

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТНЫХ ГЕОСИСТЕМ СОЛЯНОКУПОЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Прикаспийская впадина является крупнейшей в мире областью развития солянокупольных структур. Своды соляных поднятий, общее число которых в регионе достигает 3000, образуют сложную ламинарную структуру, обусловленную перетеканием соли под давлением вышележащих пород из нижних тектонических этажей в верхние. Разнообразие соляных куполов делает данный регион в удобный полигон для изучения проявления процессов соляной тектоники в структуре ландшафтов. Активность солянокупольных процессов ускоряет межкомпонентное взаимодействие, что позволяет оценить их значение в формировании природных комплексов в общей теории ландшафтогенеза. В статье исследуются слабоизученные ландшафты солянокупольного происхождения западной части Прикаспийской впадины – Индерский купол, купола Аралсор, Биш-Чохо и Малое Богдо (Урпек). В качестве форм выражения соляных структур в ландшафтных комплексах интерес представляют геоморфологические проявления соляных куполов в западной части Прикаспийской впадины, формирование гипсовых гряд на основе разрушенных гипсовых кепроков, может означать особое происхождение напрямую не зависящее от проявления соляного тектогенеза. Специфические свойства родников Индерского купола представляют особый интерес, заключающийся в характере выхода вод, не свойственное для данной территории. Геохимические особенности почв заключаются в их рассолении на Индерской карстовой возвышенности, ведущие к образованию литоморфных почв.

Геоморфологические исследования объектов, затронутые в статье, проводились в полевых условиях, с последующей камеральной обработкой накопленного материала и сопоставление его с имеющимися источниками, затрагивающие изучение геоморфологии территории. Изучение химического состава родников Индера проводилось на основании лабораторных заключений отобранных проб воды в ходе экспедиции. Почвенные исследования, выполнялись по классическому способу закладки почвенной катены, а также в ходе лабораторных испытаний.

Геоморфологические исследования морфоскульптурных форм 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.

В почвенном покрове солянокупольных ландшафтов Прикаспийской впадины отмечаются процессы, связанные с образованием литоморфных почв.

Результат полученных данных показывает, что наряду с высокоминерализованными и высокодебитными выходами подземных вод важное ландшафтообразующее значение имеют родники, связанные с сульфатно-галогенной толщей кепрока.

Ключевые слова: Прикаспийская впадина, ландшафт, геосистема, солянокупольная тектоника.

Закономерности формирования ландшафтов под воздействием длительно текущих тектонических процессов относятся к числу наименее исследованных проблем физической географии и ландшафтоведения. Соляная тектоника является одним из вариантов псевдотектогенеза и обладает важной особенностью – прорывая надсолевые породы, соляные купола трансформируют ландшафтные комплексы, активизируя разновыезовые взаимодействия за счет включения в процесс ландшафтогенеза в первую очередь соляного ядра [9], [10]. В результате изменения компонентов ландшафта происходит преобразование их свойств, некоторые из которых при-

обретает черты уникальности [4], [5]. В данной статье изложены результаты изучения аномальных свойств выходов подземных вод, связанных с водоносными комплексами солянокупольных структур, и трансформации почвенного покрова в результате процесса рассоления и карстообразования [6]–[8].

Уникальные свойства родников и геохимические особенности почв солянокупольных геосистем являются основой для научного обоснования организации охраняемых природных территорий [11]. Практическое значение статьи заключается в возможности использования ее материалов при научном обосновании форми-

рования национального парка «Индер» на территории Западно-Казахстанской и Атырауской областей Республики Казахстан.

Прикаспийская низменность относится к числу крупнейших мировых регионов, где воздействие соляной тектоники на ландшафтную структуру, проявляется наиболее ярко [2]. Наряду с имеющими мировую известность ландшафтными феноменами солянокупольного происхождения в Иране, США, Израиле, Испании, Украине, наиболее крупными геосистемами данной категории являются ландшафты соляных куполов-гигантов Прикаспийской равнины – Богдинско-Баскунчакский, Индерский, Эльтонский, Шалкарский и Аралсорский районы солянокупольных ландшафтов [13], [15]. Совместные российско-казахстанские экспедиции в 2012–2014 гг. (рис. 1) позволили собрать новые данные о формировании солянокупольных геосистем.

Материалы и методы исследования

Методической основой исследований стал анализ почвенно-геохимических особенностей элементов солянокупольного ландшафта, примененный на куполе Биш-Чохо и Арал-Сорском поднятии. Исследование Малобогдинского поднятия носило преимущественно рекогнос-

цировочный характер, связанный с описанием особенностей проявления локальной морфоструктуры купола. Экспедиционные исследования береговой линии озера Индер были связаны с поиском гидрогеохимических аномалий – родниковых выходов рассолов, дренирующих надсолевые отложения.

При проведении исследований использовались возможности навигационно-картографического оборудования и программных средств. Для получения координатных данных использовался навигатор Garmin ETrex Vista, высотные отметки которого сопоставлялись и корректировались с данными радарной съемки SRTM. При обследовании родников и описании почвенных разрезов использовались классические подходы гидрогеологических и почвенных исследований. Для химического анализа проб родников и почвенных горизонтов использовались скорректированные данные двух сертифицированных лабораторий – НПП «Гипрозем» (Комплекс анализов по водной вытяжке выполнялся по ГОСТ от 26423-85 по 26428-85) и Западно-Казахстанского аграрно-технического университета – Испытательный центр лаборатории по стандарту ИСО МЭК 17025. (Аттестат аккредитации № KZ.И.09.0147 от 9 ноября 2011 г.).

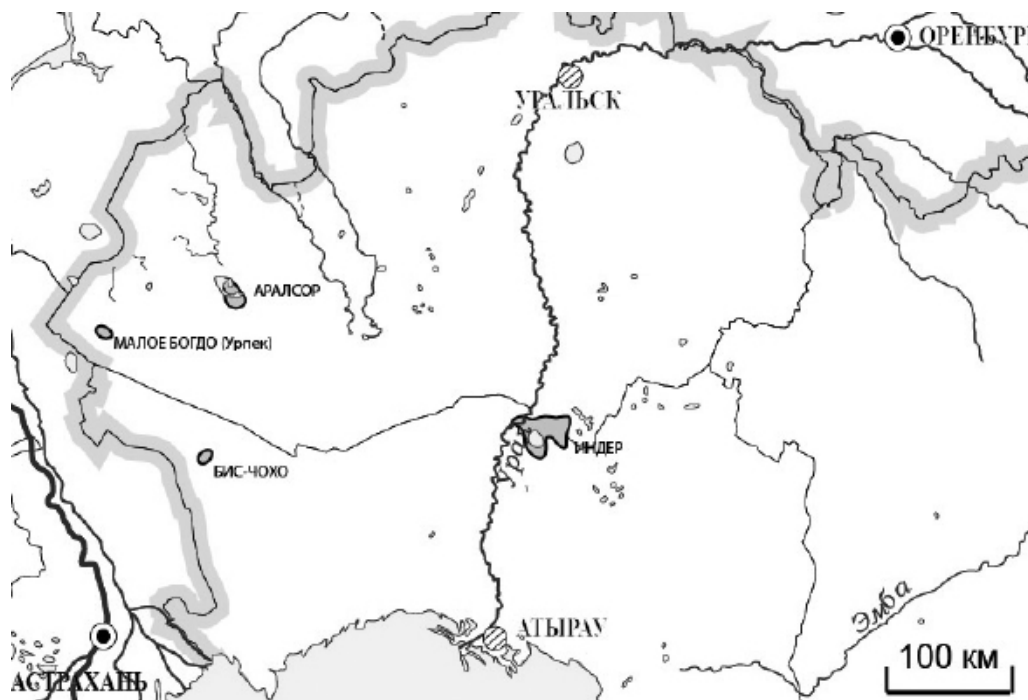


Рисунок 1. Схема района исследования

Результаты исследования

Для солянокупольных геосистем Прикаспийской низменности характерна ярко выраженная геохимическая контрастность между парагенетическими сопряжениями в пределах ландшафтных катен «область рассоления (гипсовый кепок) – область аккумуляции (соляные озера, соры)».

В ходе российско-казахстанских экспедиций проведены исследования солянокупольных ландшафтов по трем направлениям:

1) изучение химического состава родников Индерского солянокупольного поднятия и сравнение их с родниками других физико-географических провинций Западного Казахстана (рис. 2);

2) изучение почв Индерских гор (группа эрозионно-карстовых гряд к северу от озера Индер);

3) исследование форм геоморфологического проявления солянокупольных структур.

В результате экспедиционных исследований обследованы два родниковых урочища на побережье озера Индер – Тилебулак и Аще-

тузбулак (рис. 3), формирование питающих водоносных комплексов которых связано с галогенно-сульфатной толщей Индерской соляной структуры.

Родник Тилебулак (дебит более 5 л/с, минерализация 111,6 г/л) является наиболее крупным выходом подземных вод в бассейне озера Индер. Химический состав воды родника приводится в таблице 1. Около родника множество (около 100) выкопанных земляных ванн. Они активно используются местными жителями и приезжими для бальнеологических процедур в качестве альтернативной медицины.

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 [10], [14].

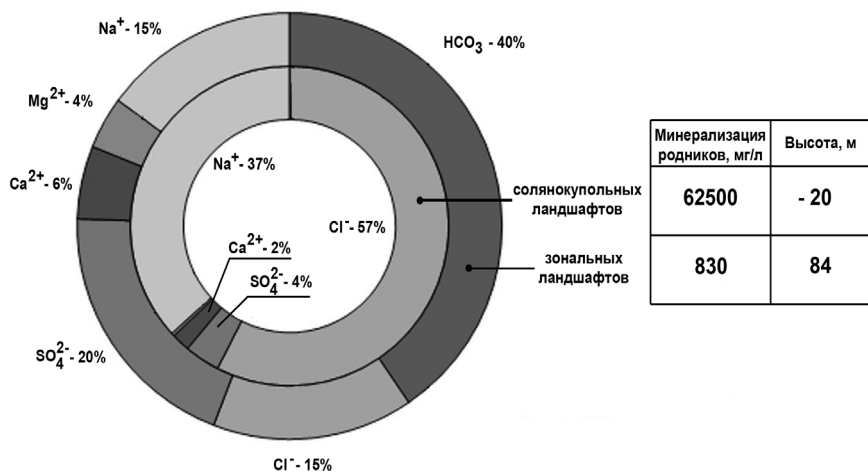


Рисунок 2. Сравнение среднего химического состава, минерализации и гипсометрического положения родников, расположенных в пределах солянокупольных и зональных ландшафтов

Таблица 1. Химический состав воды в роднике Тилебулак

Единицы измерения	Cl -	SO4 2-	HCO3-	Na+	Mg 2+	Ca2+
мг/л	64000	4135	287	41658,8	307,2	1200
мг-экв./л	1805,4	86,09	4,7	1812,04	25,27	59,88
мг-экв. %	95	5	0	96	1	3

В геоморфологическом проявлении солянокупольных процессов выявлено формирование характерных для Индерских гор гипсовых гряд («кургантау») также и для возвышенности Биш-Чохо. Очевидно, данный рельеф соответствует частично разрушенному гипсовому кепроку, фрагменты напластования которого выражены подобными морфоскульптурными формами [12]. Несколько иное проявление на поверхности связано с Малобогдинским поднятием (купол Урпек). Здесь гипсовый кепрок представлен одной, но резко возвышающейся над поверхностью грядой (г. Малое Богдо). Окраины поднятия также оконтурены слабо выраженными грядами. Центральная часть представляет собой котловину с крупным солончаком. Налицо формирование кольцевой локальной мофроструктуры, характерной для бортовых зон Прикаспийской впадины [1], [3].

Обсуждение

Изучение химического состава минеральных родников Индерского солянокупольного района показало, что, несмотря на простой химический состав (резкое преобладание хлорида натрия) и высокую минерализацию, они не столь однообразны (табл. 1). Были выделены две группы родников – 1) родники с высокой ми-

нерализаций (более 100 г/л), высоким дебитом (более 1 л/с), выходящие у подножья сорового 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 Ащетузбулак).

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.

Изучение почв проводилось на основе ранее разработанной ландшафтной катены с целью ее дальнейшего уточнения, для этого в 2014 году было заложено 6 почвенных разрезов (рис. 4) [14].

Были исследованы почвы одной из непоглощающих карстовых воронок северо-восточной части Индерского карстового поля, приозерной террасы и поймы озера Индер у северо-западного берега. Почвенные разрезы на кар-

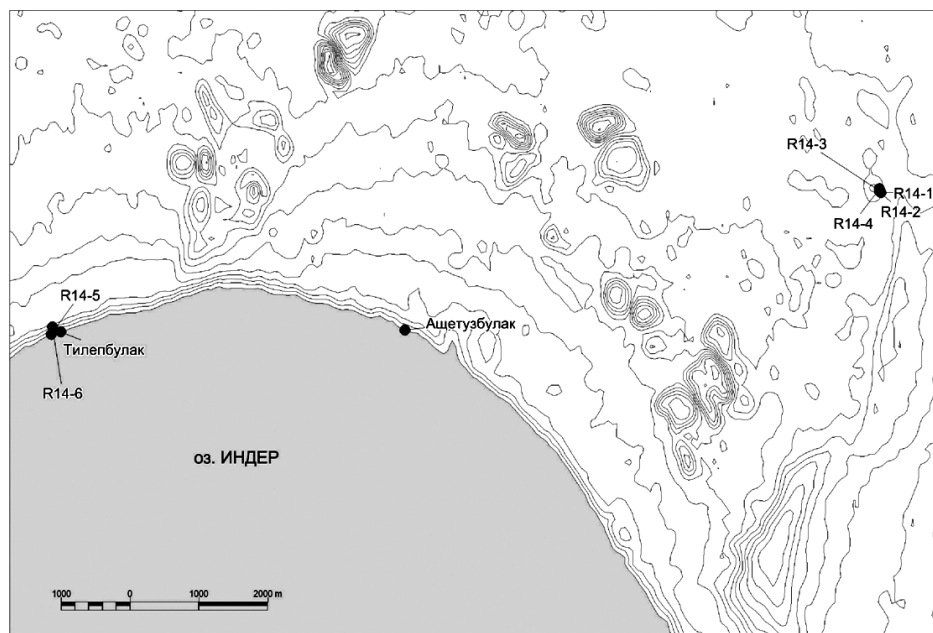


Рисунок 3. Схема размещения ключевых точек исследования летом 2014 года в Индерском солянокупольном ландшафтном районе

стовом 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 (рис. 5).

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 катионно-анионного 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.

Выводы

Полученные данные позволяют уточнить концепцию солянокупольного ландшафтогенеза Прикаспийской впадины. В частности, формирование ландшафтов солянокупольного происхождения не всегда связано исключительно с особенностями проявления соляной тектоники.

Региональными особенностями ландшафтогенеза является то, что геоморфологическая форма проявления кольцевых структур соляных куполов с неясными очертаниями указывает на

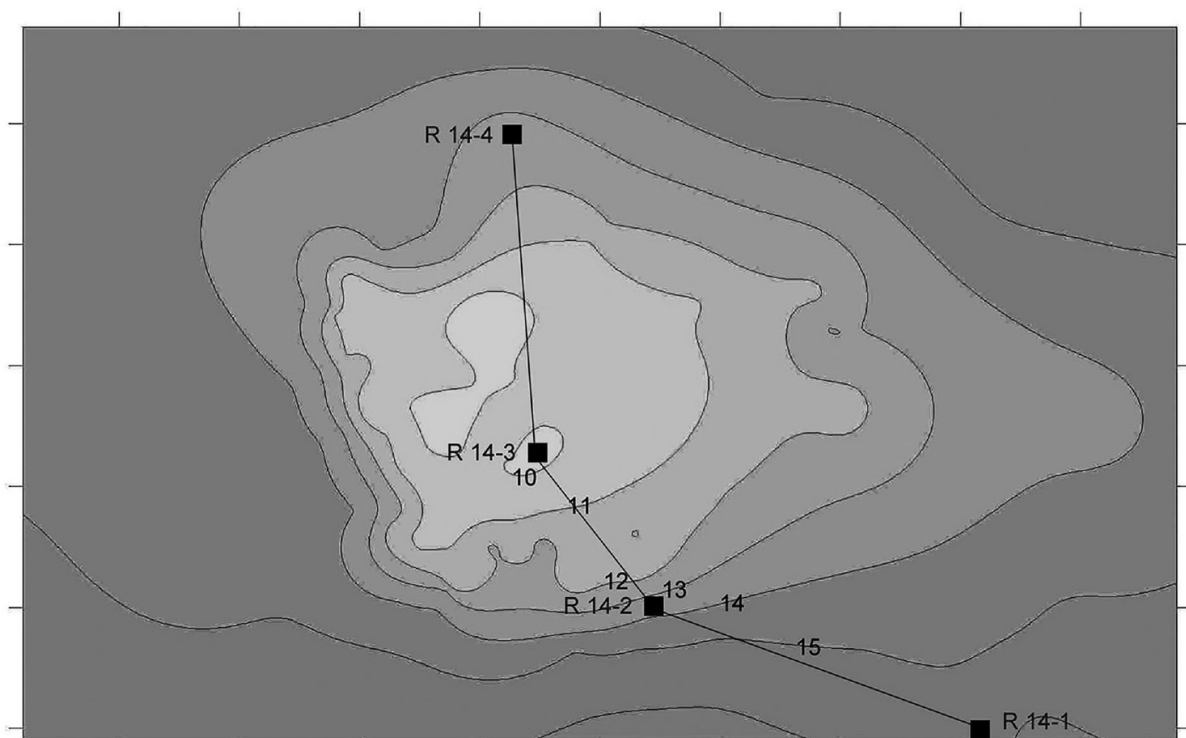


Рисунок 4. Схема почвенной катены на Индерском карстовом поле с показателями абсолютных отметок рельефа

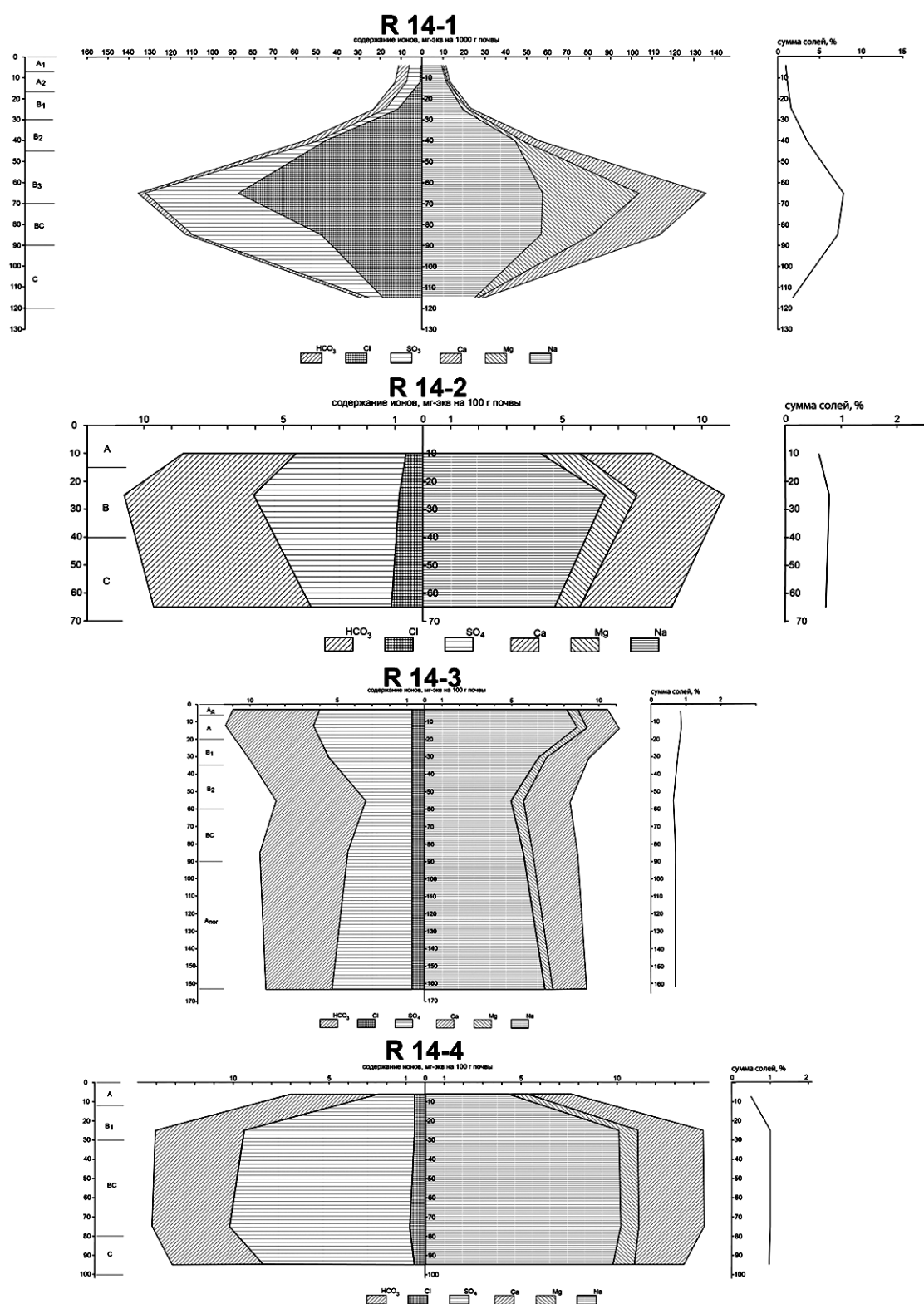


Рисунок 5. Катионно-анионный состав почв педокатены Индерского карстового поля

палеокарстовое проявление бортовой зоны Прикаспийской впадины.

Гидрологические аномалии и почвенное разнообразие Индерского солянокупольного ландшафта свидетельствуют об особом, не свойственном для данной территории происхождении и значительных отличиях его по сравнению с ландшафтами Прикаспийский низменности. Вовлечение соляных диапиров Индерского района в сферу действия ландшафтообразующих факторов приводит к резкому усложнению межкомпонентных взаимодействий и структуры ландшафта, индикаторами чего являются изученные природные объекты. Родниковые аномалии заключаются как в высо-

кой минерализации и концентрации хлоридов и сульфатов, так и в дифференциации родников, дренирующих зону контакта соляного ядра с подсолевыми породами («соляное зеркало») и родников, связанных с сульфатно-галогенными отложениями (кепрок).

Специфика почвенного покрова заключается в развитии крупных контуров литоморфных почв, не встречающихся более нигде в ландшафтах Прикаспийской впадины. Почвы трансгрессионных отложений Прикаспия, как правило, сильно засоленные, в пределах активно поднимающихся соляных структур испытывает рассоление, приближаясь по своим свойствам к почвам полупустынной и степной зоны.

10.05.2015

**Исследования выполнены при поддержке грантов: РФФИ № 14-05-20020
«Мировое разнообразие ландшафтов солянокупольного происхождения: особенности формирования, проблемы охраны и рационального использования» и Министерства образования и науки Республики Казахстан № 4036/ГФ4
«Анализ социально-экономической значимости ландшафтов солянокупольного происхождения для Республики Казахстан»**

Список литературы:

- 1 Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Искалиев Д.Ж. Карст и псевдокарст в Западном Казахстане // Труды университета. – Караганда, 2013. – № 1. – С. 50-54.
- 2 Аристархова Л.Б., Медведева Н.К. Опыт выявления особенностей тектоники погребенных солянокупольных поднятий на территории Прикаспийской низменности. // В сб.: Геоморфологические исследования. – М., изд-во МГУ, 1965. – С. 261-274.
- 3 Головачев И.В. Карст и пещеры Северного Прикаспия. Астрахань: Изд.дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.
- 4 Жуков М.М. Плиоценовая и четвертичная история севера Прикаспийской впадины // М.: Изд.-во АН СССР, 1945. – 236 с.
- 5 Журавлев В.С. Геоморфологические признаки вдавленных компенсационных мульд Прикаспийской впадины. Геоморфологический анализ при геологических исследованиях в Прикаспийской впадине (методы и результаты исследований) / Под ред. Л.Б.Аристарховой. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – С. 77-86.
- 6 Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-восточной части) // Науч. отчет о результатах исследований, проведенных в 1932-1938 гг. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 254 с.
- 7 Ковда В.А. Процессы современного соленакопления (галогенеза) в почвах и водах // Почвоведение. – М., 1947. – №11. – С. 675-679.
- 8 Николаев В.А., Копыл И.В., Пичугина Н.В. Ландшафтный феномен солянокупольной тектоники в полупустынном Приэль-тонье. // Вестн. Моск. ун-та. – М., 1998. – № 2. – С. 35-39.
- 9 Петрищев В.П. Ландшафты соляных куполов. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 516 с.
- 10 Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез: особенности морфоструктурной организации геосистем и их техногенная трансформация. –Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 310 с.
- 11 Цапина Н.Л. Оптимизация особо охраняемых природных территорий в окрестностях озера Баскунчак. // Проблемы региональной экологии. – М., 2010. – № 1. – С. 118-123.
- 12 Яцкевич З.В. Материалы к изучению карста Индерского поднятия // Известия государственного географического общества. М., 1937. – № 6. – С. 937-955.
- 13 Bruthans J., Zeman O. Factors controlling exokarst morphology and sediment transport through caves: comparison of carbonate and salt karst // Ljubljana: Acta Carsologica, 2003. – P. 83-89.
- 14 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.
- 15 Warren J. Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons // Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – 1036 p.

Сведения об авторах:

Петрищев Вадим Павлович, заведующий кафедрой городского кадастра
Оренбургского государственного университета, доктор географических наук, доцент, 25.00.23

Норейка Стасис Юозович, студент кафедры географии и регионоведения
Оренбургского государственного университета, 25.00.23

Петрищева Наталья Валентиновна, старший преподаватель кафедры геологии,
кандидат географических наук, 25.00.36
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3246, тел.: (3532) 372522, e-mail: wadpetr@mail.ru

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, директор НИИ Западно-Казахстанского агро-технического университета
им. Жангир-хана, кандидат географических наук, 25.00.36