

## **МАЛОИЗУЧЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ СОЛЯНОКУПОЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ**

**Петрищев В.П., Ахмеденов К.М., Норейка С.Ю.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

**Институт степи УрО РАН, г. Оренбург**

**Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир  
хана, Казахстан, г. Уральск**

Соляная тектоника как один из вариантов псевдотектогенеза обладает одной особенностью – прорывая надсолевые породы, соляные диапиры преобразуют ландшафтную структуру, активизируя межкомпонентные взаимодействия за счет включения в процесс ландшафтогенеза как соляного ядра, так и всего комплекса глубоко залежавших геологических пород, оказавшихся на поверхности. Геологические аномалии, которыми по существу являются солянокупольные поднятия, инициируют целый комплекс прочих аномалий, которые могут взаимодействовать и взаимообуславливаться. К числу таких проявлений соляного тектогенеза следует отнести гидрогеологические и гидрологические, геоморфологические, гео- и гидрохимические, почвенные и ботанические аномалии, которые складываются в динамические комплексы, именуемые солянокупольными ландшафтами. Анализ морфоструктуры солянокупольных ландшафтов показывает, что соляной тектогенез дестабилизируя природные компоненты, является ведущим фактором ландшафтогенеза Прикаспийской впадины и Южного Предуралья.

В результате совместной экспедиции в июле 2016 года (рис. 1) учеными и Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (Уральск, Республика Казахстан) и Института степи Уральского отделения РАН проведены исследования солянокупольных ландшафтов по двум направлениям: 1) изучение химического состава родников Индерского солянокупольного поднятия и сравнение их с родниками других физико-географических провинций Западного Казахстана; 2) изучение почв Индерских гор (группа эрозионно-карстовых гряд к северу от озера Индер). В 2016 г. были изучены разрезы литоморфных почв Индерских гор (рис. 2). Почвенные разрезы, заложенные в центральной части гор в ложбинах и на вершинах гипсовых гряд «кургантау» (рис. 3), показали значительную мощность горизонтов вмывания солей. Это, очевидно, признак интенсивного рассоления территории вследствие как длительного неотектонического подъема, так и воздействия натеchnого увлажнения по склонам. Мощность горизонта рассоления составляет от 40 см по ложбинам, где аккумулируются легкорастворимые соли со склонов и вершин возвышенностей, до 60-80 см на склонах и вершинах гипсовых останцов. Значительная мощность горизонтов рассоления является одним из показателей длительного и устойчивого подъема территории Индерских гор вследствие солянокупольного подъема [1]. Также с помощью шурфования установлено, что не все возвышенности Индерских гор являются

гипсовыми останцами. Значительную часть положительных форм рельефа составляют денудационные останцы, сохранившихся палеокаспийских террас, в основании которых гипсы не залегают.

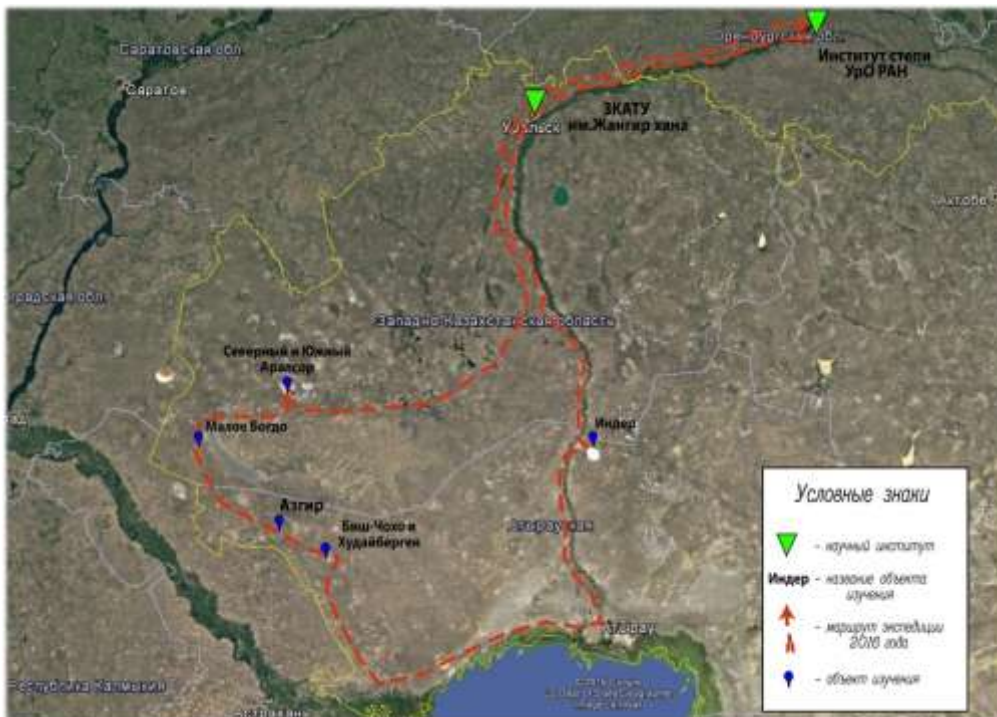


Рис. 1. Картограмма маршрута, района и объектов исследований экспедиции 2016 года.

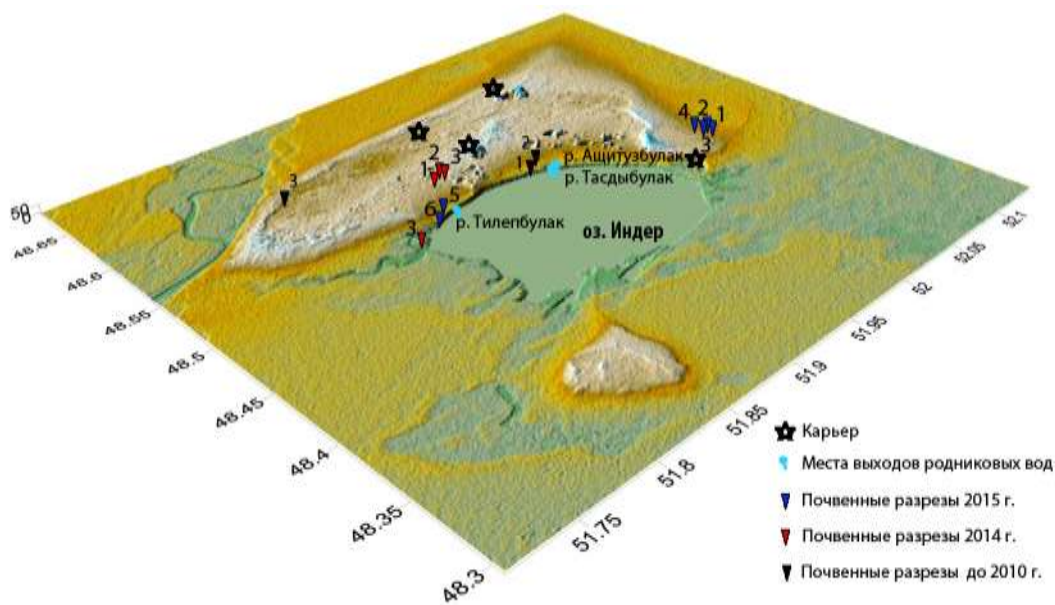


Рис. 2. Изученность почвенного покрова на Индерском соляном куполе.

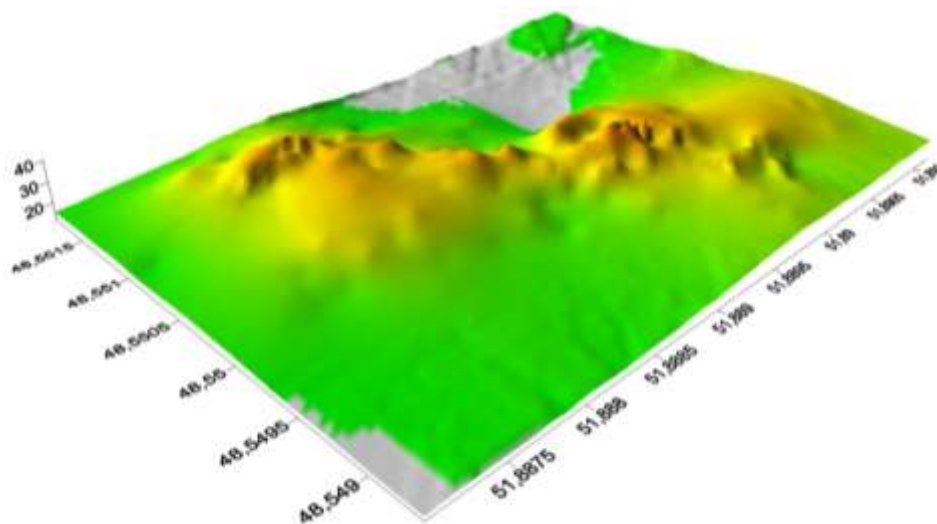


Рис. 3. Съемка возвышенности «кургантау» на Индерских горах, посредством GPS оборудования, построенная в программном комплексе Surfer.

Изучение почв проводилось на основе ранее разработанной ландшафтной катены с целью ее дальнейшего уточнения, для этого в 2016 году было заложено 6 почвенных разрезов. Были исследованы почвы одной из непоглощающих карстовых воронок северо-восточной части Индерского карстового поля, приозерной террасы и поймы озера Индер у северо-западного берега [2]. Почвенные разрезы на карстовом поле включали 1 контрольный (R 14-1), расположенный в пределах приподнятой и отпрепарированной эрозионными и карстовыми процессами хвалынской террасы. Три разреза (R 14-2, 3, 4) описывают как локальные особенности формирования почв карстовой воронки, так и являются почвенными эталонами редких для Прикаспийской низменности литоморфных почв на закарстованных гипсах [3]. Один разрез (R 14-5) также является контрольным (фоновым) и размещен на позднехвалынской террасе над соровым уступом озера Индер. Разрез R 14-6 расположен в пределах озерной поймы Индера и характеризует особенности сорового почвообразования, являясь также эталонным для Западного Казахстана.

Анализ химического состава почв педокатены карстового поля показал, что: 1) карстовые воронки играют дренажную роль для почв Индерской эрозионно-карстовой возвышенности, основу которых (более 2/3 площади) составляют различные солонцы с преобладанием глубоких и средних; 2) на Индерской возвышенности широко распространены (1/3 площади возвышенности) различные варианты смытых и неполноразвитых почв со следами погребенных горизонтов в карстовых котловинах и воронках; 3) процессы солянокупольного подъема повлияли на рассоление почв, что прослеживается как на наличии глубоких солонцовых горизонтов (глубина 50-60 см) на приозерных террасах, так и широком развитии эрозионных процессов и карста; 4) на основе анализа почв можно предположить солянокупольное происхождение высоких соровых уступов (до 20 м высотой) вокруг озера Индер [4].

Нами проводится прямая зависимость между соляными стенками и карнизами, с одной стороны, и контрастным сочленением геоморфологических форм, обуславливающих формирование гидротермических барьеров. Частными примерами, такой зависимости, являются ярко выраженные градиенты на приозерных обрывах озера Индер. В первом случае, это резкое изменение температуры на высоте 2 м, прослеженное исключительно вдоль берегового обрыва, сопровождавшееся устойчивым (3-4 дня) повышением относительной влажности в этой полосе. Характерно, что подтвердился эффект повышенной динамичности микроклиматических процессов в переходной зоне от солевого озера к солянокупольным возвышенностям. Экспериментальное наблюдение за микроклиматическими процессами на озере Индер позволило также подтвердить данные о температурной инверсии, связанной с высоким альбедо солевой корки на озерной поверхности. В результате экспедиционных исследований обследованы два родниковых урочища на побережье озера Индер – Тилепбулак и Ащытузбулак, формирование питающих водоносных комплексов которых связано с галогенно-сульфатной толщей Индерской соляной структуры [6]. Важной составляющей проведенных экспедиционных исследований стало изучение почвенного разнообразия Индерского солянокупольного ландшафтного района. Одной из задач было изучение почв Индерского карстового поля. Карстовые процессы, несмотря на сравнительно низкое атмосферное увлажнение Западного Казахстана, достаточно широко распространены благодаря формированию разнообразных карстующих пород, в т.ч. эвапоритов [7]. Изучение химического состава родников Индерского солянокупольного района показало, что несмотря на простой химический состав (резкое преобладание хлорида натрия) и высокую минерализацию, они не столь однообразны. Были выделены две группы родников – 1) родники с высокой минерализацией (более 100 г/л), высоким дебитом (более 1 л/с), выходящие у подножья сорového уступа озера Индер (эталон – родник Тилепбулак) и связанные с соляным зеркалом; 2) родники с значительной минерализацией (10-20 г/л), сравнительно малodeбитные (0,1-0,5 л/с), дренирующие толщу кепрока с линзами галита в пределах Индерских гор (эталон – родник Ащытузбулак) (рис. 6).

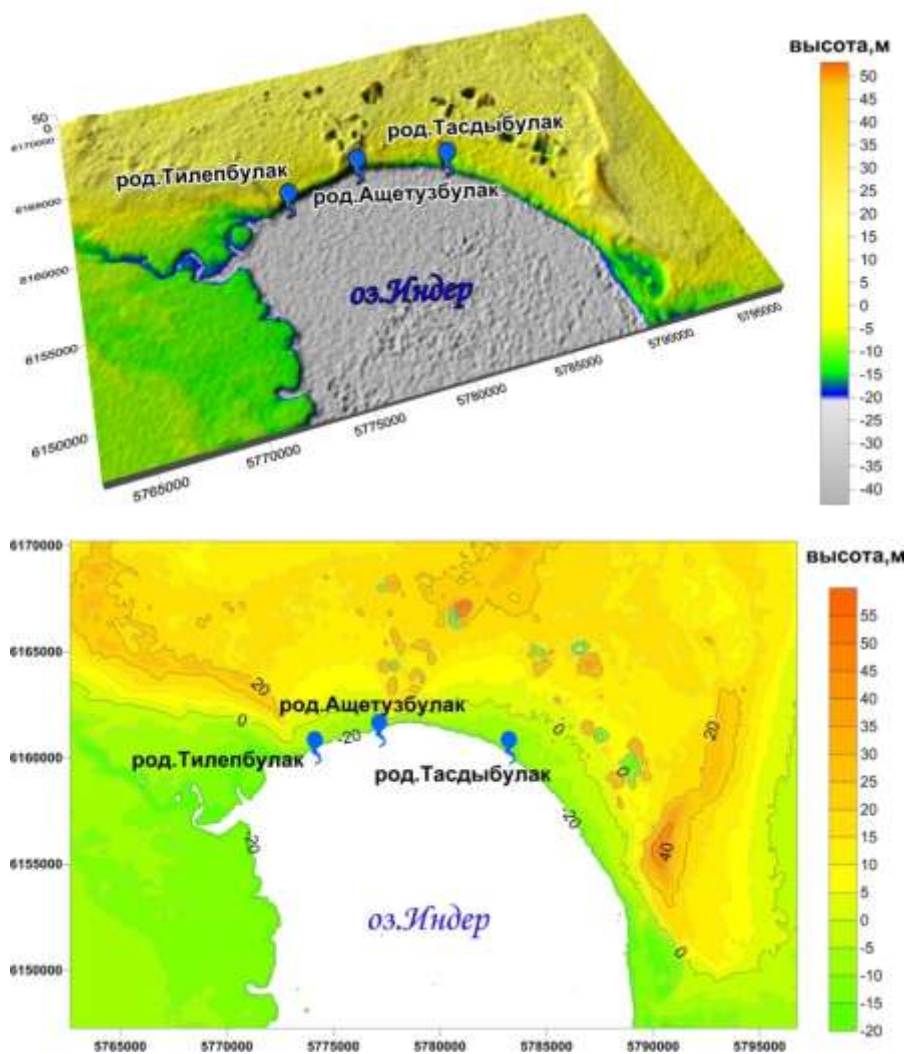


Рис. 6. Трехмерная модель и топографическая карта северного побережья оз. Индер и южной части Индерских гор, построенная в программе Surfer, с использованием радиолокационных данных ASTER GDEM (version 2).

Разрез в пойме озера Аралсор (рис. 4) показывает о наличии периодов устойчивого накопления солей во время затопления его котловины водой и ее последующего испарения, и периодов, когда воды поступает мало, или не поступает вообще [5]. Также как и на Индере, Аралсорская возвышенность испытывает процессы рассоления, но в гораздо меньших размерах, т.к. мощность верхнего горизонта рассоления составляет всего 15 см. Это также свидетельствует о небольшой интенсивности подъема территории.

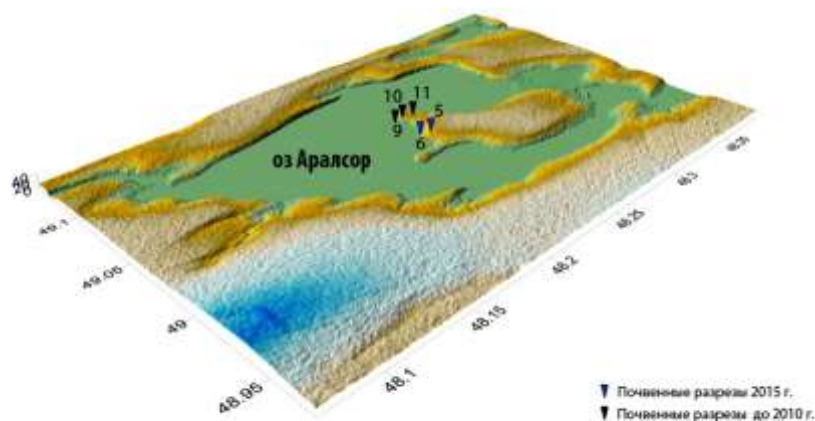


Рис. 4. Изученность почвенного покрова на Аралсорском соляном куполе.

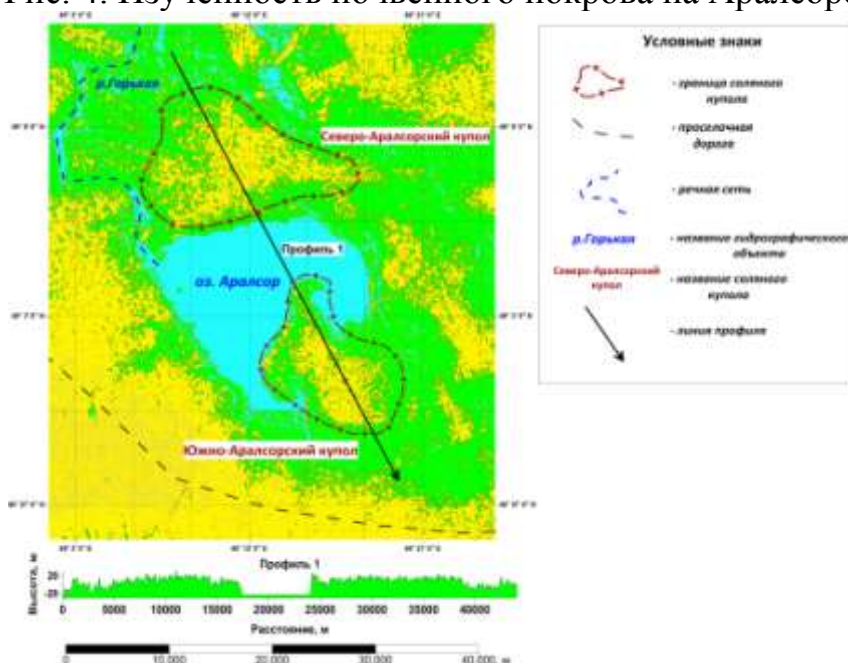


Рис. 5. Картосхема Аралсорской компенсационной мульды, Северо- и Южно-Аралсорских соляных куполов, с линией профиля рельефа.

При наблюдениях на оз. Аралсор (рис. 5) зафиксирован высокий температурный градиент при переходе от приозерного плато, круто обрывающегося к озеру, к озерной рапе –  $3,5^{\circ}\text{C}$ . При этом ниже оказывались температуры над соляным озером, что связано с высоким альбедо солевой поверхности озера. Особенно высокими различия были между температурой почвы и озерного ила (батпака) –  $6,6^{\circ}\text{C}$ . Отмечено интересное явление – инверсия температуры над покрытой солевой коркой поверхностью озера, что связано с формированием своеобразной тепловой «подушки» на высоте 1-3 м. На основе измерения микроклиматических параметров на побережье оз. Индер выявлены микроклиматические градиенты, обусловленные в конечном счете геодинамическими зонами, сформировавшимися в эвапоритовой толще.

Следует отметить, что родники солянокупольных геосистем, не связанные непосредственно с эвапоритовыми отложениями, как например родник Сарыомир у подножья горы Сасай, также существенно отличаются от прочих

выходов подземных вод, т.к. связаны с выходами за счет солянокупольных деформаций стратиграфических комплексов, не свойственных данной территории. Выполнен анализ морфологической структуры солянокупольных геосистем Прикаспийской низменности, в.т.ч. малоизученных ландшафтов куполов Жамантау (Малое Богдо), Бесшоки, Кудайберген [8]. В качестве основной ландшафтной катены для изучения ландшафтного сопряжения были взяты возвышенности Бесшоки (13 м) (рис. 7) и Кудайберген (14 м) и сор Бесоба (-18 м). Основу почвенного покрова денудационно-карстовой возвышенности солянокупольного происхождения Бис-Чохо составляют мелкие сульфатные солонцы с глубиной залегания солонцового горизонта 10-20 см. Сумма солей на уровне 0-15 см составляет 1,188%, на уровне 15-30 см – 3,014%. Также большую роль играют литоморфные почвы с подстилающими гипсовыми породами. Возвышенность Кудайберген также в почвенном отношении сложена мелкими солонцами с высоким содержанием сульфатов. Сор Бесоба полностью сложен сульфатными солончаками (сумма солей на уровне 0-60 см 6,51%).

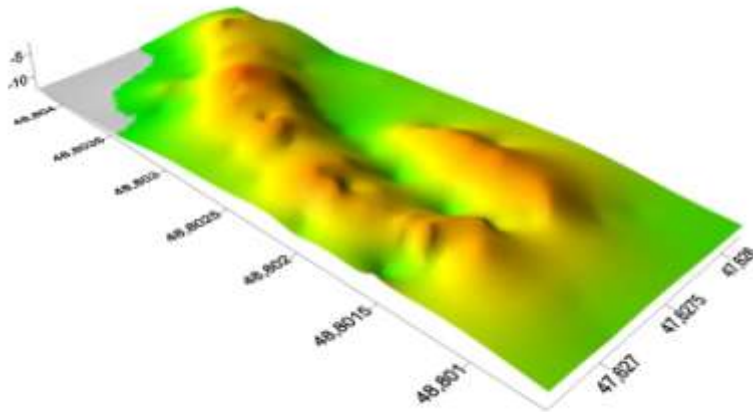


Рис. 7. Съемка одной из возвышенностей поднятия Биш-Чохо, аналог Индерских «кургантау», посредством GPS оборудования, построенная в программном комплексе Surfer.

Анализ морфоструктурной сложности солянокупольных геосистем западной части Прикаспийской впадины (куполов Жамантау (Малое Богдо), Бесшоки, Кудайберген) показывает, что энтропийное разнообразие в целом соответствует региональным показателям [9, 10]. Показатели энтропийной сложности соответствуют зрелому этапу постэкстрезивной стадии солянокупольного ландшафтогенеза, и предшествуют фазе окклюзии (табл. 1).

Табл. 1. Анализ морфоструктурной сложности солянокупольных геосистем западной части Прикаспийской впадины.

Наименование	S	n	m	p	S0	K <sub>p</sub>	K <sub>c</sub>	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Бесшоки	214,1985	8	6118	0,001308	26,77481	2,85	2,87	0,97
Кудайберген	606,9956	8	13557	0,00059	75,87445	2,83	2,47	0,84
Жамантау (Малое Богдо)	489,0064	8	16824	0,000476	61,1258	2,86	2,90	0,98

продолжение таблицы 1:

Наименование	k	Кслож н	Нm	Нi	R	K
10	11	12	13	14	15	16
Бесшоки	0,037349	0,298788	12,57884	9,731325	0,773626	2047603
Кудайберген	0,01318	0,105437	13,72675	10,89917	0,79401	12857873
Жамантау (Малое Богдо)	0,01636	0,130878	14,03823	11,18182	0,796526	12854755

Примечание -  $S$  - площадь солянокупольного ландшафта;  $n$  - количество видов ПТК,  $m$  - количество ландшафтных контуров,  $p$  - среднее количество ландшафтных контуров на 1 вид ПТК,  $S_0$  - средняя площадь контура,  $K_p$  - энтропийная мера разнообразия,  $K_c$  - энтропийная мера сложности,  $N$  - энтропийная мера неоднородности,  $k$  - индекс дробности ландшафтных контуров,  $K_{сложн}$  - коэффициент сложности,  $N_m$  - максимальная возможная сложность ландшафтов,  $N_i$  - абсолютная организация ландшафтов (неуравновешенность),  $R$  - относительная организация ландшафтов,  $K$  - коэффициент ландшафтной раздробленности.

Изучение гидрологических аномалий и почвенного разнообразия солянокупольных ландшафтов свидетельствуют об особом происхождении и значительных отличиях его по сравнению с ландшафтами Прикаспийский низменности. Геоморфологические исследования морфоскульптурных форм [11] указывают на то, что ландшафты солянокупольного происхождения не всегда связаны с особенностями проявления соляной тектоники. Родниковые аномалии заключаются в высокой минерализации и концентрации хлоридов и сульфатов, а также в дифференциации родников [12]. Результат полученных данных показывает, что наряду с высокоминерализованными и высокодебитными выходами подземных вод важное ландшафтообразующее значение имеют родники, связанные с сульфатно-галогенной толщей кепрока. В почвенном покрове солянокупольных ландшафтов Прикаспийской впадины отмечаются процессы, связанные с образованием литоморфных почв. Почвенные разрезы, заложенные в центральной части Индерских гор в ложбинах и на вершинах гипсовых гряд «кургантау», показали значительную мощность горизонтов вмывания солей [13]. Это, очевидно, признак интенсивного рассоления территории вследствие как длительного неотектонического подъема, так и воздействия натечного увлажнения по склонам. Исследование почв в пойме озера Аралсор показывает о наличии периодов устойчивого накопления солей во время затопления его котловины водой и ее последующего испарения, и периодов, когда воды поступает мало, или не поступает вообще. Также как и на Индере Арасорская возвышенность



испытывает процессы рассоления, но в гораздо меньших размерах, т.к. мощность верхнего горизонта рассоления составляет всего 15 см. Это также свидетельствует о небольшой интенсивности подъема территории.

*Материалы статьи подготовлены в рамках гранта РФФИ №14-05-220 «Мировое разнообразие ландшафтов солянокупольного происхождения: особенности формирования, проблемы охраны и рационального использования».*

#### Список литературы

1. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Көшім А.Ф. Индер - ландшафтная геосистема солянокупольного происхождения / К.М. Ахмеденов, В.П. Петрищев, А.Ф. Көшім // Вестн. КазНУ. Сер. Геогр. – Алматы, 2016. – № 1(42). – С. 5-9.
2. Петрищев В.П., Норе́йка С.Ю., Петрищева Н.В., Ахмеденов К.М. Особенности компонентов ландшафтных геосистем солянокупольного происхождения западной части Прикаспийской впадины / В.П. Петрищев, С.Ю. Норе́йка, Н.В. Петрищева, К.М. Ахмеденов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2015. – № 6. – С. 189-198.
3. *The Formation Features of Landscapes in the Inderskii Salt-Dome Area (Precaspian Hollow) / V.P. Petrishchev, A.A. Chibilev, K.M. Akhmedenov, S.K. Ramazanov // Geography and natural resources. 2011. № 2. P. 146–151.*
4. Норе́йка С.Ю., Петрищев В.П. Особенности почв солянокупольных ландшафтов Прикаспия (на примере купола Индер) / С.Ю. Норе́йка, В.П. Петрищев // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конференции. – Белгород: Издательский дом «Белгород», 2016. – С. 194-196.
5. Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез : морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации. / В.П. Петрищев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 310 с.
6. Ахмеденов К.М., Абишева С.Х., Петрищев В.П., Петрищева Н.В. Гидрохимическое исследование соленых озер Прикаспийской низменности / К.М. Ахмеденов, С.Х. Абишева, В.П. Петрищев, Н.В. Петрищева // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2016. – № 1. – С. 57-63.
7. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Искалиев Д.Ж. Карст и псевдокарст в Западном Казахстане / К.М. Ахмеденов, В.П. Петрищев, Д.Ж. Искалиев // Труды университета. – Караганда, 2013. – № 1. – С. 50-54.
8. Норе́йка С.Ю., Ахмеденов К.М. К вопросу изучения соляного купола г.Малое Богдо / С.Ю. Норе́йка, К.М. Ахмеденов // Вопросы степеведения. – Оренбург, 2016. – Т. XIII. – С. 50-53.
9. Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез Прикаспийско-Предуральяского региона // Вестник Оренбургского государственного университета. №3. 2007. С. 143–149.

10. Петрищев В.П. *Ландшафты соляных куполов.* Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 516 с.

11. Петрищев В.П. *Солянокупольные морфоструктуры Южного Приуралья // Геоморфология.* 2010. № 1. С. 86-94.

12. Петрищев В.П., Катков М.Б. *Выявление особенностей тектоники солянокупольных структур Оренбургского Приуралья на основе их ландшафтного анализа: Материалы XXI препод. и XXXIX студен. науч.-практ. конф. 14-15 апреля 1997 г. - Оренбург, 1997. – Ч. 1. - С. 16-18.*

13. Петрищев В.П., Чибилёв А.А. *Особенности моделирования процессов солянокупольного ландшафтогенеза // Известия Русского географического общества.* – 2011. – Т. 143, вып. 2. – С. 44-52.

