Научная статья
УДК 630*232.212+631.445.52(574.2)
DOI:10.36508/journal.2025.97.95.004

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВ И СОХРАНЕНИЮ ПАСТБИЩНОГО ТРАВОСТОЯ В АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Карпенко Нина Петровна[1], Сейтказиева Карлыгаш Адеубаевна[2]

[1]*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Россия*
[2]*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, Тараз*

[1]*npkarpenko@yandex.ru*

Аннотация. *В статье приводятся результаты 6-летней работы в 5 этапов по повышению плодородия солонцов и сохранению пастбищного травостоя.*
Проблема и цель. *Орошаемые земли Северного Казахстана отличаются неудовлетворительным эколого-мелиоративным состоянием вследствие широкого распространения засоленных почв, которые требуют применения новых методов и технологий их восстановления. Цель исследований заключается в обосновании комплексных мероприятий по повышению плодородия солонцов и сохранению пастбищного травостоя в Акмолинской области Северного Казахстана*
Методология. *Для решения поставленной задачи были проведены исследования, направленные на изучение основных факторов, влияющих на плодородие почв и обоснование оптимальных промывных норм на исследуемых землях Северного Казахстана. Методология основана на оценке таких индикаторов и показателей, которые характеризуют состояние плодородия деградированных почв и позволяют дать комплексную агрохимическую характеристику почвенного покрова. С целью регулирования воздушного и водно-солевого режима засоленных земель использовались методы изучения гидротермического режима, с помощью которых проводилось обоснование промывных норм.*
Результаты. *Рассчитан уровень экологической опасности, равный критерию очень опасно. За 6 лет исследований все проведенные мероприятия были заранее распределены в 5 этапов. На 1-ом этапе проведена промывка почв разной степени засоленности. На 2-ом этапе - поверхностное улучшение. 3-ий тап включал работу по объединению участков для ведения рациональное механизации и выпаса скота. 4-ый – создание в агрофирме дренажной сети для отвода вод и предупреждения эрозии почвы. На 5-ом этапе проведена оценка способов обработки почвы и выбор оптимальной. Все мероприятия*

подкреплены достаточным количеством выполненных анализов и расчетов, статистической обработкой.
Заключение. *По итогам проведенной работы дана оценка комплексных мероприятий по повышению плодородия солонцов и сохранению пастбищного травостоя в Акмолинской области Северного Казахстана. Все мероприятия высоко оценены руководством агрофирмы вследствие улучшения всех режимов солонцов и способствовали сохранению пастбищных трав от вытаптывания и нерационального стравливания.*
Ключевые слова: *солонцы, водно-солевой режим, гидротермический режим, почвообразовательный процесс, агротехнические мероприятия, агрохимическая оценка.*

Original article

COMPREHENSIVE MEASURES TO INCREASE THE FERTILITY OF SOLONETZ SOILS AND PRESERVE PASTE GRASS STAND IN THE AKMOLA REGION OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Karpenko Nina Petrovna[1], Seytkazieva Karlygash Adeubaevna[2]

[1]*Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation Named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia*
[2]*Taraz State University Named after M.Kh. Dulati, Republic of Kazakhstan, Taraz*

[1]*npkarpenko@yandex.ru*

Abstract. *The article presents the results of 6 years of work in 5 stages to increase the fertility of solonetz soils and preserve pasture grass.*
The problem and purpose. *Irrigated lands of Northern Kazakhstan are characterized by an unsatisfactory ecological and meliorative state due to the widespread occurrence of saline soils, which require the use of new methods and technologies for their restoration. The purpose of the research was to substantiate complex measures to increase the fertility of saline soils and preserve pasture grass in Akmola region of Northern Kazakhstan.*
Methodology. *To solve the task, studies were conducted aimed at studying the main factors affecting soil fertility and substantiating optimal leaching rates on the studied lands of Northern Kazakhstan. The methodology was based on the assessment of such indicators and indices that characterize the state of fertility of degraded soils and allow for a comprehensive agrochemical characteristic of the soil cover. In order to regulate the air and water-salt regime of saline lands, methods for studying the hydrothermal regime were used, with the help of which the leaching rates were substantiated.*
Results. *The level of environmental hazard equal to the criterion of very dangerous was calculated. Over 6 years of research, all activities carried out were pre-divided*

into 5 stages. At the 1st stage, soils of varying degrees of salinity were washed. At the 2nd stage, surface improvement was carried out. The 3rd stage included work on combining plots for rational mechanization and grazing. The 4th stage involved creating a drainage network in the agrofirm to drain water and prevent soil erosion. At the 5th stage, soil cultivation methods were assessed and the optimal one was selected. All activities were supported by a sufficient number of performed analyzes and calculations, statistical processing.

Conclusion. *Based on the results of the work, an assessment was made of complex measures to increase the fertility of solonetz soils and preserve pasture grass in Akmola region of Northern Kazakhstan. All activities were highly appreciated by the management of the agrofirm due to the improvement of all solonetz regimes and contributed to the preservation of pasture grasses from trampling and irrational grazing.*

Key words: *solonetz soils, water-salt regime, hydrothermal regime, soil-forming process, agrotechnical measures, agrochemical assessment.*

Введение

Использование земель с высокой степенью засоления, что характерно для территории Северного Казахстана в настоящее время весьма затруднено вследствие плохого физического состояния почвы (структура, плотность, воздушный и водный режимы и т.д.) и низкого содержания гумуса. Мировой опыт инновационных технологий и мероприятий по сохранению и восстановлению плодородия почв показывает, что специальные технические решения и приемы по восстановлению агрохимических свойств солонцовых почв позволяют улучшить их экологическое состояние и использовать такие почвы для эффективного ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности населения республики [1]. На территории Северного Казахстана солонцовые почвы характеризуются пространственной неоднородностью залегания засоленных слоев по вертикали и учета их комплексной оценки агрономических свойств. Такое положение требует разработки не только инновационных мероприятий по повышению почвенного плодородия, но и внедрения, к примеру, мер по улучшению воздушного, теплового, гидротермического режимов [2].

Цель исследований заключается в обосновании комплексных мероприятий по повышению плодородия солонцов и сохранению пастбищного травостоя в Акмолинской области Северного Казахстана.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований явилась засоленная почва пастбищного участка агрофирмы Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати, расположенной в Акмолинской области Северного Казахстана. Солонцы отличаются содержанием большого количества натрия в почвенно-поглощающем комплексе иллювиального горизонта [3]. При сельскохозяйственном использовании солонцов, в первую очередь, надо уменьшить плотность верхних горизонтов солонцов, вывести из иллювиального горизонта ППК соли натрия и создать заново пахотный слой.

Решить эти задачи пытались следующими способами: во-первых, при освоении малопродуктивных почв при использовании органических удобрений и сидератов, которые улучшают не только структуру почвенного покрова, но и улучшают водно-физические и микробиологические свойства солонцов, что позволяет активно наращивать корневую систему сельскохозяйственных культур; во-вторых, применение культуртехнических мероприятий и оптимальную обработку почвы с применением сельскохозяйственной передовой техники, к примеру, проведение отвальной вспашки на глубину до 30 см; подбор солеустойчивых культур и др.

Работа была проведена в 5 этапов в течение 6 лет. Для изучаемой территории нами предложено проведение работ по трем направлениям: повышение продуктивности пастбищных земель, изменить сроки и способы использования загонов и пастбищ, улучшить организацию пастбищного участка скашиванием травы после обсеменения, использования части загонов под сенокос, на перегруженных пастбищах обеспечить «покой» и соблюдать ротацию в 3-6 лет.

Погодные условия территории в целом мало отличались от среднемноголетних. Рельеф участка ровный, местами с крутыми склонами более 20°, которые отведены для богарного использования, ближе к границе пастбища. По объему выпадающих осадков достаточно, но в вегетационные периоды для осуществления предложенных мероприятий применение орошения оправданно. Исходя из высокой цены на приобретение и использование капельной системы орошения, сильных ветров, которые не позволяют вести поливы дождеванием, нами выбраны поверхностные способы полива [4]. Схема исследований включала в четырехкратной повторности варианты разной комплектности с поливом и без полива, при проведении поверхностного улучшения пастбищной территории и без, при коррекции площади загонов и без, при организации территории с выделением участков без выпаса на 3-6 лет.

Все агрохимические и мелиоративные исследования выполнены по традиционным методикам ЦИНАО и ВНИИГиМ [3, 5].

Для определения уровня экологической опасности использовался расчет по известной формуле [5]:

$$Эк = 1 - \exp(-C_{д} \cdot V_{т} \cdot g_{k}) \quad (1)$$

где $Э_к$ – коэффициенты, отображающие уровни комплексной экологической опасности;

$C_Д$ – допустимая минерализация почвенного раствора, г/л;

$V_т$ – доля объема транзитных вод, образовавшихся при промывках солонцов и поступающих в речную сеть;

$q_к$ – доля объема промывных вод, приходящих из коллекторно-дренажной сети.

Обработка полученных результатов – с помощью статистических методов.

Результаты исследований и их обсуждение

Перед закладкой опытных вариантов был рассчитан уровень экологической опасности территории и проведена промывка на всем задействованном в исследованиях участке солонцов. Солонцы нашего участка относятся к средне- и сильнозасоленным. Результаты расчета уровня экологической опасности

территории представлены в таблице 1.

Таблица 1 − Показатели, характеристики и комплексная оценка земель опытного участка

Показатели	Технология полива опытного участка						
	По бороздам		По полосам		После рыхления		Расчетные формулы
	средне-засоленные	сильно засоленные	средне-засоленные	сильно засоленные	средне-засоленные	сильно засоленные	
Экологический коэффициент	0,55	0,76	0,63	0,80	0,68	0,77	$Э_к$= 1-exp (-$C_д \cdot V_т \cdot q_k$) (20)
Уровень экологической опасности	Умеренно опасно	Очень опасно	Очень опасно	Очень опасно	Очень опасно	Очень опасно	

(2)

Такое значение Эк соответствует очень опасному уровню экологической опасности, следовательно, и почвозащитные мероприятия нами были подобраны под этот уровень. Только на варианте полив по бороздам при средней засоленности почвы Эк=0,55, что соответствовало умеренно-опасному уровню.

При известных величинах водно-физических и химических показателей почвы установили промывную норму для солонцов нашего участка (таблица 2).

Таблица 2 − Показатели, характеристики и комплексная оценка земель опытного участка

Показатели	Технология полива опытного участка						
	По бороздам		По полосам		После рыхления		Расчетные формулы
	средне-засоленные	сильно засоленные	средне-засоленные	сильно засоленные	средне-засоленные	сильно засоленные	
Промывная норма, нетто, $N_{нт}$, м^3/га	7254	7000	7500	7456	6769	6877	$N_{нт}= Q_0 \cdot V/q_0$, (10)
Промывная норма брутто, $N_{бр}$, м^3/га	8705	8400	9000	8947	8123	8252	$N_{бр} = N_{нт}(1,15…1,20)$ (11)
Продолжительность промывки, t, сут	39	56	30	53	30	46	$t= N_{нт} \cdot \omega_{нт}/86400 \cdot \eta \cdot Q$ (14)
Доля транзитных вод, сбрасываемых в реку в процессе промывки, $V_т$	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	$V_т= N_{нт} \cdot \omega_{нт}/86400 \cdot Q \cdot t$ (15)
Осадки промывного периода, Р, м^3/га	80	427	69	420	69	100	по данным метеостанции

Таким образом, в 1-ый этап была выполнена промывка солонцов.
Далее, в соответствии со схемой исследований территория пастбищного участка была условно разбита по уровням плодородия от низкого до высокого. Проведенный обзор научной литературы дал фундамент для разработки почвоохранных мероприятий в зависимости от исходного уровня плодородия (таблица 3).

Таблица 3 − Мероприятия по сохранению и восстановлению плодородия почвы

Уровень плодородия	Мероприятия
Высокий	Направлены на сохранение уровня плодородия: внедрение научно обоснованных севооборотов; периодическое внесение навоза в нормах 15...20 т/га один раз в 4-5 лет, чтобы обеспечить бездефицитный баланс гумуса; ежегодное внесение соломы и запашка сидератов нормой 4…5 т/га; минимальная обработка почвы; посев многолетних трав и т.д.
Средний	Направлены на дальнейшее повышение плодородия почв и улучшение их агрофизических свойств: разовое внесение повышенных доз навоза - 20...30 т/га в 4-5 лет; внесение соломы и запашка сидератов нормой 4…5 т/га; внедрение специализированных севооборотов, в составе которых есть культуры с мощной корневой системой; минимальная обработка почвы; посев многолетних трав и т.д.
Низкий	Направлены на повышение плодородия, улучшение агрофизических свойств: разовое внесение больших доз органических удобрений нормами - 50…70 т/га навоза, соломы - 3 т/га, сидератов - 7…8 т/га; увеличение удельного веса многолетних трав в составе севооборотов.

На 2-ом этапе проведено поверхностное улучшение, которое подразумевало, как отмечено выше, дискование верхнего пахотного слоя для измельчения дернины и создания более глубокого пахотного слоя, внесение минеральных и органических удобрений, подсев трав с целью уничтожения сорняков и восстановления пастбищного травостоя, а также проведение таких приемов, как щелевание и снегозадержание для сохранения влаги в почве и предотвращения водной эрозии [6].
На 3-ьем этапе изменены площади участков пастбища, ранее разделенное на участки размером 3-5 га, что являлось более затратным вследствие расходов на ограждение и поддержание изгороди в рабочем состоянии, подкашивание сорняков вблизи столбов крепления изгороди. С другой стороны, на более мелких участках ведется ротационный выпас, коровы располагаются компактно, происходит массовое стравливание. По нашему предложению в агрофирме объединили участки, площадь которых возросла до 20-30 га (рисунок 1), что сократило численность пастбищеоборотов и привело к более рациональному ведению механизации, упростило их использование. Несмотря на большие площади участков, нет скученности скота (рисунок 2), травостой не нарушается и хорошо отрастает после пастьбы.

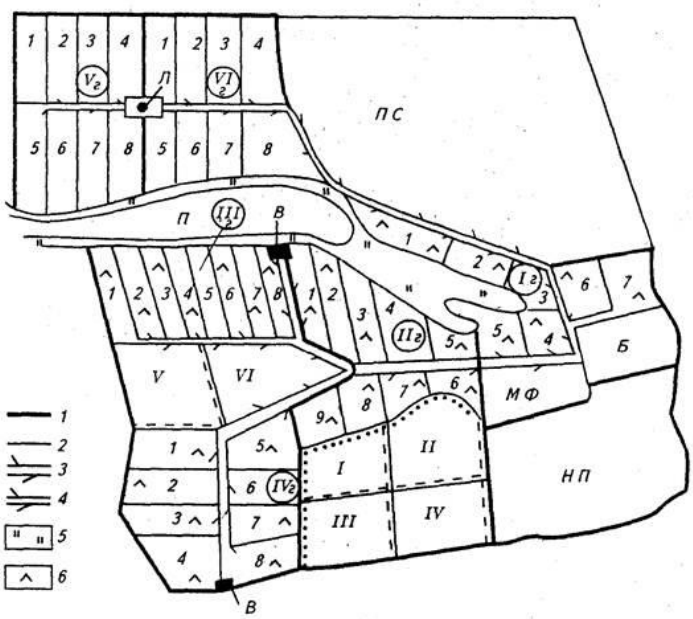

Рисунок 1 – Устройство территории участка пастбищ в агрофирме Акмолинской области
1 – граница гуртового участка, 2 – граница загона, 3 и 4 – основной и внутрипастбищный скотопрогоны, 5 – сенокосы, 6 – пастбище, I-IV – номера полей кормового севооборота, V-IV – номера полей полевого севооборота,Iг – рабочие лошади, IIг – телята до одного года, IIIг – коровы, IV-Vк – телята одного-двух лет, Vir – нетели, ПС – полевой севооборот, НП – наседенный пункт, Б – бригдный двор, МФ – молочная ферма, В – водопойная площадка, Л – летний лагерь В – водопойная площадка, Л – летний лагерь, П- пруд, 1…8 – номера загонов
Figure 1 – Layout of the territory of a pasture plot in an agricultural firm in Akmola region

Следующим, 4-ы этапом, стало в рамках организации пастбищной территории создание дренажной сети, которая позволила организовать отток поливной воды, избытка поверхностных и грунтовых вод. Поступление воды в дренажную сеть рассчитывалось по известным формулам. Дренажная сеть включала строительство оградительной сети для предотвращения поступления воды на участок извне; регулирующей сети для отвода воды с территории, проводящей сети для пиема и отвода воды с ограительной и регулирующей сети; магистрального канала для отвода воды в водоприемник р. Ишим (рисунок 3).

Рисунок 2 - Пастбищный участок
Figure 2 - Pasture plot

Рисунок 3 – Дренажная сеть
Figure 3 - Drainage network

Так, обнаружена положительная связь r=0,81 и r=0,86 между порозностью,

плотностью почвы и объемом воды до уровня грунтовых вод (УГВ), вскрытых на глубине 3 м. Плотность почвы на вариантах опыта была в пределах 1,44…1,47 γ, т/м^3, порозность изменялась в пределах 0,45...0,47 в долях объема, объем воды до УГВ составлял от 13500 до 1400 $W_{угв}$, м^3/га (рисунок 4). Причем, максимальные значения выявлены на вариантах сильного засоления почвы при поливе по полосам, минимальные – при среднем засолении по бороздам. Значения показателей при поливе после рыхления почвы занимали промежуточное положение.

Между исходным засолением солонцов, общим запасом солей, вытесненными солями и их остатком также установлена прямая связь при r=0,79 и r=0,87 (рисунок 5), то есть между общим запасом и остатком солей после промывки связь менее тесная и прослеживается воздействие других факторов.

Так, небольшой запас солей отмечен при поливе по бороздам на среднезасоленных солонцах 65 $S_{об}$, т/га, наибольший - при поливе по полосам и после рыхления на сильнозасоленных солонцах 245 и 277 т/га соответственно. В то же время, остаток солей отмечен в ольших концентрациях на варианте при поливе по полосам и по бороздам при сильном засолении 44 и 41 т/га, тогда как на других вариантах – 18...28 т/га.

Приток воды к дрене, рассчитанный по формуле

$$Q_0=4K\cdot h^2\cdot L\cdot t/R \qquad (3)$$

был выше на варианте с поливом после рыхления при сильном засолении 35,3 Q_0, м^3/с, ниже – на этом же варианте при среднем засолении почвы.

Установлена зависимость между наименьшей влагоемкостью, насыщением влагой в растворенном слое и скоростью фильтрации в зоне насыщения почвы при r=0,79. Скорость фильтрации в зоне насыщения составила от 0,0125 м/сут на варианте полива по бороздам при сильной засоленности до 0,023 м/сут на варианте полив после рыхления на среднезасоленной почве (рисунок 6).

Химизм засоления: хлоридно-сульфатный.

На 5-ом этапе установлено влияние и способа обработки почвы. Так, при безотвальных обработках почвы выявлены незначительные изменения -0,8%. При проведении плантажной вспашки наблюдались более существенные изменения – 7,1% [1, 4]. Крайне неблагоприятная ситуация складывалась в первый год освоения солонцов, поскольку в результате проведения мелиоративных мероприятий отмечается интенсивный вынос на поверхность почвы нижних обогащенных натрием горизонтов. Но с течением времени отрицательное явление значительно уменьшилось [2]. Глубина плантажа, проведенного для создания благоприятных условий для роста пастбищных трав, на солонцах составляла в среднем 60-70 см.

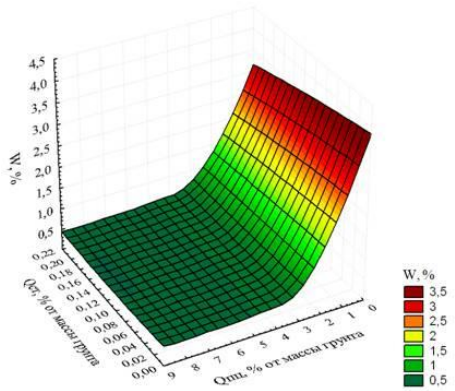

Рисунок 4 –Поверхность отклика между порозностью, плотностью и объемом воды до УГВ
Figure 4 – Response surface between porosity, density and water volume to groundwater level

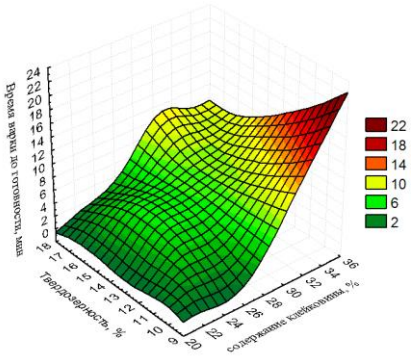

Рисунок 5 – Поверхность отклика между исходным засолением солонцов, общим запасом солей, вытесненными солями и их остатком
Figure 5 – Response surface between the initial salinity of solonetz soils, the total salt reserve, displaced salts and their residue

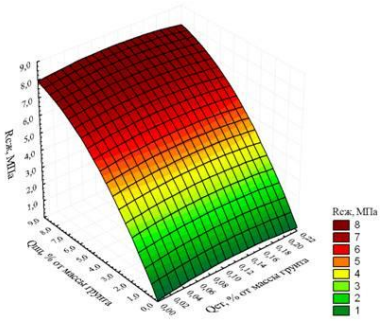

Рисунок 6 – Поверхность отклика между наименьшей влагоемкостью, насыщением влагой в растворенном слое и скоростью фильтрации в зоне насыщения почвы
Figure 6 – Response surface between the lowest water capacity, moisture saturation in the dissolved layer and the filtration rate in the soil saturation zone

Заключение

С целью сохранения и восстановления плодородия солонцов были проведены в течение 6 лет мероприятия в 5 этапов: 1-ый - расчет уровня экологической опасности территории и промывка почвы, 2-ой – поверхностное улучшение, 3-ий – объединение участков для ведения рациональное механизации и выпаса скота, 4-ый – создание дренажной сети для отвода вод и предупреждения эрозии почвы, 5-ый – оценка способов обработки почвы и выбор оптимальной

По совокупности полученных результатов рекомендовано агрофирме при очень опасном экологическом уровне промывка почвы и ведение земледелия с использованием таких приемов как щелевание, дискование, снегозадержание и создание дренажной сети. Оптимальным способом поверхностного полива явился полив по бороздам, плантажная вспашка, при которой нижний слой почвы с большим содержанием натрия перемещается наверх, что создает более однородные почвенные условия. Рациональным является и объединение участков пастбища в более крупные участки для сохранения травостоя. Все рекомендации подкреплены результатами исследований, выполненных в достаточных количествах анализов, расчетов и статистических обработок.

Библиографический список

1. Сейтказиев, А.С. Моделирование водно-солевого и теплового режимов деградированных почв / А.С. Сейтказиев, К.М. Музбаева, С.Ж. Салыбаев. – Тараз: Big Neo Service, 2011. – 356 с. URL: https://www.semanticscholar.org/author/A.-C.-Сейтказиев/96554651

2. Сейтказиев, А.С. Экологическая оценка процессов загрязнения агроландшафтов и методы улучшения засоленных земель / А.С. Сейтказев, С.Б.

Жапарова, Н.Н. Хожанов, К.А. Сейтказиева. – Кокшетау: Алла прима, 2016. – 278 с. URL: http://e-lib.dulaty.kz/en/elib/document/6470521/
3. Сейтказиев А.С., Экологическая оценка деградации сероземно-луговых почв Жамбылской области / А.С. Сейтказиев, Н.П. Карпенко, А.К. Маймакова // Международный научно-исследовательский журнал, 2016. – №12(54). - Часть 1 (декабрь). – С. 132-135. DOI: https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.153
4. Карпенко Н.П., Сейтказиев А.С. Эколого-мелиоративное обоснование водно-солевого режима засоленных почв Таласского массиива орошения Жамбылской области // Природообустройство, 2017. – №4. – С. 73-79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-meliorativnoe-obosnovanie-vodno-solevogo-rezhima-zasolennyh-pochv-talasskogo-massiva-orosheniya-zhambylskoy-oblasti
5. Захарова, О.А. Роль агрохимических свойств чернозема выщелоченного в устойчивости к загрязнению тяжелыми металлами / О.А. Захарова, И.И. Садовая // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №3(5). – С. 1-11 DOI 10.36508/journal.2024.16.36.002
6. Seitkazieva K, Shilibek K., Seitkaziev A., Turekeldieva R., Karpenko N. Ecological and meliorative substantiatio gray earthmeadoiw saline soils of zhambyl region. – Известия национальной академии наук республики Казахстан. – Известия национальной академии республики Казахстан. Серия геологии и технических наук: Алма-Ата, 2023. – Том 1. – № 457. – С. 189-201. URL: http://geolog-technical.kz/ru/archive/2023/20231.html

References

1. Sejtkaziev, A.S. Modelirovanie vodno-solevogo i teplovogo rezhimov degradirovennyh pochv / A.S. Sejtkaziev, K.M. Muzbaeva, S.Zh. Salybaev. – Taraz: Big Neo Service, 2011. – 356 s. URL: https://www.semanticscholar.org/author/A.-S.-Sejtkaziev/96554651
2. Sejtkaziev, A.S. Ekologicheskaya ocenka processov zagryazneniya agrolandshaftov i metody uluchsheniya zasolennyh zemel' / A.S. Sejtkazev, S.B. Zhaparova, N.N. Hozhanov, K.A. Sejtkazieva. – Kokshetau: Alla prima, 2016. – 278 s. URL: http://e-lib.dulaty.kz/en/elib/document/6470521/
3. Sejtkaziev A.S., Ekologicheskaya ocenka degradacii serozemno-lugovyh pochv Zhambylskoj oblasti / A.S. Sejtkaziev, N.P. Karpenko, A.K. Majmakova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2016. – №12(54). - Chast' 1 (dekabr'). – S. 132-135. DOI: https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.153
4. Karpenko N.P., Sejtkaziev A.S. Ekologo-meliorativnoe obosnovanie vodno-solevogo rezhima zasolennyh pochv Talasskogo massiiva orosheniya Zhambylskoj oblasti // Prirodoobustrojstvo, 2017. – №4. – S. 73-79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-meliorativnoe-obosnovanie-vodno-solevogo-rezhima-zasolennyh-pochv-talasskogo-massiva-orosheniya-zhambylskoy-oblasti
5. Zaxarova, O.A. Rol` agroximicheskix svojstv chernozema vy`shhelochennogo v ustojchivosti k zagryazneniyu tyazhely`mi metallami / O.A. Zaxarova, I.I. Sadovaya // Setevoj nauchny`j zhurnal RGATU, 2024. - №3(5). – S. 1-11 DOI 10.36508/journal.2024.16.36.002
6. Seitkazieva K, Shilibek K., Seitkaziev A., Turekeldieva R., Karpenko N. Ecological and meliorative substantiatio gray earthmeadoiw saline soils of zhambyl region. – Izvestiya nacional'noj akademii nauk respubliki Kazahstan. – Izvestiya nacional'noj akademii respubliki Kazahstan. Seriya geologii i tekhnicheskih nauk: Alma-Ata, 2023. – Tom 1. – № 457. – S. 189-201. URL: http://geolog-technical.kz/ru/archive/2023/20231.html