

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

**СБОРНИК ЗАДАЧ  
ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
(5-й выпуск)**

Казань – 2020

УДК 631.8(07) ВВК 40.4р.  
ББК 40.4р

**Сборник задач по агрономической химии** (5-й выпуск) / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. - 60 с.

Сборник задач рассмотрен, одобрен и рекомендован к изданию методической комиссией агрономического факультета (протокол № 8 от 27 апреля 2020 г.).

Сборник задач рассмотрен и одобрен на заседании кафедры агрохимии и почвоведения (протокол № 7 от 25 февраля 2020 г.).

Сборник задач предназначен для организации внеаудиторной и аудиторной самостоятельной работы студентов по агрономической химии, обучающихся по направлению 35.03.03 «агрохимия и агропочвоведение». Пятый выпуск сборника содержит задачи по расчету норм химических мелиорантов, насыщенности пашни минеральными удобрениями и агрономической эффективности применения удобрений.

Рецензенты:

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения «Центр агрохимической службы «Татарский»,  
к.б.н. А.А. Лукманов;

Заведующий кафедрой растениеводства и плодовоовощеводства  
Казанского ГАУ, д.с.-х.н., профессор М.Ф. Амиров.

**СОДЕРЖАНИЕ**

	Введение .....	4
1	Определение норм известковых удобрений по величине обменной кислотности .....	5
2	Определение норм известковых удобрений по величине гидролитической кислотности .....	17
3	Определение норм известковых удобрений по нормативному методу .....	24
4	Определение норм гипсовых удобрений .....	35
5	Расчет насыщенности пашни минеральными удобрениями ...	45
6	Определение агрономической эффективности (окупаемости) минеральных удобрений .....	48
7	Ответы .....	54
	Использованная и рекомендуемая литература .....	55
	Приложения .....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Применение удобрений - одно из главных факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почв. Такое положение вещей следует из одного из основных законов земледелия – «закона возврата», согласно которому «все вещества, используемые растением для создания урожая, должны полностью возвращаться в почву с удобрениями». Из этого вытекает ещё один важный вывод о том, что по мере роста урожайности необходимость и масштабы возврата в почву отчужденных питательных элементов в составе удобрений будет неуклонно возрастать. Уже сейчас в странах с высокоразвитым земледелием не менее 50 % прибавки урожая получают за счет удобрений. В дальнейшем значимость удобрений будет только расти, поэтому важнейшей задачей агрономических кадров остается высокоэффективное их использование.

Эффективность применения удобрений определяется многими факторами, в том числе кислотно-основными свойствами почв. В зависимости от реакции почвенной среды окупаемость удобрений может весьма существенно меняться, в связи с чем оптимизацию кислотно-основных свойств почв внесением химических мелиорантов следует рассматривать как существенный элемент повышения эффективности удобрений. Приобретение навыков простейших расчетов по определению норм химических мелиорантов, насыщенности пашни минеральными удобрениями и агрономической эффективности применения (окупаемости) удобрений представляется важной компетенцией выпускников, обучающихся по направлениям «агрохимия и агропочвоведение» и «агрономия».

В сборнике кратко изложена сущность того или иного метода определения норм химических мелиорантов, окупаемости удобрений и расчета насыщенности пашни удобрениями, даны пояснения основным терминам, используемым при решении задач, и необходимая для расчетов справочная информация.

# 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ОБМЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ

## Пояснения и справочная информация

**Кислотно-основные свойства почвы** обуславливаются соотношением ионов водорода ( $H^+$ ) и гидроксида ( $OH^-$ ) в почвенном растворе и поглощающем комплексе. В случае превышения ионов водорода над гидроксидом говорят о кислотности, а в противном случае – о щелочности почвы.

**Кислотность почвы** – свойство почвы, обусловленное наличием ионов водорода и алюминия в почвенном растворе и поглощающем комплексе. В зависимости от места нахождения водорода и алюминия в почве кислотность делится на два вида: актуальную и потенциальную.

**Актуальная кислотность** – кислотность, обусловленная наличием водородных ионов в почвенном растворе. Она определяется обработкой почвы дистиллированной водой и обозначается символом «рН водной вытяжки» ( $pH_{\text{вод.}}$ ), который представляет собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов, выраженной в грамм-эквивалентах (миллимолях) на один литр раствора. Актуальная кислотность обуславливается различными водорастворимыми кислотами и их кислыми солями (угольной, щавелевой, лимонной, фульвокислотой и др.). По величине рН водной вытяжки почвы классифицируются следующим образом:

Сильнокислые	<4,0
кислые	4,1-5,0
слабокислые	5,1-6,9
нейтральные	7,0
слабощелочные	7,1-8,0
щелочные	8,0-9,0
сильнощелочные	>9,0.

**Потенциальная кислотность** почвы обусловлена наличием ионов водорода и алюминия в поглощенном состоянии. Она делится на два подвида: обменную и гидrolитическую.

**Обменная кислотность** - часть потенциальной (скрытой) кислотности почвы, которая обусловлена наличием в почвенно-поглощающем комплексе (ППК)  $H^+$  и  $Al^{+++}$ . Обменная кислотность измеряется величиной рН солевой вытяжки ( $pH_{\text{сол.}}$  или  $pH_{KCl}$ ) и определяется обработкой почвы 1 Н раствором нейтральной соли ( $KCl$ ), при котором из ППК вытесняется значительная часть

поглощенных катионов  $H^+$  и  $Al^{+++}$ . Но все же, часть катионов  $H^+$  и  $Al^{+++}$  остаются не учтенными. Более полное вытеснение из ППК поглощенные катионы  $H^+$  и  $Al^{+++}$ , происходит при обработке почвы раствором 1 Н раствора уксуснокислого натрия ( $CH_3COONa$ ), и эта разновидность почвенной кислотности называется *гидролитической*. Следует напомнить, что при обработке почвы раствором KCl определяется не только вытесняемые ионы  $H^+$  и  $Al^{+++}$ , но и ионы водорода почвенного раствора, то есть фактически определяется сумма обменной и актуальной кислотности. Поэтому обменная кислотность всегда больше актуальной. Группировка почв по величине обменной кислотности ( $pH_{\text{сол.}}$ ) дана в приложении 1.

**Химические мелиоранты** - удобрения косвенного действия, оптимизирующие питание растений опосредованно (косвенно), а именно улучшая агрономические свойства почвы. Они предназначены для устранения избыточной кислотности или щелочности, хотя они одновременно обогащают почву абсолютно необходимыми макроэлементами (кальций, магний, сера и т. д.). Химические мелиоранты подразделяются на две группы: известковые удобрения – нейтрализующие избыточную кислотность, и гипсовые удобрения – нейтрализующие избыточную щелочность.

**Известковые удобрения** - материалы и смеси веществ, содержащие соединения (карбонаты, гидроксиды, оксиды, силикаты) кальция, иногда магния, используемые для устранения избыточной кислотности почв (известкования) и в качестве источника кальция и магния в питании растений. В качестве известковых удобрений используются природные карбонатные породы (твердые и мягкие) и некоторые отходы промышленности (цементная пыль, сланцевая зола, белитовая мука, дефека́т). Известковые удобрения из карбонатных пород получают размолотом или обжигом, если это твердые известковые породы (известняк, доломит, мел), или путем простого просеивания мягких известковых пород (известковый туф, озерная известь, природная доломитовая мука).

**Расчетная норма извести** - количество абсолютно сухой, тонкоразмолотой извести ( $CaCO_3$ ) без примесей, необходимое для нейтрализации кислой почвы мелиорируемого слоя одного гектара. Измеряется в тоннах на 1 гектар. Расчетная норма извести может быть определена различными методами с учетом величины обменной или гидролитической кислотности, гранулометрического состава, типа и подтипа почвы, плотности сложения и мощности мелиорируемого слоя.

**Фактическая норма внесения известкового удобрения** – количество конкретного известкового удобрения, вносимого на 1 гектар в тоннах. При вычислении фактической нормы внесения известкового удобрения ( $H_{фак.}$ ) в расчетную норму  $\text{CaCO}_3$  ( $H_{рас.}$ ), рассчитанную любым способом, вносят поправки на нейтрализующую способность, содержания недеятельных частиц и влаги известкового удобрения, а также делается корректировка в зависимости от состава возделываемых в севообороте культур и некоторых других факторов по следующей формуле (1):

$$H_{фак.} = H_{рас.} \cdot \frac{\alpha \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{П \cdot (100 - B) \cdot (100 - C)}, \quad (1)$$

где  $П$  – нейтрализующая способность известкового удобрения, %  $\text{CaCO}_3$ ;

$\alpha$  – норма извести в долях от полной, зависящая от типа севооборота и некоторых других факторов. Корректировка расчетной нормы внесения извести в зависимости от типа севооборота и некоторых других факторов дана в приложении 2;

$B$  – влажность известкового удобрения, %;

$C$  – содержание недеятельных частиц, %.

**Нейтрализующая способность известкового удобрения** – синоним термина «действующее вещество известкового удобрения», измеряемое процентным содержанием  $\text{CaCO}_3$ . Следовательно, действующее вещество абсолютно сухой извести ( $\text{CaCO}_3$ ) без примесей составляет 100 %. Если в составе известкового удобрения содержатся карбонат магния или оксиды, гидроксиды, силикаты кальция и магния, то возникает необходимость пересчета их на известь (карбонат кальция). Для такого пересчета необходимо знать молекулярные массы этих соединений и сопоставить их с молекулярной массой  $\text{CaCO}_3$  (100 углеродных единиц). Например, если в качестве известкового удобрения используется гашеная известь («пушонка») –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , то её действующее вещество будет в 1,351 (100: 74) раза выше извести (при равенстве прочих показателей: содержания влаги, примесей, недеятельных частиц).

**Недеятельные частицы известкового удобрения** – относительно крупные частицы (крупнее 1-5 мм в диаметре) известкового удобрения, которые плохо растворяются в почве и очень слабо нейтрализуют кислотность почвы, и, таким образом, являются балластом. К недеятельным относятся следующие фракции: для

известняковой муки из пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup> и металлургических шлаков — частицы крупнее 1 мм; для известняковой муки из пород твердостью менее 600 кгс/см<sup>2</sup> - частицы крупнее 3 мм и 50 % частиц от 1 до 3 мм; для меловой муки - частицы крупнее 5 мм.

**Определение расчетной нормы извести по величине обменной кислотности ( $pH_{\text{сол.}}$ ).** В данном случае расчетная норма извести устанавливается по специальным таблицам в зависимости от типа и подтипа почвы, содержания гумуса, величины обменной кислотности и гранулометрического состава почвы. В основу метода положены средние рекомендуемые нормы абсолютно сухой, тонкоразмолотой извести ( $\text{CaCO}_3$ ) без примесей, необходимые для нейтрализации мелиорируемого слоя кислых почв, которые установлены экспериментально и обобщенные зональными научно-исследовательскими учреждениями.

Таблица 1

Расчетные нормы извести (т/га) для дерново-подзолистых и серых лесных почв центральных областей Нечерноземной зоны РФ, содержащих не более 3 % гумуса  
(Донских, 2004)

pH солевой вытяжки	Гранулометрический состав почвы					
	песчаный	супесчаный	легкосуглинистый	среднесуглинистый	тяжелосуглинистый	глинистый
3,8-3,9	4,5	7,0	8,0	9,0	10,5	14,5
4,0-4,1	4,0	5,5	6,5	8,0	9,5	10,5
4,2-4,3	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	9,0
4,4-4,5	3,0	3,5	4,5	5,5	6,5	7,0
4,6-4,7	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	6,5
4,8-4,9	2,0	2,5	3,5	4,5	5,5	6,0
5,0-5,1	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	5,5
5,2-5,3	1,0	1,5	2,5	3,5	4,5	5,0
5,4-5,5	0	0	2,5	3,0	4,0	4,5



В таблицах 1-3 приведены расчетные нормы извести для различных зон и типов почв. Субъекты Российской Федерации, входящие в Нечерноземную зону, показаны в приложении 3.

Таблица 2

Расчетные нормы извести (т/га) для почв северо-западных  
областей Нечерноземной зоны РФ  
(Донских, 2004)

Гумус, %	pH солевой вытяжки												
	3,8-3,9	4,0-4,1	4,2-4,3	4,4-4,5	4,6-4,7	4,8-4,9	5,0-5,1	5,2-5,3	5,4-5,5	5,6-5,7	5,8-5,9	6,0-6,1	6,2-6,3
Песчаные													
<1	4,0	3,8	3,3	3,1	2,7	2,5	2,2*	1,8*	0	0	0	0	0
1-2	5,5	5,0	4,3	3,8	3,4	3,0	2,5*	2,0*	0	0	0	0	0
2-3	7,0	6,2	5,5	4,5	4,0	3,4	2,8*	2,2*	0	0	0	0	0
Супесчаные почвы													
<1	5,0	4,1	3,6	3,4	2,8	2,6	2,3*	2,1*	0	0	0	0	0
1-2	6,5	5,3	4,5	4,0	3,5	3,1	2,6*	2,3*	0	0	0	0	0
2-3	8,0	6,5	5,7	4,7	4,1	3,5	2,9*	2,5*	0	0	0	0	0
Легкосуглинистые почвы													
<1	6,5	5,6	5,0	4,6	4,3	4,0	3,7	3,6	3,3	2,8*	2,4*	0	0
1-2	8,0	6,8	6,0	5,3	4,9	4,5	4,1	3,8	3,4	2,9*	2,5*	0	0
2-3	9,5	8,0	7,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0*	2,5*	0	0
3-4	11,0	9,2	8,0	6,7	6,1	5,5	4,8	4,2	3,6	3,1*	2,5*	0	0
Среднесуглинистые почвы													
<1	7,0	6,6	5,5	5,1	4,8	4,5	4,2	4,1	3,3	2,8*	2,4*	0	0
1-2	8,5	7,8	6,5	5,8	5,4	5,0	4,6	4,3	3,4	2,9*	2,5*	0	0
2-3	10,0	9,0	7,5	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	3,5	3,0*	2,5*	0	0
3-4	11,5	10,2	8,5	7,2	6,6	6,0	5,4	4,7	3,6	3,1*	2,5*	0	0
4-5	13,0	11,4	9,5	7,9	7,2	6,5	5,8	4,9	3,7	3,2*	2,6*	0	0
Тяжелосуглинистые почвы													
<1	9,0	8,6	7,0	6,6	6,3	5,5	5,2	4,6	4,3	3,8	3,3	2,8*	2,5*
1-2	10,5	9,6	8,0	7,3	6,8	6,0	5,6	4,8	4,4	3,9	3,4	2,9*	2,5*
2-3	12,0	11,0	9,0	8,0	7,4	6,4	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0*	2,5*
3-4	13,5	12,2	10,0	8,7	8,0	7,0	6,4	5,2	4,6	4,1	3,6	3,1*	2,5*
4-5	15,0	13,4	11,0	9,4	8,5	7,5	6,8	5,4	4,7	4,2	3,7	3,2*	2,5*

Прим.: \* известкование желательно, но не обязательно.

Таблица 3

Расчетные нормы извести\* (т/га) для почв Республики Татарстан  
(Справочник агрохимика Республики Татарстан, 2013)

ГМС**	рН солевой вытяжки															
	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6
Дерново-подзолистые																
ПС	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6
ЛС	5,7	5,5	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,1	3,9	3,6	3,3	3,0	2,7	2,3	1,9
СС	6,9	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,6	5,3	5,0	4,7	4,4	4,1	3,7	3,3	2,8	2,4
ТС	10,0	9,7	9,4	9,1	8,8	8,5	8,1	7,7	7,3	6,9	6,4	5,9	5,4	4,8	4,2	3,5
Г	12,2	11,9	11,5	11,2	10,8	10,4	9,9	9,4	8,9	8,4	7,8	7,2	6,6	5,9	5,1	4,2
Серые лесные																
ПС	6,0	5,9	5,7	5,5	5,4	5,2	5,0	4,7	4,5	4,3	4,0	3,7	3,4	3,0	2,6	2,2
ЛС	7,3	7,2	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,8	5,5	5,2	4,9	4,5	4,1	3,7	3,2	2,7
СС	9,0	8,7	8,5	8,2	8,0	7,7	7,4	7,1	6,7	6,3	5,9	5,5	5,0	4,5	3,9	3,3
ТС	12,7	12,4	12,1	11,9	11,5	11,2	10,8	10,4	10,0	9,5	9,0	8,4	7,8	7,1	6,2	5,3
Г	15,5	15,1	14,8	14,5	14,1	13,7	13,2	12,7	12,2	11,6	11,0	10,3	9,5	8,6	7,6	6,5
Черноземы																
ПС	7,5	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5	6,2	6,0	5,7	5,4	5,0	4,7	4,3	3,8	3,4	2,8
ЛС	9,2	8,9	8,7	8,5	8,2	7,9	7,6	7,3	6,9	6,6	6,1	5,7	5,2	4,7	4,1	3,5
СС	11,2	10,9	10,6	10,3	10,0	9,7	9,3	8,9	8,2	8,0	7,5	7,0	6,4	5,7	5,0	4,2
ТС	13,6	13,3	13,1	12,8	12,5	12,2	11,8	11,4	11,0	10,5	10,0	9,4	8,7	8,0	7,1	6,2
Г	16,6	16,3	16,0	15,6	15,3	14,9	14,4	13,9	13,4	12,8	12,2	11,5	10,7	9,8	8,7	7,5

Прим.: \* - для доведения величины рН солевой вытяжки до 6,0;

\*\* - гранулометрический состав почв:

ПС – песчаные и супесчаные,

ЛС – легкосуглинистые,

СС – среднесуглинистые,

ТС – тяжелосуглинистые,

Г – глинистые.

### Задачи

**1.1.** Необходимо рассчитать фактическую норму известкового удобрения для светло-серой лесной почвы легкосуглинистого гранулометрического состава, имеющей величину рН солевой вытяжки 4,6 и содержащей гумуса 1,9 %. Нейтрализующая способность

известкового удобрения 87 %, влажность – 2 % и содержание частиц крупнее 5 мм 6 %. Участок, подлежащий известкованию, является частью овощного севооборота на территории Брянской области.

**1.2.** Рассчитайте фактическую норму известняковой муки для известкования сильнокислой ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,5$ ) тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы на территории Владимирской области, содержащей 2,1 % гумуса. Влажность известняковой муки, полученной из карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , равна 2 %, содержание  $\text{CaCO}_3$  - 95 % и частиц размером более 1 мм 5 %. Известкуемый участок является частью картофельного севооборота.

**1.3.** Необходимо рассчитать фактическую норму известного удобрения для 2-ого поля льняного севооборота в условиях Ленинградской области. Почва – среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,7$ ) легкосуглинистая светло-серая лесная. Нейтрализующая способность известкового удобрения – 87 %, влажность – 3 % и содержание частиц размером крупнее 5 мм – 3 %.

**1.4.** В условиях Чистопольского муниципального района Республики Татарстан необходимо известковать тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем, относящийся к 3-ей группе кислотности ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,6$ ) . Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки, содержащей 96 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 3 % частиц крупнее 1 мм, если на этой почве возделывается крыжовник.

**1.5.** На территории Новгородской области серая лесная почва среднесуглинистого гранулометрического состава имеет величину pH солевой вытяжки 5,0 и содержит 3.3 % гумуса. Необходимо рассчитать фактическую норму известкового материала, характеризующегося следующими показателями: нейтрализующая способность 92 %, содержание влаги – 2 %, частиц размером более 5 мм – 5 %. Участок является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 10 % площади.

**1.6.** Участок среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы, где намечается провести известкование, на картограмме окрашен в розовый цвет ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,0$ ) и содержит 2,2 % гумуса. Имеющийся в хозяйстве известковый материал, полученный из пород твердостью менее  $600 \text{ кгс/см}^2$ , имеет нейтрализующую способность – 95 %, влажность - 3 %, содержание частиц размером более 3 мм – 7 %,

Рассчитайте фактическую норму внесения известкового материала на данный участок, если он находится на территории Ивановской области и используемый в качестве пастбища.

**1.7.** Необходимо рассчитать фактическую норму внесения известкового удобрения для земляничной плантации Зеленодольского муниципального района РТ, если на картограмме кислотности участок окрашен в оранжевый цвет ( $pH_{\text{сол.}}=4,5$ ). Известковое удобрение, полученное размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, содержит 90 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 4 % частиц крупнее 1 мм. Почва серая лесная тяжелосуглинистая.

**1.8.** Участок легкосуглинистой светло-серой лесной почвы, подлежащей известкованию, на картограмме кислотности окрашен в оранжевый цвет ( $pH_{\text{сол.}}=4,4$ ) и содержит 3,2 % гумуса. Необходимо рассчитать фактическую норму внесения известняковой муки из пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup> для этого участка. Известняковая мука характеризуется следующими показателями: нейтрализующая способность равна 90 %, содержание влаги - 4 %, количество частиц размером более 1 мм - 5 %. Мелиорируемый участок находится на территории Псковской области и используется в качестве пастбища.

**1.9.** Участок ягодника ООО «Победа» Калужской области, подлежащий известкованию, на картограмме кислотности обозначен оранжевым цветом. Почва - светло-серая лесная супесчаная в пахотном слое содержит 3,0 % гумуса. Рассчитайте фактическую норму внесения озерной извести, которая содержит 96 %  $\text{CaCO}_3$ , 9 % влаги и не содержит недеятельных частиц. В ягоднике преобладающими культурами являются смородина и земляника.

**1.10.** Необходимо рассчитать фактическую норму внесения известкового удобрения для тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы, которая относится к III группе кислотности ( $pH_{\text{сол.}}=4,3$ ). Известковое удобрение характеризуется следующими показателями: нейтрализующая способность – 97 %, содержание влаги 2 %, частиц размером более I мм – 4 %. Известкуемое поле ООО «Дружба» Балтасинского района РТ принадлежит кормовому севообороту, где под корнеплоды планируется внесение борных удобрений.

**1.11.** Среднесуглинистая серая лесная почва Ленинградской области содержит 3,7 % гумуса и имеет среднекислую реакцию

( $pH_{\text{сол.}}=5,0$ ). Рассчитайте фактическую норму известняковой муки, полученной из пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , которая содержит 93 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 4 % частиц размером более 1 мм. Известкуемый участок планируется отвести для возделывания малины.

**1.12.** Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки, полученной размолом пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержащей 99 % карбоната кальция, 2 % влаги и 5 % частиц крупнее 1 мм для внесения на 6-ое поле льняного севооборота ООО «Звезда» Костромской области. Почва - тяжелосуглинистая дерново-подзолистая содержит 2,1 % гумуса и имеет среднекислую реакцию ( $pH_{\text{сол.}} = 4,9$ ).

**1.13.** Определите фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолом карбонатных пород твердостью менее  $600 \text{ кгс/см}^2$ , которая содержит 89 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 3 % частиц размером крупнее 3 мм. Почва овощного участка ООО им. Тукая Высокогорского муниципального района РТ, подлежащего известкованию, серая лесная среднесуглинистая и имеет величину  $pH$  солевой вытяжки 5,0.

**1.14.** Необходимо рассчитать фактическую норму внесения торфотуфа на тяжелосуглинистую дерново-подзолистую почву Новгородской области. Почва по кислотности относится к II группе ( $pH_{\text{сол.}}=4,5$ ) и содержит 2,3 % гумуса. Нейтрализующая способность торфотуфа 78 %, содержит 11 % влаги и не содержит частиц размером крупнее 5 мм. Известкуемое поле является частью льняного севооборота.

**1.15.** Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения для супесчаной подзолистой почвы Московской области, содержащей 2,1 % гумуса. Поле, подлежащее известкованию, на картограмме кислотности обозначено розовой окраской ( $pH_{\text{сол.}}=4,0$ ). Известковое удобрение, полученное размолом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержит 96 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 3 % частиц размером более 1 мм. Известкуемый участок планируется отвести под картофельный севооборот.

**1.16.** Необходимо рассчитать фактическую норму известняковой муки для 4-го поля кормового севооборота ООО им. Гаврилова Пестречинского муниципального района РТ, где под

корнеплоды не планируется внесение борных удобрений. Почва – тяжелосуглинистая серая лесная с величиной pH солевой вытяжки 5,2. Нейтрализующая способность известняковой муки, полученной размолот карбонатных пород твердостью менее 600 кгс/см<sup>2</sup>, 95 %, содержание влаги 2 % и частиц размером более 3 мм – 4 %.

**1.17.** На картограмме кислотности овощное поле ООО «Вятка» Мамадышского муниципального района РТ, где намечается известкование почвы, окрашено в оранжевый цвет (pH<sub>сол.</sub>=4,4). Почва - тяжелосуглинистая дерново-подзолистая. Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения, которое характеризуется следующими данными: нейтрализующая способность 91 %, содержание влаги - 2 %, частицы размером крупнее 1 мм отсутствуют.

**1.18.** Рассчитайте фактическую норму природной доломитовой муки для известкования среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы Орловской области, имеющей среднекислую реакцию среды (pH<sub>сол.</sub>=5,0) и 2,2 % гумуса в пахотном слое. Нейтрализующая способность известкового удобрения 94 %, содержание влаги – 6 % и частиц размером более 1 мм отсутствуют. Известкуемое поле является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 20 % площади.

**1.19.** Почва естественного сенокоса ООО «Урняк» Арского муниципального района РТ дерново-подзолистая тяжелосуглинистая сильноокислая (pH<sub>сол.</sub>=4,5). Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолот карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, имеющей 96 % CaCO<sub>3</sub>, 1 % влаги и 3 % частиц размером крупнее 1мм.

**1.20.** Рассчитайте фактическую норму внесения известкового материала, полученного размолот карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, для картофельного севооборота ООО «Труд» Новгородской области. Почва тяжелосуглинистая серая лесная содержит 3,6 % гумуса и имеет величину pH солевой вытяжки 4,9. Нейтрализующая способность известкового материала 97 %, содержит 2 % влаги и 3 % частиц крупнее 1мм.

**1.21.** Найдите фактическую норму внесения известкового удобрения для 1-го поля кормового севооборота ООО «Знамя» Рязанской области, где под корнеплоды планируется внесение борных

удобрений. Почва среднекислая ( $pH_{\text{сол.}}=5,0$ ) тяжелосуглинистая светло-серая лесная с содержанием гумуса в пахотном слое 3,0 %. Известковое удобрение характеризуется следующими показателями: содержание  $\text{CaCO}_3$  - 94 %, влаги- 2 %, частиц размером крупнее 1 мм - 5 %.

**1.22.** Необходимо рассчитать фактическую норму внесения доломитовой муки, полученной размолот карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , для сенокосного участка ООО «Алга» Тюлячинского муниципального района РТ. Почва среднекислая ( $pH_{\text{сол.}}=4,9$ ) среднесуглинистая серая лесная. Нейтрализующая способность доломитовой муки 95 %, содержание влаги 3 %, частиц размером крупнее 1 мм 6 %.

**1.23.** Рассчитайте фактическую норму внесения известкового удобрения, полученного размолот карбонатных пород твердостью менее  $600 \text{ кгс/см}^2$ , для 2-го поля овощного севооборота ООО «Вперед» Псковской области. Почва – среднесуглинистая светло-серая лесная, имеющая  $pH$  солевой вытяжки 5,0 и содержащая 2,9 % гумуса в пахотном слое. Известковое удобрение содержит 92 %  $\text{CaCO}_3$ , 3 % влаги и 4% частиц крупнее 3 мм.

**1.24.** Найдите фактическую норму внесения цементной пыли, содержащей 93 %  $\text{CaCO}_3$ , 1 % влаги и 5 % недействительных частиц, для известкования 5-го поля полевого севооборота ООО «Колос» Смоленской области с многолетними травами, где картофель занимает 8 % площади. Почва – среднекислая ( $pH_{\text{сол.}}=4,9$ ) тяжелосуглинистая светло-серая лесная.

**1.25.** Известняковую муку, содержащую 98 % карбоната кальция, по 2 % влаги и недействительных частиц, планируется внести на 2-ое поле свекловичного севооборота ООО «Рассвет» Нижнекамского муниципального района РТ. Почва – среднесуглинистый оподзоленный чернозем с величиной  $pH$  солевой вытяжки 5,3.

**1.26.** Рассчитайте фактическую норму внесения известкового удобрения (содержание  $\text{CaCO}_3$  89 %, влаги и недействительных частиц по 2 %) под малину. Плантация малины ООО «Ягодка» Верхнеуслонского муниципального района РТ расположена на тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почве ( $pH_{\text{сол.}}=4,8$ ).

**1.27.** На тяжелосуглинистой малогумусной среднекислой ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,0$ ) светло-серой лесной почве ООО «Бутон» Московской области закладывается плантация смородины. Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, содержащей 94 % карбоната кальция и по 3 % влаги и недеятельных частиц.

**1.28.** Известняковую муку, содержащую 89 % карбоната кальция, 3 % влаги и 4 % недеятельных частиц, планируется внести на 2-ое поле свекловичного севооборота ООО «Волга» Тетюшского муниципального района РТ. Почва – среднесуглинистый выщелоченный чернозем с величиной pH солевой вытяжки 5,4.

**1.29.** Рассчитайте фактическую норму внесения дефеката (содержание  $\text{CaCO}_3$  74 %, влаги 12 % и недеятельных частиц 2 %) на 2-е поле овощного севооборота ООО «Нива» Заинского муниципального района РТ. Почва легкосуглинистый слабокислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,3$ ) выщелоченный чернозем.

**1.30.** ООО «Сады Подмосковья» Московской области планирует закладку плантации смородины. Почва среднесуглинистая светло-серая лесная содержит 3,0 % гумуса и имеет слабокислую реакцию ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,1$ ). Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержащей 97 % карбоната кальция, 2 % влаги и 4 % частиц размером крупнее 1 мм.



## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ КИСЛОТНОСТИ

### Пояснения и справочная информация

**Гидролитическая кислотность** – разновидность потенциальной (скрытой) кислотности, которая обусловлена наличием в почвенно-поглощающем комплексе (ППК)  $H^+$  и  $Al^{+++}$ , и определяется при обработке почвы раствором 1 Н раствора уксуснокислого натрия ( $CH_3COONa$ ). В этом случае из ППК вытесняются все или почти все поглощенные катионы  $H^+$  и  $Al^{+++}$ , чему способствует щелочная реакция раствора, вызванная гидролитической щелочностью уксуснокислого натрия. При отсутствии обменной кислотности, гидролитическая кислотность непосредственно не вредна для растений, и она появляется при обеднении почвы основаниями. Гидролитическая кислотность – важный агрохимический показатель, используемый для наиболее точного установления расчетной нормы извести, определения насыщенности почвы основаниями и прогноза эффективности действия фосфоритной муки в той или иной почве.

Гидролитическая кислотность обозначается буквой  **$H_g$** , и измеряется в миллиграмм-эквивалентах (мг-экв.) или миллимолях (ммоль) на 100 г почвы. Группировка почв по величине  $H_g$  показана в приложении 4.

**Определение расчетной нормы извести по величине гидролитической кислотности ( $H_g$ ).** В данном случае расчетная норма извести производится по формуле (2):

$$N_{\text{рас.}} = 0,05 \cdot H_g \cdot h \cdot d , \quad (2)$$

где  $N_{\text{рас.}}$  – расчетная норма абсолютно сухой, тонкоразмолотой извести без примесей, необходимая для нейтрализации кислой почвы до оптимального уровня, т/га;

$H_g$  – гидролитическая кислотность, ммоль/100 г. почвы;

$h$  – мощность известкуемого слоя, см;

$d$  – плотность известкуемого слоя почвы, г/см<sup>3</sup>.

Фактическая норма внесения известкового удобрения вычисляется с учетом нейтрализующей способности, содержания недейтельных частиц и влаги известкового удобрения, типа севооборота и некоторых других факторов по формуле (1), приведенной на странице 7.

### **Задачи**

**2.1.** Тяжелосуглинистая дерново-подзолистая почва имеет гидролитическую кислотность 4,5 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя 19 см, его плотность сложения 1,40 г/см<sup>3</sup>. Известковое удобрение содержит 86 % CaCO<sub>3</sub>, 2 % влаги и 8 % недействительных частиц. Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения, если известкуемое поле принадлежит полевому севообороту с многолетними травами, где картофель занимает 10 % площади.

**2.2.** Мощность пахотного слоя тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы 20 см, плотность сложения 1,38 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму известняковой муки, приготовленной размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, если она содержит 95 % CaCO<sub>3</sub>, 3 % влаги и 5 % частиц размером более 1мм. Величина гидролитической кислотности почвы пахотного слоя равна 5,2 ммоль/100 г почвы. Известкуемый участок является частью льняного севооборота.

**2.3.** Среднесуглинистая дерново-подзолистая почва с гидролитической кислотностью 3,8 ммоль на 100 г почвы имеет мощность пахотного слоя 21 см при его плотности сложения 1,35 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму доломитовой муки, полученной из карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, если она содержит 98 % CaCO<sub>3</sub>, 1 % влаги и 6 % частиц размером более 1мм. Мелиорируемое поле планируется отвести для возделывания малины.

**2.4.** Рассчитайте фактическую норму внесения известкового туфа, содержащего 86 % CaCO<sub>3</sub>, 11 % влаги, если недействительные частицы в нем отсутствуют. Известкуемый участок является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 10 % площади. Почва - темно-серая лесная тяжелосуглинистая, имеет величину гидролитической кислотности 4,3 ммоль/100 г почвы, мощность пахотного слоя – 24 см, его плотность сложения - 1,25 г/см<sup>3</sup>.

**2.5.** Гидролитическая кислотность пахотного слоя светло-серой тяжелосуглинистой лесной почвы равна 5,0 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя 20 см, а его плотность сложения 1,35 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения, полученного из карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, содержащего 97 % CaCO<sub>3</sub>, 3 % влаги и 6 % частиц размером

более 1 мм. Известкуемое поле является частью кормового севооборота, где под корнеплоды планируется внесение борных удобрений.

**2.6.** Пахотный слой тяжелосуглинистой серой лесной почвы характеризуется следующими параметрами: плотность сложения  $1,32 \text{ г/см}^3$ , мощность 22 см, величина гидролитической кислотности 4,2 ммоль на 100 г почвы. Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения, который содержит 97 %  $\text{CaCO}_3$ , 3 % влаги и 5 % недеятельных частиц. Известкуемое поле является частью овощного севооборота.

**2.7.** Среднесуглинистый выщелоченный чернозем мощностью пахотного слоя 25 см и плотностью сложения  $1,20 \text{ г/см}^3$  имеет гидролитическую кислотность 3,6 ммоль/100 г. Рассчитайте фактическую норму внесения дефеката, содержащего 76 %  $\text{CaCO}_3$ , 12 % влаги, если в нем отсутствуют недеятельные частицы размером более 5 мм. Известкуемый участок используется для возделывания овощных культур.

**2.8.** Светло-серая лесная почва среднесуглинистого гранулометрического состава, имеет гидролитическую кислотность 3,50 ммоль на 100 г, мощность пахотного слоя 21 см при плотности его сложения  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму внесения озерной извести, содержащей 89 %  $\text{CaCO}_3$  и 10 % влаги, если в ней недеятельные частицы размером более 5 мм отсутствуют. Мелиорируемое поле является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 16 % площади.

**2.9.** Мощность и плотность сложения мелиорируемого слоя тяжелосуглинистой серой лесной почвы составляют соответственно 22 см и  $1,32 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму известняковой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью менее  $600 \text{ кгс/см}^2$ , если она содержит 92 %  $\text{CaCO}_3$ , 3 % влаги, 6 % частиц размером более 3 мм. Известкуемый участок является 2-ым полем льняного севооборота, а величина гидролитической кислотности мелиорируемого слоя равна 4,05 ммоль на 100 г почвы.

**2.10.** Почва участка, входящего в состав картофельного севооборота, дерново-подзолистая среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность пахотного слоя почвы 20 см,

его плотность сложения  $1,30 \text{ г/см}^3$ , величина гидролитической кислотности  $5,65 \text{ ммоль/100 г}$ . Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолотом пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , если она содержит 99 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 5 % частиц размером крупнее 1 мм.

**2.11.** Гидролитическая кислотность пахотного слоя среднесуглинистого выщелоченного чернозема равна  $4,08 \text{ ммоль на } 100 \text{ г}$  почвы. Мощность пахотного слоя 26 см при плотности его сложения  $1,22 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму тонко размолотого мела, содержащего 98 % карбоната кальция и 3 % влаги при полном отсутствии частиц размером более 1 мм. Известкуемый участок планируется отвести для закладки земляничной плантации.

**2.12.** Почва темно-серая лесная легкосуглинистого гранулометрического состава, имеет гидролитическую кислотность  $2,9 \text{ ммоль на } 100 \text{ г}$ . Мощность пахотного слоя 23 см, его плотность сложения  $1,26 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму белитовой муки, если она содержит 93 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и в ней отсутствуют частицы размером более 1 мм. Известкуемое поле отводится для возделывания овощных культур.

**2.13.** Выщелоченный чернозем тяжелосуглинистый имеет гидролитическую кислотность  $3,35 \text{ ммоль на } 100 \text{ г}$  почвы, мощность пахотного слоя 26 см при его плотности сложения  $1,20 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму внесения природной доломитовой муки, которая не содержит недеятельных частиц, её нейтрализующая способность равна 98 %, содержание влаги 6 %. Данное поле принадлежит свекловичному севообороту.

**2.14.** Пахотный слой выщелоченного среднесуглинистого чернозема характеризуется следующими показателями: мощность - 25 см, плотность сложения -  $1,22 \text{ г/см}^3$ , величина гидролитической кислотности  $4,25 \text{ ммоль на } 100 \text{ г}$  почвы. Рассчитайте фактическую норму внесения дефеката, содержащего 75 %  $\text{CaCO}_3$  и 13 % влаги, если в нем отсутствуют частицы размером более 5 мм. Подлежащее известкованию поле является частью кормового севооборота, где под корнеплоды не планируется внесение борных удобрений.

**2.15.** Рассчитайте фактическую норму известняковой муки для 5-го поля овощного севооборота, если мелиорант содержит 94 %

$\text{CaCO}_3$ , 3 % влаги и 4 % частиц размером крупнее 1 мм. Гидролитическая кислотность пахотного слоя тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема 3,0 ммоль/100 г, мощность – 25 см, плотность сложения - 1,28 г/см<sup>3</sup>.

**2.16.** Среднесуглинистая дерново-подзолистая почва с гидролитической кислотностью 6,3 ммоль на 100 г почвы имеет мощность пахотного слоя 19 см при его плотности сложения 1,40 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму известкового удобрения, содержащего 4 % влаги, 89 %  $\text{CaCO}_3$  и 4 % недействительных частиц. Известкуемое поле является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 18 % площади.

**2.17.** Пахотный слой тяжелосуглинистой серой лесной почвы имеет гидролитическую кислотность 4,2 ммоль на 100 г почвы, мощность - 22 см и плотность сложения - 1,32 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму внесения торфотуфа, содержащего 73 %  $\text{CaCO}_3$  и 13 % влаги, если подлежащее известкованию поле входит в состав картофельного севооборота. В составе торфотуфа отсутствуют недействительные частицы.

**2.18.** Рассчитайте фактическую норму доломитовой муки, содержащей 89 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 5 % частиц размером более 1 мм. Известно, что доломитовую муку получена из карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>. Почва среднесуглинистая дерново-подзолистая, имеет гидролитическую кислотность 4,65 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя 20 см, его плотность сложения 1,35 г/см<sup>3</sup>. Известкуемый участок планируется отвести под крыжовник.

**2.19.** Поле свекловичного севооборота расположено на среднесуглинистом выщелоченном черноземе, мощность пахотного слоя которого равна 27 см, плотность сложения - 1,18 г/см<sup>3</sup>. Величина гидролитической кислотности пахотного слоя 2,8 ммоль/100 г почвы. Найдите фактическую норму внесения сланцевой золы, содержащей 91 %  $\text{CaCO}_3$ , 1 % влаги и 3 % частиц крупнее 1 мм.

**2.20.** Тяжелосуглинистая светло-серая лесная почва имеет гидролитическую кислотность 5,8 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя равна 20 см, плотность сложения - 1,35 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму внесения известкового удобрения,

содержащего 88 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 3 % недействительных частиц. На известкуемом участке возделываются семечковые плодовые культуры.

**2.21.** Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, если она содержит 96 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 4 % частиц размером крупнее 1 мм. Почва тяжелосуглинистая дерново-подзолистая, имеет гидролитическую кислотность 6,65 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя 20 см, плотность сложения - 1,37 г/см<sup>3</sup>. Известкуемый участок используется в качестве пастбища.

**2.22.** Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, содержащей 93 %  $\text{CaCO}_3$ , 1 % влаги и 7 % частиц размером более 1 мм. Мелиорант получен размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>. Почва среднесуглинистый выщелоченный чернозем, имеет гидролитическую кислотность 3,05 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя равна 25 см, плотность сложения - 1,22 г/см<sup>3</sup>. Известкуемое поле является частью овощного севооборота.

**2.23.** Пахотный слой среднесуглинистого выщелоченного чернозема имеет гидролитическую кислотность 3,45 ммоль на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя равна 24 см, плотность сложения - 1,20 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте фактическую норму внесения природной доломитовой муки, содержащей 97 %  $\text{CaCO}_3$  и 7 % влаги, если в ней отсутствуют частицы размером более 1 мм. Данное поле относится к кормовому севообороту, где под корнеплоды планируется внесение борных удобрений.

**2.24.** Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью менее 600 кгс/см<sup>2</sup>. Она содержит 95 %  $\text{CaCO}_3$ , 2 % влаги и 4 % частиц размером более 3 мм. Пахотный слой среднесуглинистого оподзоленного чернозема характеризуется следующими параметрами: гидролитическая кислотность равна 3,75 ммоль на 100 г почвы, мощность – 25 см и плотность сложения - 1,23 г/см<sup>3</sup>. Известкуемое поле является частью полевого севооборота с многолетними травами, где картофель занимает 10 % площади севооборота.

**2.25.** Пахотный слой среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы характеризуется следующими параметрами: мощность - 20 см,

плотность сложения -  $1,34 \text{ г/см}^3$ , величина гидролитической кислотности -  $7,05 \text{ ммоль на } 100 \text{ г почвы}$ . Рассчитайте фактическую норму внесения тонко размолотого мела, если он не содержит частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$  и предназначен для коренного улучшения сенокоса. Нейтрализующая способность мелиоранта равна  $96 \%$ , содержание влаги -  $2 \%$ .

**2.26.** Необходимо рассчитать фактическую норму внесения известняковой муки, полученной из пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , для вишневого сада, если она содержит  $97 \%$   $\text{CaCO}_3$ ,  $2 \%$  влаги и  $3 \%$  частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$ . Пахотный слой тяжелосуглинистой серой лесной почвы имеет величину гидролитической кислотности  $5,3 \text{ ммоль/100 г}$ , мощность -  $22 \text{ см}$  и плотность сложения -  $1,27 \text{ г/см}^3$ .

**2.27.** Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки, которая характеризуется следующими показателями:  $\text{П} = 96 \%$ ,  $\text{В} = 2 \%$ ,  $\text{К} = 5 \%$ . Известкуемое поле находится в составе свекловичного севооборота. Почва - тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем с мощностью пахотного слоя  $26 \text{ см}$ , плотностью сложения -  $1,21 \text{ г/см}^3$  и величиной гидролитической кислотности -  $4,05 \text{ ммоль /100 г почвы}$ .

**2.28.** Почва 2-го поля картофельного севооборота тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем, гидролитическая кислотность пахотного слоя которого равна  $3,40 \text{ ммоль/100 г}$ . Мощность пахотного слоя составляет  $25 \text{ см}$ , плотность сложения -  $1,22 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте фактическую норму внесения гашеной извести, если  $\text{П}=98 \%$ ,  $\text{В}=10 \%$ ,  $\text{К}=3 \%$ .

**2.29.** Необходимо определить фактическую норму внесения известкового удобрения, содержащего  $97 \%$   $\text{CaCO}_3$ ,  $3 \%$  влаги и  $4 \%$  частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$ , под многолетние травы. Данное поле является частью полевого севооборота, где картофель занимает  $20 \%$  площади. Почва - тяжелосуглинистая светло-серая лесная, имеет гидролитическую кислотность  $5,65 \text{ ммоль/100 г}$ . Мощность пахотного слоя равна  $22 \text{ см}$ , плотность сложения -  $1,28 \text{ г/см}^3$ .

**2.30.** Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки под кормовые корнеплоды, если данное поле является частью кормового севооборота. Мощность пахотного слоя тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы составляет  $20 \text{ см}$ , плотность сложения -

1,32 г/см<sup>3</sup>, гидролитическая кислотность - 6,2 ммоль/100 г. Известковое удобрение содержит 88 % карбоната кальция, 2 % влаги и 4 % частиц размером крупнее 1 мм.

### **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ ПО НОРМАТИВНОМУ МЕТОДУ**

#### **Пояснения и справочная информация**

**Определение расчетной нормы извести по нормативному методу.** Данный метод определения расчетной нормы извести может быть реализован в двух модификациях: используя нормативы расхода извести для сдвига реакции почвы на 0,1 pH или используя нормативы сдвига величины pH от 1 тонны извести. В обеих модификациях речь идет о тонкоразмолотой абсолютно сухой извести ( $\text{CaCO}_3$ ) без примесей.

В первом случае расчетная норма извести устанавливается по формуле (3):

$$N_{\text{рас.}} = 10 \cdot (\text{pH}_{\text{опт.}} - \text{pH}_{\text{факт.}}) \cdot N_{\text{CaCO}_3}, \quad (3)$$

где  $N_{\text{рас}}$  – расчетная норма абсолютно сухой, тонкоразмолотой извести без примесей, необходимое для нейтрализации кислой почвы до оптимального уровня, т/га;

$\text{pH}_{\text{опт.}}$  и  $\text{pH}_{\text{факт.}}$  – соответственно оптимальное и фактическое значение pH солевой вытяжки для данной почвы;

$N_{\text{CaCO}_3}$  – норматив расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции почвы на 0,1 pH, т/га.

Во втором случае расчетная норма извести устанавливается по формуле (4):

$$N_{\text{рас.}} = (\text{pH}_{\text{опт.}} - \text{pH}_{\text{факт.}}) : N_{\text{pHсол.}}, \quad (4)$$

где  $N_{\text{рас}}$  – расчетная норма абсолютно сухой тонкоразмолотой извести без примесей, необходимая для нейтрализации кислой почвы до оптимального уровня, т/га;

$\text{pH}_{\text{опт.}}$  и  $\text{pH}_{\text{факт.}}$  – соответственно оптимальное и фактическое значение pH солевой вытяжки для данной почвы;

$N_{\text{pHсол.}}$  – норматив сдвига  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  от одной тонны  $\text{CaCO}_3$ .



Фактическая норма внесения известкового удобрения вычисляется с учетом нейтрализующей способности, содержания недеятельных частиц и влаги известкового удобрения, типа севооборота и некоторых других факторов по формуле (1), приведенной на странице 7.

**Норматив расхода извести** – количество тонкоразмолотой абсолютно сухой и без примесей извести ( $\text{CaCO}_3$ ) в тоннах на 1 гектар для сдвига реакции почвы на 0,1 pH солевой вытяжки. Эти нормативы устанавливаются на основе обобщения результатов многочисленных длительных полевых опытов зональными научно-исследовательскими учреждениями. Они колеблются в значительных пределах в зависимости от типа и подтипа почвы, гранулометрического состава и исходного уровня кислотности почвы. В таблицах 4 и 5 приведены нормативы расхода извести для сдвига реакции почвы на 0,1 pH солевой вытяжки в условиях Республики Татарстан и Волга-Вятского экономического района Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Таблица 4

Оптимальное значение  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  и нормативы расхода  $\text{CaCO}_3$  (т/га) для сдвига реакции на 0,1 pH в условиях Республики Татарстан  
(Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве.  
Растениеводство, 1988)

Почвы	Исходное значение pH	Оптимальное значение pH для		Нормативы расхода $\text{CaCO}_3$ для сдвига реакции на 0,1 pH, т/га
		пашни	сенокосов и пастбищ	
Дерново-подзолистые	$\leq 4,5$	5,9	5,6	0,61
	4,6-5,0	5,9	5,6	0,75
	$\geq 5,1$	5,9	5,6	0,98
Серые лесные	$\leq 4,5$	5,9	5,6	0,71
	4,6-5,0	5,9	5,6	0,92
	$\geq 5,1$	5,9	5,6	1,20
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	4,6-5,0	6,0	5,6	1,25
	$\geq 5,1$	6,0	5,6	1,60

Таблица 5

Оптимальное значение  $pH_{\text{сол.}}$  и нормативы расхода  $\text{CaCO}_3$  (т/га) для сдвига реакции на 0,1 pH в условиях Волга-Вятского экономического района Нечерноземной зоны РФ  
(Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве. Растениеводство, 1988)

Почвы	Исходное значение pH	Оптимальное значение pH для		Нормативы расхода $\text{CaCO}_3$ для сдвига реакции на 0,1 pH (т/га) для	
		пашни	сенокосов и пастбищ	пашни	сенокосов и пастбищ
Дерново-подзолистые	$\leq 4,5$	5,7	5,6	0,60	0,64
	4,6-5,0	5,7	5,6	0,72	0,85
	$\geq 5,1$	5,7	5,6	0,82	1,10
Серые лесные	$\leq 4,5$	5,9	5,6	0,69	0,64
	4,6-5,0	5,9	5,6	0,98	0,85
	$\geq 5,1$	5,9	5,6	1,38	1,10
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	$\leq 4,5$	5,8	5,6	0,69	0,64
	4,6-5,0	5,8	5,6	0,98	0,85
	$\geq 5,1$	5,8	5,6	1,38	1,10

**Норматив сдвига  $pH_{\text{сол.}}$  от одной тонны извести** показывает величину сдвига pH солевой вытяжки от одной тонны тонкоразмолотой абсолютно сухой извести ( $\text{CaCO}_3$ ) без примесей. Понятно, что эти нормативы устанавливаются аналогично нормативам расхода, извести для сдвига реакции почвы на 0,1 pH солевой вытяжки, то есть на основе обобщения результатов многочисленных длительных полевых опытов зональными научно-исследовательскими учреждениями. В таблице 6 приведены нормативы сдвига pH солевой вытяжки от одной тонны извести в условиях Республики Татарстан.

Таблица 6

Нормативы сдвига pH солевой вытяжки от одной тонны извести\*  
( $\text{CaCO}_3$ ) для пахотных почв Республики Татарстан  
(Известкование кислых почв и местные известковые удобрения  
Республики Татарстан, 2017)

Почвы	Гранулометрический состав	Исходное значение pH	Нормативы сдвига pH <sub>сол.</sub> от 1 тонны $\text{CaCO}_3$
Дерново-подзолистые	легко- и среднесуглинистые	$\leq 4,5$	0,26
		4,6-5,0	0,22
		5,1-5,5	0,19
	тяжелосуглинистые и глинистые	$\leq 4,5$ 4,6-5,0 5,1-5,5	0,18 0,16 0,13
Серые лесные	легко- и среднесуглинистые	$\leq 4,5$	0,20
		4,6-5,0	0,18
		5,1-5,5	0,14
	тяжелосуглинистые и глинистые	$\leq 4,5$ 4,6-5,0 5,1-5,5	0,14 0,12 0,09
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	легко- и среднесуглинистые	$\leq 4,5$	0,16
		4,6-5,0	0,14
		5,1-5,5	0,11
	тяжелосуглинистые и глинистые	$\leq 4,5$ 4,6-5,0 5,1-5,5	0,13 0,10 0,08

Прим.: \* - тонкоразмолотая абсолютно сухая известь ( $\text{CaCO}_3$ ) без примесей.

### Задачи

**3.1.** Планируется известкование поля овощного севооборота ООО «Чишма» Атнинского муниципального района Республики Татарстан. Почва – среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,9$ ) легкосуглинистая дерново-подзолистая. Пользуясь данными таблицы 4, рассчитайте

фактическую норму известкового удобрения, которое характеризуется следующими данными: содержание СаО – 45 %, влаги – 3 %, недействительных частиц – 6 %.

**3.2.** Планируется известкование второго поля овощного севооборота ОАО «Овощевод» Республики Марий Эл. Почва - легкосуглинистая светло-серая лесная, относится ко 3-й группе кислотности ( $pH_{\text{сол.}}=5,0$ ). Найдите фактическую норму известняковой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, если она содержит 43 % СаО, 2 % влаги и 4 % частиц размером крупнее -1 мм.

**3.3.** Пользуясь данными таблицы 6, рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, которая характеризуется следующими параметрами: СаО – 52 %, влажность – 3 %, содержание частиц размером крупнее 1 мм – 5 %. Поле картофельного севооборота ООО «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан, подлежащее известкованию, на картограмме кислотности обозначено оранжевой окраской ( $pH_{\text{сол.}}=4,5$ ). Почва - светло-серая лесная легкосуглинистая.

**3.4.** Пользуясь данными таблицы 4, необходимо рассчитать фактическую норму внесения известкового удобрения (содержание СаО – 49 %, влаги – 3 %, недействительных частиц – 4 %) для тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы льняного севооборота ООО «Зуево» Агрызского муниципального района Республики Татарстан. Величина pH солевой вытяжки почвы равна 4,4.

**3.5.** Найдите потребность в известковой муке для мелиорации 50 га пастбищ ОАО «Мордовский бекон» Республики Мордовия. Почва пастбища тяжелосуглинистая светло-серая лесная, имеет величину pH солевой вытяжки 5,0. Известняковая мука, полученная размолотом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, содержит 49 % СаО, 2 % влаги и 5 % частиц размером крупнее -1 мм. При определении расчетной нормы известки пользуйтесь данными таблицы 5.

**3.6.** Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки на 2-ом поле свекловичного севооборота ООО «Зай» Заинского муниципального района Республики Татарстан. Почва – слабокислый

( $pH_{\text{сол.}}=5,2$ ) среднесуглинистый выщелоченный чернозем. Доломитовая мука, полученная размолом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержит 38 %  $\text{CaO}$ , 17 %  $\text{MgO}$ , 2 % влаги и 5 % частиц размером крупнее 1 мм. При определении расчетной нормы извести пользуйтесь данными таблицы 6.

**3.7.** Определите потребность в известковом удобрении для мелиорации 20 га среднекислой ( $pH_{\text{сол.}}=5,0$ ) среднесуглинистой серой лесной почвы. Известкуемый участок ООО «Радуга» Апастовского муниципального района Республики Татарстан входит в состав кормового севооборота, где под корнеплоды планируется внесение борных удобрений. Известковое удобрение содержит 45 %  $\text{CaO}$ , 4 % влаги и 6 % недействительных частиц. При определении расчетной нормы извести пользуйтесь данными таблицы 4.

**3.8.** Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки, содержащей 52 % -  $\text{CaO}$ , 3 % - влаги и 6 % частиц размером крупнее 1 мм в диаметре, для известкования 5-го поля овощного севооборота ООО «Знамя» Чувашской Республики. Почва - среднесуглинистая серая лесная, имеет величину  $pH$  солевой вытяжки - 5,1. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1  $pH$ .

**3.9.** Найдите потребность в доломитовой муке для известкования 2-го поля (58 га) кормового севооборота ООО «Березовка» Бугульминского муниципального района Республики Татарстан, где под корнеплоды планируется внесение борных удобрений. Почва – слабокислый ( $pH_{\text{сол.}}=5,1$ ) тяжелосуглинистый оподзоленный чернозем. Доломитовая мука, полученная размолом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , характеризуется следующими параметрами: содержание  $\text{CaO}$  – 41 %,  $\text{MgO}$  – 18 %, влаги – 2 %, содержание частиц размером крупнее 1 мм – 6 %. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $pH_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$ .

**3.10.** Пользуясь данными таблицы 4, рассчитайте потребность в гашеной извести (содержание  $\text{CaO}$  – 56 %, влаги – 8 %, недействительные частицы отсутствуют) для известкования 120 га пастбищ ООО «Труд» Балтасинского муниципального района Республики Татарстан. Почва тяжелосуглинистая дерново-подзолистая с величиной  $pH$  солевой вытяжки 4,8.

**3.11.** Почва 2-го поля (90 га) кормового севооборота с корнеплодами, где внесение борных удобрений не предусмотрено, среднесуглинистая серая лесная с величиной pH солевой вытяжки 5,0. Сколько нужно известняковой муки, полученной размолом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , для известкования данного поля? Известняковая мука содержит 44 % CaO, 2 % влаги и 5 % частиц размером крупнее -1 мм. При определении расчетной нормы извести пользуйтесь данными таблицы 5.

**3.12.** Определите фактическую норму известняковой муки (содержание CaO – 54 %, влаги – 3 %, недеятельные частицы отсутствуют) для известкования 2-го поля овощного севооборота ООО «Урожай» Муслумовского муниципального района Республики Татарстан. Почва – слабокислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,2$ ) легкосуглинистый оподзоленный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$ .

**3.13.** Планируется известкование поля полевого севооборота с многолетними травами ООО «Родина» Алексеевского муниципального района Республики Татарстан. Пользуясь данными таблицы 4, рассчитайте фактическую норму внесения известкового удобрения, если картофель занимает 1/5 часть площади севооборота. Озерная известь характеризуется следующими показателями: CaO = 48 %, В = 3%, К = 0 %. Почва поля - среднесуглинистый выщелоченный чернозем, имеющий величину обменной кислотности 5,3.

**3.14.** Какова потребность в известняковой муке, содержащей 50 % оксида кальция, 3 % - влаги и 5 % частиц крупнее 1 мм, для известкования 65 га пастбища ООО «Вятка» Кировской области? Известняковая мука была получена размолом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ . Почва - тяжелосуглинистая серая лесная, среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,0$ ). При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 pH.

**3.15.** Рассчитайте потребность в доломитовой муке для приусадебного участка площадью 0,20 га, где в основном возделывается картофель. Почва среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,9$ ) тяжелосуглинистая серая лесная. В доломитовой муке, полученной

размолот карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержание  $\text{CaO}$  – 42 %,  $\text{MgO}$  – 17 %, влаги – 4 %, содержание частиц размером крупнее 1 мм – 5 %. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$  в условиях Республики Татарстан.

**3.16.** Какова потребность в просеянном мергеле, содержащем 43 % оксида кальция, 16 % влаги и 2 % частиц крупнее 5 мм, для известкования 80 га сенокоса ООО «Ибрайкино» Аксубаевского муниципального района Республики Татарстан? Почва - тяжелосуглинистый оподзоленный чернозем, относящийся по величине обменной кислотности ко 3-ей группе ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,8$ ). При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 pH.

**3.17.** Почва земляничной плантации ООО «Ягодное» Нижегородской области среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,9$ ) среднесуглинистая светло-серая лесная. Найдите фактическую норму внесения известняковой муки, полученной размолот карбонатных пород твердостью менее  $600 \text{ кгс/см}^2$ , которая содержит 51 %  $\text{CaO}$ , 3 % влаги и 4 % частиц крупнее 3 мм. При определении расчетной нормы извести пользуйтесь нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 pH.

**3.18.** Рассчитайте фактическую норму внесения известкового удобрения (содержание  $\text{CaO}$  – 53 %, влаги – 4 %, недейтельных частиц – 2 %) под сахарную свеклу. При посеве свеклы планируется припосевное внесение борсодержащего двойного суперфосфата из расчета 50 кг/га. Свекла возделывается в кормовом севообороте ООО «Дуслык» Нурлатского муниципального района Республики Татарстан. Почва - слабокислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,2$ ) среднесуглинистый оподзоленный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$ .

**3.19.** Необходимо установить потребность в гашеной извести (содержание влаги и недейтельных частиц по 5 %,  $\text{CaO}$  – 56 %) для известкования 2 га земляничной плантации ООО «Чулпан» Альметьевского муниципального района Республики Татарстан. Почва - среднекислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,0$ ) тяжелосуглинистый оподзоленный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует

пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 рН.

**3.20.** Рассчитайте потребность в известняковой муке для известкования участка площадью 34 га, отводимого для закладки сада семечковых культур на территории ООО «Яблоко» Республики Мордовия. Почва – среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=4,8$ ), тяжелосуглинистая дерново-подзолистая. Известняковая мука, полученная размолотом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , характеризуется следующими показателями:  $\text{CaO}=48 \%$ ,  $\text{В}=4 \%$ ,  $\text{К}=3 \%$ . При определении расчетной нормы извести пользуйтесь данными таблицы 5.

**3.21.** Сколько кг известняковой муки, содержащей 53 %  $\text{CaO}$ , 3 % влаги и 4 % частиц размером крупнее 1 мм, необходимо внести под каждую яблоню, если диаметр её кроны 6 м? Известняковая мука была получена размолотом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , которых добывают на территории Кайбицкого муниципального района РТ. Почва слабокислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,1$ ) тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$  в условиях Республики Татарстан.

**3.22.** Установите потребность в озерной извести (содержание влаги – 9 %,  $\text{CaO}$  – 55 %, частицы размером крупнее 1 мм отсутствуют) для известкования 1-ого поля (80 га) шестипольного полевого севооборота ООО «Дружба» Буинского муниципального района Республики Татарстан. Площади под картофелем и многолетними травами в севообороте составляют соответственно 80 и 160 га. Почва – слабокислый ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,2$ ) тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 рН.

**3.23.** Найдите потребность в известняковой муке для известкования 45 га пастбища ООО «Раздолье» Республики Марий Эл. Почва – среднекислая ( $\text{pH}_{\text{сол.}}=5,0$ ), тяжелосуглинистая светло-серая лесная. Известняковая мука, полученная размолотом карбонатных пород твердостью более  $600 \text{ кгс/см}^2$ , содержит 51 % оксида кальция, 2 % влаги и 5 % частиц крупнее 1 мм. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 рН.



**3.24.** Рассчитайте фактическую норму внесения известняковой муки под многолетние травы на среднекислой ( $pH_{\text{сол.}}=4,9$ ) тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почве ООО «Кама» Мамадышского муниципального района Республики Татарстан. Многолетние травы возделываются в полевом севообороте, где картофель занимает 20 % площади. В качестве известкового удобрения используется гашеная известь, содержащая 56 % CaO, 9 % влаги и 2 % недействительных частиц. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $pH_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$ .

**3.25.** Рассчитайте фактическую норму внесения доломитовой муки (содержание CaO и MgO соответственно 30 и 20 %, влаги и частиц крупнее 1 мм по 5 %) в овощном севообороте ООО «Ключ» Мензелинского муниципального района Республики Татарстан. Почва - слабокислый ( $pH_{\text{сол.}}=5,3$ ) тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 pH.

**3.26.** Сколько доломитовой муки, содержащей 35 % CaO, 14 % MgO, 2 % влаги и 6 % частиц размером крупнее 1 мм, необходимо внести на 3 га вишневого сада ООО «Плодопитомник» Республики Мордовия? Почва - слабокислый ( $pH_{\text{сол.}}=5,2$ ) среднесуглинистый оподзоленный чернозем. Известковое удобрение было получено размолом доломита твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода  $\text{CaCO}_3$  для сдвига реакции на 0,1 pH.

**3.27.** Сколько нужно известняковой муки, содержащей 53 % CaO, 3 % влаги, 4 % частиц размером крупнее 1 мм, для известкования 3 га вишневого сада ООО «Надежда» Аксубаевского муниципального района Республики Татарстан? Известняковая мука получена размолом карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>. Почва – слабокислая ( $pH_{\text{сол.}}=5,1$ ) среднесуглинистая темно-серая лесная. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $pH_{\text{сол.}}$  от 1 тонны  $\text{CaCO}_3$ .

**3.28.** Пользуясь данными таблицы 4, рассчитайте потребность в известняковой муке (содержание CaO 56 %, влаги – 2 %, частиц размером крупнее 1 мм – 3 %) для известкования 150 га сенокоса ООО

«Победа» Менделеевского муниципального района Республики Татарстан. Почва - тяжелосуглинистая светло-серая лесная с величиной рН солевой вытяжки 4,5.

**5.29.** Найдите необходимое количество известняковой муки, полученной размолот карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, для внесения на 4 га будущего ягодника (смородина, земляника) на территории ООО «Волга» Чувашской Республики. Почва – среднекислая ( $pH_{\text{сол.}}=4,9$ ). тяжелосуглинистая серая лесная. Известняковая мука характеризуется следующими параметрами: содержание СаО 54 %, влаги – 3 %, частиц крупнее 1 мм – 5 %. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами расхода СаСО<sub>3</sub> для сдвига реакции на 0,1 рН.

**5.30.** Необходимо рассчитать потребность в известняковой муке для 4-го поля кормового севооборота, где возделывается кормовая свекла. Площадь поля 85 га. В качестве фосфорного удобрения под свеклу планируется внесение борсодержащего суперфосфата. Почва – слабокислый ( $pH_{\text{сол.}}=5,3$ ). тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем. Известняковая мука, полученная размолот карбонатных пород твердостью более 600 кгс/см<sup>2</sup>, содержит 53 % СаО, 4 % влаги и 5 % частиц размером крупнее 1 мм. При определении расчетной нормы извести следует пользоваться нормативами сдвига  $pH_{\text{сол.}}$  от 1 тонны СаСО<sub>3</sub> в условиях Республики Татарстан.

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ГИПСОВЫХ УДОБРЕНИЙ

##### Пояснения и справочная информация

**Солонцами** называют почвы, содержащие в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а иногда и магния в иллювиальном горизонте (**В**). Они имеют резкую дифференциацию профиля и характеризуются неблагоприятными агрономическими свойствами. Солонцы, как и солончаки, относятся к категории засоленных почв, однако в отличие от солончаков содержат водорастворимые соли не в самом верхнем горизонте, а на некоторой глубине.

**Степень солонцеватости** – доля обменного натрия в емкости катионного обмена (ЕКО), выраженная в процентах. Среди почвоведов в оценке степени солонцеватости почв нет полного единодушия (Гилязов, Гайсин, 2009). Е.М. Самойлова (1988) указывает, что в международной систематике почв ФАО/ЮНЕСКО солонцы определяются как почвы, имеющие «натриевый» горизонт с содержанием обменного натрия более 15 % от емкости катионного обмена (ЕКО). По её мнению, солонцы могут содержать обменного натрия и меньше 15 %, если одновременно в ППК более 40 % занимают катионы магния. Она же отмечает, что почвы, имеющие некоторые признаки солонцов (щелочную реакцию, начинающуюся элювиально-иллювиальную дифференциацию профиля, глыбистую или призмовидную структуру, слитность почвенной массы и содержание обменного натрия в почвенно-поглощающем комплексе от 3-5 до 15 % от ЕКО) следует отнести к солонцеватым почвам, так как все эти признаки в количественном выражении не достаточны для диагностирования солонца.

Кирюшин В.И. (2010), по содержанию обменного натрия (% от ЕКО) в иллювиальном горизонте, солонцовые почвы предлагает разделить на следующие виды: до 10 –остаточно-натриевые, 10-20 – малонатриевые, 20-40 – средненатриевые, более 40 – многонатриевые.

**Теоретические основы химической мелиорации щелочных почв.** В основе химической мелиорации щелочных почв лежит теория К. К. Гедройца, заключающаяся в том, что они (солонцы и солонцеватые почвы) отличаются от зональных почв наличием в

иллювиальном горизонте обменного натрия, с которым связаны неблагоприятные водно-физические, физико-химические, химические и биологические свойства этих почв. Теоретическим обоснованием метода химической мелиорации солонцов служит реакция замещения натрия, находящегося в почвенном поглощающем комплексе (ППК), кальцием вносимого мелиоранта. *Химическая мелиорация солонцов* – внесение гипса или его заменителей для замены избыточного обменного натрия на кальций. В связи с тем, что для химической мелиорации чаще всего в почву вносят сыромолотый гипс, этот прием называют гипсованием. Удаление натрия из ППК способствует коагуляции почвенных коллоидов, что, в свою очередь, ведет к улучшению физических и структурно-механических свойств солонцов, одновременно нейтрализуется щелочность.

**Методы определения норм сыромолотого гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).** При химической мелиорации очень важно установить оптимальное количество мелиорируемого вещества. Доза мелиоранта должна обеспечить нормальные условия жизни растений и прохождения физико-химических процессов в почве. Расчет дозы химических веществ, применяемых для мелиорации почв, основывается на теории эквивалента обменного натрия, то есть доза химического вещества должна быть эквивалентна количеству замещаемого обменного Na.

В разное время К.К. Гедройцем, И.Н. Антиповым-Каратаевым, И.Т. Степанцем, Г.Н. Самбуром, В.Ф. Градобоевым, Л.В. Березиным, Л.Я. Мамаевой и некоторыми другими исследователями для определения так называемой расчетной нормы абсолютно сухого сыромолотого гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) без примесей ( $\text{H}_{\text{рас.}}$ ) были предложены различные методы (уравнения). Данное обстоятельство указывает, что в вопросе определения оптимальных доз химических мелиорантов для солонцов и солонцовых почв среди исследователей нет единого мнения. При проведении этих расчетов 5-10 % натрия от емкости поглощения не принимаются в расчет, так как они не оказывают заметного влияния на пептизацию почвы. Вместе с тем некоторые исследователи считают целесообразным рассолонцовывать почву только до уровня 12-15 % обменного натрия.

Из всех рекомендованных методов расчета норм гипса наиболее известным и часто используемым является уравнение И.Н. Антипова-Каратаева. Причиной этого, возможно, является то, что уравнения К.К. Гедройца и Г.Н. Самбура, а в некоторой степени и И.Т. Степанца, могут быть рассмотрены как частные случаи с различными

величинами допустимого (безопасного) количества поглощенных катионов натрия и магния.

**Техногенные солонцы-солончаки нефтедобывающих районов.** Техногенные солонцы-солончаки нефтедобывающих районов образуются при загрязнении земель нефтепромысловыми сточными водами. Они характеризуются одновременным засолением и солонцеванием. Исследованиями сотрудников кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ (Гилязов, Гайсин, 2009) было установлено, что наиболее подходящим уравнением для определения расчетной дозы гипса является уравнение И.Н. Антипова-Каратаева. Ими так же было установлено, что при расчетах норм гипса мощность мелиорируемого слоя следует принимать равной 30 см, допустимое содержание обменного натрия 0,1, т.е. содержание обменного натрия после мелиорации не должно превышать 10 % от ёмкости катионного обмена почвы.

**Возможные заменители сыромолотого гипса.** Вместо сыромолотого гипса для мелиорации щелочных почв могут быть использованы так называемые заменители гипса (таблица 7).

Таблица 7

Переводные коэффициенты заменителей сыромолотого гипса

Наименование заменителей сыромолотого гипса	Коэффициенты перевода в сыромолотый гипс
Хлорид кальция ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	0,85
Известняковая мука или мел ( $\text{CaCO}_3$ )	0,58
Сера элементарная (S)	0,19
Серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	0,57
Сульфат железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )	1,62
Сульфат алюминия [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ]	1,29
Полисульфид кальция ( $\text{CaS}_5$ )	0,77

Для установления норм внесения заменителей сыромолотого гипса следует применять указанные в таблице 7 переводные коэффициенты.

**Определение расчетной нормы гипса.** Расчетная норма абсолютно сухого сыромолотого гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) без примесей ( $\text{H}_{\text{рас.}}$ ) по методу И.Н. Антипова-Каратаева находится по формуле (5):

$$\text{H}_{\text{рас.}} = 0,086 \cdot (\text{Na} - \kappa \cdot \text{T}) \cdot \text{h} \cdot \text{d}, \quad (5)$$

где  $\text{Na}$  - содержание обменного натрия в мелиорируемом слое, ммоль/100 г почвы;  
 $k$  - допустимое содержание обменного натрия (доля от суммы обменных катионов);  
 $T$  – ёмкость катионного обмена (ЕКО), ммоль/100 г почвы;  
 $h$  - мощность мелиорируемого слоя почвы, см;  
 $d$  - плотность мелиорируемого слоя почвы, г/см<sup>3</sup>.

При расчетах норм гипса мощность мелиорируемого слоя следует принимать равной 30 см, допустимое содержание обменного натрия 0,10, то есть содержание обменного натрия после мелиорации не должно превышать 10 % от ёмкости катионного обмена почвы.

**Фактическую норму внесения гипсового удобрения** вычисляется по формуле 1, приведенной на стр. 7. Отличие состоит лишь в том, что (П) означает содержание в гипсовом удобрении чистого и сухого  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в процентах. Кроме того, при определении фактической нормы гипсового удобрения не проводится корректировка нормы внесения мелиоранта в зависимости от типа севооборота и некоторых других факторов, то есть во всех случаях  $\alpha=1,00$ .

### Задачи

**4.1.** Рассчитайте потребность в фосфогипсе для химической мелиорации 18 га солонцованного чернозема, если известно, что в 0-30 см слое почвы содержание обменного  $\text{Na}$  равно 8 ммоль/100 г, ёмкость катионного обмена - 44,8 ммоль/100 г, плотность сложения почвы - 1,32 г/см<sup>3</sup>. Фосфогипс характеризуется следующими показателями: содержание действующего вещества 96 %, влажность 4 %, частицы размером крупнее 1 мм в диаметре отсутствуют.

**4.2.** Необходимо рассчитать потребность хозяйства в фосфогипсе (содержание  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 86 %, влаги – 5 %, частиц крупнее 1 мм в диаметре – 3 %) для гипсования 20 га солонцовой почвы. Плотность мелиорируемого 0-30 слоя равна 1,35 г/см<sup>2</sup>, степень солонцеватости 20 %, ёмкость катионного обмена равна 47,0 ммоль на 100 г.

**4.3.** Рассчитайте потребность в фосфогипсе (содержание влаги 3 %, действующего вещества – 88 %, частиц размером крупнее 1 мм в диаметре 2 %) для химической мелиорации 20 га солонцовой почвы,

имеющей следующие показатели:  $EKO=48,4$  ммоль/100 г,  $Na_{обм.}=7,8$  ммоль/100 г,  $d=1,42$  г/см<sup>3</sup>,  $h=30$  см. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо фосфогипса?

**4.4.** Какую площадь солонцовых земель можно гипсовать имея 250 т фосфогипса (содержание  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – 90 %, влаги – 9 %, частицы размером крупнее 1 мм отсутствуют), если известно, что содержание обменного Na в 0-30 см слое 6,5 ммоль/100 г, емкость катионного обмена и плотность сложения того же слоя соответственно 47,6 ммоль/100 г и 1,36 г/см<sup>3</sup>.

**4.5.** Какую площадь загрязненных нефтепромысловыми сточными водами земель можно рекультивировать имея 120 т сыромолотого гипса (содержание  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – 95 %, влаги – 6 %, частиц размером крупнее 1 мм в диаметре – 4 %). Известно, что емкость катионного обмена 0-30 см слоя загрязненной почвы равна 45,6 ммоль/100 г, степень солонцеватости – 21 %, плотность сложения – 1,33 г/см<sup>3</sup>.

**4.6.** Рассчитайте потребность в сыромолотом гипсе для рекультивации загрязненного нефтепромысловой сточной водой земельного участка площадью 8 га. Почва – среднесуглинистый оподзоленный чернозем, содержащий в 0-30 см слое 7,5 ммоль/100 г обменного натрия,  $EKO$  которого равна 44,5 ммоль/100 г. Плотность сложения мелиорируемого слоя 1,26 г/см<sup>3</sup>. Содержание действующего вещества в гипсе – 96 %, влаги – 4 %, частиц размером крупнее 1 мм в диаметре – 3 %.

**4.7.** Рассчитайте потребность в сыромолотом гипсе (содержание действующего вещества – 85 %, влаги – 3 %, частицы размером более 1 мм отсутствуют) для солонцовой почвы, с содержанием обменного натрия в 0-30 см слое 8 ммоль/100 г и емкость катионного обмена 49,5 ммоль/100 г. Площадь солонцованного участка 6,5 га. Плотность сложения 0-30 см слоя почвы равна 1,33 г/см<sup>3</sup>. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо сыромолотого гипса?

**4.8.** Определите потребность хозяйства в фосфогипсе (действующее вещество – 82 %, содержание влаги – 8 %, частиц размером 1 мм – 2 %) для рекультивации 50 га почв, загрязненных нефтепромысловыми сточными водами. Плотность сложения

мелиорируемого слоя -  $1,41 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена -  $44,8 \text{ ммоль/100 г}$ . Для расчетов следует исходить из того, что на  $2/5$  площади загрязненного участка степень солонцеватости составляет  $14 \%$ , а на остальной –  $20 \%$ .

**4.9.** Рассчитайте потребность в сыромолотом гипсе для рекультивации  $15 \text{ га}$  загрязненного нефтепромысловой сточной водой тяжелосуглинистого оподзоленного чернозема. Содержание обменного натрия в  $0\text{-}30 \text{ см}$  слое загрязненной почвы на  $1/3$  площади составляет  $7,0$ , а на остальной площади –  $8,2 \text{ ммоль/100 г}$ . Для расчетов плотность сложения мелиорируемого слоя почвы следует брать равной  $1,34 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена –  $50,2 \text{ ммоль/100г}$ . Содержание влаги в гипсе –  $6 \%$ , частиц размером более  $1 \text{ мм}$  –  $5 \%$ , действующего вещества –  $98 \%$ .

**4.10.** В хозяйстве имеется  $100 \text{ т}$  фосфогипса, содержащего  $86 \%$  действующего вещества,  $5 \%$  влаги и  $3 \%$  частиц крупнее  $1 \text{ мм}$  в диаметре. Какую площадь можно рекультивировать таким количеством химического мелиоранта, если загрязненная НСВ почва характеризуется следующими показателями: емкость катионного обмена почвы  $48,2 \text{ ммоль/100 г}$ , степень солонцеватости  $0\text{-}30 \text{ см}$  слоя  $15 \%$ , плотность сложения  $1,35 \text{ г/см}^3$ ?

**4.11.** Необходимо рассчитать фактическую норму фосфогипса для рекультивации обыкновенного среднесуглинистого чернозема, загрязненного нефтепромысловой сточной водой. Анализы показали, что степень солонцеватости  $0\text{-}30 \text{ см}$  слоя составляет  $22 \%$  при емкости катионного обмена  $43 \text{ ммоль/100 г}$ . Плотность сложения мелиорируемого слоя почвы равна  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Фосфогипс характеризуется содержанием  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  –  $85 \%$ , влаги –  $4 \%$ , частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$  –  $3 \%$ . Какая должна быть фактическая норма внесения элементарной серы, если её вносить вместо фосфогипса?

**4.12.** В складе имеется  $120 \text{ т}$  фосфогипса, содержащего  $90 \%$  действующего вещества,  $8 \%$  влаги и частиц крупнее  $1 \text{ мм}$  в диаметре –  $3 \%$ . Какую площадь можно рекультивировать таким количеством химического мелиоранта, если загрязненная почва характеризуется следующими показателями:  $T = 45,8 \text{ ммоль/100г}$ , обменный  $\text{Na}$  -  $7 \text{ ммоль/100 г}$ ,  $d = 1,40 \text{ г/см}^3$ ? Глубину мелиорируемого слоя следует брать равной  $30 \text{ см}$ .



**4.13.** Определите потребность в фосфогипсе (действующее вещество 84 %, содержание влаги – 5 %, частиц размером 1 мм- 2 %) для химической мелиорации 30 га загрязненного нефтепромысловой сточной водой земельного участка. Плотность сложения мелиорируемого 0-30 см слоя почвы  $1,40 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена – 50,4 ммоль/100 г. На 2/3 площади загрязненного участка содержание обменного натрия составляет 7,6 ммоль/100 г, а на остальной части – 9,2 ммоль/100 г.

**4.14.** Рассчитайте потребность в сыромолом гипсе (содержание  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 94 %, влаги – 3 %, частицы размером более 1 мм отсутствуют) для рекультивации 15 га солонцованного оподзоленного чернозема. Степень солонцеватости 0-30 см слоя загрязненной почвы на 1/3 площади составляет 15 %, а на остальной площади – 23 %. Для расчетов плотность сложения мелиорируемого слоя почвы следует брать равной  $1,40 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена – 46 ммоль/100 г.

**4.15.** Произошло загрязнение нефтепромысловой сточной водой 2,6 га тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема. Степень солонцеватости почвы 18 %, емкость катионного обмена – 48,0 ммоль на 100 г. Рассчитайте потребность в сыромолом гипсе, содержащего 95 %  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 2 % влаги и 4 % частиц размером более 1 мм. Для расчетов плотность сложения 0-30 см слоя следует брать равной  $1,31 \text{ г/см}^3$ . Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо сыромолого гипса?

**4.16.** Рассчитайте потребность в сыромолом гипсе, содержащего 95 % действующего вещества, 3 % влаги и 4 % частиц размером более 1 мм, для рекультивации загрязненного нефтепромысловой водой типичного чернозема. Содержание обменного натрия в 0-30 см слое почвы 6,8 ммоль/100 г и емкость катионного обмена – 50 ммоль /100 г. Площадь загрязненного участка 3,4 га, плотность сложения почвы в слое 0-30 см  $1,32 \text{ г/см}^3$ .

**4.17.** Рассчитайте фактическую норму внесения фосфогипса для загрязненного нефтепромысловой сточной водой выщелоченного чернозема, если солонцеватость 0-30 см слоя почвы равна – 14 %, емкость катионного обмена – 47,6 ммоль /100 г, плотность сложения –  $1,32 \text{ г/см}^3$ . Фосфогипс характеризуется следующими показателями: содержание действующего вещества 96 %, влажность 7 %, частицы

размером крупнее 1 мм в диаметре отсутствуют. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо фосфогипса?

**4.18.** Рассчитайте потребность в сыромолом гипсе для рекультивации загрязненного нефтепромысловыми сточными водами участка площадью 3,6 га. Емкость катионного обмена 0-30 см слоя почвы 46 ммоль/100 г. Плотность сложения мелиорируемого слоя -1,28 г/см<sup>3</sup>, степень солонцеватости 20 %. Содержание действующего вещества в гипсе – 95 %, влаги – 2 %, частиц размером крупнее 1мм в диаметре – 4 %.

**4.19.** Какую площадь солонцовых земель можно мелиорировать, имея 180 т фосфогипса (содержание  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 94 %, влаги – 3 %, частицы размером крупнее 1 мм отсутствуют), если содержание обменного натрия в 0-30 см слое 7,2 ммоль на 100 г, емкость катионного обмена и плотность сложения почвы того же слоя соответственно равны 50,4 ммоль /100 и 1,35 г/см<sup>3</sup>?

**4.20.** Рассчитайте потребность в сыромолом гипсе для рекультивации 2,8 га загрязненного нефтепромысловой водой среднесуглинистого выщелоченного чернозема. Степень солонцеватости 0-30 см слоя 18 %. Плотность сложения равна 1,27 г/см<sup>3</sup>, емкость катионного обмена - 46,8 ммоль/100 г. В сыромолом гипсе содержание действующего вещества равно 99 %, влаги – 3 %, частиц размером более 1 мм – 3 %. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо сыромолого гипса?

**4.21.** Необходимо рассчитать потребность в фосфогипсе (содержание  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 95 %, влаги – 3 %, частиц крупнее 1 мм в диаметре – 2 %) для химической мелиорации 40 га солонцовых почв. Плотность сложения 0-30 см слоя равна 1,35 г/см<sup>3</sup>, емкость катионного обмена – 45 ммоль/100г. При расчетах следует исходить из того, что примерно на половине площади степень солонцеватости почв составляет 16 %, на другой половине – 20 %.

**4.22.** Рассчитайте потребность в фосфогипсе (содержание влаги – 7 %, действующего вещества – 89 %, частиц размером крупнее 1 мм – 2 %) для химической мелиорации 50 га солонцовых почв. При расчетах следует исходить из того, что примерно на 1/5 площади степень солонцеватости почв составляет 15 %, на остальной части – 20 %. Плотность сложения мелиорируемого 0-30 см слоя почвы следует

брать равным  $1,34 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена –  $48,6 \text{ ммоль на } 100 \text{ г}$ .

**4.23.** Какую площадь солонцовых земель можно мелиорировать имея  $160 \text{ т}$  фосфогипса, если содержание обменного  $\text{Na}$  в  $0\text{-}30 \text{ см}$  слое  $7,2 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ , емкость катионного обмена и плотность сложения почвы того же слоя соответственно  $46,8 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$  и  $1,32 \text{ г/см}^3$ . Содержание действующего вещества в фосфогипсе  $96 \%$ , влаги –  $6 \%$ , частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$  –  $2 \%$ .

**4.24.** Необходимо рассчитать потребность хозяйства в сыромолотом гипсе для химической мелиорации  $85 \text{ га}$  солонцовых почв. Верхний  $0\text{-}30 \text{ см}$  слой почвы имеет следующие показатели:  $\text{ЕКО}=50,6 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ ,  $\text{Na}=7,5 \text{ ммоль/}100\text{г}$ ,  $d=1,32 \text{ г/см}^3$ . Действующее вещество мелиоранта равно  $98 \%$ , содержание влаги и частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$  по  $3 \%$ . Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо сыромолотого гипса?

**4.25.** Рассчитайте потребность в сыромолотом гипсе для рекультивации  $2,7 \text{ га}$  загрязненного нефтепромысловой сточной водой среднесуглинистого выщелоченного чернозема. Степень солонцеватости  $0\text{-}30 \text{ см}$  слоя  $15 \%$ , плотность сложения -  $1,29 \text{ г/см}^3$ , емкость катионного обмена -  $46,4 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ . В сыромолотом гипсе содержание действующего вещества равняется  $98 \%$ , влаги –  $2 \%$ , частицы размером крупнее  $1 \text{ мм}$  отсутствуют.

**4.26.** Определите потребность в фосфогипсе для мелиорации  $32 \text{ га}$  солонцовой почвы. Содержание обменного  $\text{Na}$  в  $0\text{-}30 \text{ см}$  слое почвы –  $6,5 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ , емкость катионного обмена –  $45,6 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ , плотность сложения –  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Фосфогипс характеризуется следующими показателями:  $\text{П}=95 \%$ ,  $\text{В}=6 \%$ ,  $\text{К}=1 \%$ .

**4.27.** Рассчитайте фактическую дозу фосфогипса (содержание влаги  $10 \%$ , действующего вещества -  $89 \%$ , частиц размером крупнее  $1 \text{ мм}$  в диаметре –  $3 \%$ ) для техногенно-солонцовой почвы, имеющей следующие показатели: емкость катионного обмена и содержание обменного натрия в слое  $0\text{-}30 \text{ см}$  соответственно  $46,0$  и  $5,3 \text{ ммоль/}100 \text{ г}$ , плотность сложения -  $1,34 \text{ г/см}^3$ . Какая должна быть фактическая норма внесения элементарной серы, если её вносить вместо фосфогипса?

**4.28.** Рассчитайте потребность в сыромолотом гипсе для мелиорации солонцового комплекса площадью 15 га. Верхний 0-30 см слой характеризуется следующими показателями: емкость катионного обмена и содержание обменного натрия соответственно 44,5 и 5,2 ммоль/100 г, плотность сложения - 1,34 г/см<sup>3</sup>. Действующее вещество мелиоранта – 96 %, содержание влаги – 4 %, частиц размером крупнее 1 мм – 2 %. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо сыромолотого гипса?

**4.29.** Какую площадь загрязнённых нефтепромысловыми сточными водами земель можно рекультивировать имея 25 т сыромолотого гипса. Емкость катионного обмена 0-30 см слоя загрязненной почвы 44 ммоль/100 г, степень солонцеватости 16 %, плотность сложения 1,34 г/см<sup>3</sup>. Сыромолотый гипс содержит 96 % действующего вещества и по 3 % влаги и частиц размером крупнее 1 мм. Какую площадь загрязненных НСВ земель можно рекультивировать, если в хозяйстве имеется 25 т элементарной серы?

**4.30.** В результате разлива участка нефтепромысловой сточной водой образовался техногенный солонец-солончак площадью 3,5 га. В 0-30 см горизонте данной почвы емкость катионного обмена и содержание обменного натрия равны соответственно 49,0 и 6,4 ммоль/100 г. Плотность сложения мелиорируемого слоя следует брать равной 1,33 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте потребность в фосфогипсе для рекультивации данного земельного участка. Действующее вещество фосфогипса равно 97 %, содержание влаги – 5 %, частиц размером крупнее 1 мм – 1 %. Сколько потребуется элементарной серы, если её вносить вместо фосфогипса?

## 5 РАСЧЕТ НАСЫЩЕННОСТИ ПАШНИ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

### Пояснения и справочная информация

Для оценки интенсивности применения удобрений используется термин «насыщенность пашни» соответственно минеральными или органическими удобрениями. «Насыщенность пашни минеральными удобрениями» показывает средневзвешенное количество удобрений в килограммах действующего вещества, внесенное на 1 гектар пашни в течение одного года.

Насыщенность пашни минеральными удобрениями находится делением общего количества действующего вещества азота (N), фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ), внесенного в составе минеральных удобрений в течение одного года, на всю площадь пашни.

### Задачи

Количества удобрений в физическом весе, внесенные на всю площадь пашни хозяйства в течение года, указаны в таблице 8. Содержание действующих веществ в удобрениях указано в скобках. Рассчитайте насыщенность пашни вашего хозяйства минеральными удобрениями и соотношение в ней N:  $P_2O_5$ : $K_2O$ . Расчеты насыщенности пашни следует вести по форме таблицы 9.

Таблица 9

Насыщенность пашни хозяйства минеральными удобрениями

Виды и формы удобрений	Содержание NPK в удобрениях, %	Внесено удобрений в течение года			
		физический вес, т	действующее вещество, т		
			N	$P_2O_5$	$K_2O$
...					
...					
Сумма действующего вещества, т	-	-			

Соотношение суммы N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	-	-	1,00		
Насыщенность пашни удобрениями, кг д.в./ га	-	-			

Таблица 8

Площадь пашни и количество использованных в хозяйстве  
минеральных удобрений

№ задачи	Площадь пашни, га	Количество удобрений, т									
		Аммиачная селитра (34:0:0)	Мочевина (46:0:0)	Жидкий аммиак (82:0:0)	Фосфоритная мука (0:19:0)	Преципитат (0:37:0)	Хлористый калий (0:0:56)	Калимагнезия (0:0:28)	Диаммофоска (10:26:26)	Нитрофоска (11:10:11)	Кемира универсал (12:8:14)
1	2445	41	24	10	38	26	18	-	18	-	12
2	3015	54	26	28	36	-	32	-	37	40	24
3	2856	12	36	16	-	39	27	43	24	-	33
4	1784	16	55	19	27	14	-	19	17	22	-
5	2210	27	-	35	-	22	23	16	24	26	16
6	2048	35	87	18	16	-	20	31	14	-	12
7	2365	38	49	-	28	17	21	-	17	32	8
8	3042	64	36	15	19	37	28	-	23	23	-
9	3355	64	38	24	36	15	-	22	34	-	13
10	3162	94	29	-	18	24	11	22	-	26	14
11	3243	45	62	27	-	29	20	19	16	37	-
12	3106	86	34	11	22	-	20	13	13	23	9
13	3044	95	48	37	-	13	27	28	9	21	18
14	2875	78	58	14	26	-	15	-	15	33	14

15	2326	72	36	23	42	32	-	22	-	14	15
----	------	----	----	----	----	----	---	----	---	----	----

Продолжение таблицы 8

№ задачи	Площадь пашни, га	Количество удобрений, т									
		Аммиачная селитра (34:0:0)	Мочевина (46:0:0)	Аммиачная вода (21:0:0)	Сульфат аммония (21:0:0)	Фосфоритная мука (0:19:0)	Хлористый калий (0:0:56)	Аммофос (12:52:0)	Диаммофоска (10:26:26)	Азофоска (16:16:16)	Нитроаммофосфат (23:21:0)
16	2532	68	45	45	-	15	14	18	15	-	24
17	2651	83	42	38	26	25	24	-	-	26	13
18	2753	71	67	42	-	21	19	13	-	16	8
19	2027	86	39	23	29	-	21	12	18	14	-
20	2248	79	68	47	-	24	15	21	14	-	12
21	2342	84	86	24	18	32	23	-	15	-	21
22	3466	97	62	-	21	22	16	18	28	23	-
23	2684	81	62	48	23	-	29	-	22	11	17
24	2763	76	64	54	-	27	24	23	-	32	23
25	1892	82	57	37	28	-	23	14	24	-	9
26	1934	95	46	81	12	25	21	20	-	-	27
27	2022	86	91	-	22	31	-	9	17	12	19
28	2235	88	62	27	-	12	13	7	-	33	19
29	2450	97	63	46	-	32	17	26	17	25	-
30	2547	93	63	76	24	45	20	-	-	49	24

Сравнивайте насыщенность пашни данного хозяйства минеральными удобрениями с районным, республиканским и

общефедеральным уровнем применения удобрений. Оцените, насколько удачно подобран ассортимент удобрений и соотношение N:  $P_2O_5$ :  $K_2O$  для сельскохозяйственных культур вашего хозяйства. Укажите наиболее эффективные способы и сроки внесения имеющихся в хозяйстве удобрений под те или иные сельскохозяйственные культуры.

## **6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АГРОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (ОКУПАЕМОСТИ) МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

### **Пояснения и справочная информация**

**Показатели эффективности применения удобрений.** Для оценки эффективности применения удобрений могут быть использованы различные показатели в натуральном и денежном выражении: экономические (размер чистого дохода, уровень рентабельности, окупаемость затрат на удобрения в рублях), энергетические (биоэнергетический коэффициент, приращенная энергия) и агрономические (рост урожайность, величина прибавки урожая, окупаемость единицы действующего вещества продукцией). Наиболее простым и широко используемым в агрономической практике способом оценки эффективности применения удобрений представляется окупаемость удобрений основной продукцией в натуральном выражении.

**Окупаемость (оплата) минеральных удобрений основной продукцией** (зерном, корне-, клубнеплодами и т. д.) – это количество основной продукции в килограммах, полученное от 1 кг действующего вещества удобрений. Она рассчитывается делением прибавки урожая основной продукции, полученной от применения удобрений, на сумму действующего вещества, внесенной в составе минеральных удобрений. Для расчета окупаемости удобрений необходимо проводить полевые или производственные опыты, позволяющие определить величины приростов урожая от тех или иных норм удобрений.

В Республике Татарстан и в целом в Российской Федерации окупаемость минеральных удобрений невысокая. Так, окупаемость 1 кг действующего вещества зерном во многих хозяйствах не превышает 4-6 кг, в то время как в условиях полевых опытов научных организаций она достигает 12-14 кг зерна. По нормативам ФАО, оптимальной окупаемостью 1 кг действующего вещества считается 10-12 кг зерна.

**Факторы, оказывающие влияние на окупаемость удобрений.** Окупаемость удобрений обуславливается огромным количеством факторов: обеспеченность почв влагой, воздухом, питательными веществами, кислотно-основные свойства почвы; виды



и формы удобрений, способы, сроки и нормы их внесения; сорта и качества семян; обработки почвы и т. д. Важнейшим фактором, оказывающим на окупаемость удобрений во многих регионах, представляется влагообеспеченность. Именно поэтому в нашей стране наибольшая окупаемость удобрений наблюдается в Нечерноземной зоне, которая отличается относительно высокой влагообеспеченностью. В производственных условиях среди различных способов внесения удобрений максимальную окупаемость обеспечивают водорастворимые фосфорные удобрения, вносимые при посеве (20-25 кг/кг), и азотные удобрения в случае их использования для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур (7-15 кг/кг).

### **Задачи**

**6.1.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах гречихи в условиях серой лесной почвы, если допосевное внесение калимагнезии (0:0:29) из расчета 150 кг/га повысило урожайность зерна на 0,26 т/га.

**6.2.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией при выращивании кукурузы на силос в условиях серой лесной почвы, если допосевное внесение 140 кг/га хлористого калия (0:57:0) и 50 кг/га аммофоса (11:46:0) при посеве повысила урожайность на 4,1 т/га.

**6.3.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах озимой ржи в условиях дерново-подзолистой почвы, если до и после посева было внесено соответственно 130 кг/га карбоаммофоса (18:17:17) и 110 кг/га аммиачной селитры. Прибавка урожая зерна от удобрений составила 0,97 т/га.

**6.4.** Рассчитайте окупаемость удобрений на посевах гороха в условиях серой лесной почвы, если припосевное внесение аммофоса (11:50:0) из расчета 40 кг/га повысила урожайность зерна на 0,51 т/га.

**6.5.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах гречихи в условиях светло-серой лесной почвы, если до посева с осени было внесено 80 кг/га хлористого калия (0:0:53), 200 кг/га фосфоритной муки (0:19:0), а при посеве 50 кг/га аммофоса (11:46:0). Благодаря удобрениям дополнительно была получена 0,73 т/га зерна.

**6.6.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах яровой пшеницы в условиях темно-серой лесной почвы, если допосевное внесение азофоски (16:16:16) из расчета 120 кг/га повысила урожайность зерна на 0,52 т/га.

**6.7.** Рассчитайте окупаемость удобрений при выращивании сахарной свеклы в условиях выщелоченного чернозема, если до посева были внесены 80 кг/га жидкого аммиака, по 120 кг/га хлористого калия (0:0:57) и простого суперфосфата (0:20:0). При посеве внесли 70 кг/га комплексного удобрения кемира свекловичное-6 (16:12:17). Прибавка урожая корнеплодов от использованных удобрений составила 8,7 т/га.

**6.8.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией при выращивании картофеля в условиях выщелоченного чернозема, если допосевное внесение 160 кг/га нитроаммофоски (13:19:19) и припосадочное внесение кемира картофельное-5 (11:9:16) из расчета 80 кг/га обеспечило дополнительное получение 4,0 т/га клубней картофеля.

**6.9.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах овса в условиях выщелоченного чернозема, если допосевное внесение нитроаммофоса (16:24:0) из расчета 140 кг/га увеличило урожайность зерна на 0,50 т/га.

**6.10.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах яровой пшеницы в условиях светло-серой лесной почвы, если припосевное внесение аммофоса (11:46:0) из расчета 60 кг/га повысила урожайность зерна на 0,65 т/га.

**6.11.** Рассчитайте окупаемость жидкого аммиака (82:0:0) и нитроаммофоски (13:19:19) зерном на посевах яровой пшеницы в условиях оподзоленного чернозема, если первое удобрение было внесено осенью из расчета 120 кг/га, а второе при посеве из расчета 70 кг/га. Прибавка урожая от удобрений составила 1,25 т/га.

**6.12.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах гороха в условиях серой лесной почвы, если допосевное внесение нитроаммофоски (13:19:19) из расчета 140 кг/га повысила урожайность зерна на 0,63 т/га.

**6.13.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах озимой пшеницы в условиях оподзоленного чернозема, если ранневесенняя подкормка гранулированной кальциевой селитрой (17:0:0) из расчета 180 кг/га данного удобрения повысила урожайность зерна на 0,35 т/га.

**6.14.** Рассчитайте окупаемость карбамида (46:0:0) и нитроаммофоса (23:23:0), внесенных до посева по 60 кг/га под ячмень в условиях выщелоченного чернозема, если прибавка зерна от удобрений составила 0,52 т/га.

**6.15.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах овса в условиях оподзоленного чернозема, если допосевное внесение преципитата (0:38:0) из расчета 120 кг/га повысила урожайность на 0,41 т/га.

**6.16.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы, если припосевное внесение простого гранулированного суперфосфата (0:20:0) из расчета 70 кг/га данного удобрения повысила урожайность зерна на 0,36 т/га.

**6.17.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах ярового рапса на маслосемена в условиях серой лесной почвы, если до посева были внесены по 120 кг/га нитроаммофоса (23:23:0) и хлористого калия (0:0:57), а при посеве 80 кг/га простого гранулированного суперфосфата (0:20:0). Прибавка урожая маслосемян от удобрений составила 0,67 т/га).

**6.18.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах озимой ржи в условиях светло-серой лесной почвы, если допосевное внесение нитрофоски (11:10:11) из расчета 80 кг/га удобрения повысила урожайность зерна на 0,22 т/га.

**6.19.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах проса в условиях темно-серой лесной почвы, если припосевное внесение нитроаммофоса (23:23:0) из расчета 60 кг/га данного удобрения повысила урожайность зерна на 0,56 т/га.

**6.20.** Рассчитайте окупаемость удобрений на посевах гороха в условиях светло-серой лесной почвы, если до и при посеве были

внесены соответственно 250 кг/га фосфоритной муки (0:19:0) и 50 кг/га аммофоса (11:46:0). Прирост урожайности зерна от удобрений составил 0,71 т/га.

**6.21.** Рассчитайте окупаемость удобрений зерном на посевах озимой пшеницы в условиях серой лесной почвы, если ранневесенняя подкормка мочевиной (46:0:0) из расчета 80 кг/га повысила урожайность на 0,62 т/га.

**6.22.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах яровой пшеницы в условиях темно-серой лесной почвы, если допосевное внесение нитроаммофоски (13:19:19) из расчета 150 кг/га повысила урожайность зерна на 0,64 т/га.

**6.23.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах озимой пшеницы в условиях оподзоленного чернозема, если до и после посева были внесены соответственно 150 кг/га нитроаммофоски (17:17:17) и 120 кг/га аммиачной селитры (34:0:0). Под действием удобрений урожайность зерна повысилась на 0,97 т/га.

**6.24.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах ярового рапса на маслосемена в условиях темно-серой лесной почвы, если припосевное внесение нитроаммофоски (17:17:17) из расчета 70 кг/га повысила урожайность на 0,31 т/га.

**6.25.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией при выращивании картофеля в условиях серой лесной почвы, если допосевное внесение сернокислого калия (21:0:0) из расчета 180 кг/га повысила урожайность клубней на 1,4 т/га.

**6.26.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией при выращивании кукурузы на силос в условиях оподзоленного чернозема, если допосевное внесение 130 кг/га хлористого калия (0:60:0) и 100 кг/га жидкого аммиака (82:0:0) было дополнено припосевным внесением 70 кг/га комплексного удобрения кемира универсал-2 (12:8:14). Прибавка урожая от использованных удобрений составила 7,3 т/га.

**6.27.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах озимой ржи в условиях светло-серой лесной почвы, если допосевное внесение жидкого аммиака (82:0:0) из расчета 80 кг/га повысила урожайность зерна на 0,61 т/га.

**6.28.** Рассчитайте окупаемость сульфата аммония (21:0:0) зерном на посевах озимой пшеницы в условиях оподзоленного чернозема, если ранневесенняя подкормка из расчета 120 кг/га данного удобрения повысила урожайность зерна на 0,33 т/га.

**6.29.** Рассчитайте окупаемость удобрений основной продукцией на посевах проса в условиях дерново-подзолистой почвы, если до посева была внесена 120 кг/га комплексное удобрение кемира универсал-2 (12:8:14), а при посеве – 40 кг/га аммофоса (11:46:0). Прибавка урожая от удобрений составила 0,65 т/га.

**6.30.** Рассчитайте окупаемость азофоски (16:16:16) зерном на посевах ячменя в условиях светло-серой лесной почвы, если допосевное внесение из расчета 150 кг/га данного удобрения повысила урожайность на 0,69 т/га.

## 7 ОТВЕТЫ

Правильные ответы на некоторые задачи

№ задачи	Ответы
<b>1.1</b>	5,0 т/га
<b>1.15</b>	3,0 т/га
<b>1.30</b>	4,4 т/га
<b>2.1</b>	7,7 т/га
<b>2.15</b>	7,1 т/га
<b>2.30</b>	9,9 т/га
<b>3.1</b>	10,2 т/га
<b>3.15</b>	около 1238 кг
<b>3.30</b>	около 884 т
<b>4.1</b>	около 235 т
<b>4.15</b>	около 38 т
<b>4.30</b>	около 3752 кг
<b>5.1</b>	30,8 кг д. в./га, соотношение N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O 1:0,62:0,45
<b>5.15</b>	41,0 кг д. в./га, соотношение N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O 1:0,35:0,15
<b>5.30</b>	53,2 кг д. в./га, соотношение N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O 1:0,23:0,20
<b>6.1</b>	около 6,0 кг/кг
<b>6.15</b>	около 9,0 кг/кг
<b>6.30</b>	около 9,6 кг/кг

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, Ш.А. Проблемы известкования почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев, В.З. Шакиров. – Казань, 2002. - 82 с.
2. Антипов-Каратаев И.Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов СССР / И.Н. Антипов-Каратаев // Мелиорация солонцов в СССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1953. - С.11-266.
3. Березин, Л.В. Эффективность способов химической мелиорации солонцов / Л.В. Березин // Науч. тр. Омского с-х. ин-та, 1975, №140. - С. 54-59.
4. Габдрахманов, И.Х. Актуальные проблемы известкования кислых почв Республики Татарстан и пути их решения / И.Х. габдрахманов, И.Р. Валиев, С.М. Калимуллин и др. – Казань: ИЦ «Арт-кафе», 2008. – 128 с.
5. Гедройц, К.К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация / К.К. Гедройц. Изд-во Носовской с.-х. опытной станции, 1928, вып. 46. - 76 с.
6. Гилязов, М.Ю. Сборник задач по агрономической химии для студентов агрофака (1-ый выпуск) / М.Ю. Гилязов М.Ю. – Казань: офсетная лаб. Казанского СХИ, 1994. – 40 с.
7. Гилязов, М.Ю. Техногенный галогенез в районах нефтедобычи / М.Ю. Гилязов, И.А. Гайсин. – М., 2009. - 422 с.
8. Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений / И.Н. Донских. – М.: Колос, 2004 – 144 с.
9. Кидин, В.В. Агрохимия / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
10. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010. - 687 с.
11. Корнилов, М.Ф. Известкование кислых почв Нечерноземной полосы СССР. Под ред. Н.А. Сапожникова, М.Ф. Корнилова / М.Ф. Корнилов и др. - Л.: Колос, 1971. - 255 с.

12. Мелиорация солонцов в СССР. Под ред. И.В. Тюрина, И.Н. Антипова-Каратаева, М.Г. Чижевского. - М.: Изд-во АН СССР, 1953. - 559 с.
13. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. - 720 с.
14. Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве. Растениеводство. Сост. Ю.С. Чамов и др. Под ред. А.И. Иевлева. - М.: Агропромиздат, 1988. - 172 с.
15. Панов, Н.П. Основные направления и результаты исследований генезиса и мелиорации солонцов в СССР / Н.П. Панов, К.П. Пак, И.Г. Цурюпа // Изв. ТСХА, 1977, вып. 5. - С. 28-38.
16. Самбур, Г.Н. Солонцы УССР и их улучшение / Г.Н. Самбур // Мелиорация солонцов в СССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1953. - С. 502-550.
17. Самойлова, Е.М. Засоленные и щелочные почвы / Е.М. Самойлова // Почвоведение. Под ред. В.А. Ковды. Б.Г. Розанова. Ч.2. Типы почв, их география и использование. - М.: Высш. шк., 1988. - С. 148-171.
18. Справочник агрохимика. Под ред. И.Д. Давлятшина / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов и др. - Казань: ИД МеДДоК, 2013. - 300 с.
19. Чекмарев, П.А. Известкование кислых почв и местные известковые удобрения РТ / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, Р.М. Минуллин. - Казань, 2017. - 74 с.
20. Ягодин, Б.А. Агрохимия. Под ред. Б.А. Ягодия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В.И. Кобзаренко. - М.: Мир, 2003. - 584 с.



## Приложение 1

Группировка почв по степени кислотности, определяемой  
в солевой вытяжке (обменная кислотность)

№№ группы	Цвет раскраски на картограмме	Степень кислотности	pH <sub>сол.</sub>
1	розовый	очень сильноокислая	$\leq 4,0$
2	оранжевый	сильноокислая	4,1-4,5
3	желтый	среднеокислая	4,6-5,0
4	зеленый	слабоокислая	5,1-5,5
5	синий	близкая к нейтральной	5,6-6,0
6	фиолетовый	нейтральная	$> 6,0$

Приложение 2

Корректировка расчетной нормы внесения извести в зависимости  
от типа севооборота и некоторых других факторов  
(Донских И.Н., 2004)

Нормы извести в долях от полной ( $\alpha$ )	Севооборот (с/х удодья)	Прочие факторы
1,30	овощной	на почвах тяжелого гранулометрического состава
1,20	кормовой с корнеплодами	при внесении борных удобрений
1,00	полевой с мн. травами	картофель занимает площадь <15%
	кормовой с корнеплодами	без внесения борных удобрений
	льняной	на почвах тяжелого гранулометрического состава
	свекловичный	-
	сенокосы и пастбища	-
	овощной	на почвах легкого гранулометрического состава
	сады и ягодники	под косточковые, смородину, землянику
0,75	полевой с мн. травами	картофель занимает площадь >15%
	картофельный	на почвах тяжелого гранулометрического состава
	сады и ягодники	под малину
0,50	льняной, картофельный	на почвах легкого гранулометрического состава

	сады и ягодники	под семечковые, крыжовник
--	-----------------	---------------------------

## Приложение 3

Субъекты Российской Федерации, входящие в Нечерноземную зону

Экономический район Нечерноземной зоны РФ	Субъекты Российской Федерации
Северный	Республика Карелия Республика Коми Архангельская область Ненецкий автономный округ Вологодская область Мурманская область
Северо-западный	Ленинградская область Новгородская область Псковская область Санкт-Петербург
Центральный	Брянская область Владимирская область Ивановская область Калужская область Костромская область Московская область Москва Орловская область Рязанская область Смоленская область Тверская область Тульская область Ярославская область
Волго-Вятский	Марий Эл Мордовия Чувашия Кировская область Нижегородская область

Прочие	Калининградская область Пермский край Свердловская область Удмуртия
--------	--

## Приложение 4

## Группировка почв по величине гидролитической кислотности

№№ группы	Цвет раскраски на картограмме	Степень кислотности	Нг, ммоль/100 г
1	фиолетовый	очень сильнокислая	> 6,0
2	сиреневый	сильнокислая	5,1-6,0
3	красный	среднекислая	4,1-5,0
4	розовый	слабокислая	3,1-4,0
5	оранжевый	близкая к нейтральной	2,1-3,0
6	светло- оранжевый	нейтральная	≤ 2,0

