

УДК 631.445.53

УСТОЙЧИВОСТЬ МЕЛИОЛАНДШАФТОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ К НЕГАТИВНЫМ ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹Н.В. Елизаров, кандидат биологических наук^{2,3}Н.В. Семендяева, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
Новосибирск, Россия²Сибирский НИИ земледелия и химизации
сельского хозяйства СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия³Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: elizarov_89@mail.ru

Ключевые слова: солонцы, засоление, грунтовые воды, солевой состав водной вытяжки, мелиорация, устойчивость, мелиоландшафт

Реферат. В 80–90-х гг. XX в. при вовлечении в паашню малоплодородных почв Западной Сибири применялись различные виды мелиорации. Были сформированы антропогенные ландшафты, функционирование которых поддерживалось человеком. Но после резкого изменения политических и экономических условий в стране большая часть мелиорированных ландшафтов (мелиоландшафтов) была выведена из сельскохозяйственного оборота. Объектами нашего исследования были солонцы корковые гидроморфные, однократно мелиорированные гипсом в 1986 г., на которых до 1994 г. возделывался зерновой севооборот, а в 1994 г. сформированный мелиоландшафт выведен в залежь. После однократного внесения гипса почвы остались под воздействием природных источников засоления, которыми на данной территории являются минерализованные грунтовые воды. Уровень грунтовых вод подвержен колебаниям в разные по влагообеспеченности годы от 0,5 до 2–3 м и более, а также изменяется от весны к осени. Максимальная амплитуда колебаний на опытном участке достигала 3 м за весь период наблюдений (с 1987 по 2016 г.), а в течение одного вегетационного периода – 120 см. Такая «пульсация» минерализованных (1,5–2 г/л) грунтовых вод обусловила формирование гидромофных засоленных почв в лесостепной и степной зонах Западной Сибири. Устойчивость мелиоландшафта рассматривается по отношению к процессам окружающей среды, которые обусловили возникновение фактора, ограничивающего плодородие данного ландшафта до применения мелиорации. Результаты исследований указывают на несомненную эффективность использования однократно мелиорированных залежных солонцов. Урожайность донника в варианте с внесением гипса в дозе 45 т/га превышала контроль в засушливые годы в 2,5 раза. Применение химической мелиорации увеличивало продуктивность сельскохозяйственных культур на протяжении 30 лет после внесения гипса.

RESISTANCE OF MELIOLANDSCAPES OF BARABINSK LOWLAND TO NEGATIVE ENVIRONMENTAL FACTORS

¹ Elizarov N.V., Candidate of Biology^{2,3} Semendiaeva N.V., Dr. of Agricultural Sc., Professor¹Institute of Soil Science and Agrochemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia² Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization of Agriculture³Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: solonetz soil, salinization, wastewaters, salt concentration of water extracts, melioration, resistance, meliolandscape.

Abstract. The authors speak about including low fertility soils of western Siberia into tilled field and application of various types of melioration at that time. Anthropogenic landscapes were formed and supported by humans. On changing political and economic conditions in the country, the most part of meliorated landscapes (meliolandscape) was excluded from farming. The research focuses on hydromorphic crusted solonetz meliorated by gypsum in 1986 where grain rotation was cultivated to 1994. This meliolandscape became a layland in 1994. On one-time applying gypsum, the soils were affected by natural sources of salinization, which are mineralized wastewaters. The level of underground waters varies from 0.5 to 2-3 m and more in different years of humidity; it also varies in spring and autumn. The authors observed maximum amplitude of changes at the plot, which was 3 m in the period from 1987 to 2016 and 120 sm during the vegetation period. Such variation of mineralized (1.5 – 2 g/l) underground waters resulted in shaping hydromorphic-salinized soil in forest-steppe and steppe zones of western Siberia. Resistance of meliolandscape is considered in relation to environmental processes, which contributed to the factor that restricts soil fertility of the landscape until melioration. The results of research show effective application of one-time meliorated solonetz soils. Melilot yield when gypsum was applied (45 t/ha) was higher than that in the control group in 2.5 times. Chemical melioration increased crops productivity after gypsum applying during 30 years.

Площадь мелиорированных земель в России насчитывает 9,1 млн га, при этом в сельскохозяйственном производстве задействовано 6,3 млн га, т.е. доля неиспользуемых площадей достигла 30% [1]. На используемых мелиорированных землях получают 60% (от производящегося на территории России) картофеля и овощей и 20% кормовых культур, что указывает на высокую эффективность кормопроизводства на мелиорированных землях. Для обеспечения продовольственной безопасности России необходимо устойчивое развитие отраслей растениеводства и животноводства. Увеличение объема производства основных видов продукции растениеводства возможно только за счет гарантированно стабильной урожайности сельскохозяйственных культур вне зависимости от природных условий. Поэтому следует, с одной стороны, предотвращать потери из сельскохозяйственного оборота земель сельскохозяйственного назначения, в том числе за счет деградации территорий, а с другой – восстанавливать мелиоративный земельный фонд, выявляя допустимые величины антропогенных нагрузок на агроландшафт.

Барабинская равнина Западной Сибири имеет ряд особенностей, которые обусловили развитие пестрого почвенного покрова территории. Ее слабая дренированность в совокупности с цикличностью климата приводит к переувлажнению и подтоплению сельскохозяйственных угодий. Сложный гривно-равнинный рельеф, близкое залегание и «пульсирующий» характер почвенно-грунтовых

вод усложняют проведение мелиоративных мероприятий. Современный почвенный покров представлен набором разнообразных полугидроморфных и гидроморфных почв. Автоморфные почвы (в основном черноземы обыкновенные) развиваются только по вершинам и верхним частям склонов грив, в нижних частях склонов формируются лугово-черноземные и черноземно-луговые солонцеватые почвы с большим количеством пятен солонцов. В микрозападинах межгривных понижений и на склонах грив в окружении солонцов и сильносолонцеватых почв повсеместно встречаются осолоделые почвы и солоды. Солончаки, солонцы и солоды занимают около 20% территории Барабы [2].

Климат Барабинской равнины резко-континентальный, с холодной зимой (5–5,5 месяца) и жарким или теплым летом (3,5 месяца) и отличается резкими переходами от зимы к весне и от лета к осени. Погода зимой в основном антициклональная – ясная и холодная, в январе и феврале бывают продолжительные метели, очень ветреная. На тепловой режим почв большое влияние оказывает время установления и мощность снегового покрова. Постоянный снежный покров устанавливается в третьей декаде октября – первой декаде ноября [3]. К весне учащается возникновение циклонов, которые приходят с юга и обуславливают очень быстрое снеготаяние. Часто устанавливается сухая и ясная погода, однако до начала лета бывают возвратные заморозки. Летом погода циклонального типа. Для осе-

ни характерна пасмурная, ветреная с дождями погода, снег начинает выпадать с октября. Среднее годовое количество осадков около 350 мм. Основная их часть выпадает с апреля по октябрь, самые обильные осадки – в июле и августе. Коэффициент увлажнения около единицы [4].

Цель исследования – выявить основные природные факторы, оказывающие негативное влияние на свойства солонцов северной лесостепи Барабинской низменности, и определить устойчивость мелиораншафтов Барабинской низменности, включающих однократно мелиорированные солонцы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальный участок расположен в Чулымском районе Новосибирской области в северной лесостепи Барабинской равнины на «солонцовом» стационаре Сибирского НИИ земледелия и химизации (55°4'51" с. ш. 81°12'24" в. д.). Полевые исследования проводились с 2006 по 2016 г.

Изучаемые почвы – химически мелиорированные солонцы черноземно-луговые корковые сульфатно-содового засоления глубококарбонатные с высоким содержанием обменного натрия в иллювиальном (солонцовом) горизонте В₁. Участок расположен на плоском выровненном широком пространстве между колками с выраженным микрорельефом в виде неглубоких блюдцеобразных понижений.

Гипс вносили при закладке опыта в 1986 г. в четырехкратной повторности. Изучены следующие варианты опыта: контроль (без гипса), 11, 45 и 56 т/га, что соответствует 0; 0,25; 1,0 и 1,25 нормы по Гедройцу [5]. С момента закладки опыта до 1996 г. возделывался севооборот «пар – озимая рожь – пшеница – овес – овес». С 1996 г. участок выведен в залежь. В 1995 г., перед выведением в залежь, был посеян донник желтый, который произрастает самосевом до настоящего времени.

Проводимые ранее наблюдения (1986–1995 гг.) [6], а также наши исследования (2006–2016 гг.) [7] позволили выявить осо-

бенности динамики, характер и степень изменения солевого состава солонцов корковых под действием однократного внесения гипса. Изучение водной вытяжки и величины pH выполнено по общепринятым методикам [8]. Проведены режимные наблюдения за уровнем залегания, химизмом и степенью минерализации грунтовых вод (пробы воды отбирали 2 раза за сезон – в начале июня и в конце августа – начале сентября).

Статистическая обработка данных, полученных в результате исследований, выполнена в программе Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследователями отмечен циклический характер климата Барабинской равнины. Зафиксированы циклы чередования сухих и влажных периодов продолжительностью 11, 32, 80–90 и 1800–1900 лет. Самым отчетливым является 32-летний цикл. Такие ритмические колебания климата влияют на процессы рассолнения и засоления, уровень озер и грунтовых вод, а также изменение водности рек [9]. За время исследований на опытном участке отмечено неравномерное чередование сухих и влажных вегетационных периодов. За 10 лет на 2 избыточно влажных вегетационных периода приходилось 4 засушливых (рис. 1).

Понятию «устойчивость агроландшафта» в литературе даются различные интерпретации. М.А. Глазовская определяет устойчивость как потенциальный запас буферности исходных природных почв и ландшафтов, а также как способность систем к восстановлению нормального функционирования после прекращения техногенного воздействия [10]. В.И. Кирюшин характеризует устойчивость как способность агроландшафта поддерживать заданные производственные и социальные функции, сохраняя при этом биосферные [11]. Устойчивость по Ф.Р. Зайдельману – это способность территории сохранять и повышать плодородие почв при возрастающих сельскохозяйственных нагрузках без проявления признаков деградации всех элементов ландшафта [12].

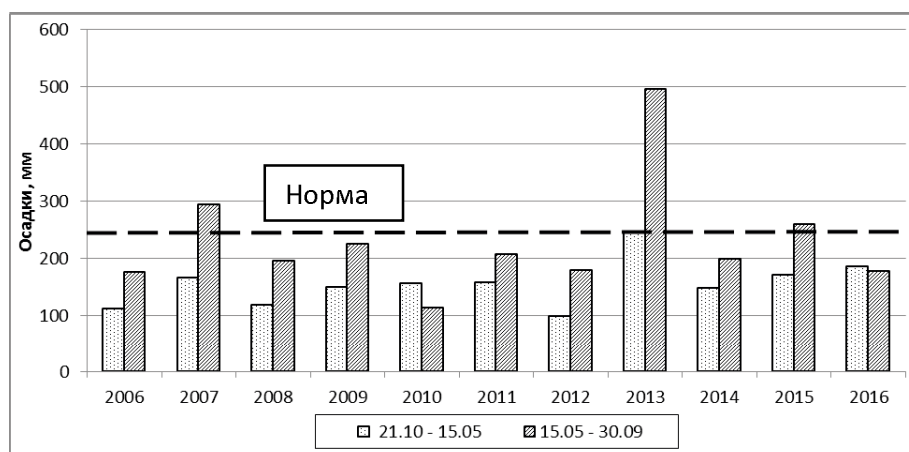


Рис. 1. Осадки на участке исследований за период 21.10–15.05 и 15.05–30.09 с 2006 по 2016 г. по данным ГМС Чулым

Precipitation at the research plot during October 21– May 15 and May 15 – September 30 (2006 – 2016) according to the data of Chulym hydrometeorological station

С нашей точки зрения, устойчивость мелиоландшафта в первую очередь определяется по длительности его сопротивления тем процессам окружающей среды, которые обусловили возникновение фактора, ограничивающего плодородие данного ландшафта до мелиорации, а во вторую очередь, антропогенному воздействию, ради которого проводились мелиоративные мероприятия, но которое может привести к деградации ландшафта. Таким образом, устойчивость мелиоландшафта – это способность сохранять заданные человеком свойства во время мелиоративного и сельскохозяйственного воздействия и после его прекращения. Для экологического землепользования необходимо предвидеть результат антропогенного воздействия и знать допустимые величины нагрузок на агроландшафт.

Объектами нашего исследования явились солонцы корковые, мелиорированные различными дозами гипса. После однократного внесения гипса почвы остались под воздействием природных источников засоления, которыми на данной территории являются минерализованные грунтовые воды. На большей части территории Барабинской равнины почвенно-грунтовые воды, как отмечалось нами ранее, залегают ближе 5 м. Пополнение грунтовых вод происходит атмосферными осадками через различные локальные понижения, такие как колочные западины и межгрядные понижения, которые являются аккумуляторами сто-

ковых вод. В малоснежные зимы промерзание почвы достигает глубины 115–120 см, а весной снег тает быстрее, чем оттаивает почва, и происходит сток талых вод в пониженные элементы рельефа. Вместе с талыми водами переносятся значительные количества легкорастворимых солей. Одновременно переносятся соли из верхних горизонтов полугидроморфных и гидроморфных почв, аккумулировавшиеся в результате летнего иссушения почвы и испарения почвенно-грунтовых вод [12, 13].

Уровень грунтовых вод (УГВ) подвержен колебаниям в разные по влагообеспеченности годы от 0,5 до 2–3 м и более, а также изменяется от весны к осени. Максимальная амплитуда колебаний УГВ на опытном участке достигала 3 м за весь период наблюдений (от 350 до 50 см), а в течение одного вегетационного периода – 120 см (рис. 3). Такая «пульсация» минерализованных (1,5–2 г/л) грунтовых вод обусловила формирование гидроморфных засоленных почв в лесостепной и степной зонах Западной Сибири.

Проведенные исследования показали, что на уровень грунтовых вод наибольшее влияние оказывают величина запасов снега, скорость его таяния, а также количество осадков вегетационного периода. Максимальный УГВ на экспериментальном участке в течение вегетационного периода наблюдается весной, а к осени он понижается и стабилизируется (см. рис. 2).

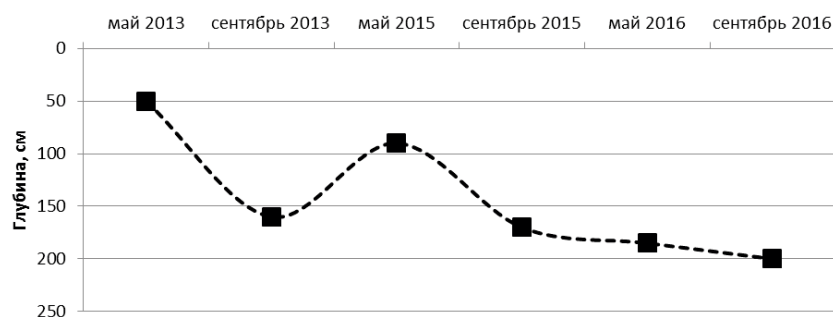


Рис. 2. Уровень грунтовых вод на участке исследований
Level of underground waters at the research plot

Произошедший в 2013 г. резкий подъем УГВ до глубины 50 см способствовал значительному засолению почвенного профиля в контрольном варианте. В солевом составе грунтовых вод и водных вытяжек почв преобладали анионы HCO_3^- . В профиле солонцов увеличилось содержание солей, что

свидетельствовало о проявлении вторичного засоления. В катионном составе грунтовых вод преобладал Na^+ и зафиксировано значительное содержание Mg^{2+} . К 2015 г., после опускания уровня грунтовых вод, произошло рассоление почвенного профиля контрольного варианта (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Уровень залегания (УГВ) и химический состав грунтовых вод солонцом многонариевым (вариант – контроль)
Table of underground waters and their chemical concentration with multi-natrium solonetz (control group)

Осадки за вегетацию, % от нормы	Год	УГВ	pH	Химический состав, ммоль/л								Na^+ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$
				CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Σ кат.	
106	1987	120	8,1	0,5	9,8	0,0	0,7	0,3	1,9	8,4	10,6	3,8
89	1988	240	8,4	0,5	19,0	2,7	3,2	1,9	5,2	16,1	23,1	2,3
83	1990	233	8,4	0,5	17,9	0,8	4,0	2,0	5,9	14,2	22,1	1,8
77	2006	250	8,0	1,4	19,2	1,7	3,0	1,0	4,4	19,9	25,3	3,7
216	2013 /май	50	8,5	1,9	20,2	0,6	3,1	0,9	3,4	21,5	25,8	5,3
	2013 /сентябрь	160	7,9	0,0	21,1	0,6	2,1	0,3	6,3	17,2	23,8	2,6
113	2015 /май	90	8,0	3,0	34,6	1,2	0,2	0,9	5,1	32,6	38,6	5,4
	2015 /сентябрь	170	7,3	0,8	23,2	1,3	2,1	0,8	7,0	19,7	27,5	2,5

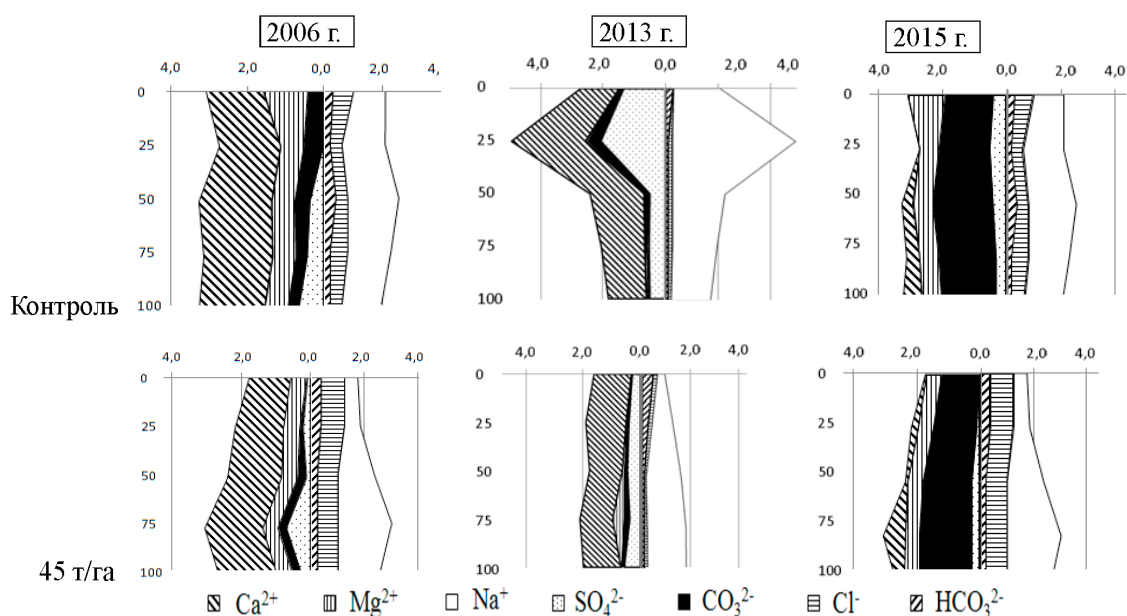


Рис. 3. Содержание солей в профиле мелиорированных солонцов
Concentration of saline in the profile of meliorated solonetz soils

Если рассматривать устойчивость ландшафта как запас буферности, свойство сопротивляться внешнему воздействию (например антропогенному), то естественные солонцовые ландшафты Барабы – одни из самых устойчивых. Простое механическое разрушение солонцового горизонта не дает долговременного эффекта, так как физическая слитизация иллювиального горизонта – только внешнее проявление насыщенности ППК обменным натрием. Для того чтобы использовать солонцы в сельскохозяйственном производстве, необходимо вторгнуться в саму природу солонца, изменить почвенный поглощающий комплекс – его химическую основу [14, 15].

В настоящей статье рассматривается устойчивость мелиорированного ландшафта по отношению к факторам, возвращающим его в естественное состояние. Любой агроландшафт проектируется с целью получения экономически обоснованного объема сельскохозяйственной продукции. Ландшафты Барабинской равнины, обладая благоприятными экологическими условиями для ве-

дения сельскохозяйственной деятельности, повсеместно включают в себя и неудовлетворительные компоненты. Для устранения избытка или недостатка влаги, засоленности, щелочности и высокой слитизации и плотности почв применяются различные виды мелиорации. Мелиоративными технологиями создаются необходимые условия для повышения естественной продуктивности ландшафта. Согласно закону ограничивающего фактора, последовательно убираются экологические факторы, лимитирующие урожайность. Любое воздействие на ландшафт эффективно, пока есть дополняющие его благоприятные экологические факторы. Так как все мелиоративные и агротехнические мероприятия в конечном итоге направлены на получение сельскохозяйственной продукции, продуктивность мелиоландшафта и его устойчивость тесно связаны друг с другом. Поэтому продуктивность ландшафта может рассматриваться как мера устойчивости [16].

На рис. 4 показан внешний вид естественной растительности на солонцах рядом с опытом и донника на мелиорированном солонце.



а



б

Рис. 4. Естественный растительный покров рядом с участком исследований (а) и донник на мелиорированном (доза гипса 45 т/га) солонце (б)

Natural vegetation near the research plot (a) and Melilot on meliorated solonetz plot (b)

Полученные результаты исследований указывают на высокую эффективность использования мелиорированного со-

лонца. Урожайность донника превышала контроль в засушливые годы в 1,5–2 раза (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность донника на залежном солонце, ц/га
Melilot yield on long-fallow solonetz soil

Год	Осадки за вегетацию, мм (норма 230)	Контроль (без гипса)	Доза гипса, т/га		
			11	45	56
2008	203	17,3	23,8	44,5 (157) *	65,0
2012	202	3,5	4,4	10,8 (209)	26,8
2013	546	19,3	26,6	35,4 (83)	41,3
2015	266	28,2	32,6	65,7 (133)	70,6
2016	178	13,1	28,4	32,0 (144)	44,0

* Прибавка урожайности к контролю, %.

Химическая мелиорация коренным образом улучшила свойства почвы и обеспечила высокую продуктивность донника по сравнению с контрольным вариантом. Урожайность донника отличалась устойчивостью в неблагоприятных погодных условиях и сохранилась на высоком уровне через 30 лет после внесения гипса.

ВЫВОДЫ

1. Установлено непосредственное влияние подъема уровня грунтовых вод на засоление почвенного профиля солонцов корковых.
2. Применение химической мелиорации повысило продуктивность корковых со-

лонцов не только в первые годы действия гипса, но и после выведения почв в залежь. Сформирован устойчивый мелиоландшафт, который поддерживает высокую продуктивность донника через 30 лет после однократного внесения гипса.

3. Для устойчивого развития отраслей растениеводства Новосибирской области и гарантированного получения продукции растениеводства необходимо создавать устойчивые мелиоландшафты и использовать уже созданные.

Исследование выполнено при финансовой поддержке правительства Новосибирской области. Договор о предоставлении гранта № 2/221.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Засолённые почвы России / отв. ред. Л. Л. Шишов, Е. А. Панкова. – М.: Академкнига, 2006. – 854 с.
2. Курачев В. М., Рябова Т. Н. Засоленные почвы Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 152 с.
3. Сляднев А. П. Агроклиматические ресурсы Барабы // Вопросы мелиорации Барабинской низменности. – Новосибирск, 1970. – С. 20–41.
4. Орлова В. В. Климатический очерк Барабинской низменности / под ред. М. И. Будыко, Т. В. Покровской – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 236 с.
5. Семендяева Н. В., Елизаров Н. В. Изменение физических свойств солонцов Барабинской низменности при длительном действии гипса // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 38–41.
6. Семендяева Н. В., Галеев Р. Ф. Изменение солевого состава солонцов при длительном действии различных доз гипса // Свойства, мелиорация и интенсивное использование солонцов Сибири и Зауралья: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1988. – С. 123–134.
7. Семендяева Н. В., Коробова Л. Н., Елизаров Н. В. Изменение свойств и биологической активности солонцов корковых Барабинской низменности при длительном действии гипса // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1–7.
8. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
9. Воронина Л. В., Сляднев Л. П., Дзюба Г. М. Динамика климатических условий и воздействие их на биогеоценозы // Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. – Новосибирск, 1976. – С. 10–15.

10. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М., 1997. – 102 с.
11. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.К. Каличкин [и др.] / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 383 с.
12. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М., 2003. – 448 с.
13. Казанцев В.А. Проблемы педогалогенеза на примере Барабинской равнины. – Новосибирск.: Наука, 1998. – 280 с.
14. Семендяева Н.В., Елизаров Н.В. Изменение физических свойств солонцов Барабинской низменности при длительном действии гипса // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 38–41.
15. Скипин Л.Н., Храмов Н.В., Гузеева С.А., Петухова В.С. Возможности рекультивации буровых шламов и солонцов с использованием фосфогипса // Аграр. вестн. Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 71–73.
16. Эколого-экономическая эффективность комплексных мелиораций Барабинской низменности / Л.В. Кирейчева [и др.]; под ред. Л.В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2009. – 312 с.

REFERENCES

1. Shishov L.L., Pankova E.A. *Zasolennye pochvy Rossii* (Soil salinity in Russia) Moscow: Akademkniga, 2006, 854 p.
2. Kurachev V.M., Ryabova T.N. *Zasolennye pochvy Zapadnoi Sibiri* (Soil salinization in Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1981, 152 p.
3. Slyadnev A.P. *Voprosy melioratsii Barabinskoi nizmennosti*, 1970, pp. 20–41.
4. Orlova V.V. *Klimaticheskii ocherk Barabinskoi nizmennosti* (Climatic outline of the Barabinsk lowland), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1954, 236 p.
5. Semendyaeva N.V., Elizarov N.V. *Vestn. NGAU*, 2012, No.1 (22), pp. 38–41.
6. Semendyaeva N.V., Galeev R.F. *Svoistva, melioratsiya i intensivnoe ispol'zovanie solontsov Sibiri i Zaural'ya: sb. nauch. tr.*, Novosibirsk: VASKhNIL. Sib. otd-nie SibNIIZKhim, 1988, pp. 123–134.
7. Semendyaeva N.V., Korobova L.N., Elizarov N.V. *Pochvovedenie*, 2014, No.11, pp. 1–7.
8. Mineeva V.G. *Praktikum po agrokhimii* (Praktikum po agrokhimii), Moscow: MGU, 2001, 687 p.
9. Voronina L.V., Slyadnev L.P., Dzyuba G.M. *Struktura, funktsionirovanie i evolyutsiya sistemy biogeotse-nozov Baraby*, Novosibirsk, 1976, pp. 10–15.
10. Glazovskaya M.A. *Metodologicheskie osnovy otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv k tekhnogennym vozdeistviyam*, (Metodologicheskie osnovy otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv k tekhnogennym vozdeistviyam), Moscow, 1997, 102 p.
11. Kiryushin V.I., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K. *Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya Novosibirskoi oblasti* (Adaptive-landscape systems of agriculture in the Novosibirsk region), Novosibirsk: RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIIZKhim, 2002, 383 p.
12. Zaidel'man F.R. *Melioratsiya pochv* (Melioratsiya pochv), Moscow, 2003, 448 p.
13. Kazantsev V.A. *Problemy pedogalogeneza na primere Barabinskoi ravniny* (Problemy pedogalogeneza na primere Barabinskoi ravniny), Novosibirsk.: Nauka, 1998, 280 p.
14. Semendyaeva N.V., Elizarov N.V. *Vestn. NGAU*, 2012, No.1 (22), pp. 38–41.
15. Skipin L.N., Khramtsov N.V., Guzeeva S.A., Petukhova V.S. *Agrarnyi Vestnik Urala*, 2013, No.6 (112), pp. 71–73.
16. Kireicheva L.V. *Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost' kompleksnykh melioratsii Barabinskoi nizmen-nosti* (Ecological and economic efficiency of complex reclamation of the Barabinsk lowland), Moscow: VNIIA, 2009, 312 p.