



## Переработка апатит-нефелиновой руды в высокоэффективные минеральные удобрения

Гранкина Алина Олеговна,  
Экс-руководитель инновационных  
проектов Дирекции по маркетингу и  
развитию ОП АО «Апатит» в г. Москва





# Предприятия Компании ФосАгро

Основные производственные активы Группы располагаются в Мурманской, Вологодской, Ленинградской и Саратовской областях.

## Добыча:

Кировский филиал АО «Апатит» – добыча и обогащение апатит-нефелиновых руд Хибинских месторождений, производство апатитового и нефелинового концентратов, а также сиенитового.

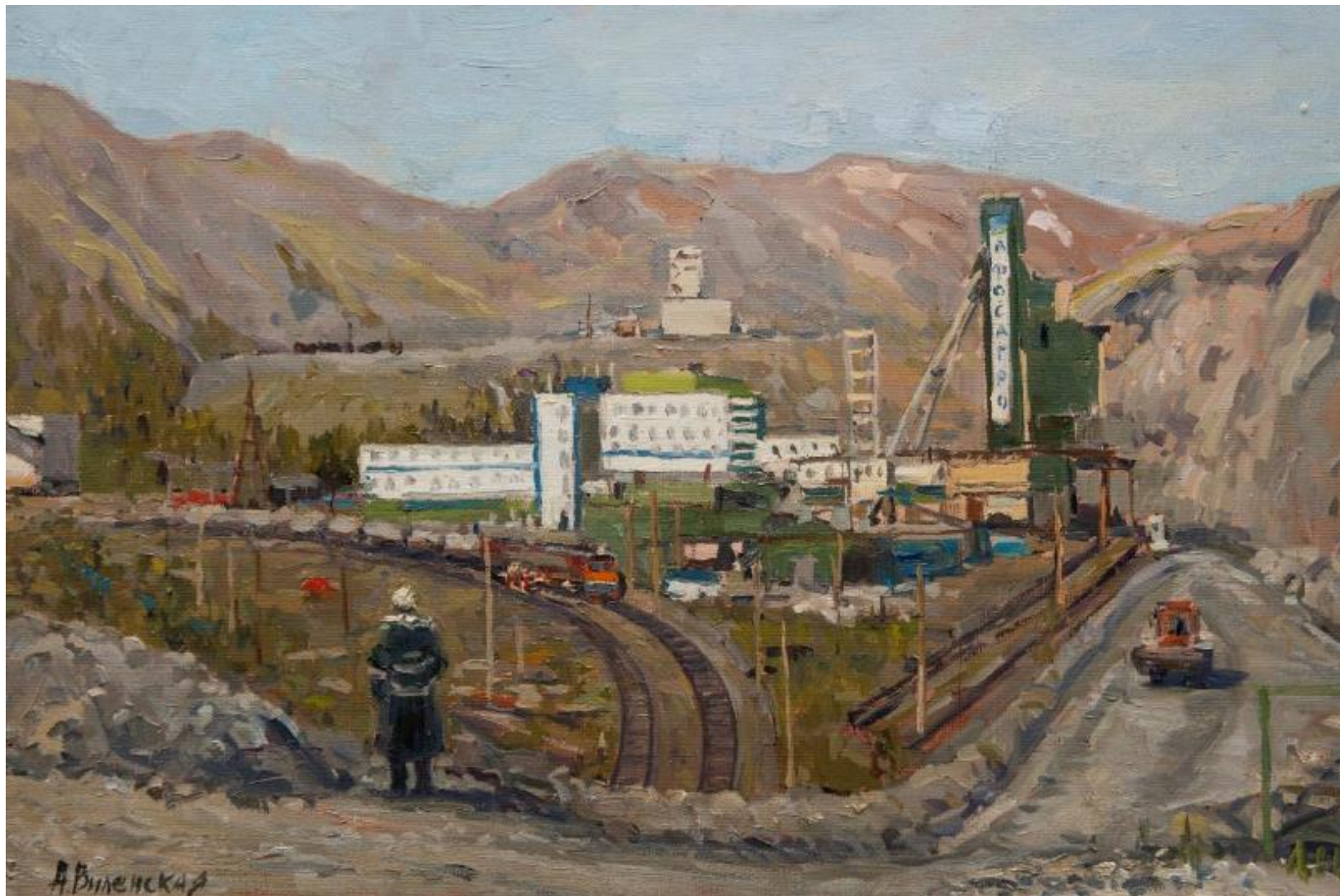
## Переработка:

АО «Апатит» (Череповец)

Балаковский филиал АО «Апатит»

Волховский филиал АО «Апатит»





Виленская Анна  
Кировский рудник  
(2017)



# Расположение рудников компании ФосАгро





# Апатит-нефелиновая руда

Добыча апатит-нефелиновой руды ведётся на трех рудниках.

За 90 лет было добыто 2 млрд тонн апатит-нефелиновой руды.

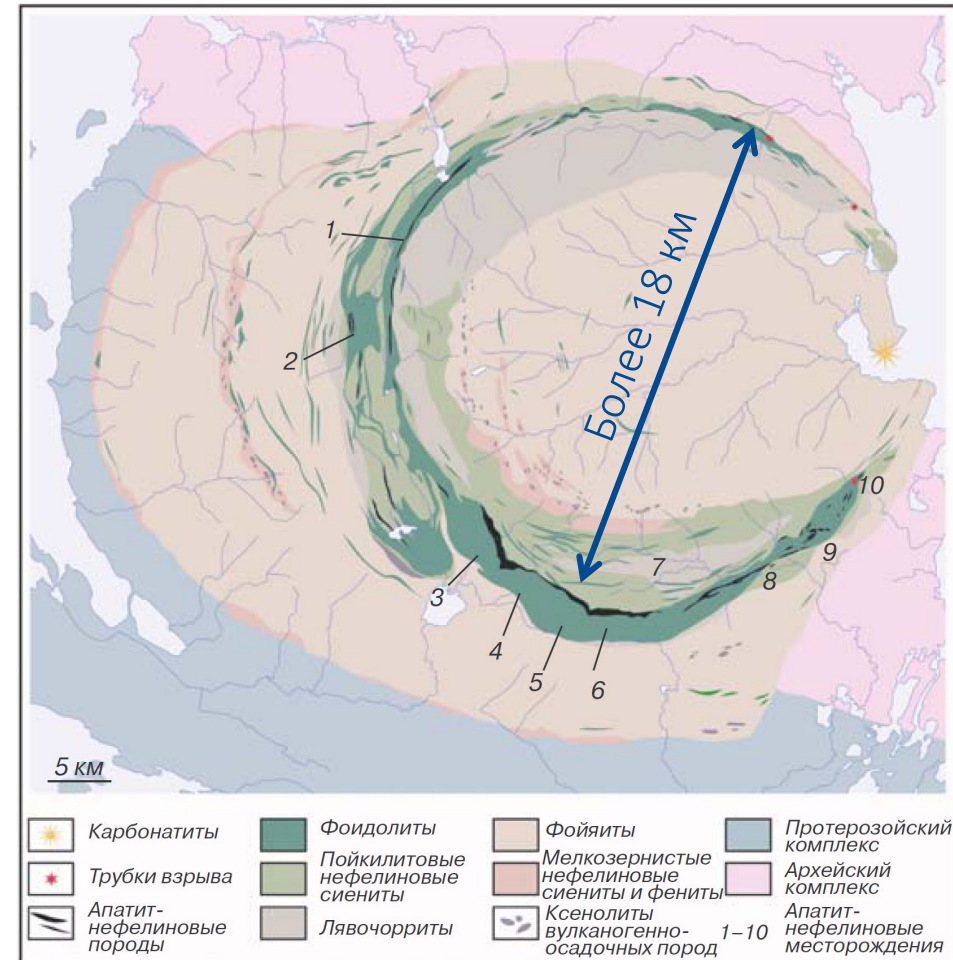
Залежи апатита в Хибинах были открыты в 1920-х годах. Благодаря этому открытию в России было сформировано производство минеральных удобрений на основе технологии переработки апатитового концентрата.

В мире в основном производство фосфорных удобрений базируется на переработке фосфоритов.

Хибинский массив насчитывает 10 месторождений.

Основные из них: Кукисвумчоррское, Юкспорское, Апатитовый Цирк, Плато Расвумчорр, Коашвинское, Ньоркпахкское, Олений Ручей, Куэльпор, Эвеслогчорр и Партомчорр.

Источник: Горный журнал, 2009 №9//«Реализация инвестиционной программы развития предприятий компании ФосАгро»

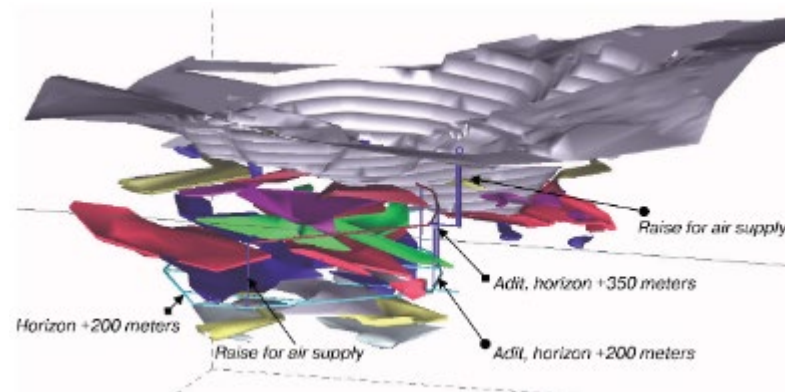


Месторождения апатит-нефелиновых руд Хибинского массива

# Добыча руды – 38 млн. т за 2019 г – 10,5 млн. т апатитового концентрата



Открытый способ добычи – карьер



Подземный способ добычи – рудник



Геологическая модель Ньюркапхкского рудника открытого способа добычи



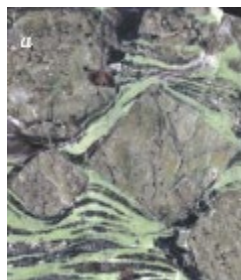
Источник: Горный журнал, 2010 №2//«THE COMBINED OPENCAST-UNDERGROUND MINING OF NEARBOARD AND SUB-QUARRY RESERVES OF APATITE-NEPHELINE ORES »



# Характеристики руды

Разновидность текстуры	Распространенность, %	Содержание минерала, %					
		Апатит	Нефелин	Пироксен	Полевой шпат	Сфен	Титаномагнетит
Пятнистая	11-20	74,6	14,6	5,9	1,6	1,4	0,4
Брекчиевидная	3-13	47,0	33-37	11-17	2,5	4,5	1,1
Линзовидная	35-36	43,3	42,1	7,7	0,7	2,2	2,0
Полосчатая	44	39,8	8,7	1,2	3	1,2	1,2
Блоковая	10-34	31,7	51,8	9,3	0,5	2,6	2,6
Сетчатая	21,9	30,0	17,7	2,2	18,2	4,2	4,2
Сфен-апатитовая	2-10	20,4	31,4	17,3	1,5	18,6	5,2

## Разновидности апатит-нефелиновых руд Хибинского месторождения:



Блоковая



Линзовидно-полосчатая



Пятнисто-полосчатая



Пятнистая



Апатитовый уртит



## Сравнение характеристик руд различных месторождений мира

Показатель	Страна, месторождение					
	Россия, Хибинское месторождение	Марокко, Юсуфия	Марокко, Хурибга	Тунис, Гафса	Иордания, Эль- Шидия	США, Флорида
1. Содержание $P_2O_5$ в руде, %	14,6	18-23	18-23	23-28	24-25	10-11
2. Тип обогащения	механическая подготовка, флотационное обогащение	дробление, грохочение	грохочение, промывка, обесшламливание	дробление, грохочение, обесшламливание в гидроциклонах, промывка	дробление, грохочение, промывка, обесшламливание в гидроциклонах	механическая подготовка, флотационное обогащение
3. Товарное извлечение, %	90	78-80	76	80	80-85	75
4. Удельный расход на 1 т концентрата, т руды	3,5-3,3		2,3-1,8	1,6-1,2	1,8-1,6	3,9-3,5
5. Содержание $P_2O_5$ в концентрате, %	39	32	32	29	34	29

Источник: Обогащение полезных ископаемых, Итоги науки и техники, 1984 г. Всесоюзный институт научной и технической информации. Phosphorus and Potassium, 1982 Фосфатное сырье для производства минеральных удобрений. Обзорная информация, 1987.





## Обогащение руды

Добытая руда перерабатывается на двух апатит-нефелиновых обогатительных фабриках – АНОФ-2 и АНОФ-3.

Первая Апатит-нефелиновая обогатительная фабрика АНОФ-1 была запущена 1931 г.

В 1963 г была запущена АНОФ-2.

В 1984 г была запущена АНОФ-3.

За 2019 г было обогащено **38** млн. т руды, из которой получено **10,5** млн. т апатитового концентрата и почти 1 млн. т нефелинового концентрата.





АНОФ-2

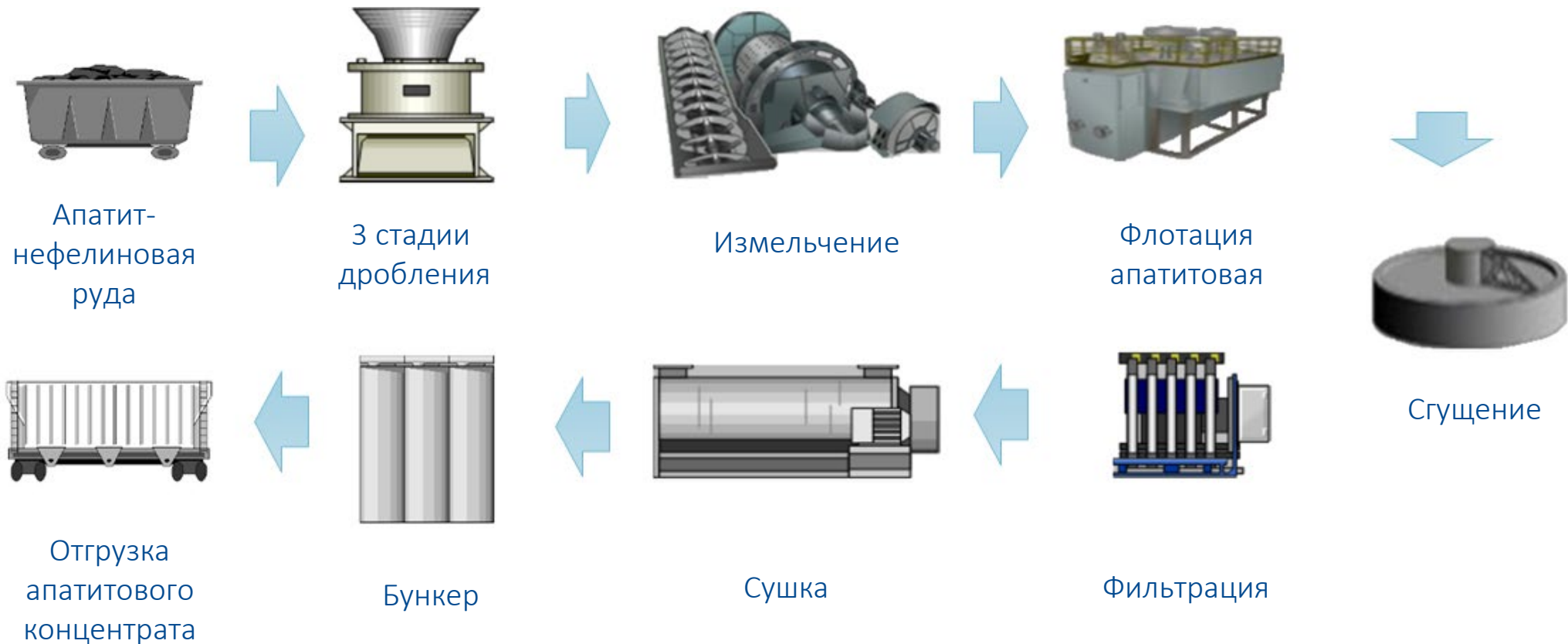


АНОФ-3



# Обогащение руды и получение апатитового концентрата

Повышение  $P_2O_5$  от 14,6% в руде до 39%  $P_2O_5$  в апатитовом концентрате. Получение  $Ca_5(PO_4)_3F$



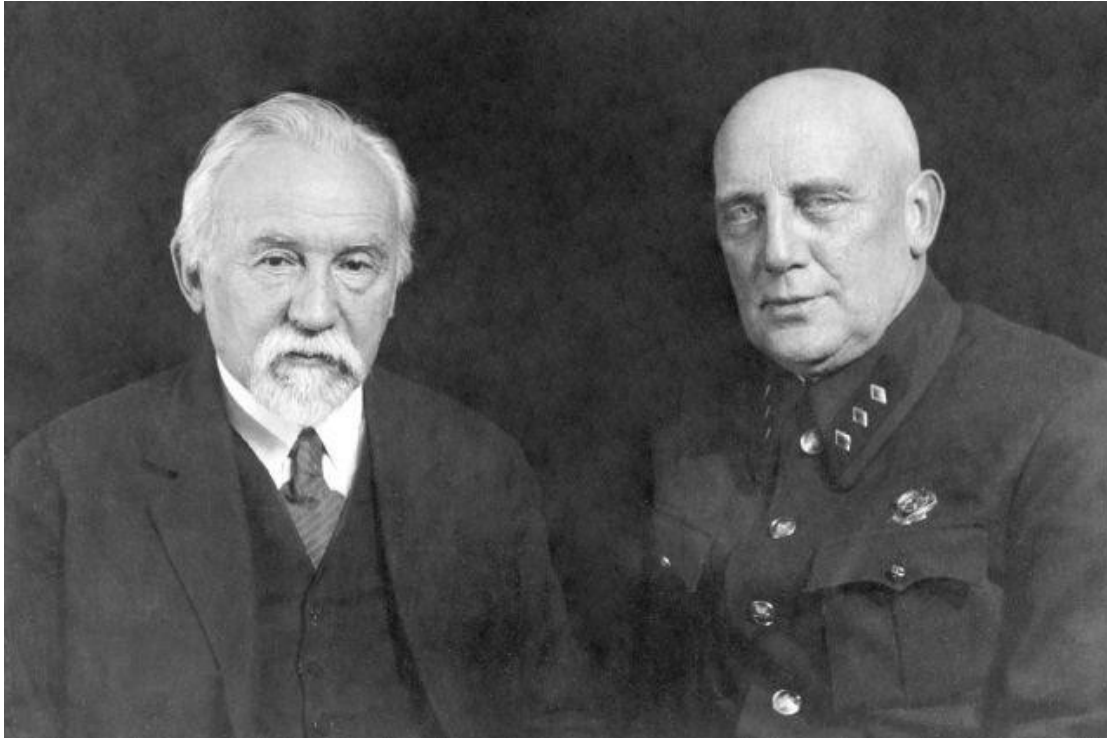






## Основание Научного института по удобрениям

---



12 сентября 1919 г. отдельным указом Высшего Совета Народного Хозяйства, существующего с 1916 г., Общественного комитета по делам удобрений учрежден Научный институт по удобрениям (НИУ).

Дмитрий Николаевич Прянишников, Эргард Викторович Брицке и Самойлов Яков Владимирович стали основателями института.

Впоследствии он был переименован в Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов имени Якова Владимировича Самойлова.



# Основные виды удобрений

- Органические
- Минеральные
  - С макроэлементами
    - Азотные
    - Фосфорные
    - Калийные
    - Серосодержащие
    - Двойные
    - Тройные
  - С микроэлементами
    - Бор
    - Цинк
    - Марганец
    - Медь
    - Молибден
    - Железо
    - Никель
  - Водорастворимые
- Органоминеральные

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Аммиак	82	0	0	0
Карбамид	45-46	0	0	0
Сульфат аммония	21	0	0	24
Нитрат аммония (аммиачная селитра)	33.0-34.5	0	0	0
КАС	20.4-27.0	0	0	0
Карбамид-аммиачная селитра	28-32	0	0	0
Моноаммонийфосфат	11	52	0	0
Диаммонийфосфат	18	46	0	0
НРК удобрения	Различ.	Различ.	Различ.	Различ.
Нитрат калия (калиевая селитра)	13	0	44	0
Измельченная руда	0	20-40	0	0
Простой суперфосфат	0	16-20	0	12
Двойной суперфосфат	0	46	0	0
Хлористый калий	0	0	60	0
Сульфат калия	0	0	50	18
Полифосфаты	10-11	34-37		

Ист.: International Fertilizer Association,  
World Farmers' Organisation \\ Nutrient  
Management Handbook





# Получение удобрений

3 ключевых предприятия:

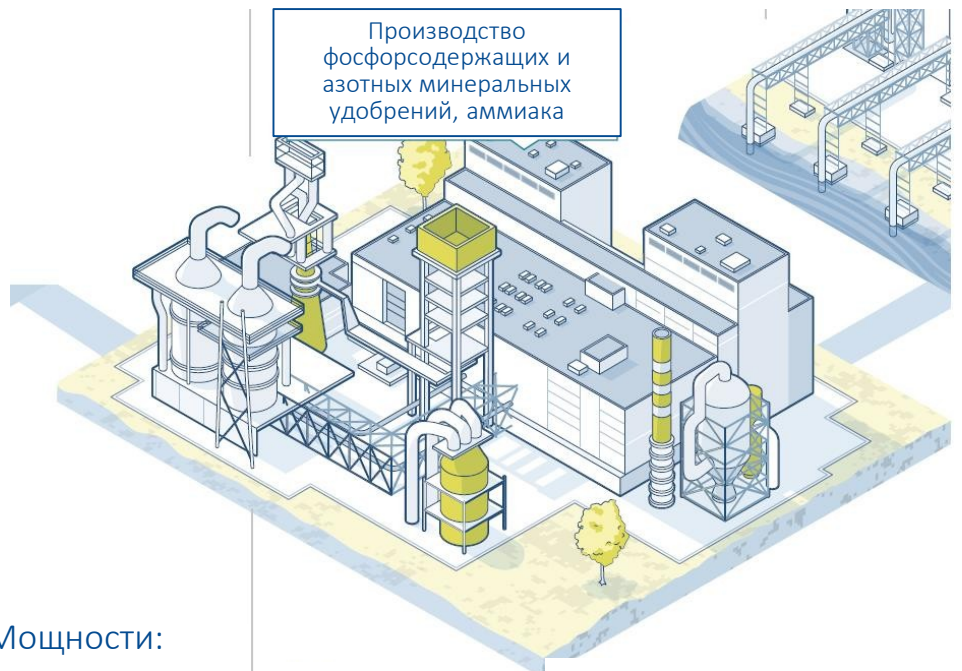
- АО «Апатит»
- Балаковский филиал АО «Апатит»
- Волховский филиал АО «Апатит»





# АО «Апатит», Вологодская область

Производство фосфорсодержащих и азотных минеральных удобрений, аммиака



Мощности:

MAP/DAP/NPK/NPS

4,4 млн т

Аммиачная селитра

530 тыс. т

Аммиак

1,9 млн т

ЖКУ

200 тыс. т

Карбамид приллированный

1 030 тыс. т

Карбамид гранулированный

550 тыс. т

ДАФ

NPK(S)

NPK(S)



NPK(S)

Карба-мид

**Аммофос НР 12-52**  
Лучший вариант гранулированного удобрения для обеспечения сельскохозяйственных растений фосфором и азотом в виде водорастворимых соединений. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Высокоэффективен при внесении в почву и эффективен в системе питания на почвах с повышенной и сниженной реакцией при почвенной реакции. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, ускоряет созревание урожая. При внесении способствует влиянию на формирование корневых систем, прочность, повышение плодородия и урожайности посевов в период вегетационного развития.

**Диаммонийфосфат НР 18-46**  
Для высокопродуктивных формаций растений. Стимулирует для обеспечения фосфором и азотом сельскохозяйственных культур. Фосфором питанием на весь период от роста и развития, а также стимулирует азотной составляющей. Ускоряет прирост и развитие, повышает урожайность и качество продукции. Применяется в растениеводстве при выращивании зерновых, овощных, плодовых культур, а также в животноводстве. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.

**NPK(S) 15:15:15(10)**  
Комплексное универсальное удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает полноценное питание в виде азота и фосфора, способствует увеличению урожая и качества продукции. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Высокоэффективен при внесении в почву и эффективен в системе питания на почвах с повышенной и сниженной реакцией при почвенной реакции. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.

**NPK(S) 8:20:30(2)**  
Удобрение с высоким содержанием азота и фосфора, в нем содержится азот для обеспечения культуры азотом и фосфором. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.

**Сульфаммофос НР(S) 16:20(12)**  
Удобрение с комплексным действием для почв с высокой кислотностью. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, ускоряет созревание урожая. При внесении способствует влиянию на формирование корневых систем, прочность, повышение плодородия и урожайности посевов в период вегетационного развития.

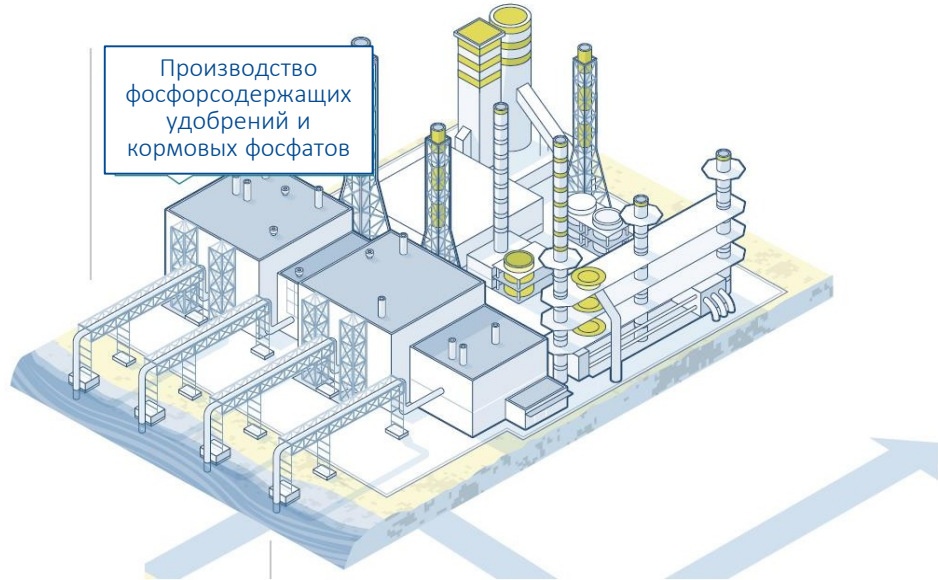
**NPK(S) 10:26:26(2)**  
Комплексное универсальное удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает полноценное питание в виде азота и фосфора, способствует увеличению урожая и качества продукции. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Высокоэффективен при внесении в почву и эффективен в системе питания на почвах с повышенной и сниженной реакцией при почвенной реакции. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.

**NPK(S)+Ca 5:15:30(S)+7**  
Удобрение с комплексным действием для любых почв и культур. Обеспечивает полноценное питание в виде азота и фосфора, способствует увеличению урожая и качества продукции. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Высокоэффективен при внесении в почву и эффективен в системе питания на почвах с повышенной и сниженной реакцией при почвенной реакции. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.

**Карбамид N 46,2**  
Удобрение с комплексным действием для любых почв и культур. Обеспечивает полноценное питание в виде азота, способствует увеличению урожая и качества продукции. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Высокоэффективен при внесении в почву и эффективен в системе питания на почвах с повышенной и сниженной реакцией при почвенной реакции. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительной продукции, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды.



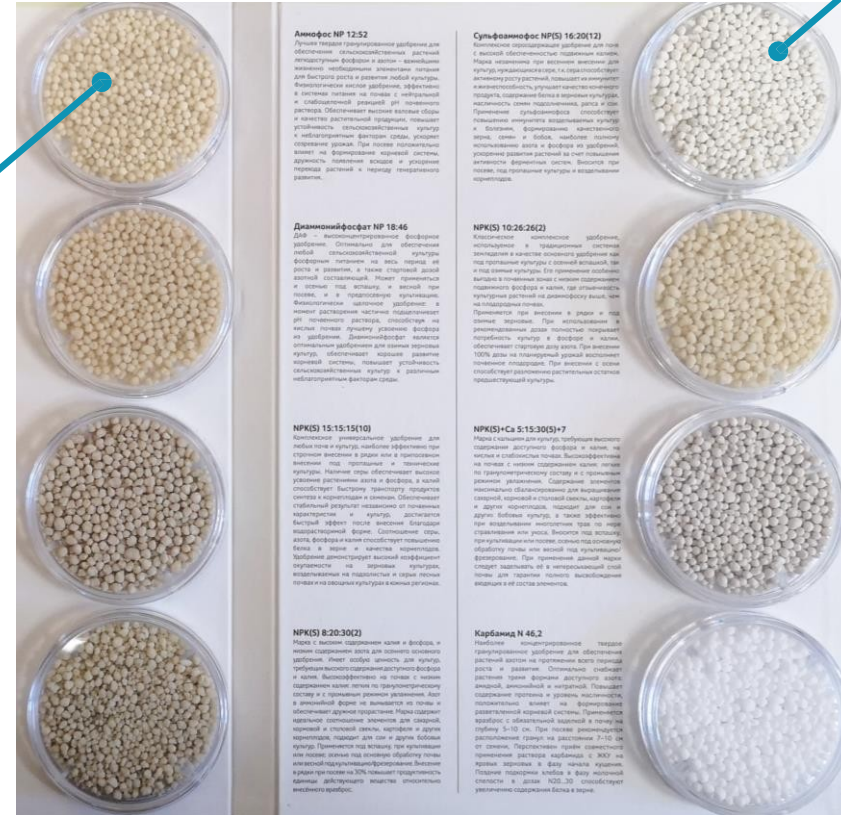
# Балаковский филиал АО «Апатит», Саратовская область



Производство фосфорсодержащих удобрений и кормовых фосфатов

МАФ

NP(S)



**Аммофос NP 12:52**  
Лучше всего транспортируемое удобрение для обеспечения сельскохозяйственной культуры фосфором и азотом в равных частях. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Фосфорсодержащее удобрение, эффективное в течение вегетации на почвах с нейтральной и слабокислотной реакцией pH, повышает урожайность. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительного материала, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, повышает содержание белка. При посеве пшеницы повышает ее ферментативную активность, улучшает усвояемость питательных веществ и ускоряет период вегетации растений и период товарного созревания.

**Диаммонийфосфат NP 18:46**  
Для высокопитательного фосфорного удобрения. Отличается для обеспечения культуры фосфором, азотом на весь период ее роста и развития, а также стимулирует дозой азота содержание белка, повышает урожайность и снижает потребность в азотных удобрениях. Фосфорсодержащее удобрение в почвах с кислой реакцией способствует pH-повышению раствора, способствует на весь период вегетации равномерному фосфору на удобрениях. Диаммонийфосфат является оптимальным удобрением для самых чувствительных культур, способствует равномерному развитию сельскохозяйственных культур и развитию микробиологических функций среды.

**NP(S) 15:15:15(10)**  
Классическое универсальное удобрение для любых почв и культур, повышает эффективность при внесении в почву или в период вегетации. Высокий уровень содержания азота и фосфора, а также способность быстро транспортировать азот в корневую систему и азотом, способствует устойчивости сельскохозяйственных культур к засухе и развитию микробиологических функций среды.

**NP(S) 8:20:30(S)**  
Мало азота, содержание азота и фосфора, и азотом в равных частях. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Фосфорсодержащее удобрение, эффективное в течение вегетации на почвах с нейтральной и слабокислотной реакцией pH, повышает урожайность. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительного материала, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, повышает содержание белка. При посеве пшеницы повышает ее ферментативную активность, улучшает усвояемость питательных веществ и ускоряет период вегетации растений и период товарного созревания.

**Сульфаммофос NP(S) 16:20(12)**  
Классическое универсальное удобрение для любых почв и культур, повышает эффективность при внесении в почву или в период вегетации. Высокий уровень содержания азота и фосфора, а также способность быстро транспортировать азот в корневую систему и азотом, способствует устойчивости сельскохозяйственных культур к засухе и развитию микробиологических функций среды.

**NP(S) 10:26:26(2)**  
Классическое универсальное удобрение для любых почв и культур, повышает эффективность при внесении в почву или в период вегетации. Высокий уровень содержания азота и фосфора, а также способность быстро транспортировать азот в корневую систему и азотом, способствует устойчивости сельскохозяйственных культур к засухе и развитию микробиологических функций среды.

**NP(S)+Ca 5:15:30(S)+7**  
Мало азота, содержание азота и фосфора, и азотом в равных частях. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Фосфорсодержащее удобрение, эффективное в течение вегетации на почвах с нейтральной и слабокислотной реакцией pH, повышает урожайность. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительного материала, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, повышает содержание белка. При посеве пшеницы повышает ее ферментативную активность, улучшает усвояемость питательных веществ и ускоряет период вегетации растений и период товарного созревания.

**Карбамид N 46.2**  
Наиболее транспортируемое удобрение для обеспечения культуры азотом в течение вегетации. Применяется для быстрого роста и развития любой культуры. Фосфорсодержащее удобрение, эффективное в течение вегетации на почвах с нейтральной и слабокислотной реакцией pH, повышает урожайность. Обеспечивает высокую влажность почвы и качество растительного материала, повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды, повышает содержание белка. При посеве пшеницы повышает ее ферментативную активность, улучшает усвояемость питательных веществ и ускоряет период вегетации растений и период товарного созревания.

Мощности:

DAP/MAP/NPS

1,8 млн т

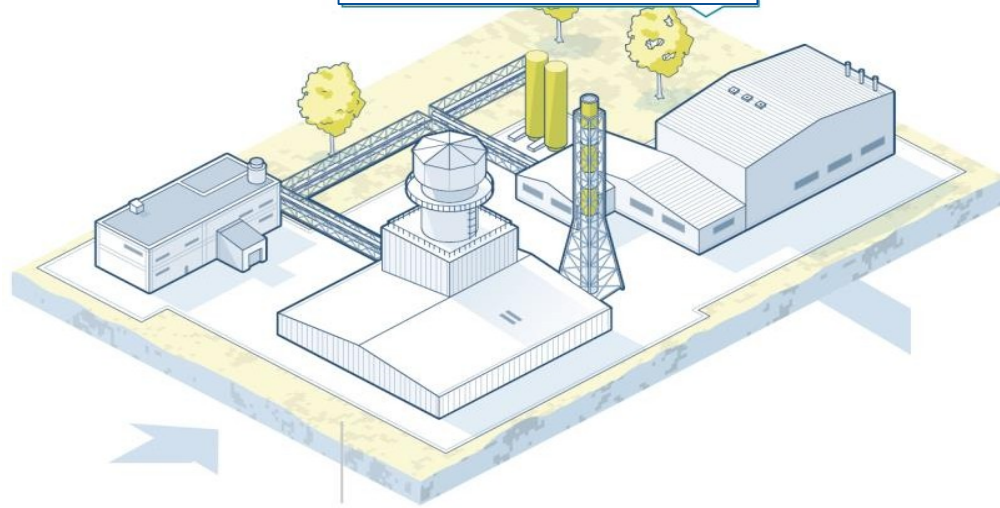
Кормовой монокальцийфосфат

360 тыс. т



# Волховский филиал АО «Апатит», Ленинградская область

Производство фосфорсодержащих минеральных удобрений, технических фосфатов, серной и фосфорной кислот



Мощности:

PKS, NPK

200 тыс. т

Серная кислота

240 тыс. т

Фосфорная кислота

100 тыс. т P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Триполифосфат натрия

105 тыс. т



NPK(S)+Ca

### Амифос NP 12:52

Универсальное гранулированное удобрение для обеспечения сельскохозяйственных растений азотом, фосфором и калием. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### Диаминфосфат NP 18:46

Двадцатипятипроцентное водорастворимое удобрение. Оптимизирует развитие растений, повышает их устойчивость к болезням и вредителям. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### NPK(S) 15:15:15(10)

Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### NPK(S) 8:20:30(2)

Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### Суперфосфат NP(S) 16:20(12)

Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### NPK(S) 10:26:26(2)

Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### NPK(S)+Ca 5:15:30(S)+7

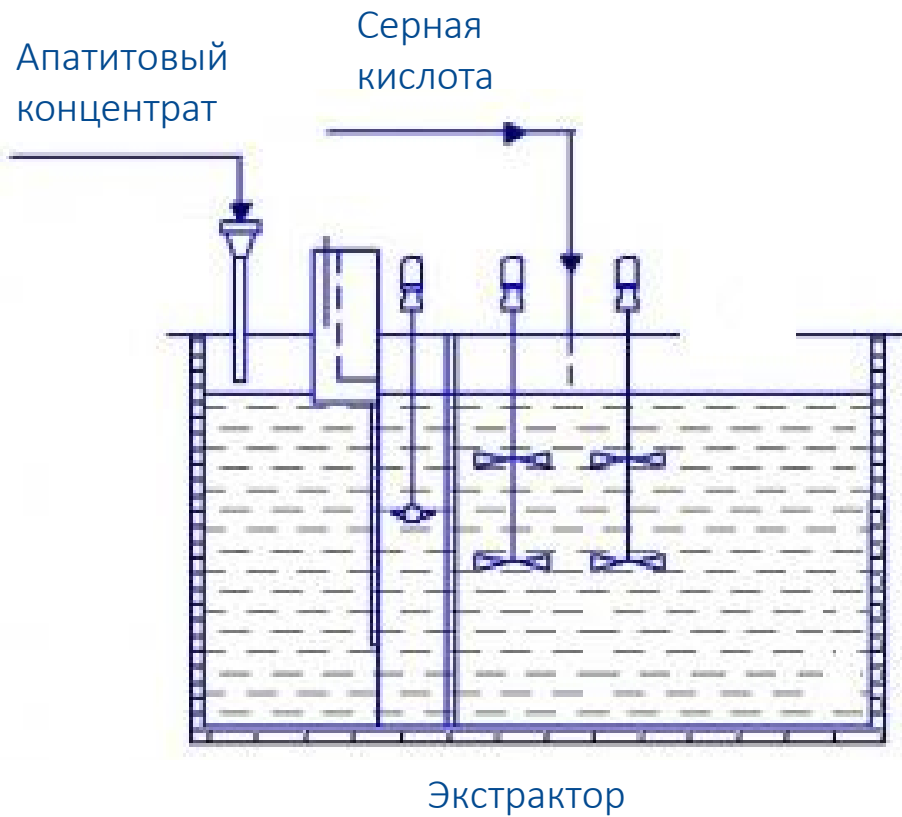
Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.

### Карбамид N 46.2

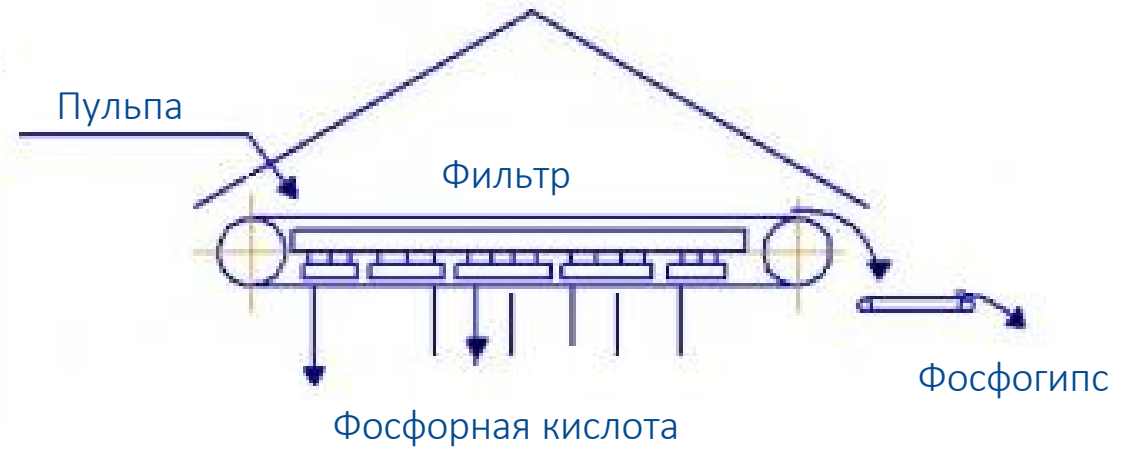
Универсальное водорастворимое удобрение для любых почв и культур. Обеспечивает быстрый рост и развитие растений. Применяется для быстрого роста и развития любых культур. Повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Обеспечивает высокие урожаи и качество продукции. Применяется в сельском хозяйстве и на территории жилищно-коммунального хозяйства.



# Получение фосфорной кислоты

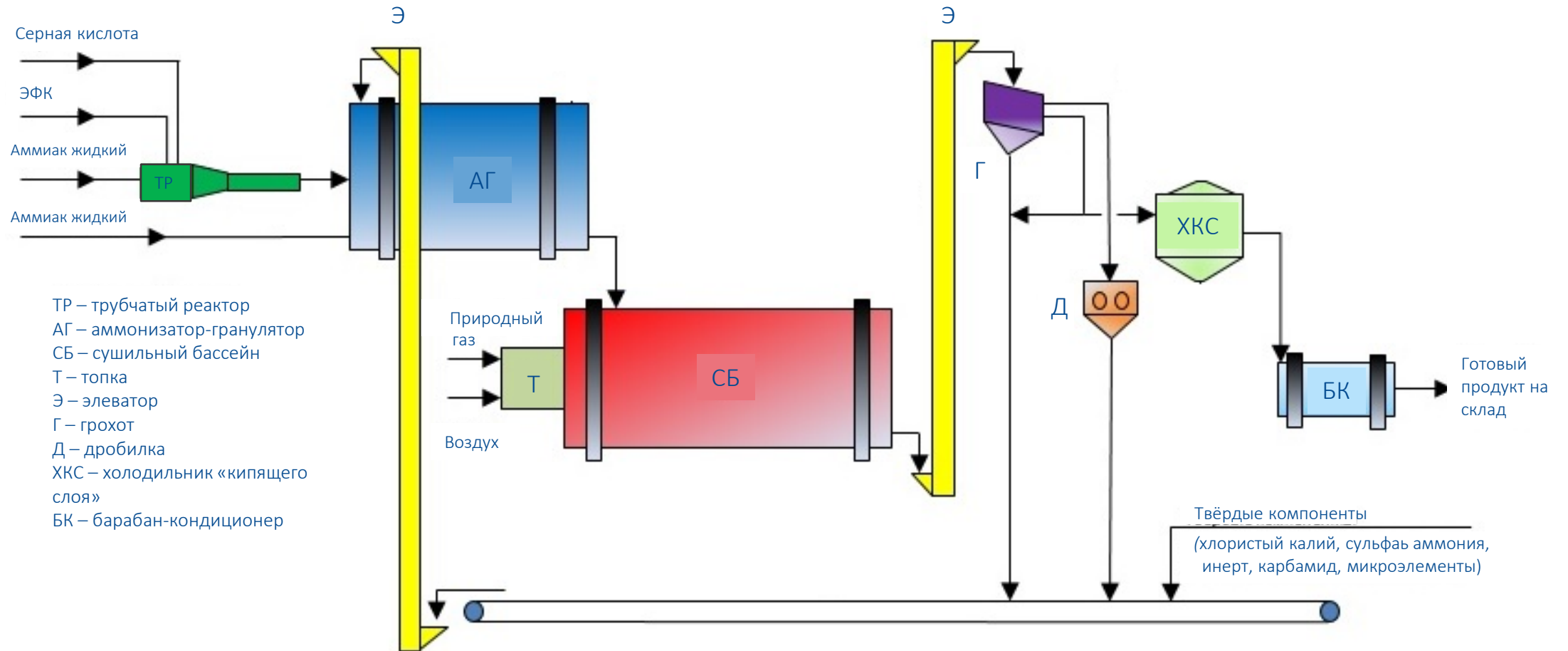


Фосфорная кислота  
52-54%  $P_2O_5$

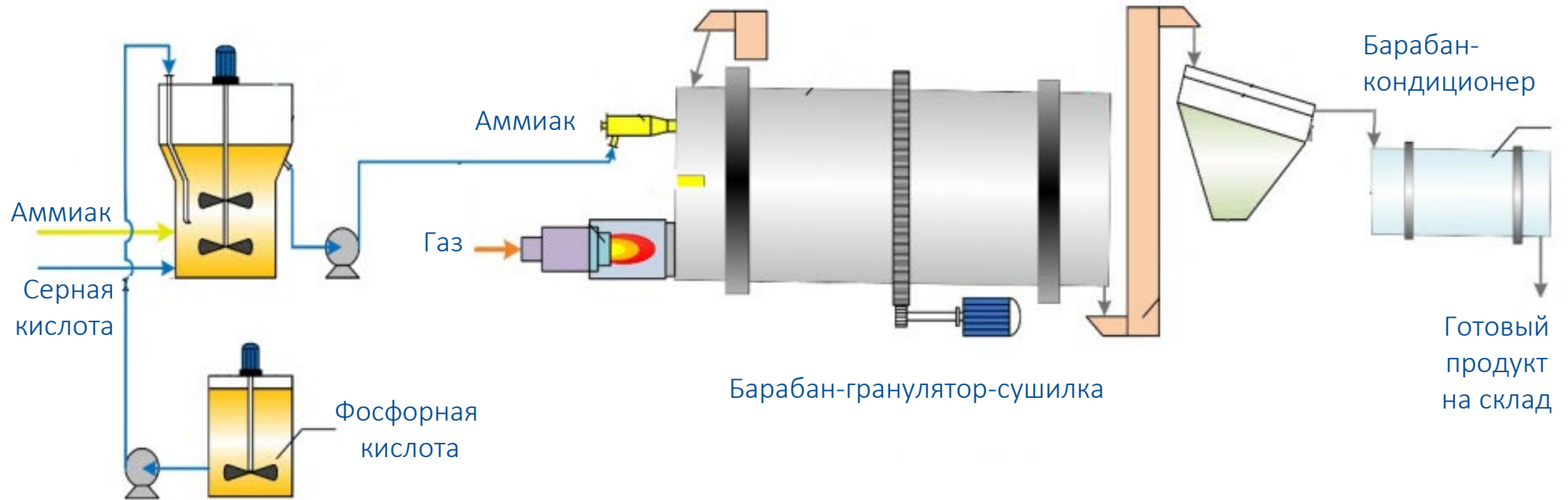




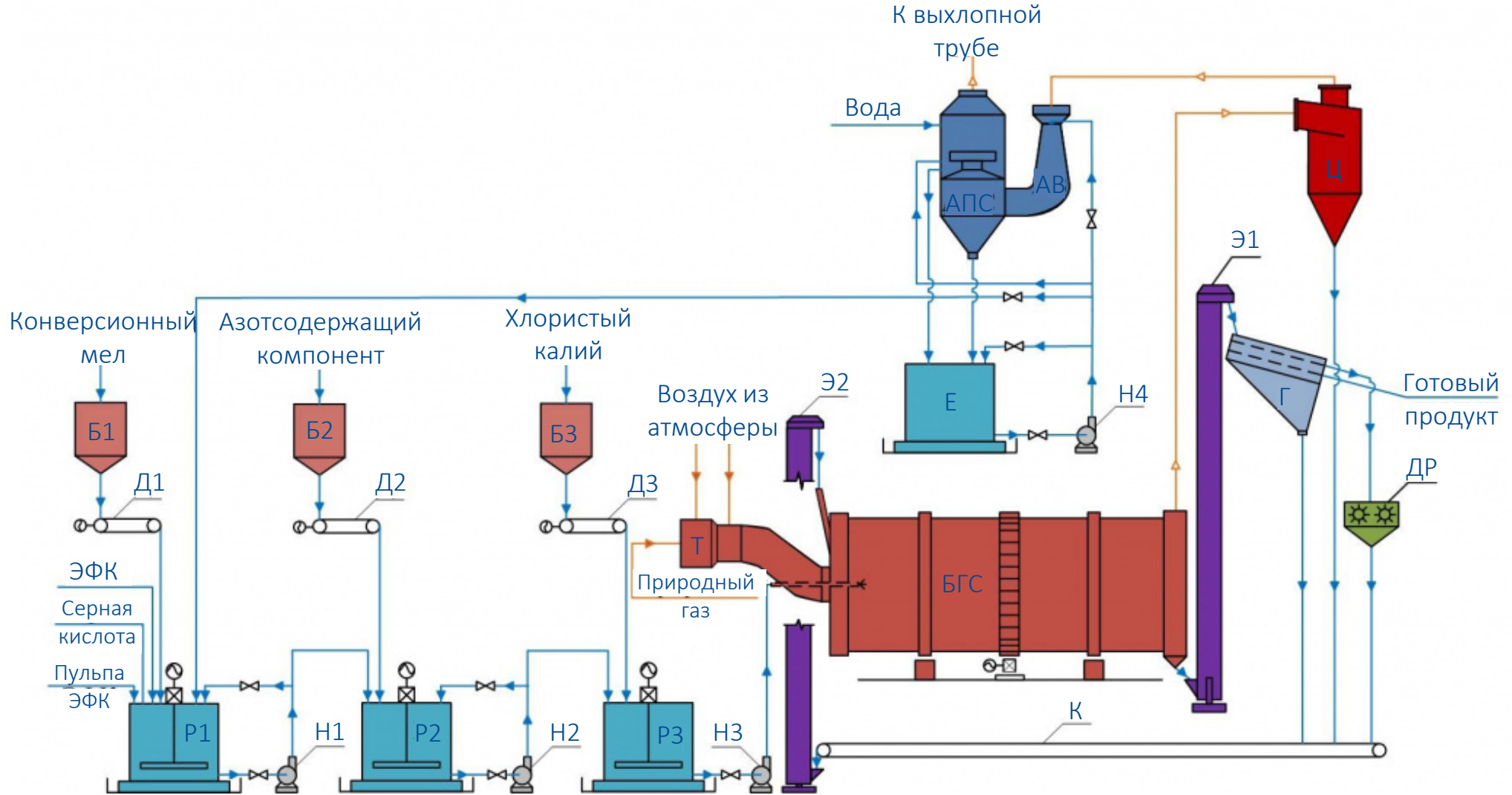
# Получение NPK по схеме АГ-СБ



# Получение удобрений ДАФ/МАФ по схеме БГС



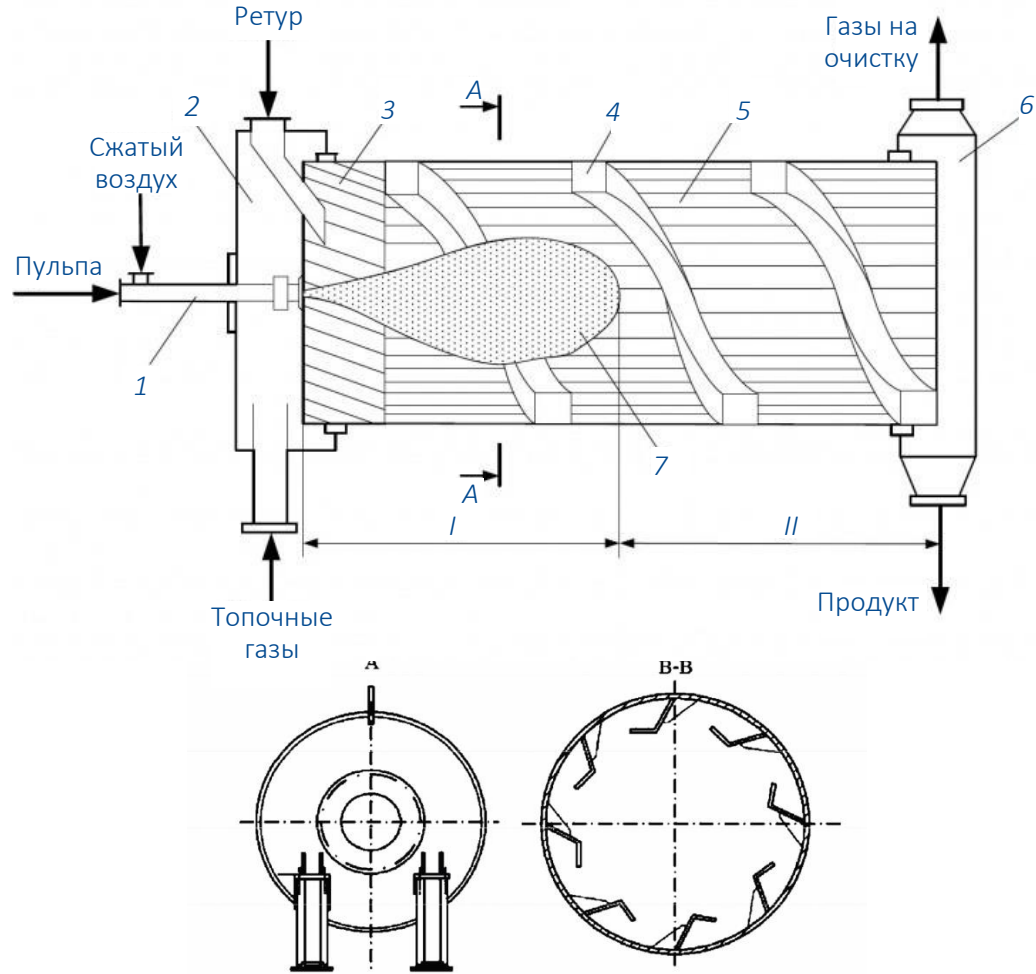
# Технология производства РК/НРК







# Гранулирование удобрений



Баранный гранулятор-сушилка

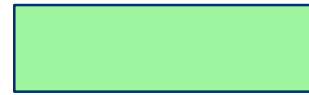




# Структура гранул сложных удобрений NPK



хлористый калий



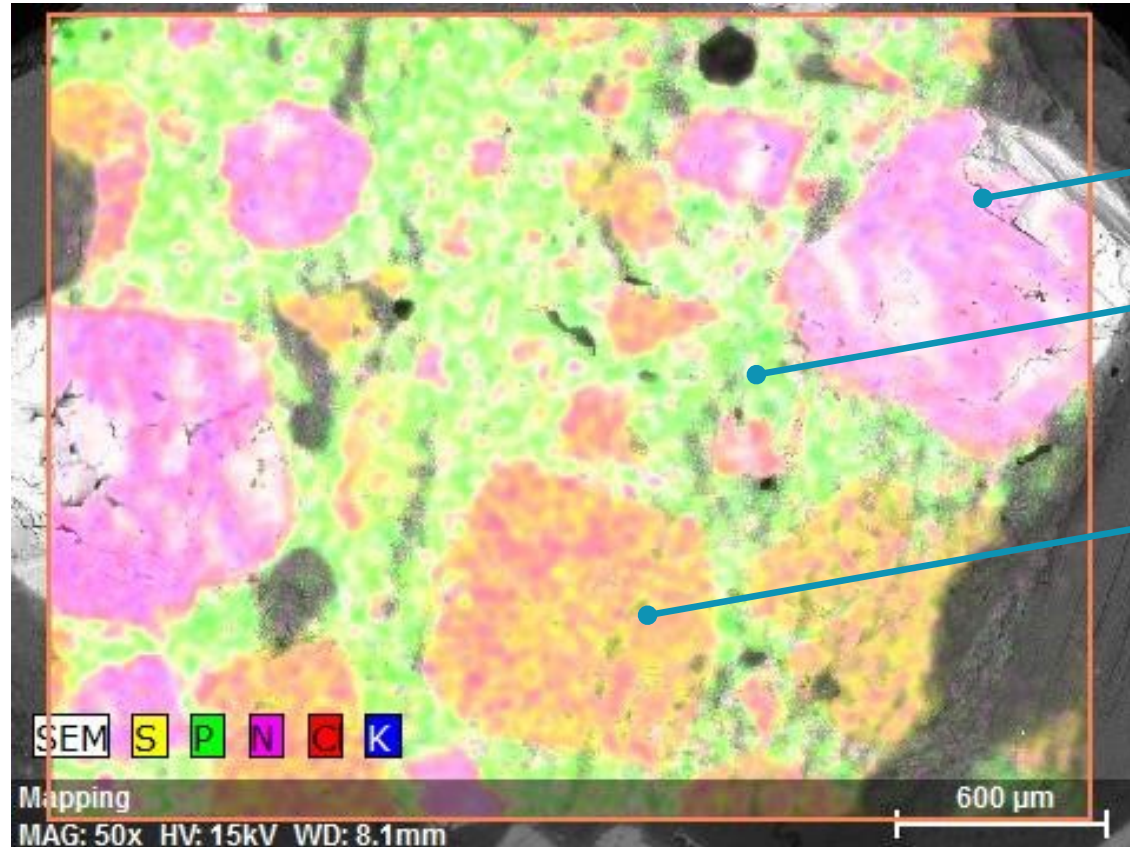
фосфаты аммония



поры



## Распределение ДВ в грануле – срез NPK(S) 15-15-15(10)



KCl

$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

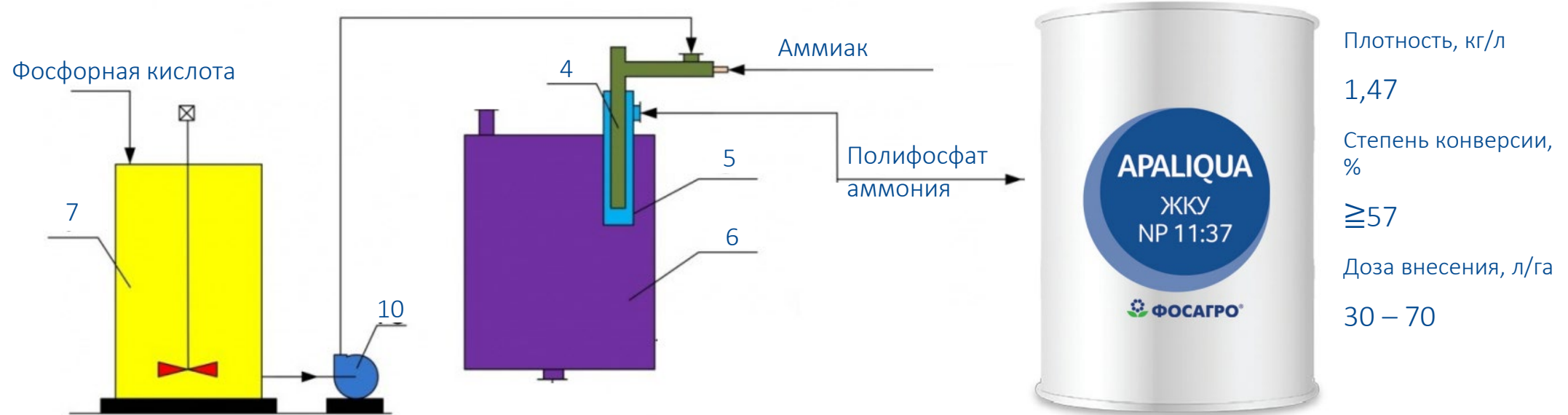
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



Источник: НИУИФ, фотографии, полученные методом сканирующей электронной микроскопии с рентгенофлуоресцентным микроанализом поверхности сколов гранул, микроскоп HITACHI TM3030



# Получение жидких комплексных удобрений

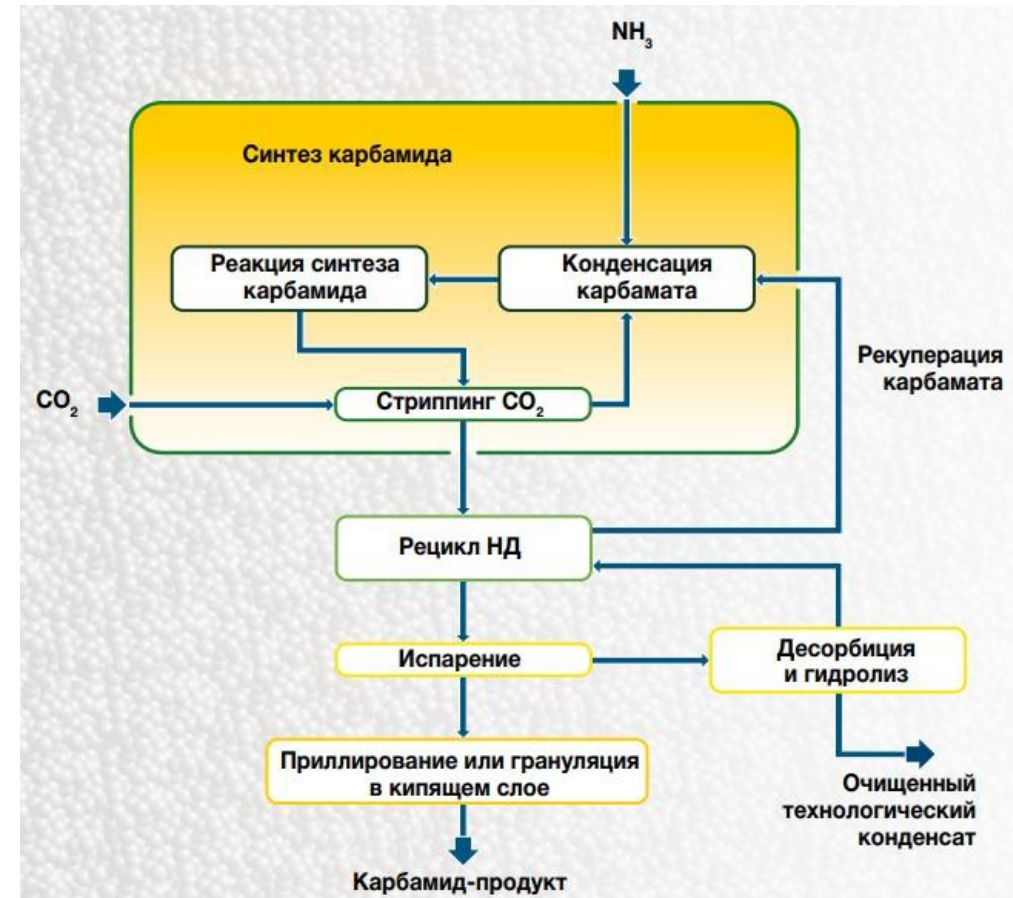




# Получение плава карбамида

Карбамид получается в результате реакции аммиака с  $\text{CO}_2$ .

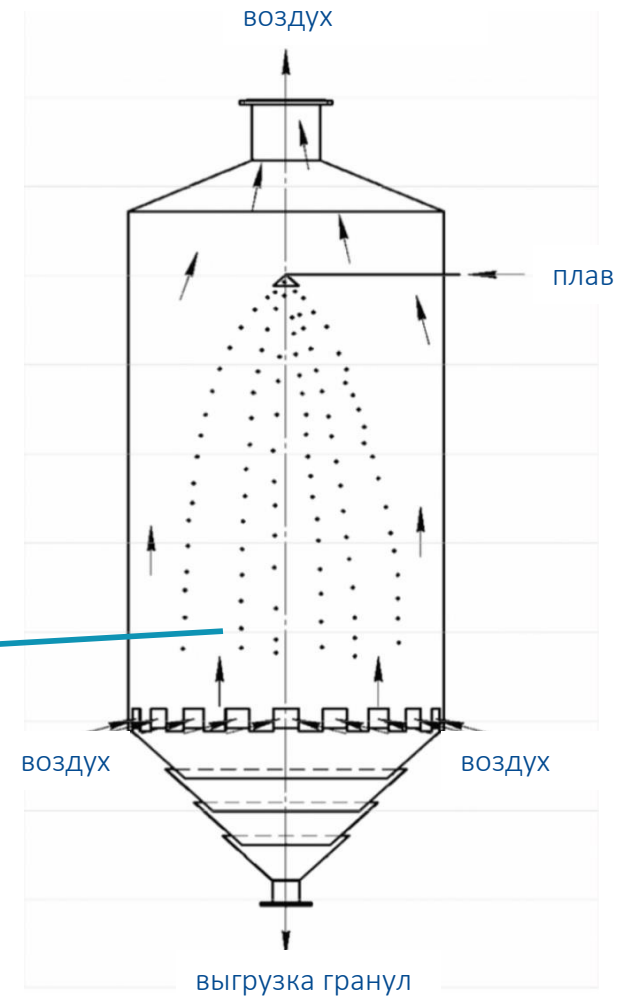
При этом сначала получается промежуточный продукт – карбамат, который затем разлагается в карбамид и воду.



# Прилливанный карбамид

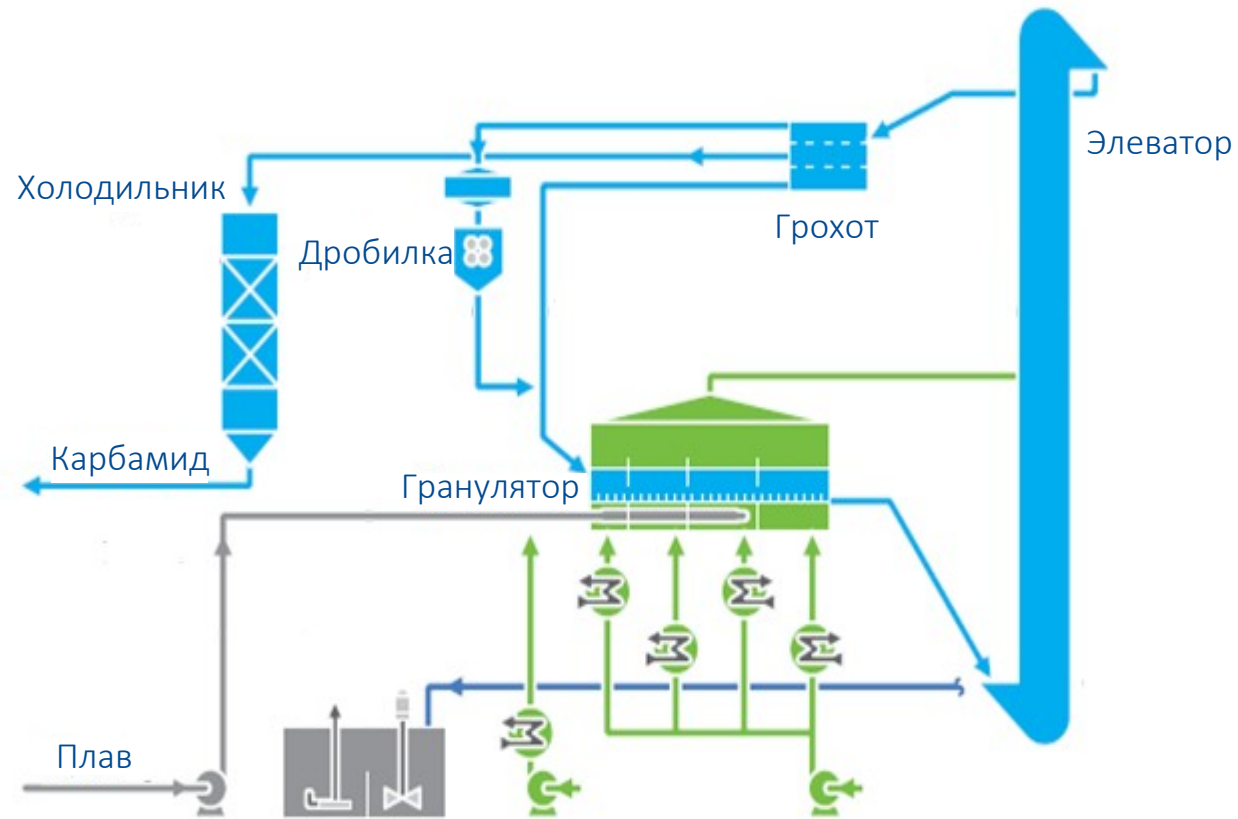


Установка получения прилливанного карбамида, АО «Апатит», Вологодская обл.

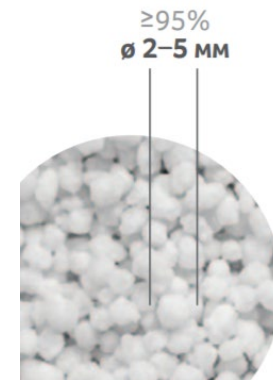




# Гранулированный карбамид









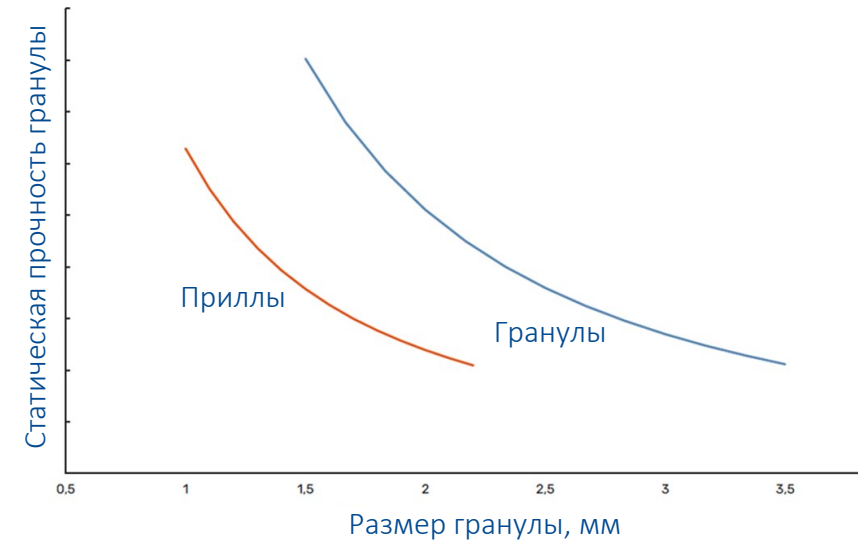
Параметры	
Суммарная массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, % - не менее	46,0
Массовая доля воды методом Фишера, %, не более	0.5
Статическая прочность гранул, кгс/гранулу, не менее	2,5
Свободно текущий, сыпучий	
Без вредных примесей	
Обработан антислеживателем	





# Сравнение гранулированного и приллированного карбамида

Приллированный			Гранулированный		
Стадия 1	Образование жидких капель		Стадия 1	Сформирована твердая основа	
Стадия 2	Затвердевание оболочки приллы		Стадия 2	Жидкий слой плава расплывается на твердую основу	
Стадия 3	Затвердевшая прилла. В центре сформирована небольшая полость		Стадия 3	Твердая гранула	



Van 'T Land, C. M. *Industrial Crystallization of Melts*. Boca Raton : CRC Press, 2004.



# Виды фасовки



Навальный продукт



Фасовка в биг-беги

# Потребительские характеристики продуктов





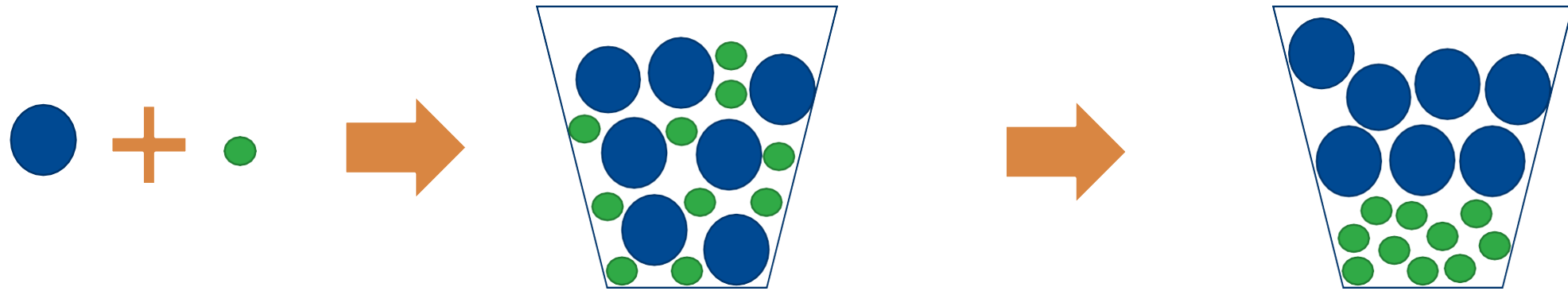
## Потребительские характеристики продуктов

---

- Содержание цитраторастворимых компонентов
- Содержание водорастворимых компонентов
- Гранулометрический состав
- Прочность гранулы
- Слеживаемость
- Влажность
- Содержание вредных примесей



# Гранулометрический состав – сегрегация гранул

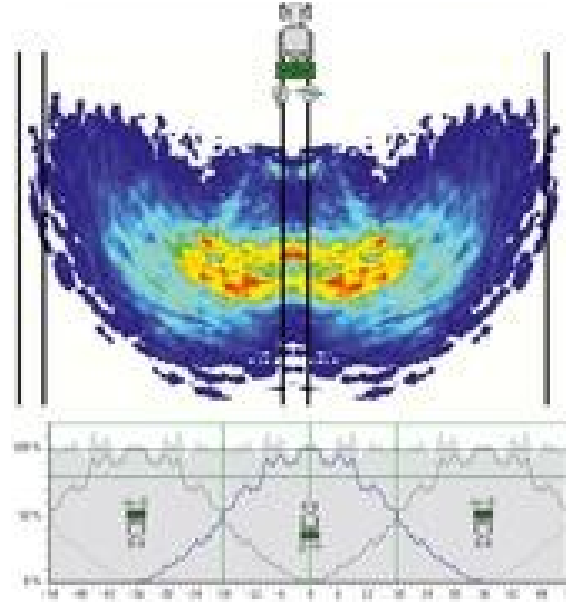


Размер гранул удобрений имеет большое значение при приготовлении тукосмесей



# Равномерность распределения гранул

Распределение удобрений



Баллистическая  
экспертиза удобрений  
от AMAZONE

Равномерный гранулометрический состав => равномерное внесение удобрений

Ист.: Материалы компании AMAZONE



## Прочность гранул. Слеживаемость

Статическая прочность – предел прочности гранул при сжатии.

Источники снижения качества удобрений:

- Отсутствие/нехватка кондиционирующего агента
- Перевозка
- Перевалка
- Длительное/неправильное хранение
- Разбрасывающие диски



При неправильном хранении, попадании излишней влаги гранулы поверхностного слоя отвала теряют до 50% прочности, слеживаются, теряют цвет.



# Вредные примеси

REGULATION (EU) 2019/1009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL (5 June 2019).

Объект регулирования

минеральные удобрения с содержанием фосфора > 5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Опасный элемент	2022	2026
Кадмий (Cd), мг/1 кг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<60	<40
Ртуть (Hg), мг	<1	
Мышьяк (As), мг	<40	
Свинец (Pb), мг	<120	
Никель (Ni), мг	<100	
Хром (Cr VI), мг	<2	

Страна	Месторождение	Компания	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Содержание Cd (ppm)
Senegal	Taiba	ICS	35.9	86.7
Togo	Kpeme	Societe Nouvelle des Phosphates	36.7	58.4
Tunisia		CPG	29.9	39.5
Israel	Zin	Israel Chemicals	31.1 - 32.8	24.2 - 30.8
Peru	Sechura	Fosfatos del Pacifico	30.2	25.0
Algeria	Djebel Onk	Ferphos	28.8	22.5
Morocco		OCP Group	31.2 - 32.7	15.1 - 37.5
United States	Central Florida	Mosaic	29.8 - 32.1	6.1 - 38.2
Jordan	El-Hasa	Jordan Phosphate Mines	30.5 - 31.9	5.4 - 6.0
Egypt	Abu Tartur	Misr Phosphate	22.2 - 29.9	5.7
Australia	Duchess	Incitec Pivot	31.2	4.2
Venezuela	Recieto	Pequiven (PDVSA)	27.9	4.0
Burkina Faso	Kodjari	Не разрабатывается	29.2	2.5
Tanzania	Minjingu	Minjingu Mines & Fertilizer Co	28.6	1.0
Zimbabwe	Dorowa	ZimPhos	33.1	1.0
Sweden	Kiruna	Luossavaara-Kiirunavaara AB	35.3	0
Uganda	Sukulu Hills	Government of Uganda	38.6	1
Россия	Хибинское	ФосАгро	39.2	1.2
Россия	Ковдорское	Еврохим (Ковдорский ГОК)	38.0	0.8
Казахстан	Каратау	Казфосфат	24.5	0.61-2.17
Burundi	Matongo	Burundi Mining	40.4	<2
Finland	Siilinjärvi	Yara	39.5	<2
South Africa	Phalaborwa	Foskor	38.6	1.3
China	Kaiyang	множество	35.9	<2
Sri Lanka	Eppawala	Lanka Phosphate	36.4	2.17
Brazil	Araxa	Mosaic	37.0	2.50

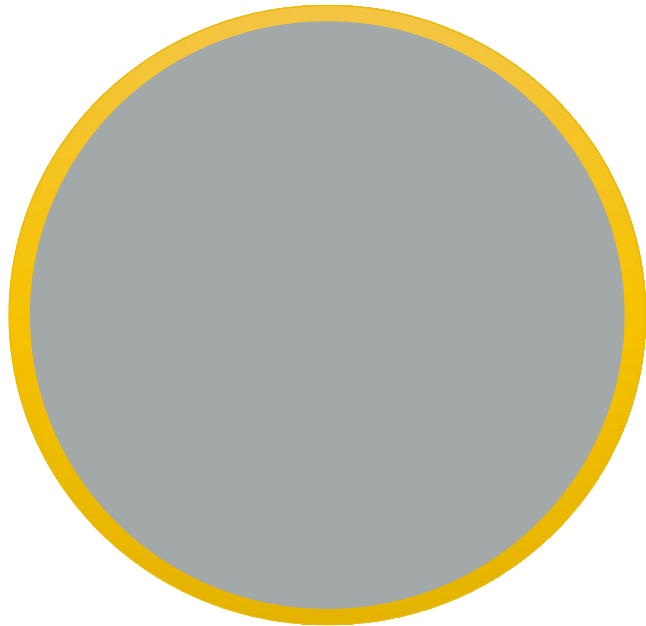
# Виды инновационных удобрений





# Гранулированные удобрения с оболочками

---



Физические барьеры, препятствующие растворению:

- Полимерные пленки
  - Контролируемое высвобождение элементов.

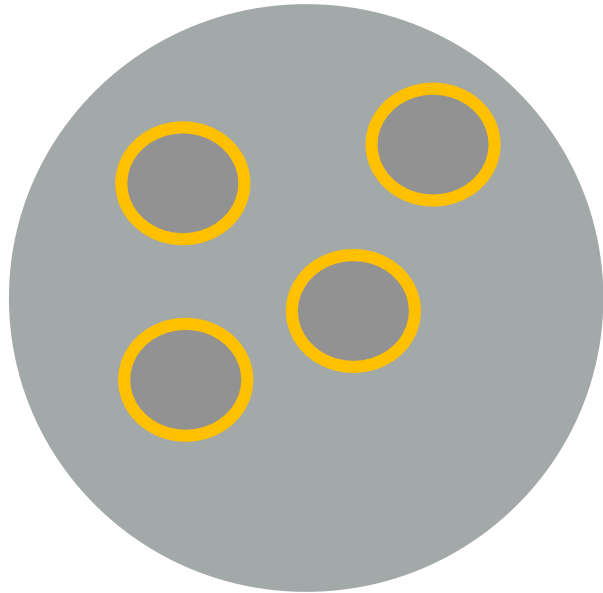
Проницаемые и водорастворимые пленки:

- Сохранение P-содержащего компонента;
- Сохранение N-содержащего компонента;
- Гуминовые, фульвокислоты;
- Ввод полезных микроорганизмов;
- Ввод дополнительных микроэлементов.



## Удобрения с компонентами в оболочках

---



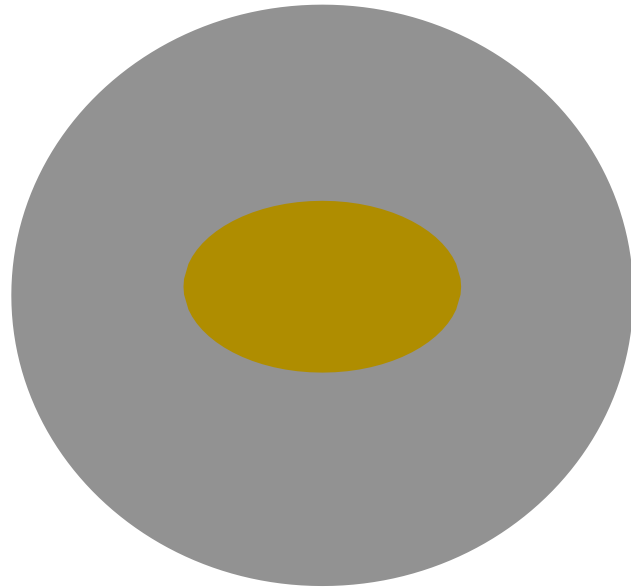
Отдельные компоненты гранулы в полупроницаемой оболочке:

- Микроэлементы;
- Микробиологические добавки.



## Семена с питательными компонентами

---



Ввод набора нужных питательных веществ в гранулу:

семя + агрохимикат



# Проникающие добавки к гранулированным удобрениям

---

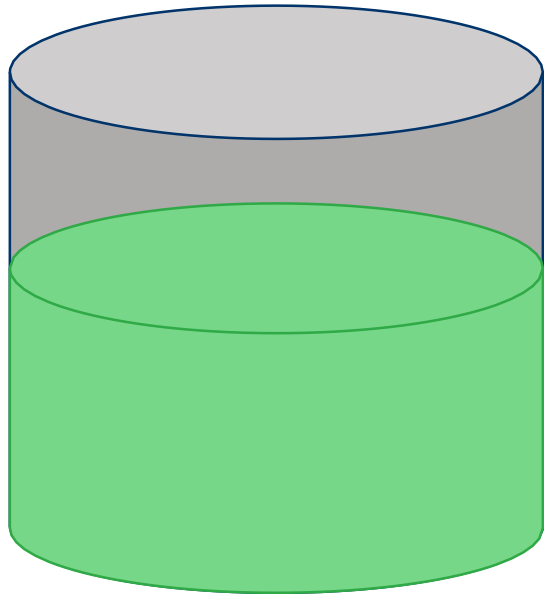


Виды добавок:

- Ингибиторы уреазы;
- Ингибиторы нитрификации

# Жидкие удобрения

---



Виды удобрений:

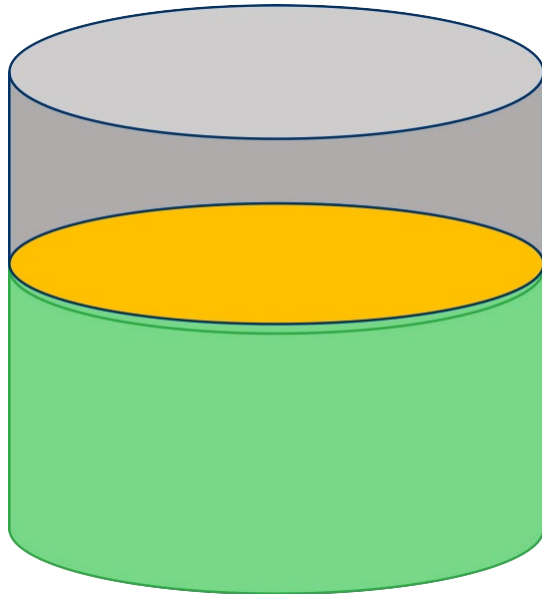
- Полимерная форма соединений;
- Композиции водорастворимых солей.

Примеры:

- Полифосфаты аммония;
- NPK различных соотношений;
- Корректоры микроэлементов.



# Инновационные добавки к жидким удобрениям



Виды добавок:

- Аминокислоты;
- Фульвокислоты;
- Гуминовые кислоты;
- С полимерными композициями;
- С грибами, микроорганизмами;
- Ингибиторы уреазы\нитрификации.

Свойства:

- Биостимулирование;
- Антистресс;
- Пестицидные (биопестициды);
- Адгезивные;
- Ускорение созревания;
- Ввод микроэлементов в поры растения;
- Защитные пленки на листьях (инсектицидные свойства);
- Снижение испарения влаги;
- Повышение эффективности поглощения питательных в-ств;
- Управление питанием растения;
- Создание экосистемы с заданными свойствами.



## Полезные ссылки



Информация о свойствах и характеристиках продуктов ФосАгро



Технологии производства удобрений (Научно исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я. В. Самойлова).



Публикации по видам удобрений, управлению урожайностью, формированию экологичной системы питания (Международная ассоциация производителей удобрений).



Памятки по применению и свойствам удобрений (Международный институт питания растений).



Материалы конференций InfoAG – крупнейших организаторов сельскохозяйственных выставок в США.



Калькулятор выноса элементов питания (Международный институт питания растений).



Гранкина Алина  
[abaykova@phosagro.ru](mailto:abaykova@phosagro.ru)



---

**Спасибо за внимание!**