

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНОГО ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА

В. П. Петрищев, А. А. Чибилев

Институт степи Уральского отделения РАН, Россия

Поступила в редакцию 18 июня 2010 г.

Аннотация: В статье рассмотрены положения феноменологической концепции солянокупольного ландшафтогенеза, изложены закономерности формирования и развития геоконструктивных соляных структур Прикаспийской впадины и Предуральского прогиба, а также Восточного Техаса и Примексиканской впадины. Дается оценка степени фрактальности солянокупольных ландшафтов, проанализированы проблемы их морфоструктурной дифференциации.

Ключевые слова: соляная тектоника, ландшафтогенез, солянокупольные ландшафты, фрактал.

Abstract: The article deals with the provisions of the phenomenological concept of salt-dome landscape genesis, described patterns of formation and development of salt structures geocomplexes Caspian basin and the Pre-Ural depression, as well as East Texas and Primeksikanskaya depression. The degree of fractality of salt dome landscape is estimated. The problems of their morphostructural differentiation are analyzed.

Key word: salt tectonics, landscape genesis, saline-dome landscapes, fractal.

Прикаспийская впадина и прилегающий к ней с северо-востока Предуральский краевой прогиб являются крупнейшим в мире районом развития соляного псевдотектогенеза. 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. Формируя сложные тектонические тела, имеющие разнообразие сингенетические и диагенетические элементы, соляная тектоника оказывает существенное воздействие на ландшафтную структуру Урало-Каспийского региона.

Механизм воздействия соляной тектоники на ландшафты заключается в первую очередь в механическом выдавливании, а иногда и в выламывании, надсолевых пород. Это приводит к исключительному геологическому разнообразию поверхности на образуемых положительных формах рельефа за счет выведения на поверхность страто-литогенных комплексов пород, не характерных для неотектонического режима платформенных областей. Другим фактором солянокупольного ландшафтогенеза является размывание галогенно-сульфатных пород, сопровождающееся карстообразованием и развитием ореолов хлоридно-сульфатного засоле-

ния. Геохимически обратные процессы отмечаются на положительных морфоструктурах, связанных с соляными поднятиями. В этом случае понижение базиса эрозии приводит к проявлению эффекта рассоления и сопровождается значительными отклонениями солянокупольного ландшафта от зональных эталонов.

Многообразие и активность межсредовых и межкомпонентных связей, инициируемых соляной тектоникой, обширность районов распространения ставят ее в один ряд с крупными природными силами, изменяющими облик Земли [6].

Процессы солянокупольного тектогенеза являются достаточно широко известными в широких кругах геологов и геоморфологов. Описания выходов солей на поверхность появились в глубокой древности. В Приуралье они привлекали внимание ученых XVIII века – П. И. Рычкова и П. С. Палласа, XIX века – Э. Эверсманна, А. Гумбольдта. Несмотря на то, что добыча соли относится к одним из самых древних видов недропользования теория формирования соляных залежей и образования соляных поднятий возникла только в середине XX века. Автором концепции солянокупольного тектогенеза является Ю. А. Косыгин, сформулировавший понятие о механизмах формирования соляных поднятий, предложивший их типо-

логию [5]. Особенности проявления в рельефе солянокупольных структур Прикаспийской впадины детально были описаны Ю. А. Мещеряковым [8]. Аспекты геоморфологической индикации солянокупольных поднятий Прикаспийской впадины при нефте- и газоразведочных работах рассмотрены Л. Б. Аристарховой [2]. Морфоструктурный анализ проявления солянокупольной тектоники в пределах Донецко-Днепровской впадины выполнен Н. Г. Волковым [3]. Особое место в изучении природных процессов, связанных с соляной тектоникой, принадлежит А. И. Дзенс-Литовскому [4]. Им прослежены гидротермические и гидрохимические особенности озер Илецкого месторождения и других соленых озер на территории России и Украины. Крупная научная школа по изучению различных аспектов соляной тектоники сформировалась в Техасском университете (г. Остин). Среди техасских геологов следует выделить работы М. Джексона [16] и Э. Коллинза [11]. Особенности формирования солянокупольных поднятий Луизианы изложены Д. Купфером [13], Д. Мартинесом [15], Р. Торнсом [17]. Формирование особых морфоструктур рельефа под действием соляной тектоники в США изучалось А. Лобеком [14]. В Германии систематизация солянокупольных структур проведена Вернером Ярицем [12].

Впервые солянокупольные ландшафты как своеобразные аномалии среди зональных геосистем были рассмотрены В. А. Николаевым [10] на примере Приэльтонья, где сформировались хорошо дренированные кустарниковые геоккомплексы внутри слабодренированных солонцово-пустынных ландшафтов типичных для Прикаспийской впадины. Анализ морфоструктуры солянокупольных ландшафтов показывает, что соляной тектогенез, дестабилизируя природные компоненты, является ведущим фактором ландшафтогенеза Прикаспийской впадины и Южного Предуралья. Значительная часть уникальных и редких урочищ, включенных в сеть объектов природного наследия Оренбургского Предуралья связаны с процессами солянокупольной тектоники. Не менее высока роль солянокупольных ландшафтов в формировании экологического каркаса Северного Прикаспия. Вместе с феноменологическим характером проявления соляной тектоники в системе процессов ландшафтогенеза, соляные поднятия формируют достаточно устойчивые природные комплексы, взаимодействующие с вмещающими ландшафтами посредством латеральных и вертикальных связей,

что проявляется в системе формирующихся геополей и экотонов.

Одной из основ концепции солянокупольного ландшафтогенеза является понятие о солянокупольном ландшафте. С учетом многогранности проявления соляной тектоники это понятие может трактоваться по-разному.

С точки зрения морфологии ландшафта солянокупольный ландшафт – природный комплекс, сложность и разнообразие морфологической структуры, интенсивность динамики которого определяются активностью и глубиной заложения солянокупольного поднятия.

С точки зрения анализа компонентов ландшафта солянокупольный ландшафт – геосистема, организованная и функционирующая как система интерферирующих геологических, геоморфологических, геохимических, климатических, почвенных и геоботанических аномалий, инициируемых солянокупольным тектогенезом.

С точки зрения формирования парадинамических геосистем солянокупольный ландшафт – парадинамическая геосистема, взаимодействие соляного поднятия и природных компонентов в которой проявляется в виде комплекса взаимно пересекающихся и взаимодействующих градиентов (трансформаций) ландшафтной среды.

С точки зрения факторов ландшафтной дифференциации солянокупольный ландшафт – ландшафт, взаимодействие которого с широтно-зональными условиями и а зональными провинциальными факторами формирует кластерно-ламнарную структуру ландшафтной среды.

В связи с многозначностью и разнообразием видов проявления солянокупольной тектоники, очевидна необходимость введения инвариантного понятия солянокупольного ландшафта. Принимая во внимание региональные особенности тектонических и физико-географических условий, все же можно выделить чаще всего повторяющийся тип ландшафтного проявления соляной структуры. Основанием для этого служит в принципе сходство в различных регионах мира (Восточный Техас, Примексиканская впадина, Прикаспийская впадина, Предуральский прогиб) проявления на поверхности соляных диапиров при глубине залегания соляного ядра не более 60-70 м – эрозионно-карстовая впадина, окруженная структурными грядами, разбитыми системой радиальных разломов. Таким образом, влияние плановых очертаний соляного поднятия на границы контура соляноку-

польного ландшафта вполне очевидно при условии небольшой глубины залегания эвапоритовых пород, т.е. структура солянокупольных ландшафтов самоподобна (фрактальна) по своей сущности.

Фрактальными свойствами обладают как различные образования, возникшие в результате солянокупольного тектогенеза, так и солянокупольные ландшафты. Свойство самоподобия позволяет обнаруживать сходные черты у соляных поднятий, возникших в различных тектонических условиях, и определять аналогии для солянокупольных ландшафтов, сформировавшихся под воздействием различных факторов ландшафтной дифференциации. О том, насколько сходными могут быть как соляные поднятия, так и образованные ими ландшафты, свидетельствует сравнение куполов, относящихся к соляным бассейнам Предуралья, Восточного Техаса и Примексиканской впадины.

Вместе с этим, солянокупольные ландшафты – феноменальны по степени проявления в ландшафтной среде. В основе феноменологической концепции солянокупольного ландшафтогенеза лежит положение о том, что дисгармоничный прорывной характер соляных складок определяет формирование редких и уникальных урочищ, которые несут черты, не свойственные вмещающей природной зоне. Разрывной характер соляных дислокаций по отношению к геологической среде определяет и соотношение солянокупольных ландшафтов с зональными геосистемами. Как на Прикаспийской впадине, так и в Предуралье соляные структуры формируют геоморфологические аномалии, резко контрастирующие с аккумулятивным или денудационным рельефом. Изучение геоморфологических аномалий, формируемых соляным тектогенезом показывает, что чем контрастнее выражено соляное поднятие, тем активнее инициируемые ею локальные неотектонические процессы. Скорость подъема наиболее активных структур – купола Шалкар составляет 0,25 мм/год, купола Баскунчак 0,5 мм/год. В геоморфологическом отношении подобные структуры являются наиболее контрастными (по Ю.А. Мещерякову – структуры богдинского типа [8]). Свообразными минианалогами данного типа в Предуралье являются Илецкая, Боевогорская (Мертвосольская) и Дедуровская структуры, также ярко выраженные в рельефе структурными грядами, гипсовыми кепроками и озерными впадинами.

Оценивая воздействие эвапоритовой толщи на образование ландшафтов, следует выделить два существенных момента. Во-первых, в области рас-

пространения соляного тектогенеза выделяются межкупольные зоны или блоки, лишенные галогенной толщи. Во-вторых, степень трансформации ландшафтной сферы под влиянием соляной тектоники различна в пределах каждого поднятия. Это обусловлено различной подвижностью соляного ядра, длительностью процесса тектонического подъема, мощностью надсолевых пород. Указанные факторы можно интегрировать в систему определенных математических показателей, которые характеризуют сложность и разнообразие морфологической структуры солянокупольных ландшафтов. Принимая сложность и разнообразие структуры зональных (плакорных) степных и полупустынных ландшафтов в качестве постоянной эталонной величины, степень трансформации структуры солянокупольных геоконструкций можно представить в форме геополя. Пространство геополя состоит из изменяющихся значений, характеризующих отклонение структуры солянокупольных ландшафтов от зональных эталонов. Следует подчеркнуть, что неоднородность ландшафтно-морфологического геополя, генерируемого солянокупольным тектогенезом, связана с одной стороны с 0-значениями межкупольных зон, а с другой – со сверханомальными отклонениями от эталонных значений в пределах некоторых гигантских по размеру открытых соляных поднятиях (Баскунчак, Эльтон, Индер, Шалкар, Аралсор, Илецк). Данные геоконструкции можно обозначить как нуклеарные ландшафты, где величина трансформации достигает максимальных величин.

Феноменальность солянокупольных ландшафтов определяется как типологическими отличиями, так и региональными особенностями проявления соляного поднятия. Типологическими факторами дифференциации солянокупольных ландшафтов являются: скорость тектонического подъема соляной структуры, мощность надсолевых пород или глубина залегания солевого ядра, степень открытости эвапоритовых отложений. К региональным факторам относятся – форма соляного поднятия, связанная с региональными особенностями проявления гравитационных или тангенциальных процессов (или их сочетанием), асимметричность соляного ядра, разнообразие вскрываемых надсолевых отложений.

В основном каркас структуры солянокупольных ландшафтов определяется выраженностью соляных куполов в рельефе. По Ю.А. Мещерякову [8] в пределах Прикаспийской впадины выделяются пять основных типов выраженности соля-

ных структур в рельефе. Нами данная типология с определенными дополнениями перенесена на типы ландшафтогенеза. Богдинско-баскунчакский тип – возвышенности, сложенные мезозойскими и палеозойскими породами, и сопряженные с озерными впадинами компенсационных мульд (г. Большое Богдо и оз. Баскунчак; г. Улаган и оз. Эльтон; Индерские горы и оз. Индер; г. Сантас и Сасай и озеро Шалкар). Морфологическая структура таких ландшафтов характеризуется наибольшей сложностью и разнообразием в связи с высокими градиентами между тектоническим прогибанием озерной мульды и активным подъемом окружающих ее солянокупольных поднятий. Противоположно направленным тектоническим процессам создают аномальные для Прикаспийской низменности значения относительных высот и эрозионных врезов на ландшафтах данного типа. Для таких геоккомплексов характерно формирование катенных сопряжений, которые образуются вследствие аккумуляции солей, вынесенных с прилегающей морской равнины в соляные озера и активного рассоления и дренирования поднимающихся солянокупольных возвышенностей [10]. Результатом интерференции солянокупольной тектоники и зонального ландшафтогенеза для геоккомплексов баскунчакского типа является эффект повышенного биологического и ландшафтно-морфологического разнообразия. Например, флора сосудистых растений Богдинско-Баскунчакского заповедника состоит из 401 вида или 1 вид на 11 га площади ООПТ [7].

Аралсорский тип представлен крупными соровыми впадинами с крутыми обрывистыми берегами, которые соответствуют своду соляного поднятия. Рассматривая данный тип ландшафтов на примере собственно Аралсора, следует отметить, что компенсационные мульды в данном случае сливаются с присводовыми впадинами, обуславливая аномальную высоту береговых обрывов. Резко выраженный гипсометрический рубеж между соровым солончаком и плоской возвышенностью является основным градиентом, определяющим морфологическую контрастность структуры ландшафтов аралсорского типа. В отличие от баскунчакского типа ландшафтов соровые геоккомплексы аралсорского типа характеризуются большим разнообразием морфологической структуры. Причиной является слияние сводовых синклиналей с компенсационными мульдами, выраженных орографически совершенно одинаково.

Иной тип образуют ландшафты соляных поднятий, выраженные в рельефе невысокими возвы-

шениями, влияющими на отклонение и сужение речных долин (по Мещерякову, ащекудукский тип), либо соседствующие с лиманами и солончаками (санкебайский тип). Нами, данные геоморфологические формы выражения соляных поднятий в рельефе объединены в одну группу по морфологическому своеобразию ландшафтного рисунка. В целом, они объединяют более 80% солянокупольных ландшафтов Прикаспийской низменности, достаточно четко дешифрируемых на фоне однообразных зональных геосистем, но вместе с тем, не обладающих контрастностью подобной баскунчакским или аралсорским ландшафтам. Главной их особенностью является не сложность или разнообразие, а многообразие образуемых вариаций элементов ландшафтных комплексов. Они могут быть выражены группой пологих холмов (Ичкининский купол), невысокой возвышенностью, которую огибает небольшой водоток (например р. Кушум в пределах купола Аще-Кудук, купола в среднем течении р. Оленты, соляные поднятия вдоль долины р. Малый Узень) или одиночными буграми, разбросанными среди заболоченных впадин, лиманов или луговых солончаков (купол Санкебай).

Важную роль в формировании устойчивости солянокупольных ландшафтов играют озерные впадины или системы озер. Как в аридных условиях Прикаспийской впадины, так и для семиаридного и семигумидного климата Предуралья соляные озера определяют режим грунтовых и межпластовых вод, окружающих соляной купол. Система, взаимодействующих подземных и поверхностных вод играет защитную роль по отношению к галитной толще, предупреждая ее разрушение карстовыми процессами. При выведении системы межкомпонентных взаимодействий из состояния равновесия, как это неоднократно случается при подземной разработке каменной соли (Илецкое, Славянское месторождения), утечка воды из соляных озер в подземные камеры ведет к снижению базиса грунтовых вод и углублению зоны аэрации, а, следовательно, к активизации карстовых процессов.

В октябре 2003 г. именно по такой схеме развивалось образование карстовых провалов на Илецком месторождении. Причина – игнорирование работ по засыпке ежегодно формирующихся карстовых воронок, фильтрация агрессивных атмосферных вод и расширение подземных карстовых полостей, по которым произошло проникновение озерных вод. Снижение уровня основного озера Илецкого месторождения – Развала, обнажило межозерные целики, состоящие из соли, что в перс-

пективе может привести к расширению озерной впадины, затронув территорию города Соль-Илецка.

Одним из наиболее разрушительных процессов на солянокупольных ландшафтах является возникновение системы трещин и пустот между подземными соляными разработками и соляными озерами на поверхности. При проникновении пресных вод в соляную толщу, система трещин чрезвычайно быстро превращается в крупные каверны, что приводит к катастрофическим последствиям. Подобное явление привело в марте 1979 года на Илецком месторождении к прорыву вод озера Развал в соляные камеры шахты № 1 и ее полному затоплению. В результате озеро глубиной около 18 м превратилось в гигантский котлован. Причины прорыва вод озер в соляные шахты могут быть и чисто техногенными. Примером, является катастрофа на озере Пеньер в Южной Луизиане в ноябре 1980 года, когда при бурении скважины, ее ствол перерезал соляную перемычку, отделявшую дно озера от подземного рудника. В итоге озеро из пресного превратилось в соленое (так как было затоплено морскими водами Мексиканского залива), а его глубина увеличилась более чем в 100 раз (с 3,3 м до 396 м)! Подобные примеры показывают насколько высока динамика межкомпонентных взаимодействий в том случае, когда ведущим ландшафтообразующим фактором выступает открытая соляная структура.

При определении сложности и разнообразия морфологии солянокупольных ландшафтов использовались энтропийные коэффициенты, отражающие как количество составляющих ландшафтного рисунка, так и его таксономическую дифференциацию. Для наиболее активных соляных структур, скорость подъема которых составляет 0,5-1 мм в год, мера сложности составляет 2,2-2,5, разнообразия – 2,9-3,1. Наиболее сложной морфоструктурой обладает карстово-антропогенный ландшафт Илецкого месторождения соли (коэффициент энтропийной сложности составляет 3,0), пережившего неоднократные катастрофические события, связанные с развитием соляного карста и подземной добычей соли. За 250 лет добычи соли на этом месторождении произошла инверсия рельефа с образованием обширной озерной впадины и активно протекающими карстовыми процессами.

Одной из малоисследованных проблем является влияние выходов каменной соли на микроклиматические условия. Исследования, проведенные на Илецком месторождении в конце XIX века и в 50-ые гг. XX [1, 9], показали, что высокая гигрос-

копичность солевых пластов и насыщенность воздуха пылью, содержащей кристаллы соли, определяют развитие особого микроклимата, имеющего высокое бальнеологическое значение. При фиксации температуры и влажности воздуха, температуры почвы на катене, заложенной от г. Богдо к оз. Баскунчак, в 2005 г. был зафиксирован ряд гидротермических градиентов. Наиболее устойчивый термический режим наблюдался на вершине (г. Богдо) и над соляным озером (Баскунчак). На склонах горы колебания температур оказывались существенными особенно в приповерхностном слое, составляя 2-3° С. При наблюдениях на оз. Аралсор зафиксирован высокий температурный градиент при переходе от приозерного плато, круто обрывающегося к озеру, к озерной рапе – 3,5° С. При этом ниже оказывалась, как и на Эльтоне, температура над соляным озером, что связано с высоким альбедо солевой поверхности озера. Особенно высокими различия были между температурой почвы и озерного ила (баткака) – 6,6° С. На Аралсоре отмечена инверсия температуры над покрытой солевой коркой поверхностью озера, что связано с формированием своеобразной тепловой «подушки» на высоте 1-3 м.

Будучи самостоятельным тектоническим телом, каждый из соляных куполов соответственно образуют по-своему уникальный ландшафт. Этим обуславливается часто встречающееся резкое различие между иногда близлежащими солянокупольными ландшафтами, принадлежащими к одной физико-географической провинции или району.

Дисгармоничный прорывной характер соляных складок определяет формирование редких и уникальных урочищ, которые несут черты, не свойственные вмещающей природной зоне. Данное положение является основой феноменологической концепции формирования солянокупольных ландшафтов по отношению к вмещающим зональным природным комплексам. Принципиальные подходы феноменологической концепции заключаются в следующем:

1) принцип обусловленности структуры солянокупольных ландшафтов тектоническими особенностями соляных поднятий – региональная дифференциация типологических сочетаний соляных структур по форме и степени открытости соляного ядра, по сложности дислоцирования и разнообразия надсолевого комплекса пород, по развитию сингенетических и диагенетических структур (штоков, карнизов, кепроков), сопровождающих процессы соляной тектоники;

2) принцип коррелятивной зависимости между активностью соляных поднятий и морфологической структурой ландшафтов соляных куполов – дифференциация уровней организации солянокупольных ландшафтов по сложности, разнообразию и неоднородности организации горизонтальной морфоструктуры; по особенностям парагенетических сопряжений ландшафтных уровней (ярусов), образующихся в результате пространственной неравномерности тектонической активности толщи эвапоритовых пород;

3) принцип дисгармоничности солянокупольных геосистем по отношению к зональным ландшафтам – соотношение структурных форм соляного тектогенеза с геоморфологическими, геоботаническими, геохимическими и почвенно-морфологическими аномалиями; соотношение зональных и аazonальных ландшафтообразующих факторов в формировании геосистем солянокупольного генезиса – развитие ландшафтных «феноменов» солянокупольной тектоники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов Р.А. О спелеотерапии в Оренбуржье / Р.А. Абдрахманов, А.Р. Абдрахманов, Е.А. Якушевский. // Оптимизация природопользования и охрана окружающей среды Южно-Уральского региона. – Оренбург: Изд-во Оренбург. гос. ун-та, 1998. – С. 147-150.
2. Аристархова Л.Б. Геоморфологические исследования при поисках нефти и газа / Л.Б. Аристархова. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 152 с.
3. Волков Н.Г. Локальные морфоструктуры Днепровско-Донецкой впадины / Н.Г. Волков. – Киев: Наук. думка, 1977. – С. 148.
4. Дзенс-Литовский А.И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства / А.И. Дзенс-Литовский. – Л.: Недра, 1968. – 119 с.
5. Косыгин Ю.А. Соляная тектоника платформенных областей / Ю.А. Косыгин. – М.-Л.: Гостоптехиздат, 1950. – 248 с.
6. Кузнецова С.В. Аномалии геологической среды солянокупольных бассейнов и их влияние на природно-технические системы и среду обитания человека: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / С.В. Кузнецова. – Волгоград, 2000. – 48 с.

Петрищев Вадим Павлович
старший научный сотрудник, кандидат географических наук института степи УрО РАН, г. Оренбург, тел./факс (3532) 77-44-32, E-mail: wadpetr@mail.ru

Чибилев Александр Александрович
доктор географических наук директор института степи УрО РАН, г. Оренбург, тел./факс (3532) 77-44-32, E-mail: orensteppe@mail.ru

7. Лактионов А.П. Сосудистые растения Богдинско-Баскунчакского заповедника // Богдинско-Баскунчакский заповедник и его роль в сохранении биоразнообразия севера Астраханской области. Перспективы развития экологического туризма: сб. науч. ст. / А.П. Лактионов. – Астрахань: Изд-во Астрахан. гос. техн. ун-та, 2004. – С. 26-35.

8. Мещеряков Ю.А. Геоморфологические данные о новейших тектонических движениях в Прикаспийской низменности / Ю.А. Мещеряков, М.П. Брицына // Геоморфологические исследования в Прикаспийской низменности. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 5-46.

9. Мысливец И.А. Курорт Соль-Илецк / И.А. Мысливец // Курорты Чкаловской области. – Чкаловск: Чкалов. кн. изд-во, 1953. – С. 5-49.

10. Николаев В.А. Ландшафтный феномен солянокупольной тектоники в полупустынном Приэльтонье / В.А. Николаев, И.В. Копыл, Н.В. Пичугина // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 5, География. – 1998. – №2. – С. 35-39.

11. Collins E. W. Surficial Evidence of Tectonic Activity and Erosion Rates, Palestine, Keechi, and Oakwood salt domes, East Texas / E. W. Collins // Geological Circular 82-3. Bureau of Economic Geology. – Austin, Texas, 1982. – 40 p.

12. Jaritz W. Zur Entstehung der Salzstrukture Nordwestdeutschlands / W. Jaritz // Geologische Jahrbuch. Reihe A, Heft 10. – Hannover, 1973. – 78 S.

13. Kupfer D. H. Structure of Salt in Gulf Coast Domes / D. H. Kupfer // 1st Symposium on Salt, Northern Ohio Geological Society. – Cleveland, Ohio, 1963. – P. 104-123.

14. Lobeck A. K. Geomorphology. An Introduction to the Study of Landscapes / A. K. Lobeck. – N. Y.; London, 1939. – P. 512-517.

15. Martinez J. D. Tectonic Behavior of Evaporites / J. D. Martinez, A. H. Coogan // 4th Symposium on Salt, Northern Ohio Geological Society: Proc. – Cleveland, Ohio, 1974. – Vol. 1. – P. 155-167.

16. Salt Dome of the Great Kavir. Geological Society of America. Memoir 177 / M. Jackson [et al.]. – Boulder, Colorado, 1990. – 170 p.

17. Thorns R. L. Monitoring Ground Movements over Undisturbed Salt Domes with Precise Leveling / R. L. Thorns, R. M. Gehle // 6th International Symposium on Salt, Northern Ohio Geologic Society. – Cleveland, Ohio, 1983. – Vol. 11. – P. 648-656.

18. Walden W. Exploration by Horizontal Drilling at Avery Island, Louisiana / W. Walden, C. H. Jacoby // 1st International Symposium on Salt, Northern Ohio Geological Society. – Cleveland, Ohio, 1963. – P. 367-378.

Petrishchev Vadim Pavlovitch
Senior Researcher, Candidate of Geography, Institute of Steppe, Ural Branch of of RAS, Orenburg, tel. / fax (3532) 77-44-32, E-mail: wadpetr@mail.ru

Chibilev Alexander Alexandrovitch
Doctor of Geography, Director Institute of Steppe, Ural Branch of RAS, Orenburg, tel. / fax (3532) 77-44-32, E-mail: orensteppe@mail.ru