	ОХК Щекиноазот, ООО	Тульская обл.	Первомайский
29	Щекиноазот, ОАО - Ефремовский филиал	ОХК Щекиноазот, ООО	Тульская обл.	Ефремов

**Справочник распространяется на следующие основные виды деятельности:**

- производство аммиака;
- производство минеральных удобрений;
- производство неорганических кислот, используемых в производстве минеральных удобрений на территории РФ.

**Справочник также распространяется на процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий или масштабы загрязнения окружающей среды:**

- хранение и подготовка сырья;
- хранение и подготовка топлива;
- производственные процессы;
- методы предотвращения и сокращения эмиссий: в том числе обращение с основными технологическими отходами, сточными водами, а так же побочными продуктами;
- хранение и подготовка продукции.



# Описание технологического процесса



№ подпроцесса	Вход	Подпроцесс	Выход	Основное оборудование	Эмиссии (наименование)
1.1	ЭФК NH <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Кондиционер Добавки	Прием сырья	ЭФК NH <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Кондиционер Добавки	Хранилища кислот, склады, дозаторы	
1.2.	ЭФК NH <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Стоки абсорбции	Нейтрализация	пульпа	САИ, трубчатый реактор	NH <sub>3</sub> , F,
1.3*	NP пульпа	Упарка пульп	NP пульпа, Паро-газовая смесь	Многокорпусные выпарные аппараты (обогрев паром); Погружные выпарные аппараты (сжигание природного газа)	NH <sub>3</sub> , F,
1.4*	NP пульпа	Донейтрализация	NP пульпа	Трубчатый реактор	NH <sub>3</sub> , F
1.5*	NP пульпа, KCl, Добавки	Смешение компонентов	NP/NPK пульпа	Емкостное оборудование	NH <sub>3</sub> , F,
1.6	Пульпа, KCl, сульфат аммония, добавки	Грануляция, сушка	гранулы удобрений	Барабан-гранулятор сушилка или (Аммонизатор-гранулятор-сушильный барабан)	NH <sub>3</sub> , F

\*) Данные стадии могут отсутствовать на некоторых технологических схемах.

\*\*) На некоторых схемах данные стадии могут быть объединены.





## Расход сырья и энергоресурсов на 1 т продукции (на примере МАФ)

Расход	На 1 т продукта		Примечания
	Диапазон	Среднее	
Экстракционная фосфорная кислота, кг 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	522,1-552,2	532,8	
Фосфорит, кг 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	572,00 - 581,88 <sup>1)</sup>	576,9	Объединенное производство ЭФК и МАФ
Аммиак, кг 100% NH <sub>3</sub>	141,44-164,32	150,2	
Серная кислота, кг 100% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0-52	24,63	В зависимости от качества ЭФК
Кондиционирующая смесь, кг	0-3,5	1,26	В зависимости от свойств продукта
Электроэнергия, МДж	71,0-582,2	181,02	
	630-635	632	Объединенное производство ЭФК и МАФ
Природный газ, м <sup>3</sup>	8,32-56,76	28,48	В зависимости от концентрации ЭФК
	105,04 - 106,08 <sup>1)</sup>	105,5	Объединенное производство ЭФК и МАФ
Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	2,6-51,9	15,06	
Теплоэнергия, Гкал	0,0154-0,65	0,16	

1) Увеличенные нормы расхода фосфатного сырья, природного газа и электроэнергии связаны с принятой обобщенной отчетностью производств ЭФК и удобрений, а также с использованием неупаренной фосфорной кислоты и с техническими особенностями производства (наличием барботажной упарки фосфатной пульпы, работающей на природном газе).

## Эмиссии



Наименование загрязняющих веществ	Выбросы					Источники выброса	Марка удобрения	Комментарии	
	Метод очистки, повторно го использования	Объем и/или масса выбросов загрязняющих веществ после очистки в расчете на тонну продукции, кг/т			Метод определения				
		Мин.	Макс.	Ср.					
<b>Эмиссии предприятий при производстве аммофоса</b>									
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	Установки и очистки газов		0,10	0,896	0,46	Выхлопная труба	NP 12:52	Потенциометрический	
Фторсоединения (F)	Установки и очистки газов		0,016	0,04	0,03	Выхлопная труба		Потенциометрический	
					1,000 <sup>1)</sup>	Выхлопная труба		Фотометрический	

## Описание технологических мероприятий



Описание мероприятия	Объект внедрения	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
		Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность	Ресурсосбережение		
Изменение способа аммонизации кислот в производстве фосфатов аммония – переход на двухстадийный процесс.	Производство фосфатов аммония	снижение выбросов NH <sub>3</sub>	Увеличение производительности	Уменьшение потерь аммиака	Применение ТР целесообразно при увеличенной концентрации смеси кислот	САИ, трубчатый реактор
Постоянный контроль уровня рН аммонизированных пульп.	Производство NP/NPK продуктов	снижение выбросов NH <sub>3</sub>	Снижение энергозатрат на абсорбцию	Уменьшение нормы расхода NH <sub>3</sub>	Трудности при измерении рН на потоке, особенно в концентрированных пульпах	Поточный рН метр
Внедрение системы захлаживания воздуха для интенсификации стадии охлаждения продукта	Производство NP/NPS/NPK удобрений		Уменьшение расхода электроэнергии (уменьшение мощности вентиляторов и т.д.) ввиду уменьшения расхода хладагента.	Уменьшение расхода пара на испарение аммиака. Уменьшение габаритных размеров холодильников	Необходимость дальнейшего использования газообразного аммиака в процессе	Установка испарения аммиака

# Описание технических мероприятий



Описание мероприятия	Объект внедрения	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
		Снижение эмиссий	Энергоэффективность	Ресурсосбережение		
Внедрение частотных регуляторов (насосы, дробилки, мешалки, вентиляторы, барабаны)	производство NP/NPS/NPK удобрений	Уменьшение образования пыли (при использовании на дробилках)	Снижение расхода электроэнергии			
Внедрение трубчатых реакторов в процессе нейтрализации	производство NP/NPS/NPK удобрений			Уменьшение расхода природного газа на сушку	Возможно при использовании концентрированных кислот	Трубчатые реакторы, высоконапорные насосы
Использование циклонов, рукавных фильтров (карманных фильтров – на складе сырья)	производство NP/NPS удобрений	Уменьшение выбросов пыли	Уменьшение расхода электроэнергии (исключение насосного оборудования – в отличие от «мокрой» абсорбции)	Уменьшение потерь продукта и расхода воды		Циклоны, рукавные фильтры (карманные фильтры – на складе сырья)

# Описание организационных мероприятий



Описание меры	Объект внедрения	Эффект от внедрения			Ограничение применимости
		Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность,	Ресурсосбережение	
Организация системы мониторинга выбросов при изменении режимов ведения процесса с корректировкой параметров производства	производство NP/NPS/NPK удобрений	Уменьшение выбросов		Уменьшение потерь сырья и продукта	
Введение непрерывного контроля pH на выпуске сточных вод в заводскую сеть промливневой канализации	Производство азофоски, нитроаммофоски, ИАС	Уменьшение сбросов			
Разработка технической документации регламентирующей использование побочных продуктов в качестве сырья и/или товара	производство удобрений	снижение или исключение образования и/или размещения отходов		уменьшение использования сырья	индивидуальные особенности производства
Переход на локальную систему обеспечения сжатым воздухом			уменьшение потерь давления при передаче сжатого воздуха потребителю		

# Ориентировочная стоимость строительства новых производств минеральных удобрений



Производство	Производительность установки	Полная стоимость установки	Примечание
Аммиак	2200 т/сут.	24 млрд. руб.	
Кристаллический сульфат аммония из серной кислоты и аммиака	300 тыс. т. в год	3,13 млрд. руб.	
Кристаллический сульфат аммония как продукт конверсионной переработки фосфогипса	200 тыс. т. в год	120 млн. долл. США	
Приллированная аммиачная селитра в комплексе с производством азотной кислоты	350 тыс. т в год	12,1 млрд. руб.	
Гранулированные NPK-удобрения	900 тыс. т в год	12 млрд. руб.	
Гранулированный карбамид	500 тыс. т в год	12 млрд. руб.	
Узел подачи дробленого отвального фосфогипса в производство удобрений	240 тыс. т. в год	2 млн. евро	

Технологические мероприятия, объекты производства	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)	Обоснование экономического эффекта	Примечание
Переход на двухстадийный процесс аммонизации кислот	Стоимость трубчатого реактора с технологическими трубопроводами и средствами КИПиА - 1 млн. руб.	Снижение удельного расхода теплоносителя на 25-35% на стадии сушки готовой продукции	Использование теплоты реакции нейтрализации на стадии ТР	
Постоянный контроль уровня рН аммонизированных пульп.	Стоимость средств КИПиА – 300 тыс. руб.	Не значительные	Стабильность ведения технологического процесса, снижение затрат на очистку выхлопных газов.	
Внедрение системы захлаживания воздуха для интенсификации стадии охлаждения продукта	25-120 млн. руб. (35-70 т продукта /час)	Затраты на ремонтно-эксплуатационные нужды	Экономия пара за счёт теплоты охлаждаемого воздуха.	В зависимости от вида охлаждаемого продукта и типа применяемого оборудования
Переход на использование более концентрированной фосфорной кислоты	Стоимость выпарной установки 200 тыс. т/год 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 10 млн. долл.	Дополнительные затраты на расход теплоносителя на стадии упарки	Увеличение производительности	

## Технологические показатели НДТ (удобрения)

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение	
Аммофос	На основе сернокислотной переработки фосфатного сырья	Выбросы: NH <sub>3</sub> <0,9кг/т; Фторсоединения (F) <0,04 кг/т		Расход: Аммиак - до 164,3 кг/т; Серная кислота – до 52 кг/т	П. 1,2,4,10, 12,13 (табл. 128); П. 4,12 (табл. 129) П. 1 (табл. 130)
			Расход: природного газа <56.76 м <sup>3</sup> /т; Теплоэнергии < 0,65 Гкал/т; Электроэнергии <582 МДж/т		П. 1,3,4,5,6,11,12 (табл.128) П. 1,2,3,4,5,6,8,9,11 (Табл. 129)



**Примеры технологий, перспективность которых можно рассматривать с позиций энергоэффективности, ресурсосбережения, экологической и экономической целесообразности:**

1. Использование вторичных ресурсов производства (шламы, шлаки, фосфогипс, и т.д.);  
Требуется внедрение транспортирующего, дозирующего и дробильного оборудования для работы с влажными и липкими материалами
2. Использование вторичного пара (со стадий аммонизации или от производства серной кислоты) для подогрева теплоносителя (воздуха) при сушке;
3. Конверсионные методы получения удобрений:
  - конверсия фосфогипса в сульфат аммония и карбонат кальция
  - конверсионные методы получения бесхлорных удобрений из хлористого калия и др.
4. Использование менее ценного низкосортного фосфатного сырья.
5. Модернизация отдельных стадий/аппаратов технологического процесса:
  - внедрение емкостного преднейтрализатора с перемешивающим устройством (увеличение производительности, расширение ассортимента, уменьшение потерь аммиака)
6. Использование отходящих газов со стадии охлаждения удобрений на стадии сушки
7. Получение сульфата калия разложением хлористого калия серной кислотой с отделением и использованием абгазной соляной кислоты.
8. Разложение хлористого калия ЭФК с последующей сушкой и дегидратацией фосфатной пульпы до получения метафосфата калия. Образуемая абгазная соляная кислота поступает на разложение фосфатного сырья с последующим получением фосфорно-кальциевых и фосфорнокалиевых удобрений.
9. Вовлечение в переработку доступного сырья, различных промышленных отходов и вторичных продуктов.  
В качестве нейтрализующих компонентов производства NPKS удобрений можно использовать такие отходы как:
  - шлам от производства ТПФН, что позволит использовать содержащийся в нем фосфор и сократить расход конверсионного мела.
  - подгипсовые пески, полученные при нейтрализации кислых стоков известью, содержащие фосфор в усвояемой форме.
11. Органоминеральные удобрения с использованием в качестве органической составляющей торфа, навоза, лигнина, птичьего помета, сапропеля и т.д.
12. Безсушковая технология получения сульфата аммония/
13. Технология получения МАФ, ДАФ, NPK с максимальным использованием тепла химической реакции.
14. Увеличение производительности схемы с АГ-СБ путем модернизации ее до схемы АГ-БГС.
15. Получение сульфата аммония из сырья собственного производства (аммиака и серной кислоты) по следующим технологиям:
  - Получение гранулированного сульфата аммония по схеме с барабанным гранулятором.
  - Получение сульфата аммония из серной кислоты и аммиака по схеме с кристаллизатором.
  - Производство сульфата аммония по схеме с компактированием.

## Основные проблемы на стадии сбора и анализа информации

1. Проблемы координации по сбору и анализу информации.
2. Несоответствие терминов и определений между действующими НПД МПР и документами принятыми Росстандартом, в том числе для целей НДТ или их отсутствие.
3. Разработка адаптированных анкет и методик по сбору информации.
4. Согласование формы предоставления информации (полнота заполнения анкеты, размерности, методики пересчета)
5. Непосредственно сбор информации в форме анкет (информация от некоторых производств не предоставлена или предоставлена не в полном объеме).
6. Проблема соответствия используемых методов анализа (методики, точки отбора, приборный парк и др.) на разных заводах.
7. Погрешности, связанные с различным объемом обрабатываемого массива данных, используемых методов анализа, приборного парка, алгоритма пересчета в необходимые единицы мг/м<sup>3</sup> → кг/т.
8. Проблемы с отнесением уровня эмиссий к конкретному производству / марке продукта (объединенная отчетность нескольких производств, отдельная отчетность одного производства, общие очистные сооружения, широкий ассортиментный ряд продукции).
9. Проблемы сбора информации, связанной с коммерческой тайной и отнесением затрат на осуществление мероприятий на конкретный вид продукции.

## Реализация и дальнейшие работы по внедрению НДТ

- 1. Разработка технологических нормативов с использованием данных, приведенных в справочнике НДТ
- 2. Разработка, унификация и согласование используемых методов анализа. Нарботка статистических данных.
- 3. Разработка алгоритма применения и внедрения НДТ.
- 4. Разработка способов стимулирования и контроля перехода на НДТ.



**Спасибо за внимание**