

УДК 581.5

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВАХ ПРИЕРГЕНИНСКОЙ РАВНИНЫ ЗА 10 ЛЕТ (РЕСПУБЛИКА КАЛМЫКИЯ)¹

© 2020 г. Н.М. Новикова*, Н.А. Волкова*, С.С. Уланова**, М.М. Чемидов**

*Институт водных проблем РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: nmnovikova@gmail.com

**Институт комплексных исследований аридных территорий

Россия, Республика Калмыкия, 358005, г. Элиста, ул. Хомутникова, д. 111

E-mail: svetaulanova@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.12.2019. После доработки 01.03.2019. Принята к публикации 01.03.2020

Спустя 10 лет по той же методике в близкие даты в мае повторены наблюдения за ходом естественного восстановления растительности на 9 участках Аршань-Зельменского стационара, где почти 50 лет назад были прекращены мелиоративные работы, продолжавшиеся 20 лет. Сопоставление данных, полученных во время полевых работ за два срока наблюдений (2008 и 2018 гг.), показало, что изменения, внесенные мелиорацией в солевой профиль почв, сохраняются. Все эти почвы относятся к одному типу сильно преобразованных почв – агроземов глубокозасоленных. В почвенном профиле сохранились пахотный (0-45 см) и подпахотный (50-60 см) горизонты, выделенные в описаниях 2008 г., однако в пробах к 2018 г. на большинстве участков в подпахотном горизонте повысилось содержание солей и, в частности, иона хлора. В растительности эти изменения не нашли отражения, продолжается формирование растительных сообществ, характерных для заключительных стадий вторичной сукцессии не для солонцовых, а для светло-каштановых почв. Общее число видов, учтенных на геоботанических площадках, сократилось с 70 до 62. Из списка видов 2008 г. выпала почти половина (35 видов), а к 2018 г. внедрились 27 видов. Это произошло преимущественно в группах многолетних и однолетних травянистых видов растений. Продолжается усыхание и выпадение древесных и кустарниковых видов (*Populus album*, *Quercus robur*, *Ulmus pumila*, *Acer tatarica*, *Cotinus coggygria*), и только у груши (*Pyrus communis*) и золотистой смородины (*Ribes aureum*) отмечено возобновление. Несмотря на уменьшение общего числа учтенных видов, видовое богатство сообществ на всех геоботанических площадках увеличилось в 1.5-2.5 раза. За 10 лет широко распространились характерные виды зональных сообществ: *Artemisia lerchiana*, *Tanacetum achilleifolium*, *Poa bulbosa*, *Stipa lessingiana*, *Leymus ramosus*, *A. austriaca*, – что способствовало выравниванию видового состава растительных сообществ на всех точках наблюдений и обусловило увеличение сходства видового состава между ними до 56-77% в сравнении с 37-57% в 2008 г. Сходное изменение выявлено и в надземной фитомассе: произошло не только увеличение (среднее значение в 2008 и 2018 гг. составляет 734 и 849 ц/га соответственно), но и некоторое выравнивание ее значений между участками. На целинном солонце, демонстрирующем «фоновые» процессы, сильно засоленные верхние 20 см в 1950 г. оказались к 2008 г. промыты от солей и в 2018 г. остаются незасоленными. Надземная фитомасса оказалась в 2018 г. выше, чем в 2008 г., более чем в 2 раза.

Ключевые слова: Прикаспийская низменность, солонцы, мелиорация, орошаемое лесоразведение с поливом, орошаемая пашня, засоление-рассоление почв, видовое богатство, растительные сообщества, надземная фитомасса.

DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10104

¹ Работа выполнена по Программе ФНИ № 8 «Минеральные ресурсы для высокотехнологичной промышленности и энергетики» Президиума РАН (№ 0147-2018-006) № госрегистрации АААА-А18-118022290072-8 и Госзадания по разделу 2.6 «Эволюция наземных экосистем в изменяющихся природных условиях» темы НИР ИВП РАН «Моделирование и прогнозирование процессов восстановления качества вод и экосистем при различных сценариях изменений климата и антропогенной деятельности» (№ 0147-2018-0002), № госрегистрации АААА-А18-118022090104-8.

Данное исследование входит в цикл работ, посвященных изучению и оценке состояния природных комплексов аридных территорий, ранее испытавших трансформацию под влиянием гидромелиоративного антропогенного воздействия и в настоящее время развивающихся в естественном режиме. Ранее, в предшествующих работах, было показано (Новикова и др., 2012, 2018), что изменения, внесенные в солонцовые почвы мелиорацией на возвышенности Ергени и на Приергенинской равнине Республики Калмыкия, оказались устойчивыми и сохранялись в течение длительного времени, т.е. спустя почти 40 лет после прекращения мелиоративного воздействия. Растительность на этих участках в процессе вторичной сукцессии за этот период восстанавливалась до состояния, которое можно назвать субклимаксом. Однако по своему составу и структуре она соответствовала зональным растительным сообществам, характерным не для целинных солонцов, а для светло-каштановых почв.

Цель данной работы – рассмотреть устойчивость изменений, внесенных в почвы длительной мелиорацией, и установить особенности развития растительности в постмелиоративный период.

Район работ, материалы и методы

Исследования проводились на IV опытном участке Аршань-Зельменского научного стационара Института лесоведения РАН, располагающегося на Приергенинской равнине Прикаспийской низменности в Республике Калмыкия. Район исследования находится в южной подзоне степной зоны (опустыненных степей) со светло-каштановыми почвами. До мелиорации грунтовые воды залегают на глубине более 7 м, были распространены засоленные солонцы (Зайцев, 1955). Карбонаты отмечались на границе солонцового и подсолонцового горизонтов, а их максимум – на глубинах 30-50 см. Близкое залегание карбонатов к поверхности при очень незначительном содержании гипса с 60-80 см (максимум на глубине 190-200 см) предопределило их вовлечение в пахотный слой при глубокой мелиоративной вспашке. Сильное хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление проявлялось с 18-33 см и по всему профилю. Светло-каштановые почвы относятся к слабозасоленным (в конце первого метра), имеющим хлоридный химизм, у которых с глубиной (глубже 1 м) засоление увеличивается до среднего хлоридного, а также среднего и сильного хлоридно-сульфатного (Зайцев, 1955).

На исследуемом участке до проведения опытов растительный покров был слабо сомкнутым, общее проективное покрытие составляло 30-40%. По мнению С.И. Власова и Н.М. Зайцева (1950), к светло-каштановым солонцеватым почвам были приурочены типчаково-лерхопопынные (*Artemisia lerchiana*²–*Festuca valesiaca*) сообщества, к солонцовым – лерхопопынно-прутняковые (*Kochia prostrata*–*Artemisia lerchiana*), к корковым солонцам – лерхопопынно-чернопопынные (*Artemisia pauciflora*–*Artemisia lerchiana*).

Опытный участок вытянут с севера на юг. Его площадь составляет 30.6 га (900 м с севера на юг и 350 м с запада на восток), восточная половина была отведена под лесонасаждения, а западная – под сельскохозяйственные и садовые культуры. В центре проходила дорога с посадками древесных видов и канавами для пропуска оросительной воды.

Во время проведения опытных работ с сельскохозяйственными культурами при орошении отмечалось рассоление верхнего метрового слоя почв и незначительное уменьшение содержания поглощенного натрия в пахотном слое (Пак, 1958). В последние годы эксперимента здесь проявилось вторичное засоление, но опубликованных исследований о процессах вторичного засоления ранее рассоленных солонцов нет.

Эксперимент на лесомелиорированных участках закончился в 1971 г. с прекращением полива. На участках, используемых под пашню, распашка продолжалась до 1985 г. без полива. Далее земли стали залежью, и вплоть до настоящего времени на них производится нерегулируемый выпас.

Таким образом, материалами для исследования послужили как данные, отразившие состояние природного солонцового комплекса до начала мелиорации (Зайцев, 1955), так и, в основном, данные, полученные при участии авторов в полевых работах, проводившихся с 2005-2008 гг. и в 2018 г., которые отразили состояние по-разному мелиорированных участков и целинного солонца спустя 38 и 48 лет после прекращения опыта. Изучение почв и растительности проводилось на участках ранее занятых лесонасаждениями скумпии (*Cotinus coggygria*), вяза мелколистного (*Ulmus pumila*), груши

² Латинские названия растений приводятся по работе С.К. Черепанова (1995).

(*Pyrus communis*) и др. (точки 37, 39), дендрарием (точка 41), на образовавшейся залежи на месте пашни (точки 38, 40, 42 с поливом, точка 43 – без полива, контроль), на территории погибшего сада (точка 36 – с поливом, точка 35 – без полива), а также на целинном солонце, расположенном рядом с опытным участком (точка 44). Точка 44 – целинный солончак (контроль), которая располагалась к северо-западу от опытного участка; точка 43 – к юго-востоку от точки 42, за пределами опытного участка. На каждой из указанных точек в 2008 и 2018 гг. были проведены наблюдения с заложением почвенных разрезов, отбором проб и полным геоботаническим описанием с отбором укосов. Последние отбирались с площадок размером 1x1 м, в трехкратной повторности. Фитомасса сортировалась по основным хозяйственным группам (разнотравье, злаки, полыни) и высушивалась до абсолютно-сухого веса.

В качестве критериев трансформации почв использовались: морфологические, химические и физико-химические свойства почв. В качестве показателей их динамического состояния использовались: сохранность пахотного горизонта, глубина рассоления профиля, химизм солей, глубина залегания горизонта максимального скопления солей в пределах первого метра.

Полные геоботанические описания на территорию опыта до его закладки отсутствуют, поэтому полученные во время полевых работ 2005-2008 гг. и 2018 г. ботанические материалы на разных участках опыта рассматривались и сопоставлялись между собой по ряду показателей: видовое богатство и его изменение, сходство видового состава сообществ точек наблюдения, величина и структура надземной фитомассы травяного яруса (присутствие видов разных хозяйственных групп: разнотравье, злаки, полыни). В качестве дополнительных показателей при выявлении динамического состояния растительных сообществ использовалось присутствие видов-индикаторов разных стадий восстановительной сукцессии после орошения, описанной Р.Р. Джаповой (2007).

Наблюдения, проведенные 2008 г., были повторены в 2018 г. в близкие сроки (5-8 и 25-28 мая соответственно) и на тех же точках наблюдений. В работе проводится сравнение данных за эти два срока наблюдений по указанным выше показателям.

Результаты и обсуждение

На протяжении длительного времени, включающего проведение эксперимента по мелиорации в 1950-1970 гг. и в постмелиоративный период 1970-2018 гг., «климатический фон» не оставался неизменным. Как показал анализ длительного ряда данных, выполненный Н.А. Шумовой (2019), в межгодовом распределении среднегодовой температуры воздуха за период 1966-2017 гг. выделяются два временных интервала: период пониженных значений температур, который продолжался с 1966 по 1994 гг., и период повышенных значений после 1994 г. В межгодовом распределении годовых сумм осадков пониженные значения наблюдались в период до 1986 г., а после с 1986 по 2013 гг. осадки превышали средние многолетние значения. После 2013 г. наметилась относительная тенденция пониженных осадков (Шумова, 2020). Межгодовое распределение гидротермического (ГТК) и коэффициента увлажнения (КУ) полностью соответствует межгодовому распределению осадков: до 1986 г. наблюдается период пониженных значений исследуемых величин, затем до 2013 г. отмечаются значения выше средних, а после 2013 г. наступил период относительно пониженного увлажнения на фоне общего невысокого достоверного тренда увеличения осадков за год и за теплый период (Шумова, 2020). Таким образом, из этого исследования можно вывести, что в период проведения мелиорации с 1966 по 1970 гг. естественное увлажнение территории за счет влаги атмосферных осадков было максимальным, в период постмелиоративного развития с 1970 по 2008 г. влагообеспеченность снизилась и была ниже среднемноголетних значений, а в период между двумя нашими наблюдениями с 2008 по 2013 гг. – выше, а затем с 2013 по 2017 гг. – вновь немного снизилась. Изменение во влагообеспеченности территории могло сказаться по-разному на процессе засоления-рассоления почв в постмелиоративный период и на восстановлении растительности.

Рассмотрение «фоновых процессов» в почвах на примере изменения содержания водорастворимых солей в почвенном профиле целинного солонца показывает, что без воздействия человека с 1950 г. в слое 0-20 см происходило постепенное снижение их содержания и к 2008 г. этот горизонт из сильно засоленного стал незасоленным, а в 2018 г. это состояние сохранилось (рис. 1а). Нижележащие горизонты на глубине 70-100 см – слабо засолены, затем со 100 до 150 см – снова незасоленные и далее до глубины 180 см – слабо засолены. В 2018 г. с глубины 30 см засоление

возрастает до среднего, а с глубины 70 см – до сильного (табл. 1).

Изменение почв. К 2008 г., как показали исследования (Новикова и др., 2011, 2018; Панкова и др., 2019), в почвах на изучаемой территории сохранялись свойства, приобретенные под воздействием распашки и длительного орошения: исходные солонцы трансформировались в почвы, не встречающиеся в целинных условиях. Все эти почвы относятся к одному типу – агроземы текстурно-карбонатные глубокозасоленные. В почвенном профиле выделяются пахотный (0-45 см) и подпахотный (50-60 см) горизонты, на большей части участков они промыты от солей, в них уменьшилось содержание обменного натрия. К 2018 г. в сравнении с 2008 г. в этих горизонтах в отношении засоления выявлены три тенденции (рис. 1б, табл. 1): на двух участках под лесопосадками, ранее слабо промытых от солей (точки 39 и 41, горизонты 0-40 и 0-20 см соответственно), продолжилось рассоление, а горизонт углубился на 15 см, и, таким образом, в первом случае и пахотный, и подпахотный горизонты оказались рассолены, во втором – только верхняя часть пахотного горизонта. В почвах под бывшими садом и лесопосадками (35, 37) и пашней (точки 36, 40) нижняя граница рассоленного горизонта поднялась к поверхности от 5 до 40 см, и, таким образом, в точке 35 незасоленной осталась только верхняя часть пахотного горизонта, в точке 36 – пахотный горизонт, в точке 40 – пахотный и подпахотный горизонты, а в точке 37 – верхний горизонт до глубины 95 см. В остальных точках (38 и 43) мощность горизонта, свободного от солей, не изменилась, как и на целинном солонце (точка 44).

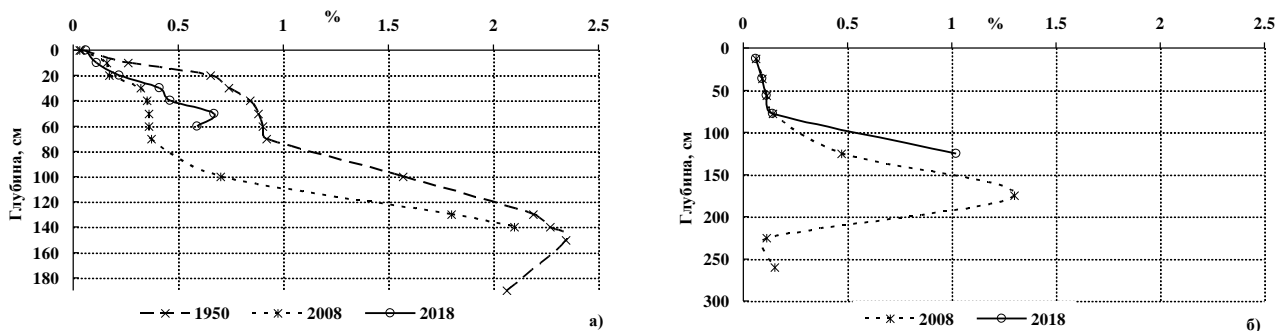


Рис. 1. Содержание водорастворимых солей в целинном солонце (а – точка 44) и в агроземе (б – точка 37) в разные годы наблюдений.

Состав солей пахотного и подпахотного горизонтов изменился неоднозначно (табл. 1): на большинстве участков (точки 35, 37-41) ранее в водной вытяжке преобладали анионы сульфатов, а в 2018 г. стали преобладать анионы хлора. На участке 43 химизм остался прежним, а на участке 36 в составе анионов стали преобладать сульфаты при участии хлора. На целинном солонце в промытом от солей горизонте состав анионов также лишен хлора.

На целинном солонце глубина горизонта максимального содержания солей, также как и сумма солей (0.62-0.67%), осталась без изменения и залегает на глубине 70-110 см, в то время как на участках 35 и 36 этот горизонт переместился с глубины 100 см непосредственно под подпахотный горизонт, а в точке 43 – под подпахотный, но засоление везде снизилось. На большинстве участков верхняя граница этого горизонта поднялась с глубины 100 см ближе к поверхности, но сумма солей тоже снизилась (точки 38, 40, 41), в точках 39-40 солевой максимум остался на прежней глубине, при этом засоление несколько увеличилось. Отмеченные нами изменения засоления почв пока не нашли отражения в растительности. Хотя увеличение засоления в подпахотном горизонте и увеличение присутствия ионов хлора может негативно воздействовать на древесные и кустарниковые виды.

Растительность. Изменение видового состава. Общее число учтенных видов в годы наблюдений с интервалом в 10 лет (2008 и 2018 гг.) на одних и тех же геоботанических площадках уменьшилось с 70 до 62. Помимо этого произошло сильное изменение видового состава. Из списка видов 2008 г. выпала почти половина (35 видов), а к 2018 г. внедрились 27 других видов. Эти изменения произошли преимущественно в группах многолетних и однолетних травянистых растений. На всем экспериментальном участке продолжается постепенное усыхание и выпадение древесных и

кустарниковых видов (*Populus album*, *Quercus robur*, *Ulmus pumila*, *Acer tatarica*, *Cotinus coggygia*).

Таблица 1. Особенности мелиорации и засоление почв в точках наблюдения на экспериментальном участке IV, Аршань-Зельмень.

Точка наблюдения	Вид мелиорации и использования	Изменение по мощности незасоленного горизонта почвы, см	Изменение (от 2008 к 2018 гг.) химизма пахотного и подпахотного горизонтов, глубина, см							Солевой максимум, глубина, см сумма солей, %	
			Процесс	2008 год	2018 год	Cl+SO ₄ к SO ₄	SO ₄ к Cl+SO ₄	SO ₄ +Cl к Cl+SO ₄	Cl+SO ₄ к SO ₄ +Cl	Cl+SO ₄ = Cl+SO ₄	2008 год
35*	Посадка плодовых деревьев, разовый полив	Уменьшение	0-40	0-30			0-25		25-60	<u>100-150</u> 0.85	<u>60-100</u> 0.96
36*	Посадка плодовых деревьев, полив длительный	Уменьшение	0-70	0-40			20-40	0-20	40-70	<u>150-200</u> 0.67	<u>63-80</u> 0.46
37*	Древесные виды, длительный полив	Уменьшение	0-100	0-90			0-65			<u>150-200</u> 1.30	<u>100-150</u> 1.02
38*	Сельхозкультуры, длительный полив	Стабилизация	0-80	0-80			0-80			<u>100-150</u> 1.29	<u>110-150</u> 0.95
39*	Древесные виды, длительный полив	Увеличение	0-40	0-65			0-100			<u>100-150</u> 0.94	<u>100-150</u> 1.21
40*	Сельхозкультуры, длительный полив	Уменьшение	0-100	0-60		0-100				<u>120-150</u> 1.03	<u>100-150</u> 1.41
41*	Древесные виды, длительный полив	Увеличение	0-20	0-35		0-20			20-120	<u>120-150</u> 1.04	<u>100-150</u> 0.83
42* ***	Сельхозкультуры, длительный полив		0-60			0-100*				<u>200-250</u> 1.33	
43**	Пашня без полива	Стабилизация	0-20	0-20					0-100	<u>150-200</u> 2.37	<u>32-40</u> 1.63
44	Целинный солонец	Стабилизация	0-20	0-20	0-20				21-150	<u>70-110</u> 0.62	<u>70-110</u> 0.67

Примечание к таблице 1. Глубина пахотного горизонта: * – 45 см; ** – 20 см; *** – данные только для 2008 г., для 2018 г. отсутствуют.

И только у груши (*Pyrus communis*) и золотистой смородины (*Ribes aureum*) отмечено порослевое и семенное возобновление. В составе наблюдаемых сообществ на учетных площадках из 6 древесных видов остались три, а из числа 4 кустарников остались 2 вида. Среди полыней не встречена в 2018 г. широко распространенная ранее полынь *Artemisia santonica*, характерная для первых стадий зарастания засоленной залежи, но появились *A. arenaria*, характерная для зарастания пашни и *A. taurica*, характерная для более южных районов Республики. Снижение участия полыней на целинной территории также отмечено в 2018 г. В то же время отмечается (табл. 2) расширение распространения таких видов как: *Artemisia lerchiana*, *Tanacetum achilleifolium*, *Poa bulbosa*, *Stipa lessingiana*, *Leymus ramosus*, *A. austriaca*, являющихся индикаторами разных стадий вторичной сукцессии на залежи орошаемой пашни (Джапова, 2007).

Эти виды в 2018 г. встречены практически на всех учетных площадках (табл. 2). Наблюдается расширение распространения типчака (*Festuca valesiaca*), впервые отмечено присутствие *Koeleria cristata*. Эти злаки характерны для более поздних, завершающих стадий сукцессии. Однако фитоценотическое значение большей части видов по сравнению с 2008 г. в целом снизилось с 2-3 баллов до 2, доминирование индикаторных видов не отмечено ни на одном из участков. Это явление можно рассматривать и как выравнивание фитоценотической роли видов, что характерно для изменения структурной организации растительных сообществ в процессе их сукцессионного

развития. В 2008 г. ярко-зеленый аспект создавали эфемеры и эфемероиды, а в 2018 г. седоватый – полынь Лерха (*Artemisia lerchiana*), полынок (*Artemisia austriaca*) и плодоносящие экземпляры ковыля сарептского (*Stipa sareptana*).

Таблица 2. Распространение и фитоценоотическое значение индикаторных видов стадий сукцессии.

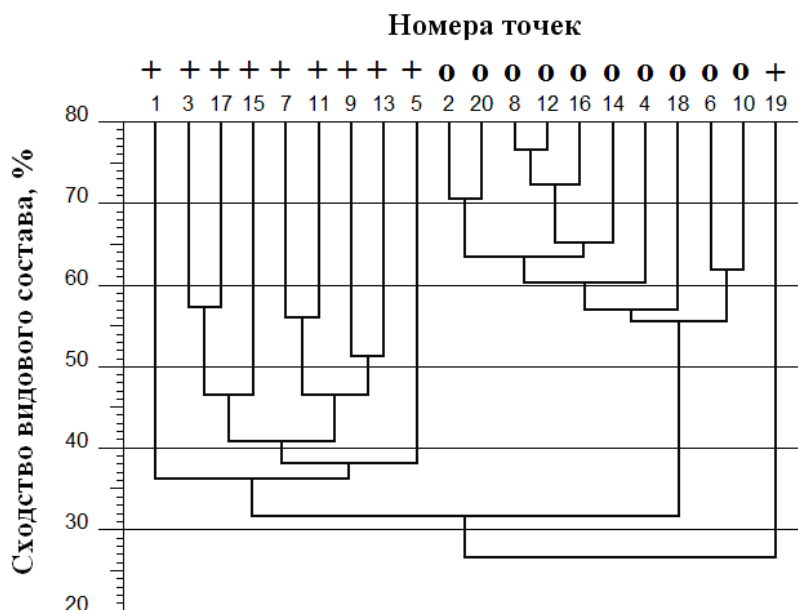
Название вида растения	Индикатор стадии сукцессии	Число площадок, на которых встречен вид		Среднее фитоценоотическое значение для всех встреч вида		Точка, на которой встречен вид растения	
		2008 г.	2018 г.	2008 г.	2018 г.	2008 г.	2018 г.
		<i>Bassia sedoides</i>	I	2	9	1	1.5
<i>Artemisia austriaca</i>	II	3	8	2	1.8	36, 42, 43	все, кроме 39, 40
<i>Artemisia pauciflora</i>	III	2	3	2	2	36,43	36, 42, 43
<i>Artemisia lerchiana</i>	III	7	10	2.3	2.3	все, кроме 38, 39, 42	все
<i>Leymus ramosus</i>	III	4	9	1.7	2.8	37, 41, 42, 43	все, кроме 38
<i>Kochia prostrata</i>	III	1	4	1	2	44	35, 36, 37, 44
<i>Stipa lessingiana</i>	IV	5	9	1.8	1.9	36, 38, 41, 44	все, кроме 43
<i>Tanacetum achilleifolium</i>	IV	6	10	1.3	1.9	все, кроме 35, 38, 41, 44	все
<i>Galatella villosa</i>	IV	3	3	3	2.3	35, 36, 39	35, 36, 39
<i>Festuca valesiaca</i>	V	1	4	3	1.7	37	35, 37, 39, 42
<i>Koeleria cristata</i>	V	0	1	0	1	нет	36
<i>Poa bulbosa</i>	выпас	8	10	3	3	все, кроме 38, 41	все

Анализ сходства видового состава растительных сообществ. Как видно на дендрограмме (рис. 2), все сообщества в зависимости от видового богатства разделились на две группы по датам их описания в 2008 и 2018 гг. При этом сходство видового состава сообществ 2018 г. достигает 56-77% в сравнении с 37-57% в 2008 г. Это явление можно объяснить тем, что отмеченное выше расширение распространения многих видов способствовало выравниванию видового состава растительных сообществ на всех точках наблюдения и обусловило увеличение их сходства в 2018 г.

Любопытно, что видовой состав мелиорированных участков за оба года наблюдения существенно отличается от видового состава целинного солонца (№ 44 – 19) в 2008 г., в то время как видовой состав этого же участка (№ 44 – 20) в 2018 г. тоже кардинально изменился и оказался близок (61% сходства) группе растительных сообществ, претерпевших разные виды мелиорации. В то же время выделились два участка (№ 37 – 6, № 39 – 10), имеющие в 2018 г. наименьшее сходство с остальными. Это можно объяснить тем, что данные участки ранее испытали лесомелиорацию и длительное орошение и древесные виды именно на этих участках сохраняются до сих пор, что тормозит развитие восстановительной сукцессии.

Фитоценоотическая структура. Несмотря на уменьшение общего числа в списке учтенных видов в 2018 г. в сравнении с 2008 г., видовое богатство в сообществах на каждой конкретной учетной площадке увеличилось в 1.5-2.5 раза за счет расширения распространения травянистых многолетников: злаков (*Stipa lessingiana*, *Festuca valesiaca*), полыней (*Artemisia austriaca*, *A. lerchiana*) и разнотравья (*Tanacetum achilleifolium*) – руководящих видов зональных растительных сообществ, характерных для светло-каштановых почв (табл. 2, 3). Исключение составляет точка 37 (участок древесных насаждений с поливом), где число однолетних и многолетних трав снизилось в два раза по сравнению с 2008 г. и где доминирует *Leymus ramosus* – вид, характерный для первых стадий зарастания залежи, но

присутствуют виды, характерные для более поздних стадий сукцессии, вплоть до IV.



Подрисуночная таблица. Соответствие точек исследования их индексации на дендрограмме:

№ точки	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Индексы точек на дендрограмме										
2008 г.	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
2018 г.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Рис. 2. Сходство видового состава растительных сообществ на участках, претерпевших комплексную мелиорацию 38 (2008 г.) и 48 (2018 г.) лет назад. Условные обозначения: крестиками обозначены точки, описанные в 2008 г., кружками – в 2018 г.

Наблюдения 2018 г. показывают (табл. 3), что современные растительные сообщества имеют пока неоднородную структуру – пятнисто-зарослевое распределения видов, задернованность сильно варьирует (от 5 до 80%) и в среднем составляет 62%, еще остаются значительные участки голой земли (в среднем 28.5%), сукцессионный процесс идет не «единым фронтом», а дифференцированно. На одних участках мы можем отнести растительные сообщества к IV стадии сукцессии, другие, в основном на участках с сохранившимися деревьями, задержались на II и III стадиях.

Для IV стадии сукцессии, к которой мы отнесли большую часть растительных сообществ, важным диагностическим признаком является внедрение и доминирование плотнoderновинных злаков и замена ковыля перистого (*Stipa capillata*) ковылем Лессинга (*S. lessingiana*). Это было заметно визуально во время полевых работ по аспектированию белой полыни и ковыля в 2018 г. *Festuca valesiaca* встречена уже на 4 участках вместо 1, как это было в 2008 г. Вместе с тем известно, что увеличение фитоценотической роли как *Festuca valesiaca*, так и *Poa bulbosa* является признаком возрастания пастбищных нагрузок, что следует учитывать при диагностике сукцессионных восстановительных процессов. В соответствии с существующими представлениями о сукцессионной динамике (Оловянникова, Эрпорт, 1983; Джапова, 2007), в дальнейшем следует ожидать возрастания фитоценотического значения ковыля Лессинга и тонконога (*Koeleria cristata*) и расширения распространения многолетнего разнотравья.

Фитоценотическое значение большинства видов в 2018 г. и общее проективное покрытие трав в сообществах снизилось в сравнении с 2008 г. (табл. 3), хотя, исходя из теоретических представлений, следовало ожидать увеличения этих показателей. На данном этапе это может быть объяснено погодными условиями, более сухой весной 2018 г. и меньшим развитием весенневегетирующих эфемеров и эфемероидов, которые обычно дают высокое проективное покрытие. Однако для большей достоверности необходимо провести дополнительные наблюдения еще за ряд лет.

Таблица 3. Характеристика растительных сообществ на постоянных геоботанических площадках в 2008 и 2018 гг.

Точка наб- люде- ния	Структура напочвенного покрова, %					Число видов		Стадия сукцессии, растительное сообщество	
	ОПП		Дер- ни- на	Голая земля	Ве- тошь				
	2008	2018				2018 г.		2008	2018
35	80	50	90	10	–	11	26	IV – <i>Poa bulbosa</i> – <i>Artemisia santonica</i> + <i>Galatella villosa</i> с участием <i>Stipa lessingiana</i> ;	IV – <i>Artemisia lerchiana</i> + <i>G. villosa</i> + <i>Tanacetum achilleifolium</i> с <i>Artemisia austriaca</i> , <i>P. bulbosa</i> и <i>S. lessingiana</i> ;
36	80	60	80	20	–	16	26	III – <i>P. bulbosa</i> + <i>A. austriaca</i> + <i>A. santonica</i> + <i>Artemisia pauciflora</i> с участием <i>T. achilleifolium</i> ;	III – <i>P. bulbosa</i> + <i>A. lerchiana</i> + <i>A. austriaca</i> с участием <i>T. achilleifolium</i> ;
37	60	30	20	80	–	32	17	IV – <i>Pyrus communis</i> – <i>Ribes aureum</i> – <i>T. achilleifolium</i> + <i>Leymus ramosus</i> со <i>S. lessingiana</i> ;	IV – <i>P. communis</i> – <i>R. aureum</i> – <i>T. achilleifolium</i> + <i>L. ramosus</i> со <i>S. lessingiana</i> ;
38	80	30	20	40	20	10	21	II – <i>Descurainia sophia</i> + <i>Lamium amplexicaule</i> + <i>A. santonica</i> ;	III – <i>P. bulbosa</i> + <i>A. lerchiana</i> с участием <i>S. lessingiana</i> , <i>A. austriaca</i> и <i>Bassia sedoides</i> ;
39	50	50	95	5	–	19	25	IV – <i>Ulmus pumila</i> + <i>Pyrus communis</i> + <i>G. villosa</i> с участием <i>T. achilleifolium</i> , <i>Stipa capillata</i> ;	IV – <i>U. pumila</i> + <i>P. communis</i> с участием <i>T. achilleifolium</i> , <i>S. lessingiana</i> ;
40	60	35	10	25	60	15	26	IV – <i>Chorispora tenella</i> + <i>D. sophia</i> с участием <i>T. achilleifolium</i> , <i>S. lessingiana</i> ;	IV – <i>P. bulbosa</i> + <i>A. lerchiana</i> + <i>S. lessingiana</i> , <i>Artemisia taurica</i> ;
41	60	30	50	50	–	20	23	III – <i>Mixteherbosa</i> – <i>P. communis</i> с участием <i>S. lessingiana</i>	IV – <i>A. lerchiana</i> + <i>P. bulbosa</i> + <i>L. ramosus</i> со <i>S. lessingiana</i>
42	70	40	70	40	30	17	25	III – <i>Ch. tenella</i> + <i>D. sophia</i> + <i>A. lerchiana</i> + <i>Galium verum</i> с <i>P. communis</i> , <i>U. pumila</i> ;	IV – <i>P. bulbosa</i> + <i>L. ramosus</i> с учас-тием <i>S. lessingiana</i> и <i>A. lerchiana</i> ;
43	40	30	90	10	–	19	25	II – <i>T. achilleifolium</i> + <i>A. santonica</i> + <i>A. pauciflora</i> ;	III – <i>P. bulbosa</i> + <i>L. ramosus</i> с <i>A. lerchiana</i> и <i>A. pauciflora</i> ;
44	80	35	95	5	–	18	25	V – <i>P. bulbosa</i> + <i>A. austriaca</i> + <i>Kochia prostrata</i> .	V – <i>P. bulbosa</i> + <i>S. lessingiana</i> + <i>Anisantha tectorum</i> с <i>K. prostrata</i> , <i>T. achilleifolium</i> .
Сред.	66	39	62	28.5		17.7	23.9		

Изменение надземной фитомассы. В 2018 г. по сравнению с 2008 г. надземная фитомасса была выше почти на всех исследованных участках, включая и целинный (рис. 3, точка 44). Исключения составляют точки на залежи 38 и 40, где фитомасса в 2018 г. оказалась ниже, чем в 2008 г. При среднем значении надземной фитомассы в воздушно-сухом весе на всех участках в 2008 и 2018 гг., равном 734 и 849 ц/га соответственно, среднее квадратичное отклонение значений по всем точкам (σ) составило 311 и 235 ц/га, что позволяет нам сделать вывод о том, что к 2018 г. разброс значений (отклонение значения в каждой точке от среднего значения) несколько уменьшился, т.е., как и в случае с видовым составом, произошло сближение значений на точках наблюдения. На кратковременно мелиорированном участке (точка 35) фитомасса в 2008 г. была самой низкой в сравнении с длительно мелиорированными, а в 2018 г. оказалась им близка и превысила значение целинного участка (точка 44). В формировании фитомассы в 2018 г. повысилось участие видов полыни, составившее в среднем 28% от всего веса укосов, злаки – 57%. В 2008 г. эти значения были в пределах 10% и 70% соответственно.

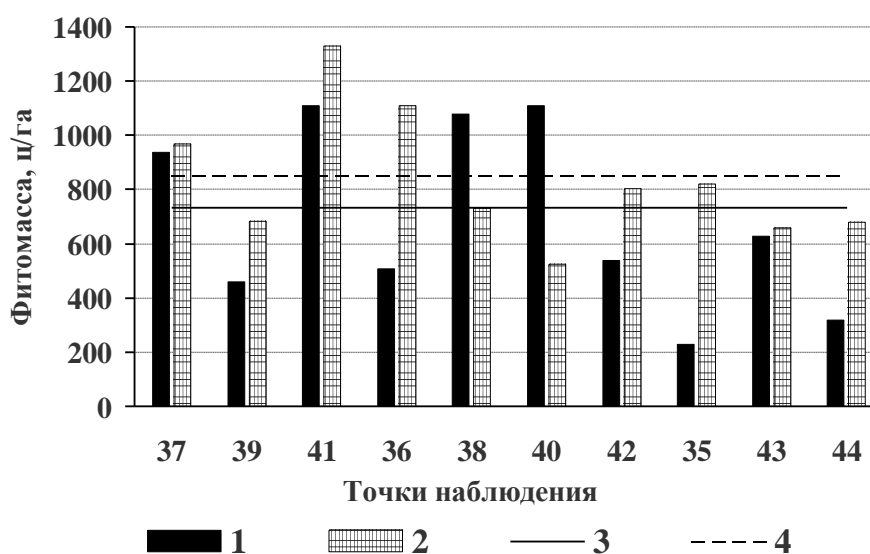


Рис. 3. Надземная фитомасса травяного яруса растительных сообществ на мелиорированных участках (35-43) и на целине (точка 44) в 2008 (1) и 2018 гг. (2) по сравнению со средними значениями фитомассы на мелиорированных участках в 2008 (3) и 2018 гг. (4).

Выводы

Изменения, внесенные в солонцовые природные комплексы мелиорацией, устойчивы и сохраняются после ее прекращения уже почти 50 лет, поддерживая более плодородные почвы и более продуктивные и ценные в кормовом отношении растительные сообщества, перспективные для использования под кормовые угодья скота, что имеет важное практическое значение для территории Калмыкии, выполняющей роль «мясного пояса» России.

Данные, полученные в 2005-2008 гг., приходятся на период (1963-2013 гг.), когда естественное увлажнение рассматриваемой территории было выше среднемноголетнего. Наблюдения 2018 г. приходятся на период относительного пониженного увлажнения (начавшегося с 2013 г.) на фоне невысокого стабильного достоверного повышения осадков за многолетний период 1966-2017 гг. (Шумова, 2020), когда они были ниже среднемноголетних. В этих условиях в 2018 г. на целинном солонце, который показывает развитие «фоновых» процессов, верхние 20 см остаются промытыми от солей, за истекшие 10 лет сульфатно-хлоридный тип химизма водной вытяжки сменился на сульфатный. Глубже сохраняются и количество, и химизм солей, так же как и максимум засоления в 0.62% на глубине 70-100 см. Надземная фитомасса в 2018 г. была выше, чем в 2008 г., более чем в 2 раза.

Исследование 2018 г. показало, что изменения, внесенные мелиорацией в солевой статус почв, сохраняются: они рассолены на глубину пахотного и подпахотного горизонтов, поглощающий

комплекс промыт от хлора и натрия, что было отмечено еще в 2008 г. Однако в 2018 г. наблюдалось увеличение общего содержания солей в подпахотном горизонте до глубины 100 см (до слабого и среднего засоления), а также переход химизма от сульфатного к хлоридному. При этом глубина горизонта максимального содержания солей поднялась ближе к поверхности. В то же время были отмечены участки под древесными насаждениями, где продолжается увеличение мощности горизонта, промытого от солей.

Восстановительная сукцессия растительности на участках мелиорированных солонцов идет эволюционным путем на основе внедрения и расширения фитоценологических позиций видов, характерных в природе для светло-каштановых почв. Растительные сообщества на участках, где еще сохраняются древесные виды, отстают от прочих в скорости сукцессионного развития.

В 2018 г. отмечено выравниванию видового состава растительных сообществ на всех точках наблюдений, что подтверждается увеличением сходства видового состава между ними до 56-77% в сравнении с 37-57% – в 2008 г. Аналогичное явление отмечено и в надземной фитомассе. В 2018 г. в сравнении с 2008 г. произошло не только ее увеличение (средние значения для всех участков составляют 734 и 849 ц/га соответственно), но и сближение значений в точках (уменьшение отклонения каждой точки от среднего значения).

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что в регионе наблюдается постепенная трансформация наземных естественных и антропогенноизмененных экосистем в направлении вековой эволюции Прикаспийской низменности – освобождения от солей почвенной компоненты, и выпадения галофильных видов из растительной, что усиливается современными климатическими изменениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Власов С.И., Зайцев Н.М.* 1950. Защитные лесонасаждения в орошаемых условиях Прикаспийской низменности // Полезное лесоразведение на Ергенях и Прикаспийской низменности. Труды института леса. Т. XLII. М.: Изд-во АН СССР. С. 99-131.
- Джанова Р.Р.* 2007. Динамика растительного покрова Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в пределах республики Калмыкия. Автореф. дисс. ... док. биол. наук. М.: МГУ, биофак. 47 с.
- Зайцев Н.М.* 1955. Почвы четвертого опытного орошаемого участка // Почвенный и растительный покров Аршань-Зельменского стационара. Труды института леса. Т. XXVIII. М.: Изд-во АН СССР. С. 177-197.
- Новикова А.Ф., Конюшкова М.В., Контобойцева А.А.* 2011. Изменение свойств солонцов Приергенинской равнины Калмыкии в условиях лесомелиорации в результате длительного антропогенного воздействия // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. Вып. 69. С. 87-99.
- Новикова Н.М., Конюшкова М.В., Уланова С.С.* 2018. Восстановление растительности на мелиорированных солонцовых почвах Приергенинской равнины (Республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. Т. 24. № 3 (76). С. 74-88. [*Novikova N.M., Konyushkova M.V., Ulanova S.S.* 2018. Vegetation Restoration on Reclaimed Soils on the Peri-Yerganian Plain (Republic of Kalmykia) // Arid Ecosystems. Vol. 8. No. 3. P. 213-224.]
- Новикова Н.М., Новикова А.Ф., Конюшкова М.В.* 2012. Антропогенная трансформация почв и растительности в результате лесоразведения в опустыненных степях // Поволжский экологический журнал. № 2. С. 216-230.
- Оловяникова И.Н., Эрперт С.Д.* 1983. Экспериментальное изучение сукцессионных процессов в полупустынном комплексе Северного Прикаспия // Эколого-ценологические и географические особенности растительности. М.: Наука. С. 184-196.
- Пак К.П.* 1958. Мелиорация солонцов Прикаспийской низменности в условиях орошения и культуры многолетних трав // Вопросы мелиорации солонцов. М.: Изд-во АН СССР. С. 43-70.
- Панкова Е.И., Горохова И.Н., Конюшкова М.В., Любимова И.Н., Базыкина Г.С.* 2019. Современные тренды развития почв солонцовых комплексов на юге степной и в полупустынной зонах в природных условиях и при антропогенных воздействиях // Экосистемы: экология и динамика. Т. 3. № 2. С. 44-88.
- Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 992 с.
- Шумова Н.А.* 2019. Межгодовая изменчивость гидротермических условий в Республике Калмыкия // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. № 1 (38). С. 28-32.
- Шумова Н.А.* 2020. Анализ климатических условий в республике Калмыкия за период 1966-2017 гг. // Аридные экосистемы. Т. 26. № 3 (84). С. 3-9.