

УДК 631.6:631.879.3

Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ И ДОЗ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ КОМПЛЕКСНОГО ПОКРОВА

Цель работы – изучение влияния способов и доз внесения фосфогипса на физические свойства почв комплексного покрова. Исследования проводились в Сальском районе Ростовской области. Объект исследований – черноземы южные (зональные почвы) и солонцы, составляющие комплексный почвенный покров с участием солонцов более 35 %. Согласно схеме опыта изучалось влияние фосфогипса на свойства солонцов и зональных почв на фоне глубокого рыхления при применении принятой (сплошное внесение) и предлагаемой (выборочное внесение) технологий внесения на почвенный комплекс. В результате исследований выявлено, что способ внесения фосфогипса – сплошной или выборочный – не оказал влияния на физические показатели, а сидерация, глубокое рыхление и внесение фосфогипса улучшили физические свойства почв комплексного покрова. Оптимальные показатели получены на солонце при проведении сидерации, глубокого рыхления и химической мелиорации дозой фосфогипса 10 т/га. В этом варианте на третий год воздействия комплексной мелиорации плотность сложения почвы в слое 0–40 см равнялась 1,27 тонны на кубический метр (до мелиорации – 1,50 тонны на кубический метр), порозность – 52 % (44 %), структурное состояние при мокром просеивании – 58 % (39 %), водопрочность – 58 % (39 %). Это физическое состояние сохранялось и на пятый год воздействия мелиорации. На черноземе лучшей дозой фосфогипса являлась 5 т/га (полная расчетная доза). Ее увеличение вдвое не способствовало значительному улучшению физических свойств почвы. Сделан вывод, что при мелиорации почв комплексного покрова целесообразно отдать предпочтение выборочному способу мелиорации, то есть промелиорировать весь участок дозой фосфогипса 5 т/га, рассчитанной для чернозема, а затем внести на солонцы оставшуюся дозу мелиоранта (5 т/га).

Ключевые слова: комплексный покров, химическая мелиорация, фосфогипс, сидерация, глубокое рыхление, плотность сложения почвы, водопрочность, порозность.

R. Ye. Yurkova, L. M. Dokuchayeva

Russian Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

INFLUENCE OF METHODS AND RATES OF PHOSPHOGYPSUM APPLICATION ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF INTEGRATED COVER SOILS

The purpose of the work is to study the effect of the methods and rates of phosphogypsum application on the physical properties of integrated soil cover. The study has been conducted in the Salsk district of Rostov region. The object of research is black southern chernozems (zonal soils) and alkali soils that make up the integrated soil cover with more than 35 % alkali. According to the trial arrangement the phosphogypsum effect on the alkali soils and zonal soils properties against the background of deep tillage when applying accepted (overall application) and proposed (selective application) practice on the soil complex has

been studied. The studies revealed that the method of phosphogypsum application – overall or selective – had no impact on the physical indicators but green manuring, deep tillage and application of phosphogypsum improved physical properties of the complex soil cover. Optimum indicators were obtained on solonetz during green manuring, deep tillage and chemical reclamation by rate of phosphogypsum 10 t/ha. In this variant in the third year of the complex reclamation the bulk density of soil in the layer 0–40 cm was equal to 1.27 tons per cubic meter (before reclamation – 1.50 tones per cubic meter), porosity – 52 % (44 %), structural state of the wet sieving – 58 % (39 %), water resistance – 58 % (39 %). This physical condition was still preserved in the fifth year of reclamation impact. For chernozem the best rate of phosphogypsum was 5 t/ha (the absolute designated rate). Its duplication hasn't contributed to the significant improvement of the soil physical properties. It's been concluded that it's appropriate to give preference to a selective method of reclamation, i. e. to reclaim the whole site with phosphogypsum rate calculated for the chernozem, of 5 t/ha, and then apply the remaining rate of ameliorant (5 t/ha) on alkali soils.

Keywords: comprehensive cover, chemical reclamation, phosphogypsum, green manuring, deep tillage, soil bulk density, water resistance, porosity.

Введение. На массивах почв, особенно при орошении, в силу разных причин (поливы минерализованными водами, близкое залегание и высокая минерализация грунтовых вод, отсутствие или недостаточная работа дренажа, неравномерность обработок и внесения удобрений) проявляются участки с другими водно-физическими, физико-химическими или агрохимическими свойствами, то есть почвенный покров становится разнокачественным, комплексным [1–4].

Комплексность почвенного покрова внутри отдельных массивов, их мелкая пятнистость, изменение свойств почв в пределах единиц и десятков метров делают невозможной обработку почв в оптимальные для всех компонентов почвенного покрова сроки. Вносимые удобрения не создают равную обеспеченность элементами питания, а поливы приводят к неравномерному увлажнению почв. Как следствие, возделывание сельскохозяйственных культур на таких массивах с различной впитывающей способностью, уплотненностью и другими разными свойствами не может быть эффективным [5, 6]. Возникают сложности и при составлении проектов химической мелиорации [7].

Решающая роль в улучшении земель с комплексным почвенным покровом принадлежит сбалансированной системе мелиоративных мероприятий, которая направлена преимущественно на устранение главных

причин возникновения солонцовых пятен, снижающих плодородие орошаемых земель.

Одним из таких мероприятий является внесение мелиорантов. Из большого количества мелиорантов наиболее эффективным показал себя фосфогипс [8]. Изучая влияние различных мелиорантов-коагулянтов на физические свойства нейтральных солонцов, А. Я. Митриковский с соавторами сделали вывод, что наиболее практичным и улучшающим водно-физические свойства солонцов является фосфогипс [9].

О необходимости проведения химической мелиорации солонцовых почв для улучшения их свойств утверждается и в трудах других исследователей [10–12]. Однако при химической мелиорации важно не только учесть вид и дозу мелиоранта, но и определить способ его внесения – сплошной или выборочный. Согласно существующим нормативам солонцы, составляющие в комплексе 30–35 % и более, требуют сплошной химической мелиорации, рассчитанной или на мелиорацию солонцов, или на среднюю почву (зональная почва + солонец) [13]. На наш взгляд, это неприемлемо, на таких почвах требуется не только новая технология внесения мелиоранта, но и существует необходимость в других дополнительных приемах, способствующих повышению плодородия почв всего комплекса [14, 15].

Цель настоящей работы – изучение влияния способов и доз внесения фосфогипса на физические свойства почв комплексного покрова на фоне проведения сидерации и глубокого рыхления.

Материалы и методы. Исследования проводились в ООО «Фрунзе» Сальского района Ростовской области (бывшая Пролетарская оросительная система). Объект исследований – черноземы южные (зональные почвы) и солонцы, составляющие комплексный почвенный покров с участием солонцов более 35 %. Орошение проводилось ДМ «Фрегат» водой с минерализацией 1,8–2,0 г/дм³ сульфатно-натриевого состава. В полевом опыте

исследовалось влияние фосфогипса на свойства солонцов и зональных почв на фоне глубокого рыхления при применении принятой (сплошное внесение) и предлагаемой (выборочное внесение) технологий их внесения на почвенный комплекс.

Схема полевого опыта: 1) контроль; 2) сплошное внесение $D_{\text{Ф}} = D_{\text{З}} = 5$ т/га; 3) сплошное внесение $D_{\text{Ф}} = D_{\text{С}} = 10$ т/га; 4) выборочное внесение: на зональную почву $D_{\text{Ф}} = D_{\text{З}} = 5$ т/га; на солонцы $D_{\text{Ф}} = D_{\text{С}} = 10$ т/га.

Повторность опытов трехкратная. Размер делянок 15×100 м = 1500 м². Опыт заложен осенью 2009 г. Фосфогипс вносили разбрасывателем МТТ-9. Глубокое рыхление производилось специальным орудием на глубину 45 см. До внесения фосфогипса и проведения глубокого рыхления в этот год на этом участке дважды возделывалась горчица с последующей запашкой. Согласно расчетам в черноземы поступило 24 т/га органики, а в солонцы – 10 т/га.

Образцы для определения физических свойств почв отбирались на черноземе и солонце в слоях 0–20, 20–40 см на постоянных динамических площадках по всем вариантам опыта осенью после уборки сельскохозяйственных культур (до мелиорации, после трех и пяти лет воздействия комплексной мелиорации). На этих же площадках и в те же сроки в шурфах определялась плотность сложения почвы. Полевые наблюдения и исследования проводились по общепринятым методикам: гранулометрический и микроагрегатный составы – по ГОСТ 12536-79 [16]; структурное состояние – методом Саввинова [17]; плотность твердой фазы – пикнометрически [17]; объемная масса (плотность сложения) почвы – методом режущего кольца по Качинскому в трехкратной повторности [17]. Поливная норма рассчитывалась по формуле А. Н. Костякова. Анализы почв проводились в эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ».

Дозы фосфогипса устанавливались по формуле, рассчитанной на полное вытеснение натрия из почвенного поглощающего комплекса

(ППК) солонцов [18]:

$$D=0,086 \cdot h \cdot d \cdot Na \cdot K,$$

где D – доза мелиоранта, т/га;

h – мощность мелиорируемого слоя, см;

d – плотность сложения почвы, т/м³;

Na – содержание обменного натрия, ммоль/100 г почвы;

K – коэффициент пересчета мелиоранта в чистый гипс, $K = 1,05$.

$$D = 0,086 \cdot 30 \text{ см} \cdot 1,33 \text{ т/м}^3 \cdot 2,78 \text{ ммоль/100 г} \cdot 1,05 = 10 \text{ т/га.}$$

Расчет доз фосфогипса на полное вытеснение натрия из ППК чернозема:

$$D = 0,086 \cdot 30 \text{ см} \cdot 1,29 \text{ т/м}^3 \cdot 1,43 \text{ ммоль/100 г} \cdot 1,05 = 5 \text{ т/га.}$$

Агротехника – общепринятая для черноземной зоны орошаемого земледелия. Расчетная норма полива обеспечивала промачивание слоя 0–60 см при поддержании влажности на уровне 75–80 % НВ и в зависимости от возделываемых культур составляла не более 500 м³/га. В 2010 г. выращивали горох на зерно, в 2011 г. – лук, в 2012 г. – озимую пшеницу + люцерну на сено, в 2013–2014 гг. – люцерну на сено.

При оценке почвенного плодородия применялись «Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании» [18], «Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» [19].

Результаты и обсуждение. В процессе взятия образцов было отмечено, что с поверхности и примерно до 50 см почва довольно рассыпчата, гумусированна, имеет черно-бурый цвет. На глубине в среднем 55–75 см находится очень плотный, липкий, слитой горизонт, цвет почвы здесь рыжеватый с переходом в рыжий, напоминает глину. Ниже 75 см почва сухая, рассыпчатая, как песок, также имеет рыжий цвет. Такие особенности почвенного профиля были отмечены как на зональных почвах, так и

на присутствующих пятнах солонцов. По гранулометрическому составу обе почвы относились к тяжелым суглинкам по всему метровому слою.

До мелиорации, как видно из таблицы 1, зональные почвы (южный чернозем) уплотнены меньше, чем солонцы. Плотность сложения чернозема в слое 0–20 см составляла 1,25 т/м³, в слое 0–40 см – 1,38 т/м³, а на солонце соответственно 1,45 и 1,50 т/м³. Порозность в слое 0–40 см изменялась от 46 % в черноземе до 44 % в солонце.

Таблица 1 – Изменение плотности сложения и порозности почв комплексного покрова на третий и пятый год воздействия агромелиоративных мероприятий

Вариант опыта	Слой, см	Плотность сложения почвы, т/м ³	Порозность общая, %	Водопрочность, %
1	2	3	4	5
Чернозем южный				
До мелиорации (осень 2009 г.)	0–20	1,25	47	
	0–40	1,38	46	53
Третий год воздействия				
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–20	1,24	52	
	0–40	1,27	50	58
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,18	54	
	0–40	1,22	52	59
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,21	53	
	0–40	1,24	52	60
То же + выборочное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,19	54	
	0–40	1,24	52	62
Пятый год воздействия				
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–20	1,26	51	
	0–40	1,28	50	55
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,20	53	
	0–40	1,24	54	57
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,23	54	
	0–40	1,25	53	60
То же + выборочное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,20	52	
	0–40	1,26	51	61
Солонец				
До мелиорации (осень 2009 г.)	0–20	1,45	45	
	0–40	1,50	44	39
Третий год воздействия				
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–20	1,34	50	
	0–40	1,35	49	45
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,23	54	
	0–40	1,27	52	55

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,31	51	
	0–40	1,32	50	48
То же + выборочное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,24	53	
	0–40	1,28	52	58
Пятый год воздействия				
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–20	1,35	50	
	0–40	1,37	48	43
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,25	53	
	0–40	1,30	51	54
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–20	1,33	50	
	0–40	1,35	50	46
То же + выборочное внесение 10 т/га фосфогипса	0–20	1,25	53	
	0–40	1,28	52	59

Согласно классификации пахотный слой на обеих почвах сильно уплотнен, а порозность являлась неудовлетворительной для этого слоя [18].

Структурное состояние чернозема удовлетворительное, водопрочность агрегатов хорошая; солонца – соответственно неудовлетворительное и удовлетворительная.

Сидерация и глубокое рыхление содействовали разуплотнению обеих почв. Это наглядно видно на контроле, где на третий год последействия в слое чернозема 0–40 см плотность сложения почвы равнялась 1,27 т/м³, а на солонце – 1,35 т/м³. Согласно градации пахотный слой сильно уплотнен [18].

При внесении фосфогипса на фоне сидерации и глубокого рыхления пахотный слой обеих почв из категории сильно уплотненного перешел в категорию уплотненного. Чтобы чернозем оставался в этой градации, достаточной была доза фосфогипса 5 т/га, а для солонца потребовалось не менее 10 т/га этого мелиоранта.

Разуплотнение почв способствовало увеличению общей порозности. При сидерации и глубоком рыхлении порозность увеличилась с 46 до 50 %. При внесении 5 и 10 т/га фосфогипса на черноземе она составляла по 52 %, что являлось уже удовлетворительным для пахотного слоя. Аналогичные изменения происходили и в слоях солонца 0–20 и 0–40 см, толь-

ко на солонцах наибольшее разуплотнение к третьему году воздействия наблюдалось при дозе фосфогипса 10 т/га.

Структурное состояние чернозема южного до мелиорации оценивалось как удовлетворительное (рисунок 1). На третий год воздействия во всех вариантах он имел уже хорошее состояние.

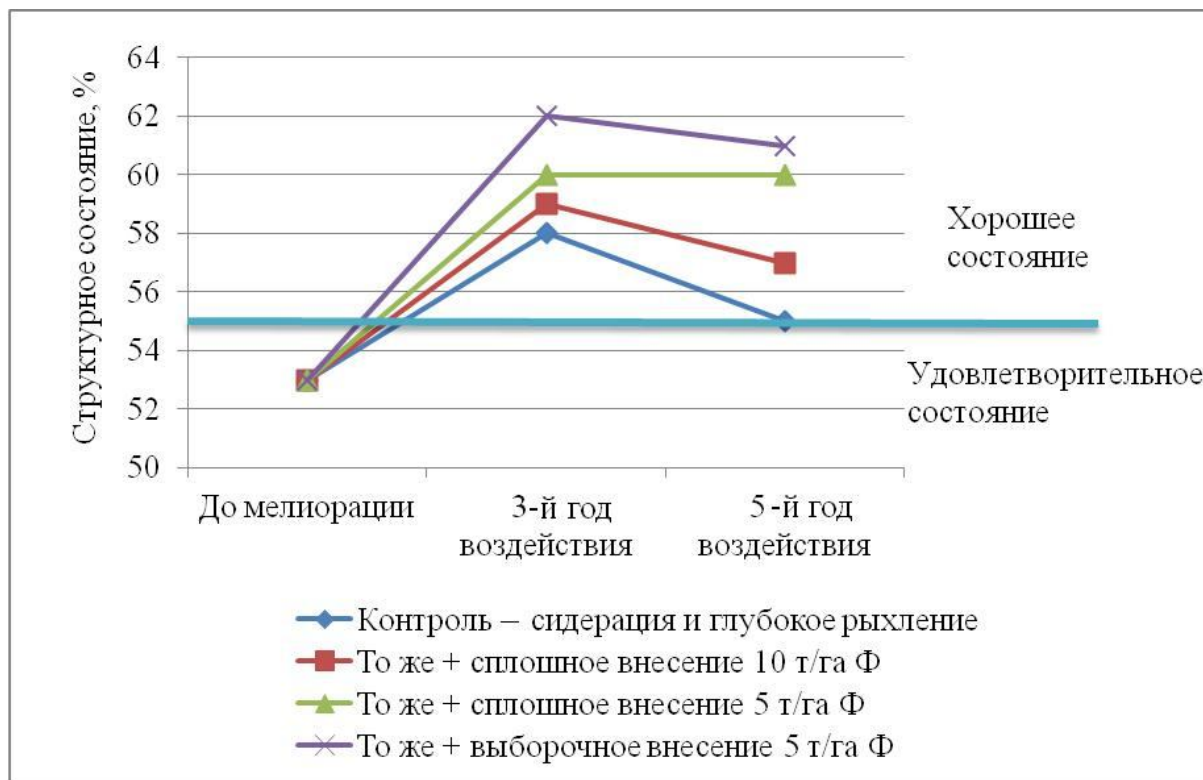


Рисунок 1 – Изменение структурного состояния чернозема южного в комплексном покрове на третий и пятый год воздействия агромероприятий

В варианте с сидерацией и глубоким рыхлением содержание агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) при мокром просеивании на черноземе составляло 58 %, при сплошном внесении 5–10 т/га фосфогипса – соответственно 59–60 %, при выборочном внесении с 5 т/га фосфогипса – 62 %. К пятому году воздействия структурное состояние в таком виде практически сохранилось на мелиорированных участках, чему способствовало и вовлечение в севооборот люцерны. Наметилась тенденция к ухудшению структуры почвы в варианте с сидерацией и глубоким рыхлением.

Солонец до мелиорации имел неудовлетворительную структуру (39 % агрономически ценных агрегатов) (рисунок 2).

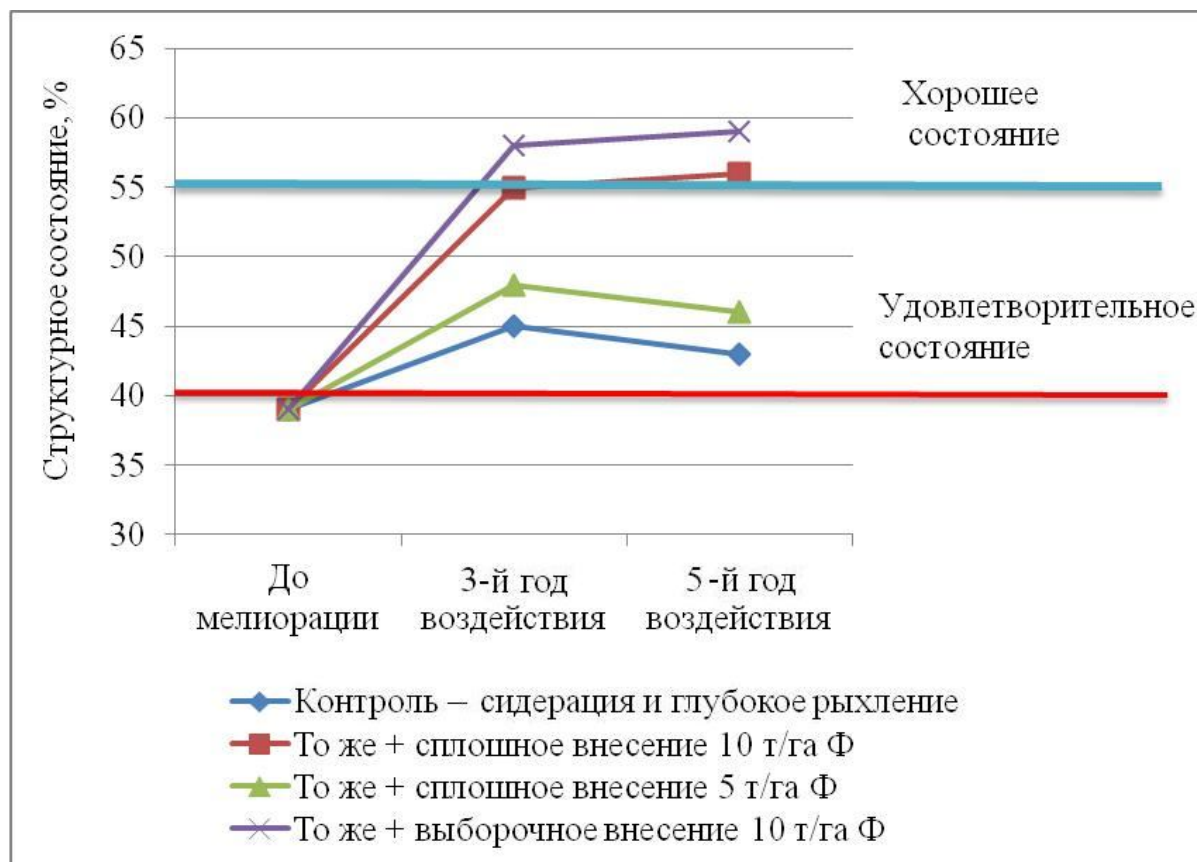


Рисунок 2 – Изменение структурного состояния солонца в комплексном покрове на третий и пятый год воздействия агрономических мероприятий

Сидерация и глубокое рыхление способствовали переводу солонца к третьему году в удовлетворительное состояние, которое сохранилось и на пятый год воздействия агрономических приемов. С внесением 5 т/га фосфогипса структурное состояние стало удовлетворительным, а с внесением 10 т/га фосфогипса – хорошим.

Аналогичные изменения произошли и с водопрочностью агрегатов (таблица 1). На участках, мелиорированных фосфогипсом (5 т/га), на черноземах этот показатель составлял 60 % и более и характеризовал почву как отличную. На солонце, мелиорируемом 10 т/га фосфогипса, почва из неудовлетворительной категории (до мелиорации) перешла в хорошую, а при 5 т/га – в удовлетворительную.

Выводы

1 Сидерация, глубокое рыхление и внесение фосфогипса улучшают физические свойства почв комплексного покрова.

2 Способ внесения фосфогипса – сплошной или выборочный – не оказывал влияния на физические показатели. Как на черноземе, так и на солонце при этих двух видах результаты получены практически одинаковые.

3 Дозы фосфогипса оказывают влияние на физические свойства почв комплекса. Наиболее существенные изменения произошли на солонце при проведении сидерации, глубокого рыхления и химической мелиорации дозой фосфогипса 10 т/га. В этом варианте на третий год воздействия комплексной мелиорации плотность сложения почвы в слое 0–40 см равнялась 1,27 т/м³ (до мелиорации – 1,50 т/м³), порозность – 52 % (44 %), структурное состояние при мокром просеивании – 58 % (39 %), водопрочность – 58 % (39 %). Это физическое состояние сохранялось и на пятый год воздействия мелиорации.

4 На черноземе лучшей дозой фосфогипса являлась 5 т/га (полная расчетная доза). Ее увеличение вдвое не способствовало значительному улучшению физических свойств почвы.

5 При мелиорации почв комплексного покрова целесообразно отдать предпочтение выборочному способу мелиорации, то есть промелиорировать весь участок дозой фосфогипса 5 т/га, рассчитанной для чернозема, а затем внести на солонцы оставшуюся дозу мелиоранта (5 т/га).

Список использованных источников

1 Годельман, Я. М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель / Я. М. Годельман. – М.: Наука, 1981. – 200 с.

2 Скуратов, Н. С. Использование и охрана орошаемых черноземов / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2001. – 246 с.

3 Калиниченко, В. П. Природные антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В. П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 376 с.

4 Вуколов, Н. Г. Трансформация почв при длительном орошении в условиях юга

Западной Сибири / Н. Г. Вуколов, А. В. Шуравилин // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 34–35.

5 Причины ухудшения качественного состояния орошаемых земель и мероприятия по повышению эффективности их использования / Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова, Л. А. Воеводина, Т. В. Усанина // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2003. – Ч. 2. – С. 156–170.

6 Гончаров, В. М. Проблемы агрофизической оценки комплексного почвенного покрова / В. М. Гончаров // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6(100). – С. 560–564.

7 Минкин, М. Б. Роль характера структуры почвенного покрова при проектировании мелиораций / М. Б. Минкин, В. П. Калинин // Проблемы диагностики и мелиорации солонцов: сб. науч. тр. – Новочеркасск, 1980. – С. 37–41.

8 Докучаева, Л. М. Использование фосфогипса и фосфогипсодержащих мелиорантов для мелиорации солонцовых почв в условиях орошения [Электронный ресурс] / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 3(07). – 13 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=113&id=116>.

9 Митриковский, А. Я. Влияние различных мелиорантов-коагулянтов на физические свойства нейтральных солонцов [Электронный ресурс] / А. Я. Митриковский, Л. Н. Скипин, Ю. А. Козина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1, ч. 1. – Режим доступа: <http://science-education.ru/pdf/2015/1/996.pdf>.

10 Мелиорация солонцовых почв в условиях орошения / Н. С. Скуратов, О. Ю. Шалашова, И. Н. Лозановская, Л. М. Докучаева, Т. В. Усанина. – Новочеркасск: НОК, 2005. – 180 с.

11 Генезис и мелиорация солонцовых комплексов / Н. П. Панов [и др.]; под ред. Н. П. Панова. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 316 с.

12 Гусейнов, А. М. Физико-химическая сущность солонцеобразования в условиях Азербайджанской Республики / А. М. Гусейнов, Н. В. Гусейнов, А. К. Гусейнова // Плодородие. – 2014. – № 3. – С. 31–33.

13 Рекомендации по использованию фосфогипса для мелиорации солонцов / И. Н. Любимова [и др.]. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева РАСХН, 2006. – 46 с.

14 Докучаева, Л. М. К обоснованию способа внесения мелиорантов на почвы с комплексным покровом / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Современные проблемы использования мелиорированных земель и повышения их плодородия: материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Тверь, 27–28 июня 2013 г. / ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2013. – С. 244–248.

15 Докучаева, Л. М. Влияние различных доз фосфогипса и технологии его внесения на урожайность сельскохозяйственных культур / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2013. – Вып. 50. – С. 68–73.

16 ГОСТ 12536-79. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Взамен ГОСТ 12536-67; введ. 1980-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 17 с.

17 Скуратов, Н. С. Лабораторные исследования почв: учеб. пособие / Н. С. Скуратов, Р. А. Каменев. – пос. Персиановский: Изд-во ДонГАУ, 2011. – 107 с.

18 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова [и др.]. – Новочеркасск, 2000. – 85 с.

19 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия

для почв земель сельскохозяйственного назначения: под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.

References

- 1 Godelman Ya.M. 1981. *Neodnorodnost pochvennogo pokrova i ispolzovanie zemel* [Soil Cover Heterogeneity and Land Use]. Moscow, Nauka Publ., 200 p. (In Russian).
- 2 Skuratov N.S, Dokuchaeva L.M., Shalashova O.Yu. 2001. *Ispolzovanie i okhrana oroshaemykh chernozemov* [Use and Protection of Irrigated Chernozems]. Moscow, CSTI “Meliovodinform” Publ., 246 p. (In Russian).
- 3 Kalinichenko, V.P. 2003. *Prirodnye antropogennye faktory proiskhozhdeniya ii evolyutsii struktury pochvennogo pokrova* [Natural Anthropogenic Factors of Origin and Evolution of the Soil Cover Structure]. Moscow, ICCA Publ., 376 p. (In Russian).
- 4 Vukolov N.G., Shuravilin A.V., 2008. *Transformatsiya pochv pri dlitelnom oroshenii v usloviyakh yuga Zapadnoy Sibiri* [Soil Transformation during Prolonged Irrigation in the South of Western Siberia]. *Plodorodie* [Fertility]. no. 6, pp. 34-35. (In Russian).
- 5 Dokuchaeva L.M., Shalashova O.Yu., Voevodina L.A., Usanina T.V. 2003. *Prichiny ukhudsheniya kachestvennogo sostoyaniya oroshaemykh zemel i meropriyatiya po povysheniyu effektivnosti ikh ispolzovaniya* [Reasons for the deterioration of irrigated lands quality and measures for improving the efficiency of their use]. *Sovremennye problemy melioratsii zemel, puti i metody ikh resheniya: sbornik nauchnykh trudov FGNU PosNIIPM* [Modern problems of land reclamation, the ways and methods of their solution: Proceed. of scient. papers]. FGNU “RosNIIPM”, Novocherkassk, Part 2, pp. 156-170. (In Russian).
- 6 Goncharov V.M. 2009. *Problemy agrofizicheskoy otsenki kompleksnogo pochvennogo pokrova* [Problems of agrophysical evaluation of integrated soil cover]. *Vestnik Orenburgskogo universiteta* [Bull. of the Orenburg State University]. no. 6(100), pp. 560-564. (In Russian).
- 7 Minkin M.B., Kalinichenko V.P. 1980. *Rol kharaktera struktury pochvennogo pokrova pri proektirovanii melioratsiy* [The role of character structure of the soil cover in the design of reclamation]. *Problemy diagnostiki i melioratsii solonstov: sbornik nauchnykh trudov* [Problems of diagnosis and reclamation of alkali: coll. scientific. works. Novocherkassk, pp. 37-41. (In Russian).
- 8 Dokuchaeva L.M., Yurkova R.Ye., Shalashova O.Yu. 2012. *Ispolzovanie fosfogipsa i fosfogipsosoderzhashchikh meliorantov dlya melioratsii solonzovykh pochv v usloviyakh orosheniya* [The use of phosphogypsum and ameliorants containing phosphogypsum for alkaline soils reclamation under irrigation conditions]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, [Scientif.Jour. of Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems: electron. periodic. ed.]. Novocherkassk, RosNIIPM, no. 3(07), 13 p. Available: <http://rosniipm-sm.ru/archiven=113&id=116?>. (In Russian).
- 9 Mitrikovsky A.Ya., Skipin L.N., Kozina Yu.A. 2015. *Vliyanie razlichnykh meliorantov-koagulyantov na fizicheskie svoystva neitralnykh solontsov* [Effect of different ameliorants-coagulants on the physical properties of neutral alkali [electronic resource]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. no. 1, part 1. Available: <http://science-education.ru/pdf/2015/1/996.pdf>. (In Russian).
- 10 Skuratov N.S., Shalashova O.Yu., Lozanovskaya I.N, Dokuchaeva L.M., Usanina T.V. 2005. *Melioratsiya solonzovykh pochv v usloviyakh orosheniya* [Reclamation of Alkaline Soils under Irrigation]. Novocherkassk: NOK Publ., 180 p. (In Russian).
- 11 Panov N.P. [et al.] 2008. *Genezis i melioratsiya solontsovykh kompleksov* [Genesis and Reclamation of Alkali Complexes]. Moscow, Russian Agricultural Academy, 316 p. (In Russian).
- 12 Guseynov A.M., Guseynov N.V., Guseynov A.K. 2014. *Fiziko-khimicheskaya*

sushchnost solonzeobrazovaniya v usloviyakh Azerbaidzhanskoj Respubliki [Physico-chemical essence of alkali formation in Azerbaijan Republic]. Plodorodie [Fertility]. no. 3, pp. 31-33. (In Russian).

13 Lyubimova I.N. [et al.]. 2006. *Rekommendatsii po ispolzovaniyu fosfogipsa dlya melioratsii solontsov* [Considerations on the phosphogypsum use for alkali reclamation]. Moscow, Soil. Inst. named after Dokuchaev V.V., Agricultural Sciences, 46 p. (In Russian).

14 Dokuchaeva L.M., Jurkova R.Ye. 2013. *K obosnovaniyu sposoba vneseniya meliorantov na pochvy s kompleksnym pokrovom* [On the justification of the method of ameliorants application on soils with complex cover]. *Sovremennye problemy ispolzovaniya meliorirovannykh zemel i povysheniya ikh plodorodiya: materialy mezhdunarod. nauchno-praktich. konferentsii* [Modern problems of reclaimed lands use and their fertility increase: Proceed. of the internation. scient.-pract. conf. Tver, 27-28 June 2013]. GNU VNIIMZ Russian Agricultural Academy, Tver, TSU Publ., pp. 244-248. (In Russian).

15 Dokuchaeva, L. M., Jurkova R.Ye. 2013. *Vliyanie razlichnykh doz fosfogipsa i technologii ego vneseniya na urozhainost selskokhozyaistvennykh kultur* [The influence of various rates of phosphogypsum and the technology of its application on crop yields: sb. nauch. trudov]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of increasing the efficiency of irrigated agriculture: collect. scient. papers]. FGBNU "RosNIIPM", Novocherkassk, Helicon Publ., vol. 50, pp. 68-73. (In Russian).

16 GOST 12536-79. *Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava* [Methods for laboratory determination of the granulometric (grain) and the microaggregate composition]. Instead of GOST 12536-67, Moscow, Publ. of Standards, 2003, 17 p. (In Russian).

17 Skuratov N.S., Kamenev R. A. 2011. *Laboratornye issledovaniya pochv* [Laboratory soil studies: instruct.]. Persianovsky, Don State Agrarian University Publ. House, 2011. (In Russian).

18 Skuratov N.S., Dokuchaeva L.M., Shalashova O.Yu [et al.]. 2000. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel pri ikh ispolzovanii* [Guidelines for the Control and Regulation of irrigated lands soil fertility by their use]. Novocherkassk, 85 p. (In Russian).

19 Derzhavina L.M., Bulgakov D.S. 2003. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel selskokhozyaistvennogo naznacheniya* [Guidelines for the integrated monitoring of soil fertility of agricultural land]. Moscow, Rosinformagroteh Publ, 240 p. (In Russian).

Юркова Рита Евгеньевна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Yurkova Rita Yevgenyevna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Докучаева Лидия Михайловна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Dokuchayeva Lidiya Mikhaylovna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru