



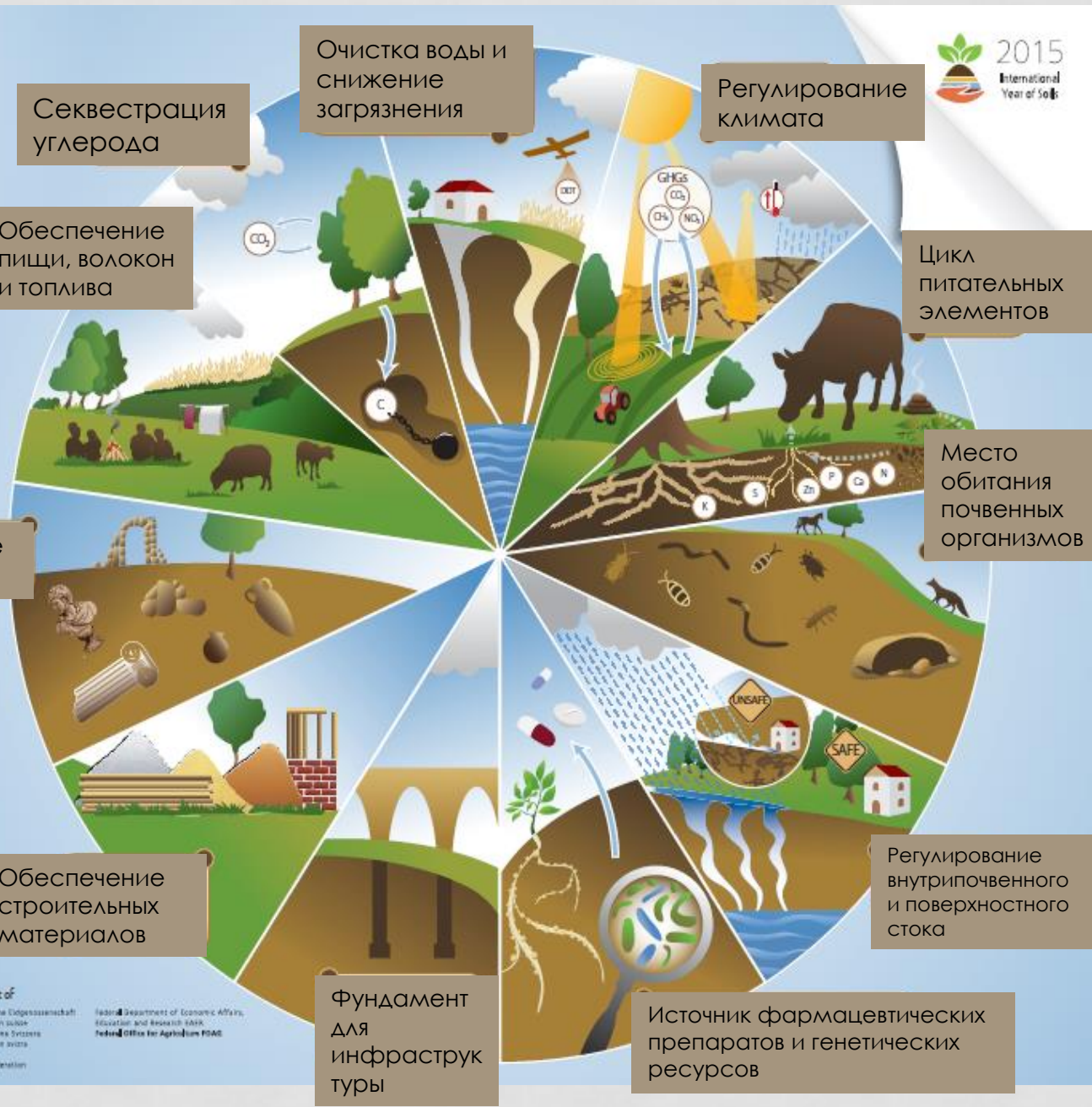
Плодородие почвы – глобальный тренд десятилетия

Л. Холомьёва
Начальник агрономической службы
АО «Апатит»

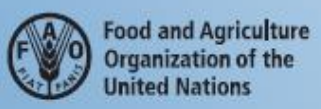


Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth



Значение почвы в обеспечении жизни на земле – трудно переоценить



with the support of
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research (SEK)
Federal Office for Agriculture (FOAG)

Из през. М. Конюшковой, ФАО, РИМ

Более 50% почв мира имеют признаки деградации по более чем 5 показателям, и ежегодно ситуация ухудшается

Снижается плодородие почвы

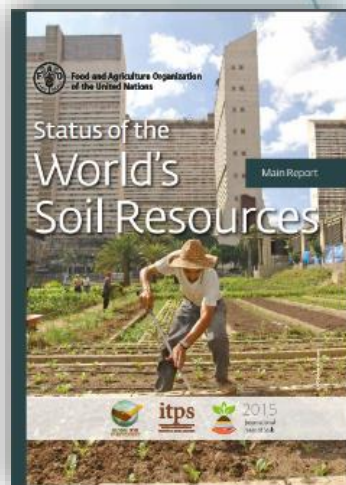
Потребность производить больше из за растущего населения планеты

Изменения климата








Ежегодное увеличение стоимости продукции сельского хозяйства



Увеличение потребности в дешевых удобрениях и в доступных средствах для восстановления плодородия почвы



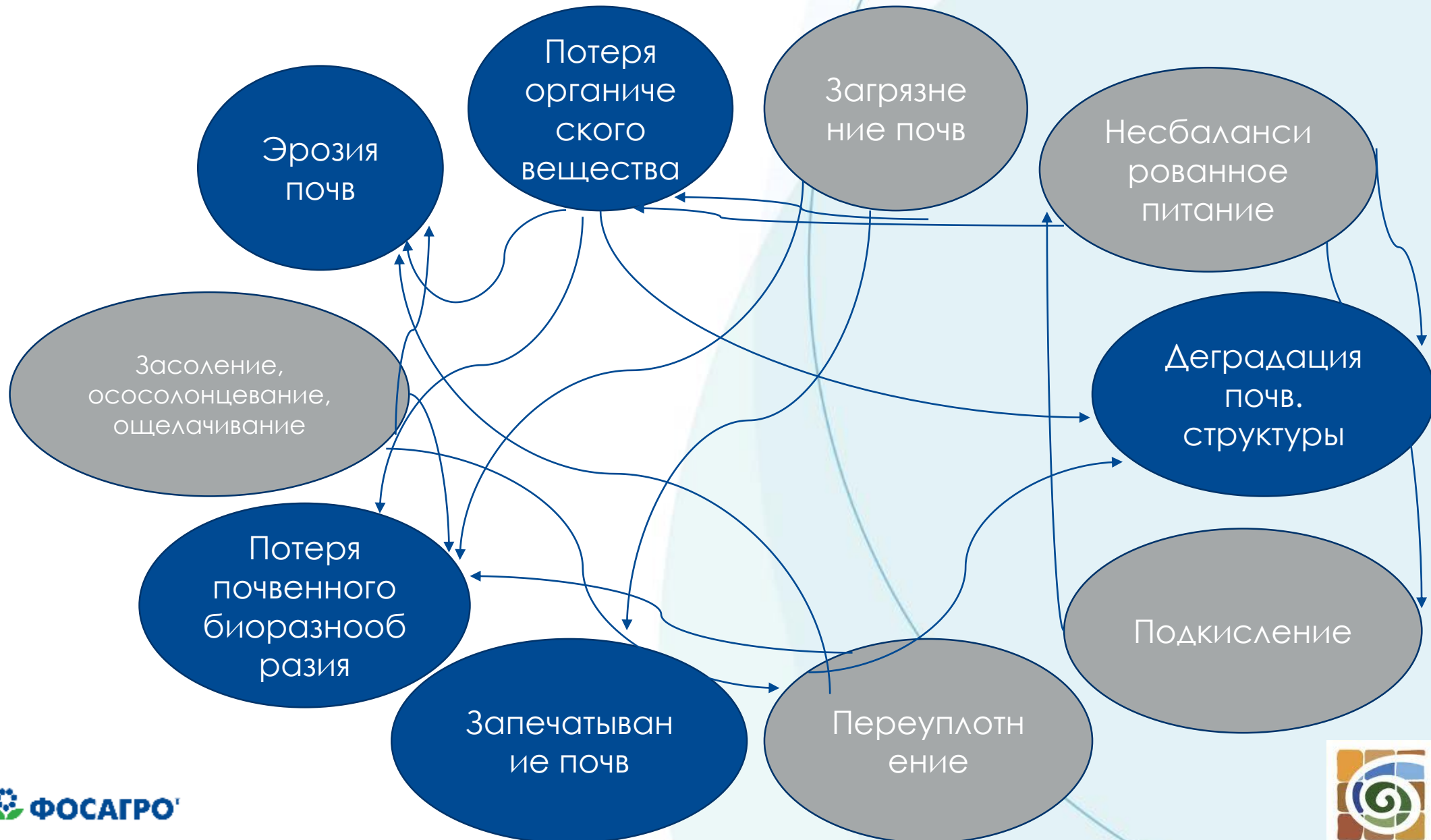
Global Summary of Threats to Soil Functions

Region	Soil erosion	Organic carbon change	Nutrient imbalance	Salinization	Soil sealing	Loss of biodiversity	Soil pollution	Acidification	Compaction	Water-logging
 Sub-Saharan Africa	Poor	Poor	Poor	Fair	Good	Fair	Good	Poor	Good	Good
 Asia	Poor	Poor	Poor	Poor	Poor	Fair	Poor	Poor	Poor	Fair
 Europe and Eurasia	Fair	Poor	Poor	Poor	Poor	Fair	Poor	Poor	Fair	Fair
 Latin America and the Caribbean	Poor	Poor	Poor	Poor	Fair	Poor	Fair	Fair	Poor	Fair
 Near East and North Africa	Very Poor	Poor	Good	Fair	Very Poor	Poor	Very Poor	Good	Poor	Good
 North America	Fair	Fair	Poor	Good	Fair	Good	Good	Poor	Fair	Good
 Southwest Pacific	Fair	Fair	Fair	Good	Good	Good	Good	Fair	Fair	Good

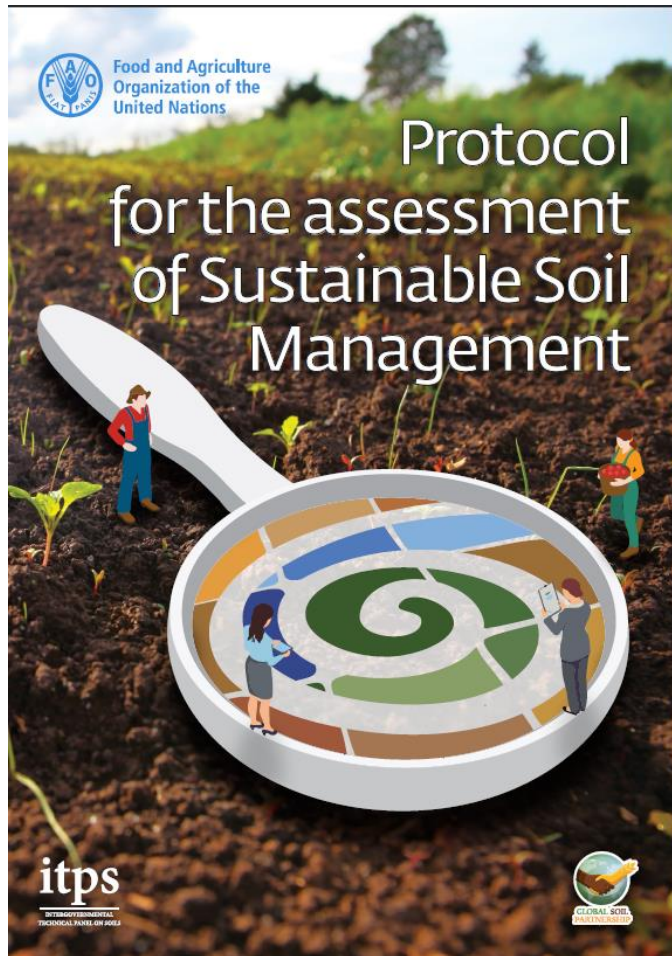
ВСЕ УГРОЗЫ - РЕЗУЛЬТАТ ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА



УСТОЙЧИВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ - ПУТЬ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ ПОЧВ



Протокол по оценке устойчивого управления почвами



Протокол был принят на специальной сессии Пленарной Ассамблеи Глобального почвенного партнерства в сентябре 2020 г.

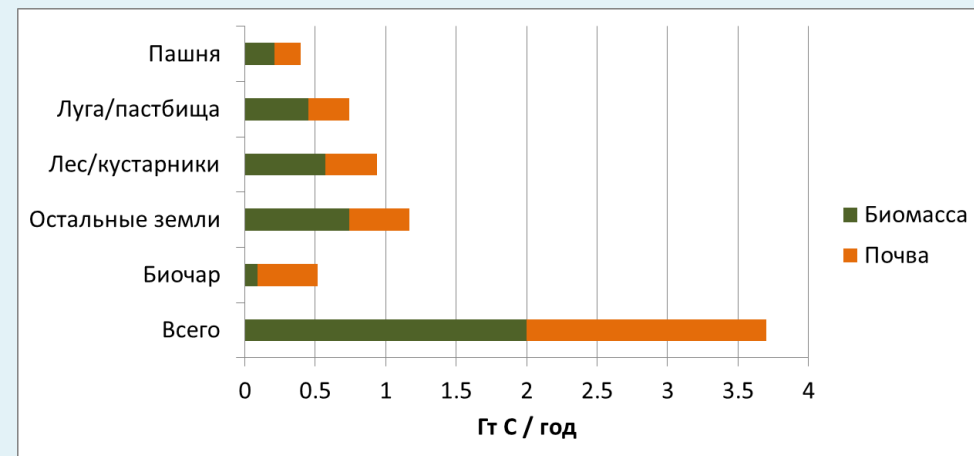
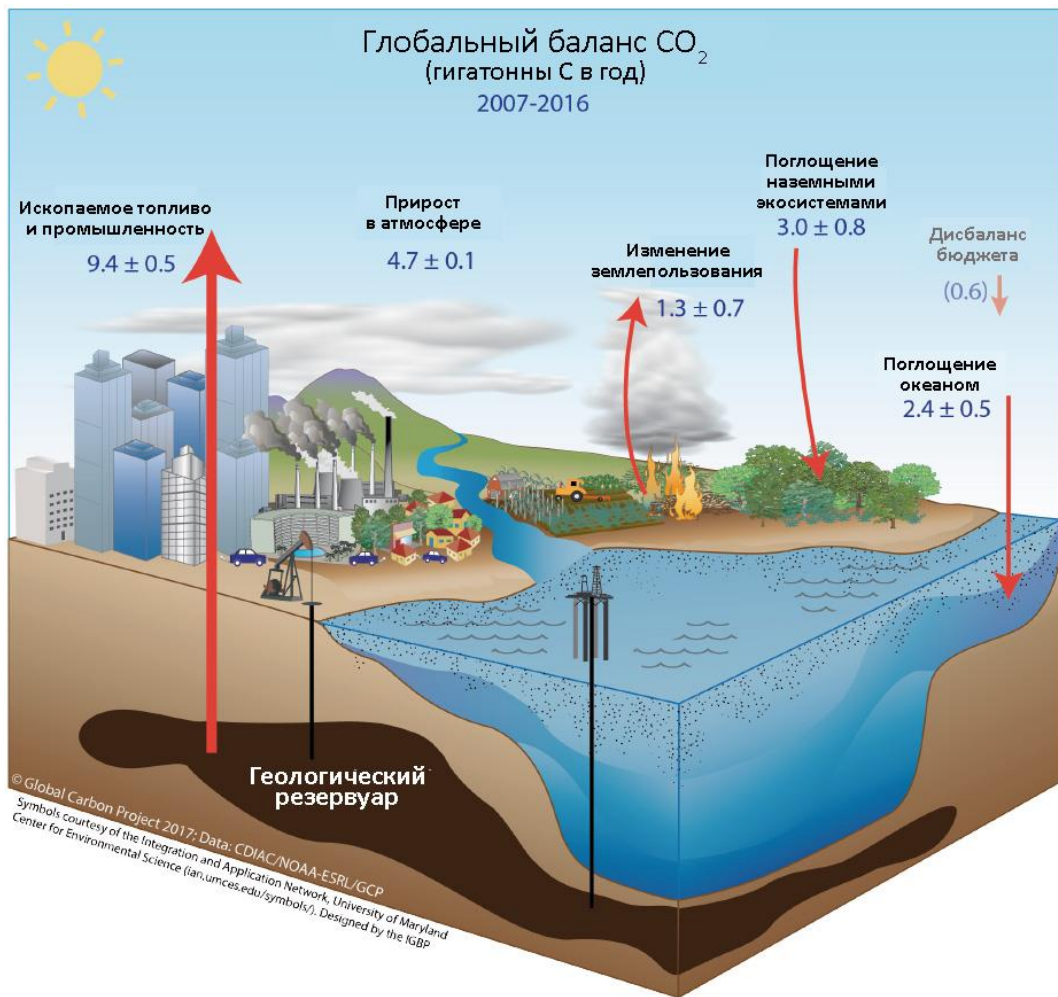
Ключевые индикаторы:

- ✓ Продуктивность почв
- ✓ Почвенное органическое вещество
- ✓ Плотность почв
- ✓ Дыхание почв

+ 10 дополнительных индикаторов в зависимости от локальных особенностей почв

Потенциал почв в секвестрации углерода

в почвах составляет **1,45–3,44 Гт С** (5,3–12,6 Гт CO₂) в год (Lal, 2018).

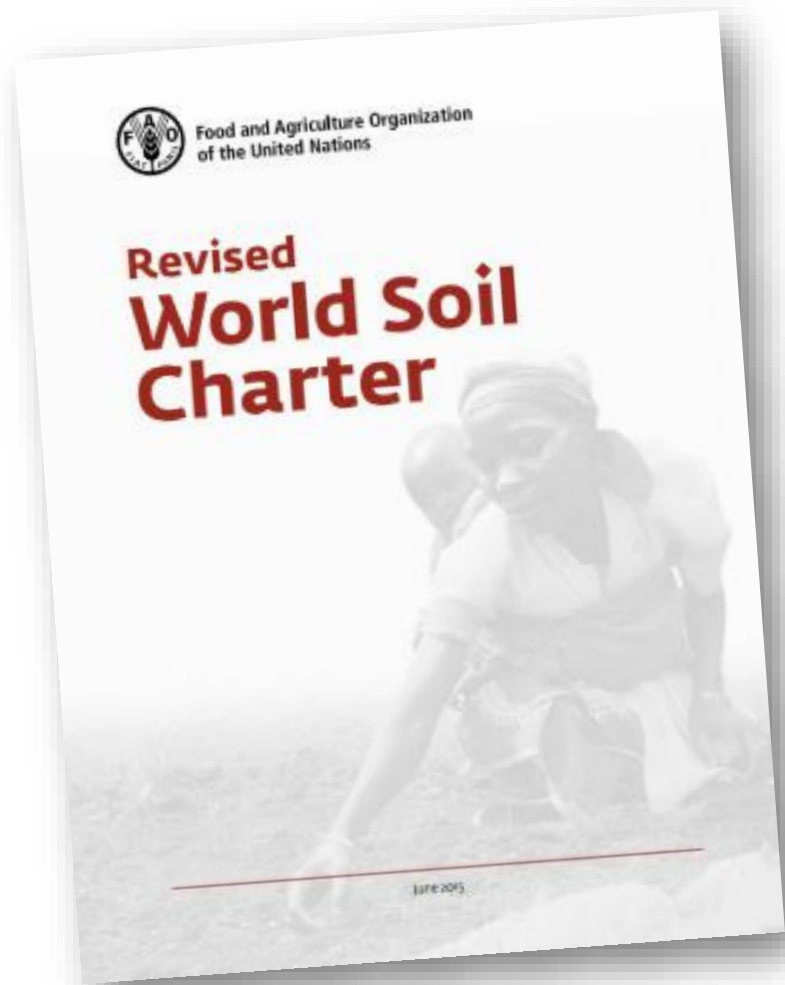


Источник: Lal et al., 2018

Глобальный технический потенциал секвестрации органического углерода в почвах составляет **1,45–3,44 Гт С** (5,3–12,6 Гт CO₂) в год (Lal, 2018). Что компенсирует:

- от **38 до 91%** от глобальных выбросов в электроэнергетике (Muntean et al., 2018);
- от **67 до 100%** от глобальных выбросов от транспорта (Muntean et al., 2018);
- от **9 до 23 %** от общих глобальных выбросов (53 Гт CO₂) во всех секторах (ЮНЕП, 2018).

Здоровье почвы – один из основных трендов ближайших 10 лет



Здоровые почвы являются основной предпосылкой для удовлетворения разнообразных потребностей в пище, энергии, волокне, кормах и других продуктах, а также для обеспечения предоставления основных экосистемных услуг во всех регионах мира.

(The revised World Soil Charter, 2015)

Применение мелиорантов – неотъемлемая часть рекомендаций по восстановлению почвенного плодородия и здоровья почвы.

Засоление,
осолонцевание,
ощелачивание

Загрязнение
почв

Несбаланси
рованное
питание

Подкисление

Переуплотн
ение

МЕЛИОРАЦИЯ

Химическая мелиорация почв один из важных сельскохозяйственных приемов нашего времени.

В качестве мелиоранта можно использовать доломитовую или известковую муку.

Более широким спектром применения обладает фосфогипс, полученный из апатитового концентрата с Кольского полуострова

Месторождение ФосАгро одно из самых чистых месторождений фосфатов в мире.



ЗАДАЧИ АПК И СОСТОЯНИЕ ПОЧВ РОССИИ

- Урожайности
- Качества
- Производства овощей и фруктов
- Производства мясной и молочной продукции
- Продовольственной безопасности
- Экспортного потенциала

Из 122 млн. га пашни России (Росстат)

- 80% - недостаток серы (РАН)
- около 65 млн га с рН < 5,5 (ИКАР)
- более 40 млн га. засоленных земель (РАН)
- переуплотнено более 80% сельхозугодий (ВИМ)

что приводит к **потере более 30% урожаев и доходов сельхозпроизводителей.**

Недобор урожая от уплотнения почвы ежегодно по РФ составляет **до 30 млн. тонн в пересчете на зерно.**

Перерасход топлива — **до 3 млн тонн.**

Сохранение плодородия почв - основа стабильного роста в АПК

Основные причины деградации почв в России

СНИЖЕНИЕ pH

← Неадекватное применение физиологически кислых и физиологически щелочных удобрений

ПОТЕРЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ

← Из почв ежегодно теряется в огромных объёмах кальций, потери которого составляют: -200-450 кг/га в год

ЗАСОЛЕНИЕ

← Неправильное использование систем орошения, нарушение севооборотов, нарушение баланса элементов питания

СНИЖЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ

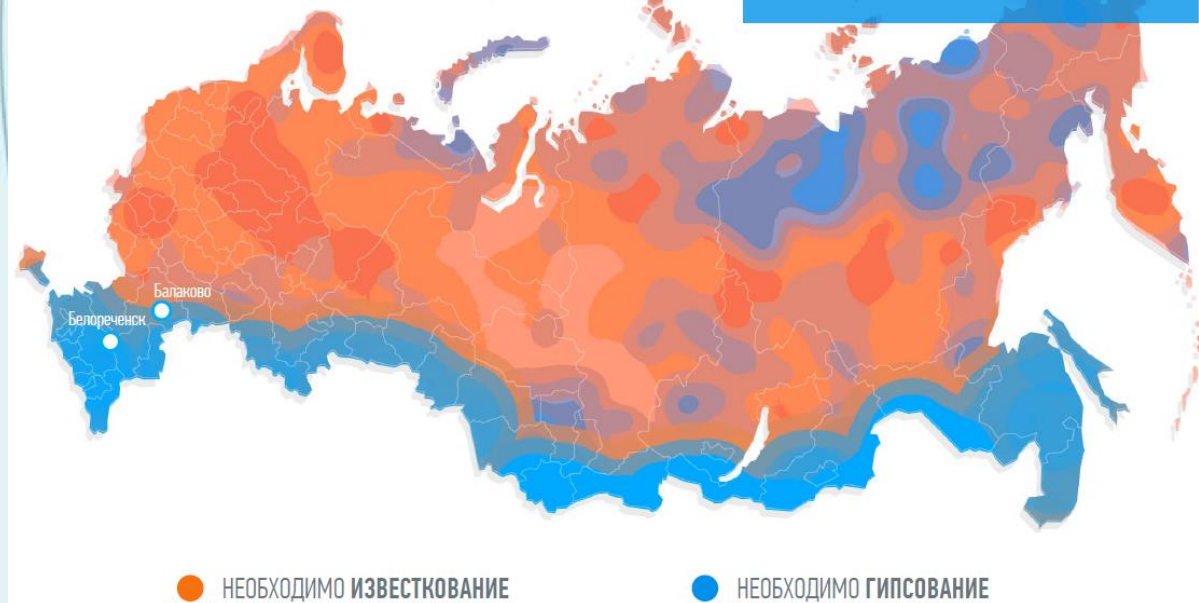
← Недостаточное применение органических и минеральных удобрений, нарушение севооборота, неадекватная обработка почвы (смывы, эрозии)

Регионы расположения солонцеватых почв и солонцов

- Ростовская область, солонцеватые почвы - **2517 тыс.га**, солонцы - на **575 тыс.га**.
- Ставропольский край солонцы - **857 тыс.га**.
- Саратовская область, солонцы - **700 тыс. га** пашни.
- Самарская область, солонцы - **140 тыс. га**.
- Курганская область, солонцеватые почвы - **2210 тыс.га**, солонцы - **1074 тыс.га**.
- Омская область солонцеватые - **2 000 тыс.га**, а солонцы **1250 тыс.га**
- Новосибирская область солонцы - **635 тыс.га**.

ПОТРЕБНОСТИ В ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

Общая площадь засоленных земель в РФ составляет 35-40 млн га или около 20 % площади сельхозугодий. Площадь пахотных засоленных земель составляет 10 млн га.



МЕЛИОРАНТ - ФОСФОГИПС

Мелиорант фосфогипс для восстановления структуры почвы

Фосфогипс применяется:

- ✓ для гипсования солонцовых почв
- ✓ для снижения плотности почвы
- ✓ для восстановления структуры почвы
- ✓ для активизации почвенной биоты.
- ✓ для создания банка серы
- ✓ может применяться в качестве мелиоранта для кислых почв

Внесение 10 т/га ФГ 10 лет назад, Саратовская обл.



Участок с фосфогипсом
ореховатая структура
почвы

Глубина залегания
влаги – 4 см. на
22.05.2021



Участок без фосфогипса
глыбистая структура
почвы

Глубина залегания
влаги – 10-12 см. на
22.05.2021

Содержание элементов питания в фосфогипсе

В 1 тонне фосфогипса содержится:

- ✓ 10,7 кг P_2O_5 (70% доступный для растений)
- ✓ 402 кг SO_4
- ✓ 1,6 кг/га MgO
- ✓ 0,56 гр/га Cu
- ✓ 0,33 гр/га Zn

+ снижение на 15% плотности почвы
 + повышение содержания влаги в почве на 20%
 + увеличение урожайности на 15-25 %

Стоимость компонентов на рынке:

Сульфат магния – 8 кг/га – 240 руб./га

Сульфоаммофос – 50 кг/га – 1850 руб./га

Цинк и Медь – комплекс - 150 руб./га

ИТОГО: 2240 руб/га.

✓ Соответствует ГОСТ Р 58658-2019 «Продукция сельскохозяйственная, сырье и продовольствие с улучшенными качественными характеристиками. Удобрения минеральные. Общие технические условия»

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФГБУ ГИАС «МОСКОВСКИЙ»
 Адрес лаборатории:
 127550, г. Москва, Пятницкая ул. дом
 31А, 2 этаж помещение 1 комн. № 5, 11, 32, 36;
 3 этаж помещение 1 комн. № 42, тел./факс
 (499) - 976 - 18 - 44

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ
 От 23 декабря 2020 года

Тип продукции: Минеральные удобрения;
 Наименование продукции: Фосфогипс для сельского хозяйства;
 Заказчик: АО «Апатит»;
 Дата получения образцов: 03.11.2020;
 Время проведения анализа: 03.11-21.12.2020.

Показатели испытаний	Единица измерений	Результаты испытаний	Методы испытаний	Средство измерения	Свидетельство о поверке СИ (номер, срок действия)
pH	ед. pH	6,5	ГОСТ 27979-88	pH-метр/номер SevenCompact S220	211301/2 до 23.08.2021
Массовая доля $CaSO_4 \times 2 H_2O$	%	86,43	ГОСТ 26487-85	Спектрофотометр атомно-абсорбционный AA-7000, «Shimadzu»	211308/2 до 23.08.2021
			ГОСТ 26426-85	Спектрофотометр КФК-3-01-«ЗОМЗ»	211301/2 до 23.08.2021
Магний (MgO)	%	0,16	ГОСТ 26487-85	Спектрофотометр атомно-абсорбционный AA-7000, «Shimadzu»	211308/2 до 23.08.2021
Сера (SO_2)	%	40,2	ГОСТ 26426-85	Спектрофотометр КФК-3-01-«ЗОМЗ»	211301/2 до 23.08.2021
Кальций (CaO)	%	20,1	ГОСТ 14050-93	Спектрофотометр атомно-абсорбционный AA-7000, «Shimadzu»	211308/2 до 23.08.2021
Массовая доля фосфатов	%	1,07	ГОСТ 20851.2-75	Спектрофотометр КФК-3-01-«ЗОМЗ»	211301/2 до 23.08.2021
Медь (Cu)	мг/кг	5,6	МУ-92	Спектрофотометр атомно-абсорбционный	211308/2 до 23.08.2021

Цинк (Zn)	мг/кг	3,3	AA-7000, «Shimadzu»
-----------	-------	-----	---------------------

Проблемы решаемые фосфогипсом в современном сельском хозяйстве

- Уплотнение и спекание почв в результате «Минимальной» и NO-Till обработки почвы
- Потеря ионо-обменной способности почвы
- Засоление и закисление почв
- Дефицит серы, кальция и микроэлементов
- Низкая биологическая активность почвы
- Потеря влагоудерживающей способности почвы
- Стеkanie и спекание почвы в результате потери структуры на почвах с ирригацией

3 т ФГ=
2350 руб/га

+ 15-35 % к уровню урожайности в первый год
эквивалентно внесению 100 кг/га аммофоса

+ восстановление структуры почвы - повышение влагоудерживающей способности почвы, воздушной проницаемости.

+ развитие азотфиксирующих и фосформобилизирующих бактерий в почве

+ повышение содержания доступной серы, кальция и микроэлементов (Цинка, Меди)

+ снятие проблемы засоления и подкисления

Применение фосфогипса для улучшения физико-химических свойств почвы

Схема опыта:

- 1) Контроль
- 2) Аммофос 150 кг/га - фон
- 3) Аммофос 150 кг/га+ 4 т/га ФГ
- 4) Аммофос 150 кг/га+8 т/га ФГ

Таблица 5 – Содержание питательных веществ в посевах подсолнечника по вариантам опыта, слой 0-30 см, мг/кг

Варианты опыта	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	Гумус, %
Контроль	3,6	30,6	280	6,38	1,9
Фон	4,1	37,4	285	5,88	2,0
Фон + 4 т/га фосфогипса	4,8	39,2	320	6,90	2,2
Фон + 8 т/га фосфогипса	5,1	43,9	349	7,20	2,1

При применении Фосфогипса, за счет оптимизации pH, улучшились также химические свойства почвы:

- содержание нитратного азота,
- доступного фосфора
- **оптимизация pH + 0,52-0,82 ед. (+ сера)**
- увеличение содержания гумуса

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что агрохимическая обработка почв фосфогипсом имеет своё положительное действие и является достаточно перспективным приёмом мелиорации, обеспечивающим значительное улучшение физических свойств почв.

Таблица 4 – Плотность почвы в посевах подсолнечника, г/см³

Слой, см	Варианты опыта			
	Контроль	Фон	Фон + 4 т/га ФГ	Фон + 8 т/га ФГ
0-10	1,31	1,29	1,17	1,13
10-20	1,35	1,32	1,19	1,15
20-30	1,38	1,34	1,22	1,19
0-30	1,35	1,32	1,19	1,16

Из отчета ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова 2018-2019 гг

Уже в первый год применения фосфогипса плотность почвы снизилась на 11,9% при дозе 4 т/га и на 14,8% при дозе 8 т/га

Влияние внесения Фосфогипса на урожайность подсолнечника сорта Махаон, Саратовский ГАУ с. Степное 2019 г.

Урожайность и качество подсолнечника, 2019

Вариант опыта	Масличность, %	Урожайность т/га
Контроль	45,8	1,66
Аммофос 150 кг/га	47,1	2,05
Аммофос 150 кг/га+4 га	49,6	2,28
Аммофос 150 кг/га+8 га	48,1	2,33

Урожайность достоверно повышалась при применении Фосфогипса в дозе 4 т/га, относительно контроля и внесении Аммофоса.

При применении 8 т/га урожайность была статистически равноценной.

Максимальная масличность 49,6 ц/га была получена в варианте с применением аммофоса и 4 т/га ФГ

Таблица 11 – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника по вариантам опыта, т/га

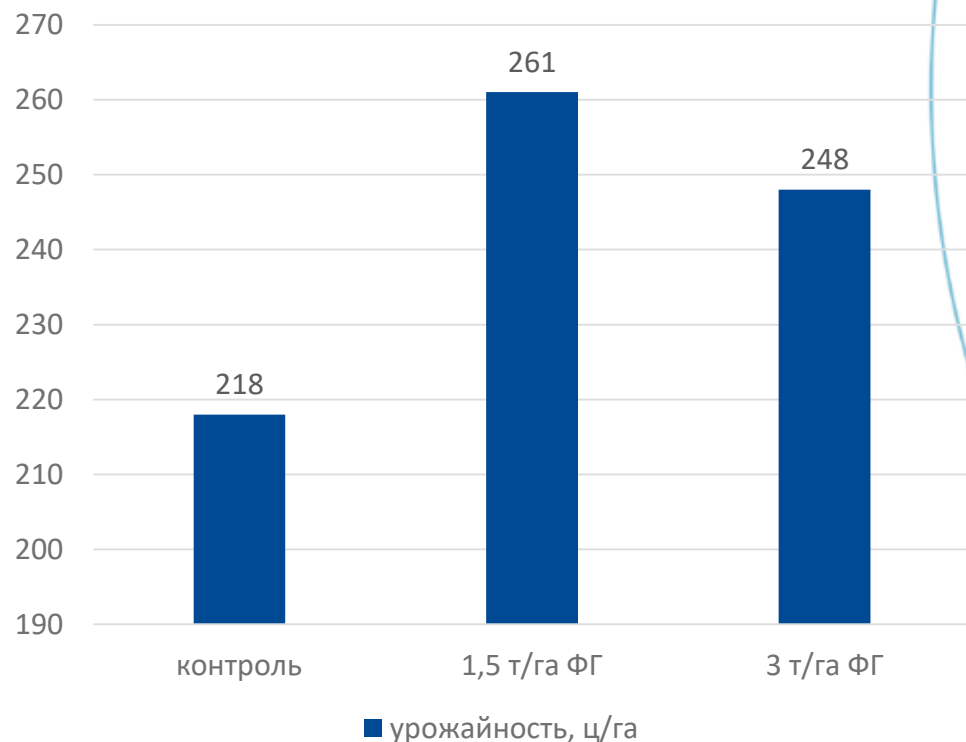
Варианты опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты, тыс.руб./га	Себестоимость 1 т, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	1,63	25,27	9,0	5,52	16,27	180,72
Фон	2,05	34,85	12,0	5,85	22,85	190,42
Фон + 4 т/га фосфогипса	2,28	38,76	13,02	5,71	25,74	197,70
Фон + 8 т/га фосфогипса	2,33	39,61	13,74	5,90	25,87	188,28

Максимальный уровень рентабельности 197 %, а также минимальная себестоимость 5,71 тыс. руб./т маслосемян были получены в варианте с применением аммофоса 150 кг/га+ 4т/га фосфогипса

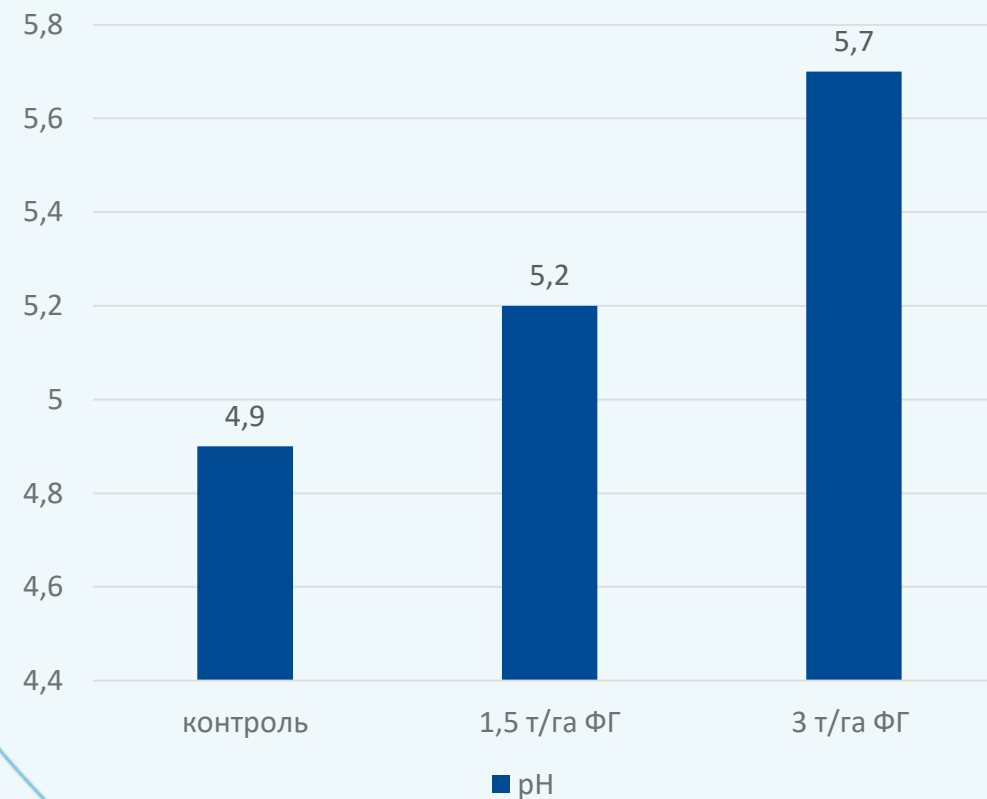
Результаты применения фосфогипса на силосной кукурузе в ООО «Вербилдовское», Липецкая область.

Внесение: весна 2021 под предпосевную культивацию

урожайность, ц/га



Изменение pH



Эффективность применения дефеката и фосфогипса в посевах овса. Опыт НЦС Институт почв и агрохимии им. О.И. Соколовского

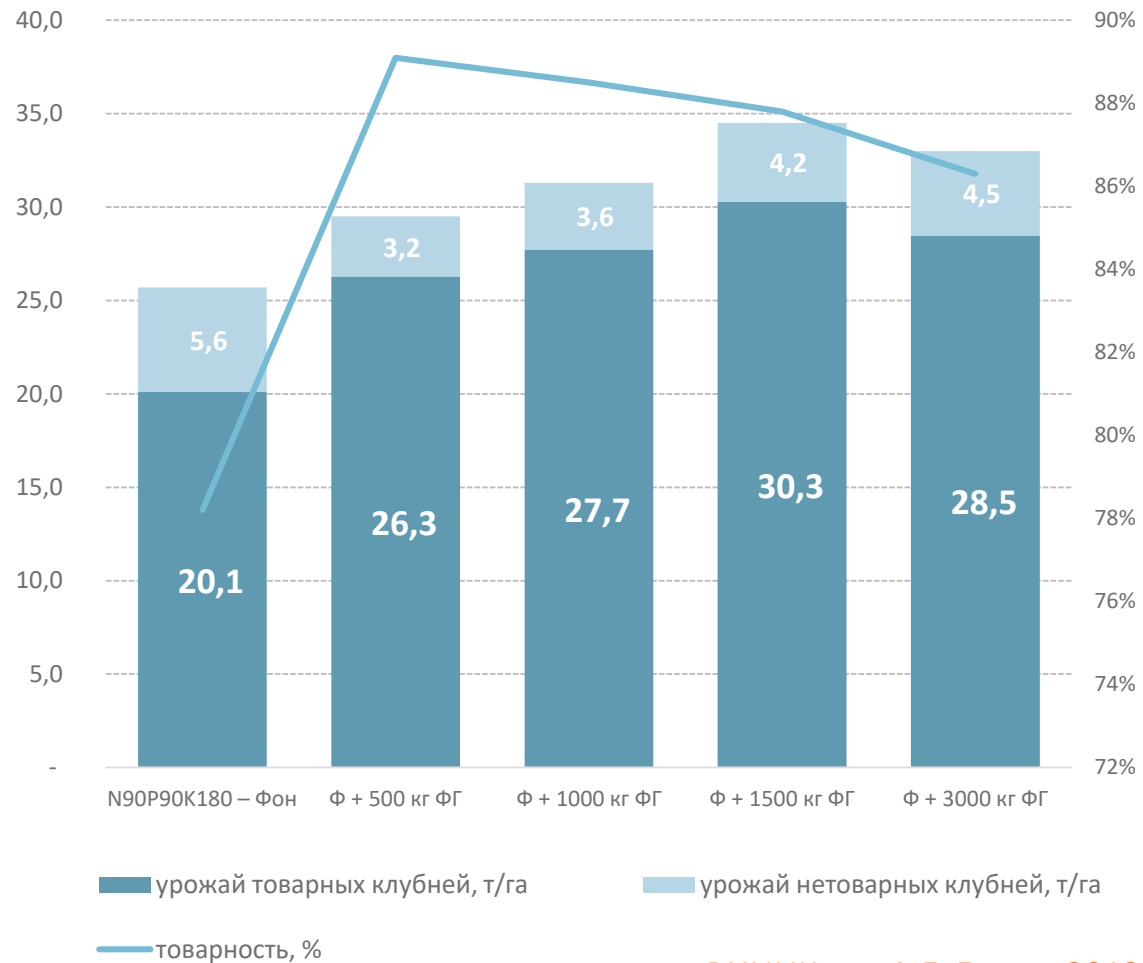
ВЫВОДЫ:

- 1) Дефекат менее эффективен в отношении получения дополнительного урожая и белка с 1 га относительно применения тех же доз фосфогипса
- 2) Дефекат не решает проблему уплотнения почвы, так как не содержит сульфатной серы.
- 3) Дефекат не удерживает влагу в почве

Вариант	Урожайность, ц/га	Белок, %	Стоимость урожая, руб/га
Контроль	2.38	19,32	16 600
Дефекат 4,8 т/га	3,55	20,40	24 850
Фосфогипс 4,8 т/га	4.44	20,48	31 080
Дефекат 24 т/га	3.35	20,38	23 450
Фосфогипс 24 т/га	3.88	21,26	27 160

На всех вариантах фоном вносилась аммиачная селитра в дозе 100 кг/га.
При стоимости овса 7000 руб/т

Применение фосфогипса при выращивании картофеля



ВНИИК им. А.Г. Лорха, 2013 г.

- Эффективная доза применения фосфогипса при совместном применении с минеральными удобрениями на картофеле от 500 до 1500 кг/га
- урожайность увеличивается на **6,2-10,2 т/га**
- **товарность клубней увеличивается на 10-11 %** при внесении рекомендованных доз фосфогипса
- Применением фосфогипса обеспечивает **дополнительный доход от 43 400 до 71 400 руб/га**

Влияние применения фосфогипса на показатели качества картофеля

Выход ценной части урожая при применении фосфогипса увеличивается:

Крахмала: на 9,6 - 16,4 ц/га

Витамина С: на 8,6 - 17,1 кг/га

Сухого вещества (СВ): на 19 - 25,8 ц/га

Выход питательно ценных компонентов картофеля/га, 2

Вариант опыта	Сухое вещество %	Выход крахмала, ц/га	Выход витамина С кг/га	Выход СВ, ц/га
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	21,7	30,6	35,6	43,6
Ф + 500 кг ФГ	23,8	40,2	44,2	62,6
Ф + 1000 кг ФГ	23,2	41,8	46,5	64,3
Ф + 1500 кг ФГ	22,9	47,0	52,7	69,4
Ф + 3000 кг ФГ	24,1	43,9	48,2	68,7
НСР ₀₅	1,2	3,2	2,9	3,6

При применении фосфогипса повышаются качественные характеристики зерна ярового ячменя

Содержание Cd в зерне ярового ячменя

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Содержания Cd, мг/гк
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	19,7	0,094
Ф + 500 кг ФГ	19,9	0,087
Ф + 1000 кг ФГ	21,6	0,072
Ф + 1500 кг ФГ	24,0	0,078
Ф + 3000 кг ФГ	27,5	0,068
НСП ₀₅	1,3	0,01

Применение фосфогипса в дозе от 1000 кг/га достоверно снижает содержание Cd в зерне ярового ячменя

Показатели качества зерна ярового ячменя

Вариант опыта	Урожай, ц/га	Масса 1000 зерен, гр	Содержание белка, %
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – Фон	19,7	43,8	14,4
Ф + 500 кг ФГ	19,9	45,2	14,5
Ф + 1000 кг ФГ	21,6	43,6	14,9
Ф + 1500 кг ФГ	24,0	43,3	14,7
Ф + 3000 кг ФГ	27,5	45,6	15,1
НСП ₀₅	0,01	0,9	0,6

Применение фосфогипса в дозе от 3000 кг/га достоверно повышает показатели качества зерна ячменя, в частности содержание белка и массу 1000 зерен

ВНИИК им. А.Г. Лорха, 2013 г.

Результаты уборки ярового ячменя ЯК 401 в опытах с фосфогипсом на Балаковском агрополигоне, 2021 г.



Показатели	Системы питания			
	Без удобрений		100 кг/га аммофоса+100 кг/га сульфата аммония+ 100 кг/га карбамида	
	контроль	4 т/га фосфогипса	без фосфогипса	4 т/га фосфогипса
Урожайность ц/га	23,9	34,1	36,3	49,7
Стоимость системы питания,руб/га	0	400	10050	10450
Прибавка к контролю, руб	0,00	10,20	12,40	15,60
Цена ячменя, руб/ц	1300	1300	1300	1300
Выручка, руб/га	31070	44330	47190	64610
Дополнительный доход, руб/га	0	12860	16120	23090

Выводы:

- 1) Применение фосфогипса экономически оправдано уже в первый год внесения, окупаясь прибавкой 10,2 ц/га
- 2) Максимальный экономический эффект достигается при совместном применении минеральных удобрений и фосфогипса – на 23090 руб/га превышающий выращивание ячменя без применения удобрений и фосфогипса.

Результаты уборки яровой пшеницы Саратовская 74 на Балаковском агрополигоне



Показатели	Системы питания			
	Без удобрений		100 кг/га аммофоса+100 кг/га сульфата аммония+ 100 кг/га карбамида	
	контроль	+4 т/га ФГ	Без ФГ	+ 4 т/га ФГ
Урожайность ц/га	18,1	27,4	64,5	68
Стоимость системы питания, руб/га	0	400	10050	10450
Прибавка к контролю, ц/га	0,00	9,30	46,40	49,90
Прибавка от фосфогипса, ц/га		+9,30		+3,50
Цена пшеницы, руб/т	12000	12000	12000	12000
Прибыль, руб/га	21720	32880	77400	81600
Прибыль с учетом затрат, руб/га	0	32480	67350	71150
Прибыль относительно контроля, руб/га	0	10760	45630	49430

Выводы:

- 1) Применение фосфогипса экономически оправдано уже в первый год внесения, окупившись относительно контрольного варианта прибавкой - 9,3 ц/га или 10760 тыс/га
- 2) Максимальный экономический эффект достигнут при совместном применении минеральных удобрений и фосфогипса на 49430 руб./га превышающий выращивание ячменя без применения удобрений и фосфогипса.
- 3) На фоне применения удобрений применение фосфогипса дало дополнительный доход 3800 руб/га или 3,5 ц/га.

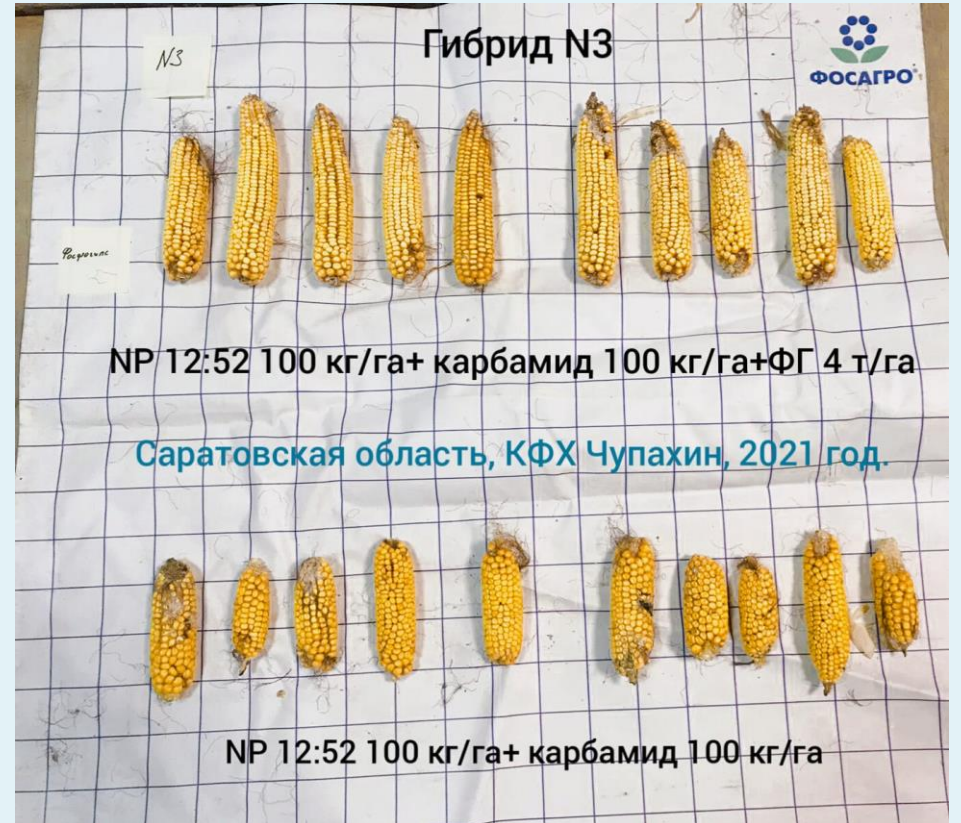
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ УРОЖАЕВ НУЖНО ВЫПОЛНЯТЬ ВСЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Деградация почвы приводит к снижению урожайности сельхоз культур

Вплоть до отказа культуры в экстремальных условиях формировать генеративные органы

Удобрения - мощный инструмент повышения продуктивности земли

Но если почва теряет свои функции - эффективность удобрений снижается



Преимущества фосфогипса как Ca, S, Si, P, Zn удобрения.

- Ежегодно из почвы выносятся с урожаем 350-450 кг/га Ca, что приводит к разрушению структуры почвы.
- SO₄ в фосфогипсе - создает **банк серы** недостаток которой наблюдается в 80% пашни РФ, и именно этот фактор сдерживает в большинстве случаев рост урожайности во многих регионах.
- SO₄ в фосфогипсе - **разрыхляет почву** - и восстанавливает водный баланс в почве, начинают развиваться аэробные бактерии, разлагающие органические остатки от прошлого урожая, осуществляют симбиоз с растениями азотфиксирующие и фосформобилизирующие бактерии.
- Мелиорант **для снижения плотности почвы** - основной причины дальнейшей деградации почвы
- **P** в фосфогипсе на **70%** находится в доступной форме, может использоваться в качестве фосфорсодержащего удобрения и повышения уровня доступного фосфора в почвах в продолжительной перспективе.
- **Zn** и другие микроэлементы в фосфогипсе создают банк микроэлементов в почве, что сокращает расходы на их листовое внесение.

Машины для внесения фосфогипса

Разбрасыватели с системами точного внесения удобрений



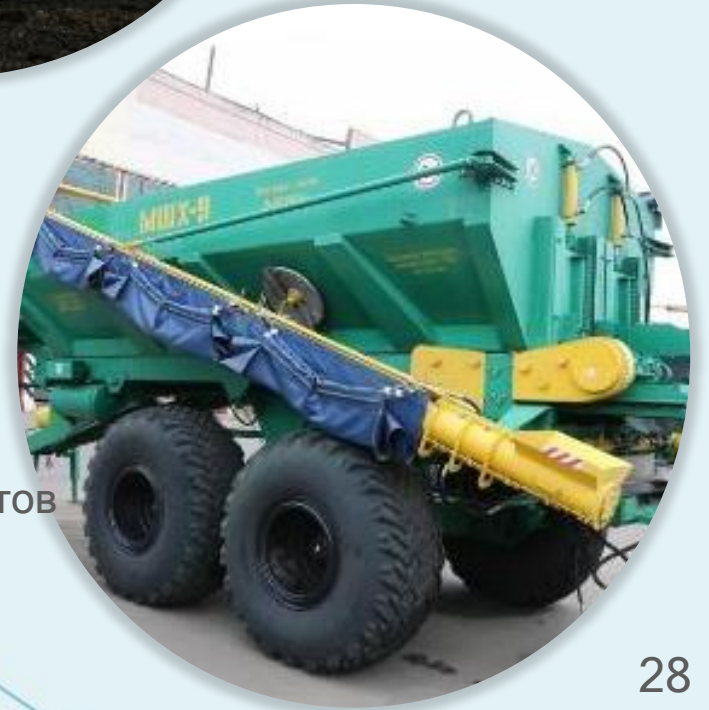
Эффективная доза внесения фосфогипса:

- С основным удобрением - 500-3000 кг/га
- В качестве мелиоранта - 3 000- 5 000 кг/га

Машины для внесения органических удобрений



Машины для внесения пылевидных мелиорантов



Рекомендации по применению фосфогипса производства БФ АО Апатит:

**Мелиорант для солонцов
и засоленных почв**

Дозы применения:
от 3 до 20 тонн/га

Мелиорант для кислых почв

Дозы применения:
от 1 до 4 тонн/га

**Многокомпонетное
удобрение**

Дозы применения:
от 0,5 до 3 тонн/га

Применение мелиорантов – неотъемлемая часть рекомендаций по восстановлению почвенного плодородия и здоровья почвы.

Засоление,
осололонцевание,
ощелачивание

Загрязнение
почв

Несбаланси
рованное
питание

Подкисление

Переуплотн
ение

МЕЛИОРАНТ - ФОСФОГИПС