

## ТИПЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ ПОЧВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2017 г. З.Г. Залибеков<sup>1,2</sup>, Х.М. Гамзатова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дагестанский научный центр РАН, Махачкала, Россия,

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

## THE TYPES OF DESERTIFICATION OF SOILS AND CRITERIA FOR THE EVALUATION OF DEGRADATION PROCESSES

Z.G. Zalibekov<sup>1,2</sup>, H.M. Gamzatova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia,

<sup>2</sup>Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Залибеков Залибек Гаджиевич – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Институт геологии, Дагестанский научный центр РАН, ул. Ярагского, 75, г. Махачкала, 367014, Россия; профессор, кафедра почвоведения, Дагестанский государственный университет, ул. Дзержинского, 12, г. Махачкала, 367000, Россия, e-mail: dageo@.ru

Zalibek G. Zalibekov – Doctor of Biology, Main Researcher, Institute of Geology, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Yaragskogo St., 75, Makhachkala, 367014, Russia; Professor, Department of Soil Science, Dagestan State University, Dzerzhinskogo St., 12, Makhachkala, 367000, Russia, e-mail: dageo@.ru

Гамзатова Халисат Магомедовна – соискатель, кафедра почвоведения, Дагестанский государственный университет, ул. Дзержинского, 12, г. Махачкала, 367000, Россия, e-mail: xalim.1980@mail.ru

Halisat M. Gamzatova – Competitor, Department of Soil Science, Dagestan State University, Dzerzhinskogo St., 12, Makhachkala, 367000, Russia, e-mail: xalim.1980@mail.ru

Выявленные формы опустынивания почв по природным зонам объединены в классы, представляющие крупные таксономические единицы литогенного и галогенного происхождения. Критерии оценки аридной деградации почв определяются антропогенным воздействием и процессами накопления легкорастворимых солей, содержание которых зависит от гранулометрического состава почв. Дифференцированы антропогенные изменения, способствующие ускоренной деградации при отсутствии заметных изменений в компонентах природной среды. Деграционные процессы с относительно высокой контрастностью переходных стадий ксерофитизации широко распространены в приморских и дельтово-аллювиальных равнинах. Переход наземных экосистем лугового, лугово-степного, степного типов (включая лесных и кустарниковых представителей) к стадии аридизации под влиянием хозяйственной деятельности человека совершается за отрезок времени, когда климатические условия остаются практически без изменений. Ведущая роль антропогенного фактора в иссушении почв и их реакция обуславливают появление новых признаков оценки деграционных процессов. Выделены классы литогенного, галогенного (соляноквого) опустынивания, объединяющие соответствующие типы почв. Для сравнительной оценки введен класс фоновый уровень, где отсутствуют признаки природной деградации. В выделенных классах дифференцированы стадии опустынивания по гранулометрическому составу, температурному режиму корнеобитаемого слоя и степени засоления.

**Ключевые слова:** опустынивание почв, антропогенные воздействия, оценка, классы, гранулометрический состав, фоновый уровень, процессы, соленакопление.

Identify forms of soil desertification in natural areas combined into classes that represent the major taxonomic units lithogenic and halogen origin. Criteria for assessing land degradation in arid determined by anthropogenic impact and process of accumulation of soluble salts performance, which depends on the particle size distribution of soil. Differentiation of human-induced changes, contributing to accelerated degradation in the absence of significant changes in the natural environment components. Degradation processes with relatively high contrast transition stages xerophytization widespread in coastal and delta-alluvial plains. Go terrestrial ecosystems meadow, meadow-steppe, steppe types, including representatives of forest and bush to the stage arid under the influence of human activities makes for a length of time, when the climatic conditions remain virtually unchanged. The leading role of the human factor in the draining soils and their reactions cause the appearance of new symptoms evaluation of degradation processes. Obtained lithogenic classes, halogen (thistle) desertification, combining appropriate soil types. For comparative evaluation introduced the background level of the class, where there are no signs of natural degradation. In the selected classes the desertification stages are differentiated by particle size distribution, temperature regime and root zone salinity.

**Keywords:** *desertification of soils, anthropogenic impacts, evaluation, classes, particle size distribution, the level of background, processes, salt accumulation.*

Процессы опустынивания и аридной деградации, обусловленные антропогенным фактором, приводят к радикальным изменениям в состоянии природной среды, прежде всего почвенного покрова. Общеизвестно, что антропогенным опустыниванием охвачены регионы с сухим, полупустынным климатическим режимом. В результате интенсификации антропогенного фактора опустынивание распространяется и в условиях формирования степных, лугово-степных и лесных экосистем сопровождается увеличением дефицита влаги и сухости почвенного профиля.

Цель работы – выявление типов опустынивания почв, связанных с антропогенным воздействием, и оценка деградационных процессов, происходящих в почвах одного из типичных регионов Западного Прикаспия – Терско-Кумской низменности.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследования проведены в центральной части Терско-Кумской низменности с охватом ареалов проявления аридной деградации, в диапазоне различий формирующихся процессов по типам почв. Полигон расположен в пределах высотных отметок от –20 до +50 м между 44 и 39° северной широты и 45° 11' – 45° 17' восточной долготы. Северная граница простирается до реки Кумы и переходной полосы нижних предгорий Восточного Предкавказья. На западе граничит с Чеченской Республикой, простираясь к востоку до береговой линии Каспийского моря. Систематизация и обработка первичного материала по полевым лабораторным исследованиям осуществлены с применением общепринятых методов исследования почв. Космические снимки использованы с дешифровкой типов почв и оконтуриванием границ ареалов. Применен метод оптико-цифрового укрупнения масштабов космических снимков для их обобщения и улучшения по содержанию крупномасштабных съемок. К методической части работы относится выделение установленных типов опустынивания в рамках более крупной систематической единицы классов. Для условий, где развиваются автоморфные почвы (легкого гранулометрического состава), введены градации оценки по гумификации и ветровой эрозии. Градация стадий опустынивания дана по общепринятой классификации, включая и фоновый уровень в состоянии почвенного покрова [1, 2]. Влияние грунтового увлажнения учтено при дифференциации типов почв по классам опустынивания, включая и глубину залегания грунтовых вод.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

При обобщении данных и составлении карты опустынивания использованы классы как картографическая основа. Пространственные показатели (контуры), выведенные на карте опустынивания, показывают преобладающую роль класса «галогенное опустынивание» средней и сильной степени (рис. 1). Из общей площади региона (1,2 млн га) галогенное опустынивание занимает 33 % (0,4 млн га). Ареалы распространены в центральной и восточной частях региона в пределах аккумулятивной зоны. На накопление солей в условиях грунтового увлажнения оказывает существенное влияние дифференциация по гранулометрическому составу отдельных горизонтов. Формирование класса литогенного опустынивания связано с легким гранулометрическим составом. С уменьшением физического песка увеличивается относительное содержание физической глины, создавая условия для накопления солей в прогрессирующем направлении, и формирования обратимой динамики литогенного класса к галогенному. При этом образуются солончаки типичные, корковые, пухлые, относящиеся к классу галогенного опустынивания, высшая стадия которого наступает при более чем 70%-м содержании физической глины. Чем меньше физического песка в условиях безоточного грунтового увлажнения, тем сильнее развиваются процессы галогенного опустынивания (табл. 1). Роль песчаных фракций сводится к усилению дренирующей роли опесчаненных слоев, поглощению солнечной энергии и увеличению температуры поверхностных горизонтов [1, 3, 4]. Создаются условия, способствующие прогреванию, быстрому оттаиванию снега на поверхности и аккумуляции тепловой энергии. Одностороннее увеличение физического песка на отдельных участках происходит преимущественно эоловым путем, способствуя иссушению почв и формированию локальных песчаных образований. При высоких пастбищных нагрузках локальные песчаные образования превращаются в очаги опустынивания. С увеличением физического песка связано формирование бугров, барханов, подверженных литогенному опустыниванию (рис. 1, контур 5). Почвы, содержащие более 90 % физического песка, переходят в стадию очень сильного опустынивания, образуя массивы движущихся песков [5, 6]. На представленной карте движущиеся пески (сыпучие) образуют 6 контуров площадью 62,8 тыс. га (7,7 % общей территории региона). Отличительным признаком является тенденция расширения площадей, охваченных сферой влияния антропогенных воздействий (пастбищ, дорог, животноводческих объектов и др.). В стадии сильного

опустынивания содержание физического песка уменьшается до 70 %, в результате чего отмечаются признаки гумусообразования и сохранившиеся растительные группировки в виде островков с низким потенциалом. Они занимают 6,1 % территории (51,6 тыс. га), представлены 6 контурами с округлопятнистой формой.

Средняя и слабая степень опустынивания имеет значительное распространение (площадь 162,8 тыс. га, 21,1 %). Здесь распространены светло-каштановые, лугово-каштановые почвы с признаками слабой и средней степени развития процессов засоления и эрозии. Литогенное опустынивание почв слабой и средней степени проявляется в комплексе с начальной стадией галогенного опустынивания. Физическая глина придает почве пластичность, способность к структурообразованию, уменьшению водопроницаемости. Почвы, содержащие физическую глину в пределах 40÷70 %, активно подтягивают влагу по капиллярам из нижних горизонтов в верхние, способствуя формированию водоносного горизонта на глубине 4÷6 м. При залегании минерализованных грунтовых вод капиллярный подъем способствует подтяжке солей в верхнюю метровую толщу с последующим их накоплением.

Параллельно с процессами засоления почв наблюдается иссушение профиля с формированием различных стадий опустынивания. Графики гидротермического режима (рис. 2) показывают максимальную величину температуры на глубине 5 см для всех вариантов: при литогенном опустынивании в летний период она достигает 45÷48 °С, в галогенном – 35÷40 °С. Это связано с высокой гигроскопичностью хлористого кальция легкорастворимых солей, пропитавших всю почвенную массу. Увеличение глубины профиля не меняет общую тенденцию в температурном режиме. Максимальная температура по исследуемым вариантам (включая и фоновый уровень) в слое 0÷20 см составляет 20÷25 °С, причем в весенний и осенний периоды термический показатель выравнивается. Высокая температура характерна для горизонтов со значительным содержанием физического песка (литогенное опустынивание), незначительным количеством засоленных почв (галогенное опустынивание). Установлено, что изменение суммы токсичных солей (табл. 2) происходит в определен-

ной зависимости от содержания физической глины. В лугово-каштановой солончаковой почве (разрез 107) на глубине 0÷10 см сумма токсичных солей – 13,91 мг-экв, содержание физической глины – 50,2 %; на глубине 60÷70 см содержание токсичных солей увеличивается до 17,8 мг-экв, физической глины – до 59,0 %.

Солевой состав почв и соотношение гранулометрических фракций рассматриваются как показатели почвообразования, интерпретация которых дает возможность раскрыть закономерные изменения в физических и химических свойствах почв [7, 8].

Таблица 1

**Почвенные факторы, определяющие стадии опустынивания / Soil factors that determine the stage of desertification**

Опустынивание		Площадь		Определяющие факторы, %	
Класс	Стадия	Тыс. га	%	Физический песок	Сухой остаток
Литогенный	Фоновый уровень	510,5	45,5	<50,0	<0,5
	Слабая	56,4	13,0	20–30	0,5–0,3
	Средняя	52,0	8,1	40–60	0,3–0,1
	Сильная	51,0	6,1	60–90	<0,1
	Очень сильная	62,8	7,7	>90	Тоже
	Всего	174,1	34,1	–	–
Галогенный	Фоновый уровень	–	–	–	–
	Слабая	41,3	8,1	<50,0	<0,3
	Средняя	28,1	5,5	20,0–40,0	0,3–0,6
	Сильная	22,4	4,4	10,0–20,0	0,6–1,0
	Очень сильная	17,3	3,4	<10,0	<1,0
	Всего	131,3	21,4	–	–

Таблица 2

**Содержание солей в гранулометрических фракциях в лугово-каштановой солонцеватой почве / The salt content in different particle-size fractions in a meadow-chestnut alkaline soil**

Разрез	Сухой остаток, %	мг-экв/100 г почвы				Частицы, %	
		HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Сумма токсичных полей	Физ. глина, <0,01 мм	Физ. песок, >0,01 мм
Р.107		Эфемерно-попынная					
0–10	0,24	0,54	1,70	2,70	13,91	50,2	49,8
20–30	0,60	0,22	1,40	4,16	14,40	50,5	49,5
40–60	0,39	0,10	1,85	2,54	10,94	47,1	52,9
60–70	0,85	0,38	2,70	9,20	17,80	59,0	41,0
Р.118		Попынно-злаковая					
0–10	0,35	0,36	0,79	14,68	21,41	64,1	35,9
20–30	0,41	0,74	4,20	2,37	25,57	70,5	29,5
40–50	0,25	0,14	2,74	1,42	13,8	44,4	45,6
60–70	0,89	0,44	2,49	6,50	22,86	65,3	34,7
		Попынно-многолетнесолянковая					
0–10	0,15	0,68	0,60	0,02	9,3	37,5	62,5
20–30	0,49	0,88	2,20	0,40	18,0	68,1	31,9
40–50	0,92	0,58	0,42	6,49	29,09	77,5	22,5
60–70	0,98	0,73	6,33	1,69	34,31	85,3	14,7

Дополнительные условные обозначения  
к легенде почвенной карты РД

Механический состав:

Г - глинистые  
Т - тяжелосуглинистые  
С - среднесуглинистые

Л - легкосуглинистые  
Ч - супесчаные  
П - песчаные

Степень засоления

СК<sub>1</sub> - слабосолончаковые  
СК<sub>2</sub> - среднесолончаковые  
СК<sub>3</sub> - сильносолончаковые  
СЧ<sub>1</sub> - слабосолончачковые  
СЧ<sub>2</sub> - среднесолончачковые  
СЧ<sub>3</sub> - сильносолончачковые

Прикаспийский институт биологических ресурсов  
Дагестанского научного центра РАН  
Лаборатория почвенных ресурсов

# КАРТА СЕВЕРНОГО ДАГЕСТАНА

Масштаб 1:200 000  
2005 г

Составлена: З.Г. Залибековым, М.А. Баламировым,  
Э.М.Р. Мирзоевым на основе материалов С.В. Зонна,  
А.С. Солдагова, С.У. Керимханова и своих исследований,  
под редакцией академика Г.В. Дюрова-Вольского.



Условные обозначения:

- границы государственных республик и краев
- границы районов
- границы городов
- железные дороги
- автотрасса федерального значения
- дор. республиканского значения
- реки
- каналы
- озера и водохранилища
- столицы Республики
- центры районов и городов
- почвенный контур

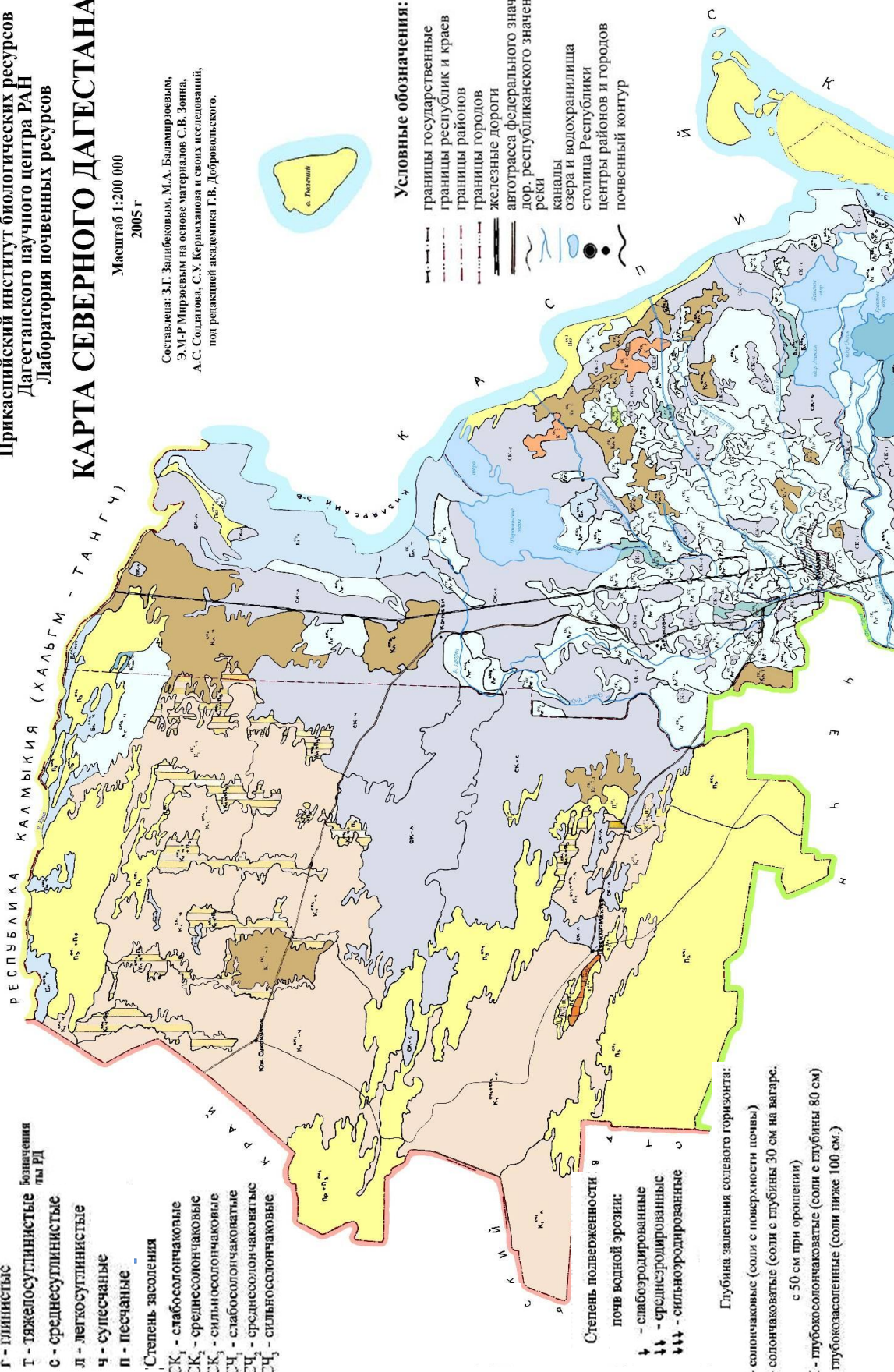


Рис. 1. Почвенная карта Терско-Кумской низменности  
/ Fig. 1. Soil map of Terek-Kuma lowland

Легенда к почвенной карте

Окраска и индексы почв	Наименование почв	Механический состав почв	Почвообразующие породы	Площадь тыс. га	Баллы бонитета почв
1	2	3	4	5	6
	<b><u>Почвы низменности:</u></b> Темно-каштановые	тяжело - и среднесуглинистые	делювиальные суглинки	6,68	100
	Каштановые	глинистые, тяжело- и среднесуглинистые		37,95	73
	Светло-каштановые	глинистые, тяжело-, средне-легко суглинистые и супесчаные	делювиальные, аллювиально-делювиальные суглинки и морские отложения	108,2	61
	Светло-каштановые солонцевато-солончаковые			386,8	35
	Лугово-каштановые	тяжело - среднесуглинистые	аллювиальные и морские отложения	186,1	78
	Лугово-каштановые солонцевато-солончаковые	глинистые, тяжело - и среднесуглинистые		215,5	30
	Лугово-каштановые солончаковые в комплексе с солончаками			80,1	25
	Лугово-лесные	тяжело - и среднесуглинистые	аллювиальные суглинки	36,3	85
	Аллювиально-луговые	среднесуглинистые и тяжело-суглинистые	подстилаемые супесями и галечником	160,6	78
	Луговые			73,2	68
	Луговые солончаковые в комплексе с солончаками	глинистые и тяжелосуглинистые	аллювиальные суглинки, глины и супески	244,67	23
	Лугово-болотные солончаковые			56,2	23
	Лугово-болотные осушенные			20,0	46
	Солончаки			482,1	20
	Пески развеваемые	песчаный	пески эоловые и морские	126,9	10
	Пески развеваемые в сочетании с песками закрепленными			227,7	15
	<b><u>Почвы гор и высокогорий:</u></b> Горно -каштановые	тяжело - и среднесуглинистые	эллювиально-делювиальные отложения	36,5	61
	Горные бурые лесные		делювиальные отложения	252,6	79
	Горно-луговые черноземовидные		эллювиально-делювиальные отложения на извест.	158,7	100
	Горные лугово-степные		делювиальные отложения	125,2	70
	Горные лугово-лесные скрытоподзоленные		эллювиально-делювиальные отложения	17,8	81
	Горно-луговые	тяжело - и среднесуглинистые	делювиальные отложения	871,16	75
	Горно-луговые дерновые	среднесуглинистые	эллювиально-делювиальные отложения	311,70	76
	Горно-луговые примитивные (слабо-развитые)		делювиальные отложения	145,46	15
	Горно-долинные: лугово-каштановые и луговые речных террас	тяжело - и среднесуглинистые	аллювиально-делювиальные отложения	69,24	68
	Не почвенные образования: Обнажение коренных пород			13,84	
	Каменистые русла рек			20,9	
	Ледники			7,8	

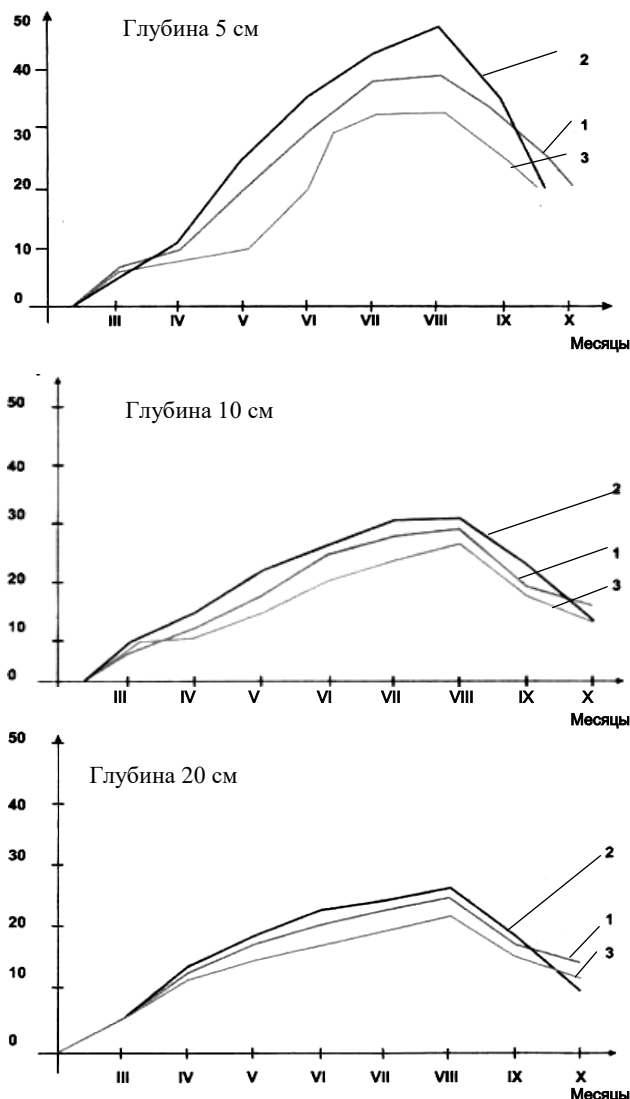


Рис. 2. Температурный режим почв на разных глубинах при стадии сильного опустынивания, 2010 г. 1 – фоновый уровень; 2 – литогенный; 3 – галогенный / Fig. 2. Soil temperature at different depths in a phase of strong desertification, 2010. 1 - the background level; 2 - lithogenic; 3 - halogen

Небольшие отклонения в отдельных горизонтах от выявленной закономерности связаны с различиями в соотношении гранулометрических фракций, входящих в группы пылеватых и песчаных частиц [9].

Установлено, что в лугово-каштановых почвах слабоминерализованные и пресные грунтовые воды (глубина > 1,5 м) увеличивают запасы продуктивной влаги. Оценка условий формирования ресурсов кормовых растений рассматриваемых почв позволяет отметить увеличение надземной массы растений с формированием сообществ, отличающихся высокой биологической продуктивностью [10]. Сравнительная оценка типов опустынивания и рядов почвообразования дает возможность выделить приморский ряд в качестве стадии, тяготеющей к засолению и галогенному опустыниванию. При сильной степени

засоления на луговых среднесуглинистых почвах поселяется в основном лугово-солянковая растительность, где устанавливается стабильный уровень грунтовых вод (0,5÷1,5) с высокой минерализацией хлоридно-сульфатного типа засоления (18,0–22,5 ц/га). Накопление фитомассы за счет увеличения роли галофитов с высоким разнообразием растений иллюстрирует адаптивную их способность к условиям галогенного опустынивания.

## Выводы

1. Многообразие форм изменений, происходящих под влиянием деградационных процессов и различий, обуславливающих таксономическую последовательность, объединено в рамках высшей классификационной единицы – класса опустынивания. Выделены классы литогенного, галогенного и фонового уровня, характеризующие современное состояние аридных экосистем.

2. Основными критериями литогенного опустынивания являются различия в содержании фракций физического песка в поверхностных горизонтах почвы (> 70 %). Дальнейшее увеличение песчаных фракций приводит к развитию ветровой эрозии и появлению ареалов движущихся песков. Одностороннее увеличение физического песка усиливает деградационные процессы с формированием локальных очагов деградации (опустынивания).

3. Установлена временная устойчивость климатического фактора в проявлении ускоренной деградации под влиянием антропогенного фактора. При переходе наземных экосистем от фонового состояния к стадиям аридной деградации в качестве определяющих критериев выступают увеличение нагрузок на единицу площади и разрыв естественной биологической цепи круговорота веществ в системе почва – живые организмы.

4. Галогенное опустынивание распространено на значительных площадях и формируется в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод. Важным фактором, способствующим накоплению солей, является также высокое содержание физической глины и однородный по гранулометрическому составу почвенный профиль. Почвы, содержащие физическую глину менее 50 %, активно подтягивает влагу по капиллярам с последующей подтяжкой и накоплением солей. В содержании физической глины и легкорастворимых солей существует прямая зависимость, отражающая параллельное их увеличение в диапазоне абсолютных величин 50÷80 %.

5. Оценка деградационных процессов по классам опустынивания дает возможность определить по стадиям температурный режим корнеобитаемого слоя почв, сумму токсичных солей и количественное содержание фракций по горизонтам почвенного профиля.

## Литература

1. Бабаев А.Г., Байрамов С.Б. Актуальные проблемы сохранения и рационального использования экосистем средней зоны // Проблемы освоения пустынь. 1985. № 4. С. 14–20.

2. Бананова В.А. Карта антропогенного опустынивания Калмыцкой АССР и ее природоохранное значение // Комплексный мониторинг и прогнозы состояния природной среды : сб. Всерос. симп. М. : АН СССР, 1991. С. 187–190.

3. Залибеков З.Г., Гамзатова Х.М. Основные направления исследований по проблеме формирования разнообразия почв в условиях аридного климатического режима // Тр. Ин-та геологии ДНЦ РАН. 2014. № 63. С. 80–85.

4. Залибеков З.Г., Гаджиева А.М. Вопросы классификации и картографии процессов опустынивания земель Терско-Кумской низменности // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2010. № 5. С. 98–102.

5. Гунин П.Д., Панкова Е.И. История формирования и основные понятия концепции опустынивания в отечественной науке // Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием. Махачкала; Волгоград, 2016. С. 15–20.

6. Кулик К.Н., Петров В.И. История и современность «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Тр. Ин-та геологии ДНЦ РАН. 2016. № 67. С. 94–97.

7. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых земель. М. : Колос, 1984. 384 с.

8. Глянц М.Х. Кац Р.У. Африканская засуха и ее последствия: возродившийся интерес к повторяющемуся явлению // Проблемы опустынивания. М. : ЦМП Госкомприроды СССР, 1989. Вып. 7. С. 48–72.

9. Паизулаева Р.М., Залибекова М.З., Асгерова Д.Б. О функциональной структуре электронной базы данных по почвенным ресурсам аридных территорий // Почвенные и растительные ресурсы в южных регионах России, их оценка и управление с применением информационных технологий : материалы Всерос. науч. конф. Махачкала, 2007. С. 27–32.

10. Петров В.И. Процессы опустынивания и концепция борьбы с ними на сельскохозяйственных землях аридной зоны России // Антропогенная деградация ландшафтов и экологическая безопасность. Волгоград, 2005. С. 115–134.

## References

1. Babaev A.G., Bairamov S.B. Aktual'nye problemy sokhraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya ekosistem srednei zony [Actual problems of conservation and rational use of medium-zone ecosystems]. *Problemy osvoeniya pustyn'*. 1985, No. 4, pp. 14-20.

2. Bananova V.A. [Map of anthropogenic desertification of the Kalmyk ASSR and its conservation value]. *Kompleksnyi monitoring i prognozy sostoyaniya prirodnoi sredy* [Complex monitoring and forecasts of the state of the natural environment]. Collection of the All-Russian Symposium. Moscow, AN SSSR, 1991, pp. 187-190.

3. Zalibekov Z.G., Gamzatova Kh.M. Osnovnye napravleniya issledovaniya po probleme formirovaniya raznoobraziya pochv v usloviyakh aridnogo klimaticheskogo rezhima [The main directions of research on the problem of formation of soil diversity in arid climatic conditions]. *Tr. In-ta geologii DNTs RAN*. 2014, No. 63, pp. 80-85.

4. Zalibekov Z.G., Gadzhieva A.M. Voprosy klassifikatsii i kartografii protsessov opustynivaniya zemel' Tersko-Kumskoi nizmennosti [Issues of Classification and Mapping of the Desertification Processes of the Terek-Kuma Lowlands]. *Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Estestv. nauki*. 2010, No. 5, pp. 98-102.

5. Gunin P.D., Pankova E.I. [History of formation and basic concepts of the concept of desertification in the domestic science]. *Prirodnye i antropogennye izmeneniya aridnykh ekosistem i bor'ba s opustynivaniem* [Natural and anthropogenic changes in arid ecosystems and struggle against desertification]. Makhachkala, Volgograd, 2016, pp. 15-20.

6. Kulik K.N., Petrov V.I. Istoriya i sovremennost' «General'noi skhemy po bor'be s opustynivaniem Chernykh zemel' i Kizlyarskikh pastbishch» [The history and the present of the “General Scheme to Combat Desertification of the Black Lands and Kizlyar Pastures”]. *Tr. In-ta geologii DNTs RAN*. 2016, No. 67, pp. 94-97.

7. Kovda V.A. *Problemy bor'by s opustynivaniem i zasoleniem oroshaemykh zemel'* [Problems of combating desertification and salinization of irrigated lands]. Moscow, Kolos, 1984, 384 p.

8. Glyants M.Kh. Kats R.U. [African drought and its consequences: renewed interest in a recurring phenomenon]. *Problemy opustynivaniya* [Problems of desertification]. Moscow, TsMP Goskomprirody SSSR, 1989, iss. 7, pp. 48-72.

9. Paizulaeva R.M., Zalibekova M.Z., Asgerova D.B. [On the functional structure of the electronic database on soil resources of arid territories]. *Pochvennye i rastitel'nye resursy v yuzhnykh regionakh Rossii, ikh otsenka i upravlenie s primeneniem informatsionnykh tekhnologii* [Soil and plant resources in the southern regions of Russia, their assessment and management using information technology]. Materials of the All-Russian Scientific Conference. Makhachkala, 2007, pp. 27-32.

10. Petrov V.I. [Desertification processes and the concept of their control on agricultural lands of the arid zone of Russia]. *Antropogennaya degradatsiya landshaftov i ekologicheskaya bezopasnost'* [Anthropogenic degradation of landscapes and ecological safety]. Volgograd, 2005, pp. 115-134.