

- [15] Федорова А. И. Биоиндикация загрязнения городской среды // Изв. РАН. Сер. географическая. 2002. № 1. С. 72—80.
- [16] Дыпленков В. П. Почвы садов и парков Санкт-Петербурга // Жизнь и Безопасность. СПб., 1994. С. 55—59.
- [17] Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н. С. Касимова. М., 1995.
- [18] http://www.nasledie.ru/politvnt/19_28/sess/article.php?art=4НИА-ПРИРОДА. Министерство природных ресурсов Российской Федерации и СНГ, г. Атырау, 6—10 июня 2001 г.
- [19] http://www.gov.spb.ru/gov/admin/terr/reg_vasileostr. Василеостровский район. Официальный портал Администрации Санкт-Петербурга.

Санкт-Петербург
m.opkunova@mail.ru

Поступило в редакцию
5 октября 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 2

© В. П. ПЕТРИЩЕВ, А. А. ЧИБИЛЁВ

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СОЛЯНОКУПОЛЬНОГО ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА

Формирование солянокупольных ландшафтов является одним из наиболее ярких примеров воздействия неотектонических (точнее, псевдотектонических) процессов на ландшафтную оболочку. В мире насчитывается около 90 солянокупольных бассейнов, охватывающих почти 5 % площади суши (рис. 1). Поэтому особенности формирования ландшафтов в пределах соляных поднятий играют важную роль как в понимании эндогенных факторов ландшафтообразования, так и в изучении особенностей формирования региональных геосистем. Важная роль солянокупольной тектоники в формировании ландшафтов юго-востока Европейской России и Западного Казахстана отмечалась в работах В. А. Николаева [1], А. А. Чибилева [4, 5], В. П. Петрищева [2, 3] и др.

Сущность солянокупольного ландшафтогенеза заключается в изменении свойств природных геосистем под воздействием соляной тектоники. В зависимости от соотношения между скоростью роста соляного поднятия и процессами осадконакопления, камуфлирующими его выраженность, меняется степень дифференциации геосистем за счет усложнения/упрощения морфологической структуры и повышения/снижения ландшафтного разнообразия.

Ключевым при рассмотрении процесса солянокупольного ландшафтогенеза является понятие о солянокупольном ландшафте. Учитывая его многогранность (с точки зрения изменения морфологической структуры, особенностей межкомпонентных взаимодействий, парадинамической сопряженности элементов), следует подчеркнуть главную черту солянокупольных геосистем — генетическую связь с соляной тектоникой и этапами развития соляных поднятий.

Современные взгляды на эволюцию соляных диапиров исходят из этапности их развития в зависимости от соотношения скорости роста (R) и активности процессов аккумуляции (A). По мнению К. Талбота и М. Джексона [8, 11], в процессе развития соляные поднятия испытывают три этапа взаимодействия с экзогенными и ландшафтообразующими процессами. На первом этапе, когда скорость роста соляного поднятия (R) низкая и ее соотношение со скоростью аккумулятивных процессов (A) в пределах ландшафта характеризуется как $R/A < 1$, соляная тектоника образует так называемые соляные подушки с контактами конической формы ($80—115^\circ$) и пликативным залеганием надсолевых пород. На втором этапе, когда скорость роста куполов заметно превышает скорость процесса осадконакопления ($R/A > 1$), эвапоритовая толща приобре-

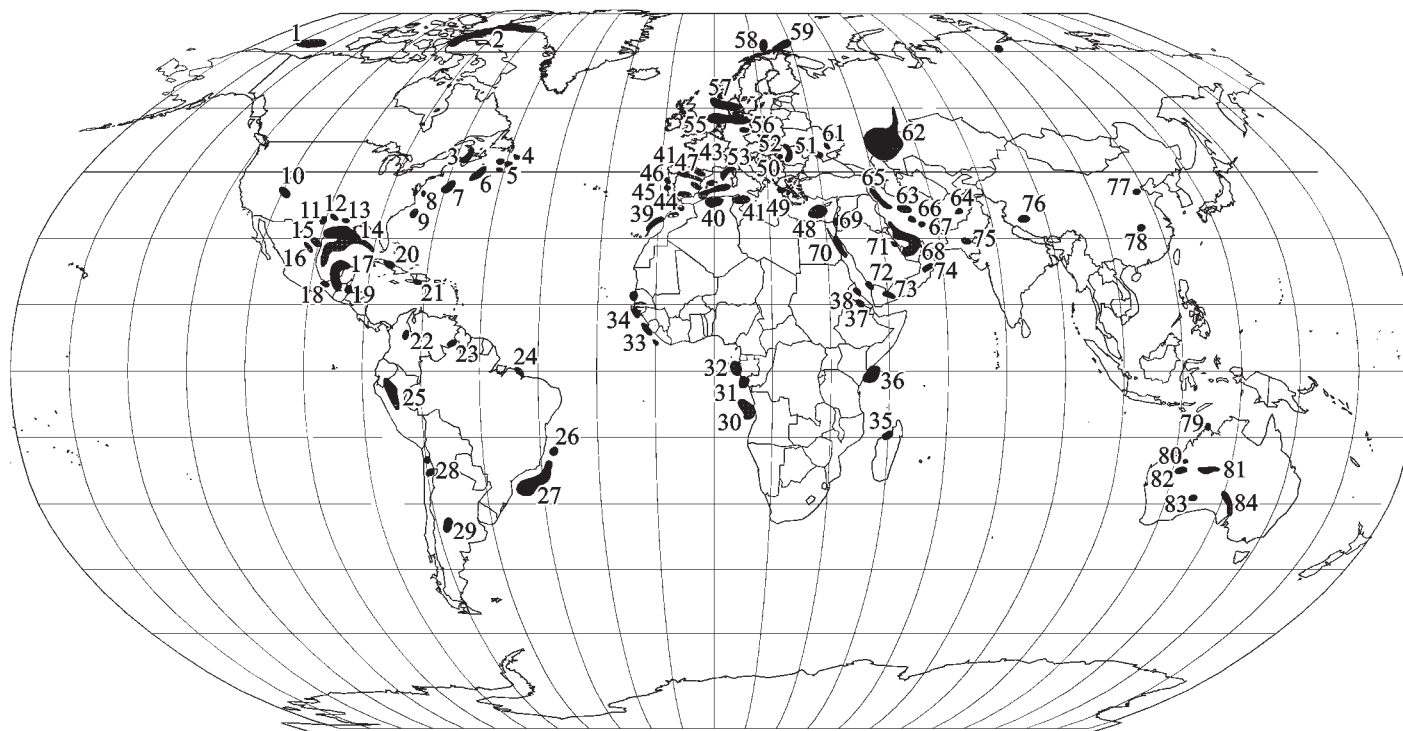


Рис. 1. Солянокупольные бассейны мира [9].

Гигантские: 2 — Свердруп, 4 — Джин д'Арк, 5 — Гранд Банки, 10 — Парадокс, 11 — Восточный Техас, 12 — Северная Луизиана, 14 — побережье Мексиканского залива, 18 — Салинас, 22 — Зипакуэйра, 31 — Кабинда, 32 — Габон, 47 — Аквитания, 55 — Южно-Североморский, 56 — Северо-Западный Германский, 57 — Северный Североморский, 58 — Тромсе, 61 — Днепроовско-Донецкий, 62 — Прикаспийско-Предуральский, 68 — Загрос, 70 — Суэц, 71 — Арабский, 72 — Восточный Красноморский, 74 — Оман.

Субгигантские: 6 — Шотландия, 13 — Миссисипи, 16 — Сабинас, 19 — Петенчапас, 23 — Такуту, 25 — Ориенте-Укаяли, 26 — Эспириту-Сан, 27 — Кампос, 30 — Кванза, 39 — Эс-саэйра, 40 — Атлас, 41 — Морской, 46 — Кантабриан, 49 — Ионийский, 50 — Южная Адриатика, 51 — Карпаты, 52 — Трансильванский, 63 — Деште-Кевир, 77 — Бохайского залива, 79 — Бонапарт, 80, 81 — Амадеус.

Мелкие: 1 — Чукотский, 3 — Монктон, 7 — Жорж банка, 8 — Балтимор-Каньон, 9 — Каролина, 15 — Саут-Техас, 17 — Сигсби, 20 — Куба, 21 — Хайтиан, 24 — Барререинас, 28 — Атакама, 29 — Нейкуин, 33 — Либерия, 34 — Сенегал, 35 — Коморские острова, 36 — Западное Сомали, 37 — Данакили, 38 — Желтое море, 42 — Алжира-Альборан, 43 — Балеарский, 44 — Эбро, 45 — Хака, 48 — Левантский, 53 — Лигурийский, 54 — Родания, 59 — Нордкапп, 60 — Енисей-Хатангский, 65 — Северо-Иранский, 66 — Йезд, 67 — Северный Керман, 69 — Мертвое море, 73 — Хадрамаут, 75 — Соляной хребет, 76 — Квайдам, 78 — Цзяньхань, 82 — Вулнаф, 83 — Офицер, 84 — Флиндерс.

тает свойство текучести и развиваются процессы соляного диапиризма. При этом соляная тектоника, действуя на все геогоризонты вертикальной структуры геосистем, формирует специфические природные комплексы — солянокупольные ландшафты. Третий этап сопровождается замедлением роста соляного поднятия, т. е. вновь отмечается соотношение $R/A < 1$. Происходит сужение солянокупольного поднятия и частичный размыв соляного ядра. В связи с относительным ростом активности процессов осадконакопления воздействие солянокупольного поднятия на поверхность становится все меньше. Под воздействием соляной тектоники оказываются снова только надсолевые породы и горизонты подземных вод. Открытые диапиры переходят в категорию закрытых (окклюзия).

Одним из важных вопросов в изучении солянокупольных геосистем является вопрос о степени близости процессов формирования собственно соляных диапиров и ландшафтных комплексов под их влиянием. Моделирование солянокупольного ландшафтогенеза исходит из того, что процессы развития соляных диапиров и формирования солянокупольных ландшафтов сходны, поскольку регулируются одними и теми же факторами. Динамика солянокупольного ландшафтогенеза отражается в основном в форме трансформации морфологической структуры ландшафтов под действием различного соотношения скорости роста соляного диапира и экзогенных процессов, воздействующих на соляное ядро. В цифровой форме динамика морфоструктуры ландшафтов выражается в виде коэффициентов энтропийной сложности, разнообразия и неоднородности. Морфологическая структура солянокупольных ландшафтов изменяется под действием целого ряда показателей, являющихся проявлением различных факторов и взаимодействующих процессов.

Мощность надсолевых отложений сказывается на степени проявления соляной тектоники в структуре ландшафта на начальных стадиях его образования (стадии окклюзии), когда криптодиапировая структура (или соляная подушка) переходит в стадию закрытого диапира, соляное ядро которого достигло зоны аэрации стадии «зажигания» или активного роста. На данном этапе увеличивается в основном показатель ландшафтной сложности.

Продолжительность воздействия экзогенных процессов на соляное ядро. Данный фактор подключается при достижении соляным ядром зоны аэрации, т. е. активного действия экзогенных процессов (стадия «зажигания»), и охватывает также стадии соляной экструзии и постэкструзивного развития. В результате действия процессов денудации, эрозии, карстообразования за счет формирования гипсово-брекчиевого кепрока резко увеличивается степень ландшафтного разнообразия солянокупольного ландшафта, а также в несколько меньшей степени — сложности морфоструктуры.

Наличие и мощность гипсово-брекчиевого кепрока тесно коррелируют с продолжительностью экзогенного воздействия на соляное ядро, влияющего на мощность кепрока и степень перекрытости им соляного зеркала [13]. Формирование кепрока знаменует начало нисходящей (постэкструзивной) фазы развития солянокупольных ландшафтов. За счет кепрока степень ландшафтного разнообразия существенно возрастает, особенно в том случае если сохранилась первичная или сформировалась вторичная соляная экструзия, поскольку давление кепрока на одно из крыльев соляного диапира создает избыточное давление на другой его части и ведет к формированию вторичных соляных поднятий — соляных штоков, шипов, карнизов. Очевидно, что в данном, исключительном, случае достигаются пиковые значения сложности и разнообразия ландшафтной структуры.

Длительность существования открытого соляного диапира или соляной экструзии определяется в основном соотношением между скоростью роста соляного диапира и интенсивностью растворения эвапоритов в течение экструзивной стадии развития соляных диапиров. Приводит также к резкому возрастанию показателей сложности и разнообразия морфоструктуры даже в условиях крайне низкого количества атмосферных осадков за счет образования системы сложных парадинамических сопряжений почвенно-растительных компонентов, геохимических оре-

лов, интенсивного развития галогенного карста, образования соляных озер, трансформации речных долин.

Процесс формирования солянокупольных ландшафтов может быть разделен на 5 этапов:

1 — ранний восходящий этап — формирование под давлением поднимающихся криптодиapiров слабовыраженных возвышенностей с усиливающимся эрозионным врезом;

2 — поздний восходящий этап — образование крупных четко очерченных возвышенностей и гряд;

3 — кульминационный этап — выход эвапоритов на поверхность, образование соляных экструзий (глетчеров);

4 — ранний нисходящий (постэкструзивный) этап — образование крупных карстовых впадин, закарстованных возвышенностей, структурных гряд;

5 — поздний нисходящий (постэкструзивный) этап — формирование древних карстовых мульд (синклиналей), заполненных мощной толщей надсолевых (постэвапоритовых) отложений.

В целом на продолжительность стадий оказывают влияние скорость роста соляного диапира и мощность эвапоритовой толщи, которая потенциально способна достичь зоны аэрации и выйти на поверхность. Вполне очевидно, что чем крупнее соляной диапир и выше его амплитуда, тем больше его воздействие на поверхность, крупнее и контрастнее элементы солянокупольного ландшафта.

Необходимо подчеркнуть, что в отношении соляных экструзий Ирана зарубежными геологами часто используется термин «salt glacier» («namakier») [13] — соляной глетчер (в английской и фарси транскрипции соответственно), а также «salt fountains» (соляной фонтан). Возникновение этих терминов, очевидно, связано со сходством текучего перемещения соляных масс с движением ледников или восходящим, а затем падающим движением воды.

Следует отметить те отличия, которые делают несхожими модель развития солянокупольного диапиризма К. Талбота [11] и модель солянокупольного ландшафтогенеза. В первую очередь это касается скорости развития и степени равномерности развития обоих процессов. Процесс формирования солянокупольного ландшафта существенно ускоряется на стадии «зажигания», его динамика достигает кульминации на экструзивной стадии. В дальнейшем процесс развития солянокупольного ландшафта замедляется и на поздней стадии постэкструзивного развития его скорость сравнивается с процессом диапиризма (рис. 2 и 3).

В отличие от процесса развития соляного диапира формирование солянокупольного ландшафта невозможно описать только соотношением скорости роста соляного купола и интенсивности процессов осадконакопления. Важнейшим показателем, характеризующим солянокупольный ландшафтогенез, является степень сложности и разнообразия их морфологической структуры. Сопоставление морфологии солянокупольного ландшафта с особенностями развития соляного диапира, а также — вторичных (диагенетических) по отношению к солянокупольному тектогенезу образований позволяет сформировать модель солянокупольного ландшафтогенеза, которая, очевидно, окажется сложнее моделей развития соляного диапира.

Сопоставление динамики показателей ландшафтной сложности и разнообразия солянокупольных геосистем, соответствующих различным стадиям соляного тектогенеза, показывает, что: 1) изменение показателей морфологической сложности и разнообразия не совпадает на различных этапах формирования солянокупольного ландшафта со стадиями соляного тектогенеза; 2) на определенном этапе морфологическая сложность и разнообразие солянокупольных геосистем становятся выше общепровинциальных и общезональных значений этих показателей.

Относительно несовпадения динамики показателей ландшафтного разнообразия и сложности следует отметить следующее. Первоначально происходит лишь количественное увеличение контурности ландшафта, структура которого трансформируется под воздействием восходящих движений соляного ядра купола. Это может сказывать-

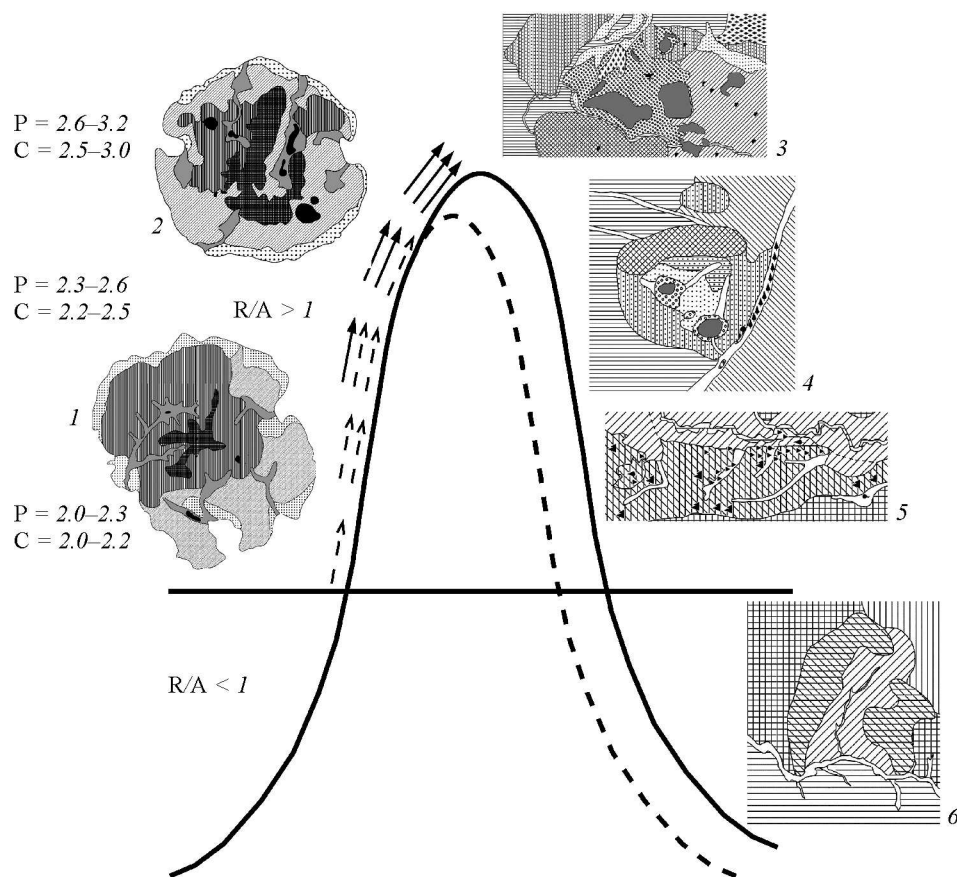


Рис. 2. Изменение разнообразия (Р) и сложности (С) морфологической структуры ландшафтных геосистем на стадиях соляного тектогенеза.

Сплошными стрелками обозначено изменение степени ландшафтного разнообразия солянокупольных геосистем.

Пунктирными стрелками — изменение степени ландшафтной сложности солянокупольных геосистем.

1 — купол Кот Бланш Айленд (Примексиканская низменность, Луизиана) [6], 2 — купол Уикс-Айленд (Примексиканская низменность, Луизиана) [7], 3 — Илецкий купол (Предуральский прогиб), 4 — Боевогорский (Мертво-сольский) купол (Предуральский прогиб), 5 — Надеждинская (Яковлевская) антиклиналь (Предуральский прогиб), 6 — Букобайская антиклиналь (Предуральский прогиб).

ся, например, на увеличении крутизны склонов возвышенности, экспозиционных вариантов склонов, усилении эрозионного вреза, увеличении почвенного разнообразия за счет склоновой микроразнональности, а растительности — за счет литоморфных (петрофитных) сообществ. Увеличение морфологического разнообразия геосистемы под воздействием солянокупольной тектоники, видимо, совпадает с вовлечением соляного ядра в зону аэрации и началом его размыва, что служит причиной частичной инверсии рельефа, появления просадочных впадин, закрытого карста, усиления речных и эрозионных процессов. В конечном счете увеличение разнообразия геомов в составе геосистемы опережает повышение контурной сложности, что проявляется в появлении единичных и уникальных для данного региона ландшафтных элементов — карсто-во-соляных и грязевых озер, гипсово-брекчиевых останцов, минерализованных источников, выходов коренных солей и др.

В дальнейшем после кульминационной стадии процесс изменения сложности и разнообразия солянокупольной геосистемы происходит в обратном порядке. Исчезают под влиянием экзогенных процессов непосредственные проявления эвапоритовых пород соляного ядра на поверхности, в связи с чем резко снижается ландшафтное

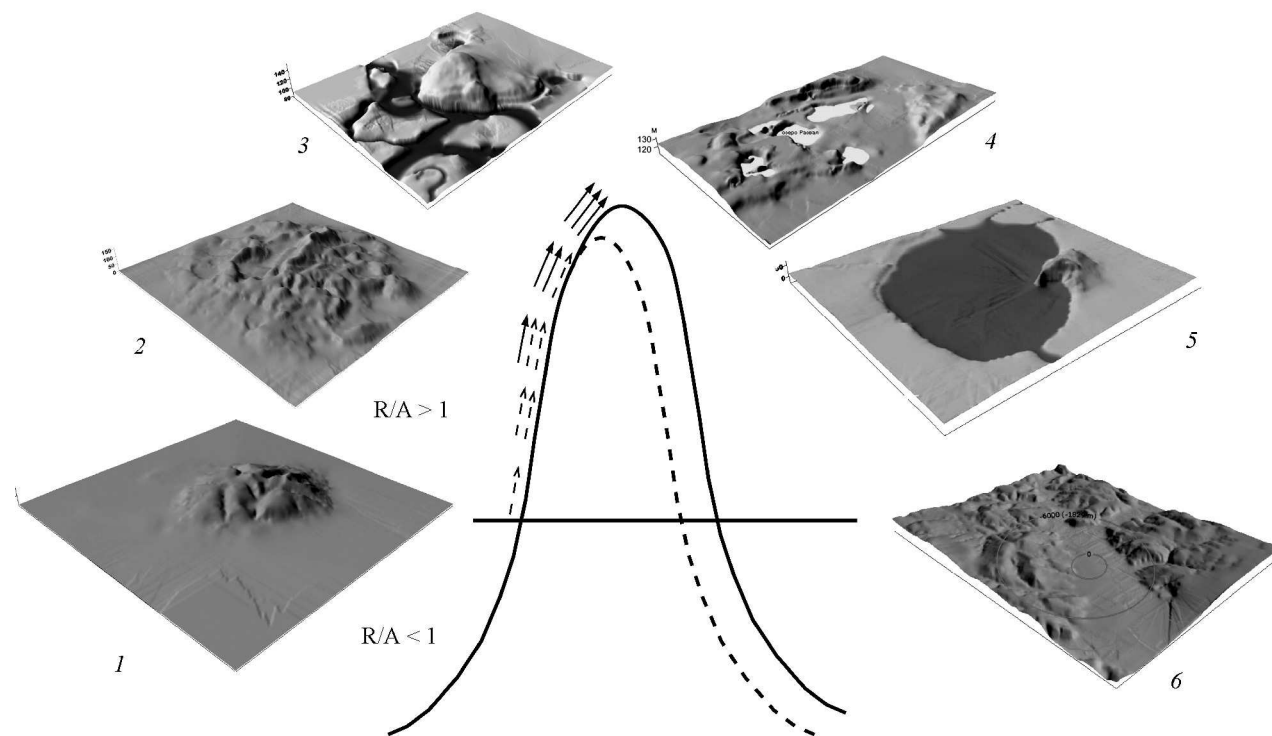


Рис. 3. Изменение геоморфологической выраженности солянокупольных геосистем в зависимости от стадий соляного тектогенеза.

1 — купол Даймонд Маунд (Примексиканская низменность, Техас), 2 — купол Уикс-Айленд (Примексиканская низменность, Луизиана), 3 — купол Маяк (Предуральный прогиб), 4 — Илецкий купол (Предуральный прогиб), 5 — купол Джефферсон Айленд (Примексиканская низменность, Луизиана) [10], 6 — купол Маунт Сильвен (Восточно-Техасский бассейн).

разнообразии и постепенно степень контурности геосистемы становится близкой к общерегиональному значению. Подобные изменения структуры солянокупольных геосистем хорошо иллюстрируются на примере ландшафтов, образованных над древнекарстовыми синклиналиями оседания, которые на надсолевом тектоническом этаже соответствуют размытым ядрам соляных диапиров, а также грабен-синклиналиями, формирующимися в результате сбросовых нарушений в сводовых частях солянокупольных поднятий.

Учитывая вышесказанное, кривая, описывающая изменение морфологической структуры солянокупольной геосистемы, окажется, с одной стороны, асимметричной, так как нарастание и сложности, и разнообразия будет происходить быстрее, чем их снижение, а с другой — вершина кривой, соответствующая достаточно короткому отрезку развития солянокупольной геосистемы, очевидно, будет сложной и многопиковой. Объяснением этому служат примеры вторичной тектоники и вторичного роста соляных диапиров, нарушающих уже сложившуюся структуру геосистемы.

Следует отметить, что в результате антропогенной трансформации солянокупольного ландшафта процесс изменения параметров, характеризующих его морфологическую структуру, может существенно ускориться и проявляется в появлении пиковых величин разнообразия и сложности. Другим важным замечанием является несопоставимость ландшафтного разнообразия солянокупольных геосистем, сформировавшихся под воздействием физико-географических условий в различных природно-климатических зонах, а также под воздействием прочих аazonальных геолого-геоморфологических факторов. Например, солянокупольные геосистемы в степной зоне с годовым количеством осадков 300—400 мм будут обладать при прочих равных условиях меньшим морфологическим разнообразием по сравнению с геосистемами соляных поднятий, приуроченными к лесостепной зоне с количеством осадков 500—700 мм. Точно так же солянокупольные ландшафты, образовавшиеся в горных областях в условиях воздействия тангенциальных напряжений на рост соляных диапиров, влияния высотной ярусности, будут заведомо обладать более сложной и разнообразной морфоструктурой по сравнению с солянокупольными геосистемами, образовавшимися в условиях возвышенной или низменной равнины.

Представленная модель солянокупольного ландшафтогенеза нуждается еще в одном важном дополнении. В каждом конкретном случае, т. е. применительно к конкретному солянокупольному ландшафту, процесс формирования его морфологической структуры будет индивидуален как в связи с геотектоническими причинами, так и вследствие изменения физико-географических условий в данной солянокупольной области.

Анализ схем, иллюстрирующих процесс солянокупольного ландшафтогенеза (рис. 2, 3), позволяет сделать ряд важных выводов. В частности, сопоставление геосистем на схеме геоморфологической выраженности соляных поднятий на различных стадиях солянокупольного тектогенеза отражает следующую их дифференциацию: 1) по положению на левой (начальной) и правой (конечной) половинах кривой; 2) по расположению в нижней и верхней частях кривой.

В левой части кривой расположены солянокупольные геосистемы в стадии активного роста соляных диапиров, когда скорость их воздымания (на рисунках обозначено R) превышает воздействие экзогенных процессов, растворяющих соляное ядро или перекрывающих его делювиальными отложениями (на рисунках обозначено A). Поэтому соляные поднятия имеют прямое выражение в рельефе и соответствующие этому особенности формирования ландшафтного комплекса. Правой части кривой, описывающей солянокупольный ландшафтогенез, соответствуют обращенные солянокупольные морфоструктуры и соляные поднятия. Рост соляного диапира теперь существенно ниже активности экзогенных процессов.

В нижних частях кривой располагаются солянокупольные геосистемы либо на начальной стадии роста, либо на завершающих этапах активности солянокупольного тектогенеза. В связи с этим выраженность в рельефе у геосистем, расположенных в этой части графика, наименьшая. Напротив, геосистемы в верхней части кривой на

поверхности представлены разнообразными и сложными формами рельефа. При этом в верхней правой части — это ландшафтные комплексы, основу которых составляют резко контрастирующие формы рельефа, т. е. сформировавшиеся эрозионно-тектонические и карстово-тектонические впадины и сохранившиеся или вновь образовавшиеся возвышенности и гряды.

В качестве примера на рис. 2 представлены ландшафтные схемы, иллюстрирующие степень разнообразия и сложности морфологической структуры солянокупольных геосистем Примексиканского и Прикаспийско-Предуральского бассейнов. Ландшафты солянокупольных «островов» Луизианы соответствуют первому этапу солянокупольного ландшафтогенеза с высокой активностью процессов диапиризма, преобладанием прямых морфоструктурных форм и нарастающей интенсивностью карстовых и эрозионных процессов. Солянокупольные геосистемы Предуралья в основном представлены обращенными морфоструктурами с ярко выраженными кепроками и карстовыми формами различной величины.

На рис. 3 представлены различные формы геоморфологической выраженности солянокупольных геосистем на различных этапах ландшафтогенеза. Необходимо обратить внимание на то, что рост активности процессов соляного диапиризма сопровождается усилением карстообразования и эрозии, что несомненно сказывается на степени ландшафтного разнообразия и сложности.

Подытоживая изложенную модель солянокупольного ландшафтогенеза, следует отметить, что трансформация структуры солянокупольного ландшафта в соответствии с выше описанным изменением его сложности и разнообразия не всегда представляет собой процесс прямолинейный или однонаправленный. Под воздействием неотектоники, имеющей омолаживающее значение для соляных поднятий, вторичной соляной тектоники (например, образования штоков или компенсационных мульд) и изменения климатических условий, формирование солянокупольной геосистемы может возвращаться на ранее пройденные стадии. Поэтому процесс солянокупольного ландшафтогенеза, очевидно, имеет вид вибрирующей кривой.

Таким образом, предлагаемая модель формирования геосистем под воздействием солянокупольной тектоники в целом описывает большинство известных случаев воздействия данного фактора на ландшафтную оболочку, тем самым позволяя прогнозировать процессы естественной динамики солянокупольных геосистем.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Николаев В. А., Копыл И. В., Пичугина Н. В. Ландшафтный феномен солянокупольной тектоники в полупустынном Приэльтоне // Вестн. МГУ. Сер. 5. «География». 1998. № 2. С. 35—39.
- [2] Петрищев В. П. Солянокупольные морфоструктуры Южного Приуралья // Геоморфология. 2010. № 1. С. 86—94.
- [3] Петрищев В. П. Солянокупольный ландшафтогенез Прикаспийско-Предуральского региона // Вест. Оренбургского государственного университета. 2007. № 3. С. 143—149.
- [4] Чибилев А. А. Река Урал. Историко-географические и экологические очерки. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 168 с.
- [5] Чибилев А. А. Энциклопедия «Оренбуржье». Т. 1. Природа. Калуга: Золотая аллея, 2000. 192 с.
- [6] Autin W. J. Landscape evolution of the Five Islands of south Louisiana: scientific policy and salt dome utilization and management // Geomorphology. 2002. V. 47. P. 227—244.
- [7] Autin W. J., McCulloh R. P. Quaternary geology of the Weeks and Cote Blanche islands salt domes // Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions. 1995. V. XLV. P. 39—46.
- [8] Jackson M., Roberts D., Snelson S. Salt tectonic: A global perspective. AAPG Memoir. V. 65: Based by the Hedberg International Research Conference Bath. Tulsa, 1995. 454 p.
- [9] Jackson M. P. A., Talbot C. J. A glossary of salt tectonics: Geological Circular 91—4. Austin: Bureau of Economic Geology, University of Texas, 1991. 44 p.
- [10] Seni S. J., Jackson M. P. A. Evolution of salt structures East Texas diapir province // AAPG Bulletin Part 2: Patterns and rates of halokinesis. 1983. V. 67. P. 1245—1274.
- [11] Talbot C., Jackson M. Salt tectonic // Scientific American. 1987. V. 257. P. 70—79.

- [12] *Talbot C.J., Rogers E. A.* Seasonal movements in a salt glacier in Iran // *Science*, 1980. V. 208. P. 395—397.
- [13] *Warren J.* *Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. 1036 p.

Оренбург
wadpetyr@mail.ru
orensteppe@mail.ru

Поступило в редакцию
21 июля 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 2

© Ю. В. САЯДЯН

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА АРМЕНИИ

В настоящее время в эволюции большинства тектонических структур альпийского орогенического пояса, которая в итоге привела к возникновению современных горных систем, выделяется позднеорогеническая (новейшая) стадия. Большинство исследователей считают, что интервал альпийского тектонического цикла горообразования продолжается от олигоцена или миоцена до современной эпохи включительно (последние 35—40 млн лет). Для некоторых альпийских горных систем началом наибольшей интенсивности неотектонических движений был промежуток времени порядка 9—11 млн л. н.; в частности, для Малого Кавказа — преобладание вертикальных перемещений над складкообразованием, возникновение основного каркаса современного горного сооружения и все нарастающая тенденция сокращения площади морского Понто-Каспийского бассейна, намечающаяся с позднего сармата [4, 5].

Армения расположена в одной из наиболее типичных молодых горных стран альпийской геосинклинальной зоны Евразии с разнообразным по морфологии и генезису рельефом. Горные сооружения Малого Кавказа, окаймляющие с северо-запада и юго-востока Центральную-Армянскую зону наземного вулканизма, характеризуются длительностью геосинклинального развития в мезозой-палеогеновом этапе. В развитии рельефа Малого Кавказа определяющее значение имели дифференциальные неотектонические поднятия и опускания межгорных депрессий. С конца мезотиза и в понте возникли основные направления гидрографической сети и первая генерация межгорных впадин. Затем каждый блок неотектонического поднятия и отдельные впадины развивались индивидуально. Так, Ширакская впадина развивалась в пределах северо-западной окраины Центрально-Армянской вулканической зоны, Севанская — в пределах центральной части Севано-Ширакской зоны. Обе впадины являются синклинальными структурными прогибами, наложенными на складчатые структуры верхнего мел—палеогена; Араратская — приурочена к центральной части Среднеараксинского олигоцен-миоценового прогиба и отличается большой сложностью и разнообразием; Воротан-Акеринские впадины развивались на стыке Севано-Акеринского офиолитового шва и Базумо-Капанской зоны.

Впадины имеют разные морфологические очертания: Ширакская — овальная, Севанская и Воротан-Акеринские дугообразно вытянуты к северу, Араратская — асимметричная. В этих впадинах особое место занимают продукты верхний миоцен-четвертичного вулканизма, развитого в пределах Центрально-Армянской вулканической зоны.

Озерное осадконакопление во впадинах, кроме Севанской, прекратилось в среднем неоплейстоцене. Формирование озерных толщ во впадинах происходило под влия-