

## ДИНАМИКА МОРФОЛОГИИ ГЕОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СОЛЯНОКУПОЛЬНОГО ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА

**Петрищев В.П., Норейка С.Ю., Ряхов Р.В., Петрищева Н.В.**  
**Оренбургский государственный университет,**  
**Институт степи УрО РАН, г. Оренбург**

Соляная тектоника представляет собой процесс формирования разнообразных тектонических тел в результате вертикального и горизонтального давления на соляные пласты. В результате давления соль устремляется к поверхности, образуя различные по форме структуры – соляные подушки, диапиры и соляные складки – антиклинали. Соляные подушки проявляются в районах с относительно небольшой мощностью соленосных отложений, диапиры при преобладании горизонтального давления надсолевых отложений, а антиклинали в краевых прогибах под воздействием складчатых движений. Соответственно, проявление соляных структур на поверхности и их воздействие на геологическое строение региона, на рельеф и экзогенные процессы, влияние на подземные и поверхностные воды, а также почвы и растительность, чрезвычайно разнообразно и оказывается под влиянием различных геодинамических и географических факторов.

Формирование рельефа под воздействием соляной тектоники определяется комплексом последовательных процессов. Эти процессы во временном отношении можно разделить следующим образом [1]:

- процесс формирования галогенно-сульфатной толщи (эвапоритовый седиментогенез);
- развитие соляных структур – диапиров, антиклиналей, криптоструктур (соляная тектоника);
- влияние глобальных структурно-тектонических и геоморфологических процессов (складкообразование и горообразование);
- воздействие региональных факторов рельефообразования, связанных с геократическими и талассократическими эпохами;
- воздействие зонально-климатических факторов в условиях, когда соляные структуры в результате активизации вторгаются в зону их действия (экзогеоморфогенез).

В настоящее время в мире насчитывается более 90 солянокупольных бассейнов и около 5000 солянокупольных структур ранга диапиров и соляных антиклиналей. Среди них несколько сотен являются активно растущими в настоящее время (Южно-Иранский, Прикаспийский, Примексиканский бассейны) [2].

Рассматривая ранее особенности солянокупольного ландшафтогенеза, была разработана модель этапов воздействия соляной тектоники на ландшафтный комплекс [3, 4]. Ключевое значение в данной модели имело соотношение между активностью соляной структуры и интенсивностью экзогенных процессов. При этом, принималось, что на восходящем этапе роста

формируются прямые морфоструктуры солянокупольного происхождения, на этапе кульминации образуется соляная экструзия, а нисходящие этапы представлены полуобращенными и обращенными морфоструктурами.

Воздействие зонально-климатических условий на развитие форм рельефа солянокупольного происхождения достаточно легко проиллюстрировать, используя региональные модели соотношения солянокупольной активности и интенсивности проявления экзогенных процессов. При этом, следует сразу оговориться, что на уровне конкретных солянокупольных бассейнов не все этапы солянокупольного ландшафтогенеза могут быть прослежены вследствие отсутствия ряда стадий. Например, для Южно-Иранского бассейна отсутствуют начальные стадии, т.к. практически все солянокупольные структуры либо выходят на поверхность (северная часть бассейна), либо сильно разрушены (южная часть) [5].

Отдельно следует сказать о размерности солянокупольных поднятий и соотношении их масштабов по солянокупольным бассейнам мира. Наиболее крупные соляные структуры, как и формируемые ими ландшафты отмечаются для Прикаспийской впадины. Размеры карстово-денудационной возвышенности Индерских гор составляют более 25 км [6, 7]. Соляные горы Ирана варьируют в размерах от 5 км (на побережье Персидского залива) до 20 км (в горах Загрос) [8]. Диаметр пяти «жемчужин Луизианы» не превышает 4 км [9]. Масштабы восточно-техасских диапиров составляют 3 – 13 км [10]. Таким образом, сопоставляются солнокупольные структуры первого порядка. Структуры вторичной соляной тектоники (штоки, карнизы) существенно меньше по размерам (например, Боевогорский шток в Предуралье имеет диаметр 0,5 км) [11, 12].

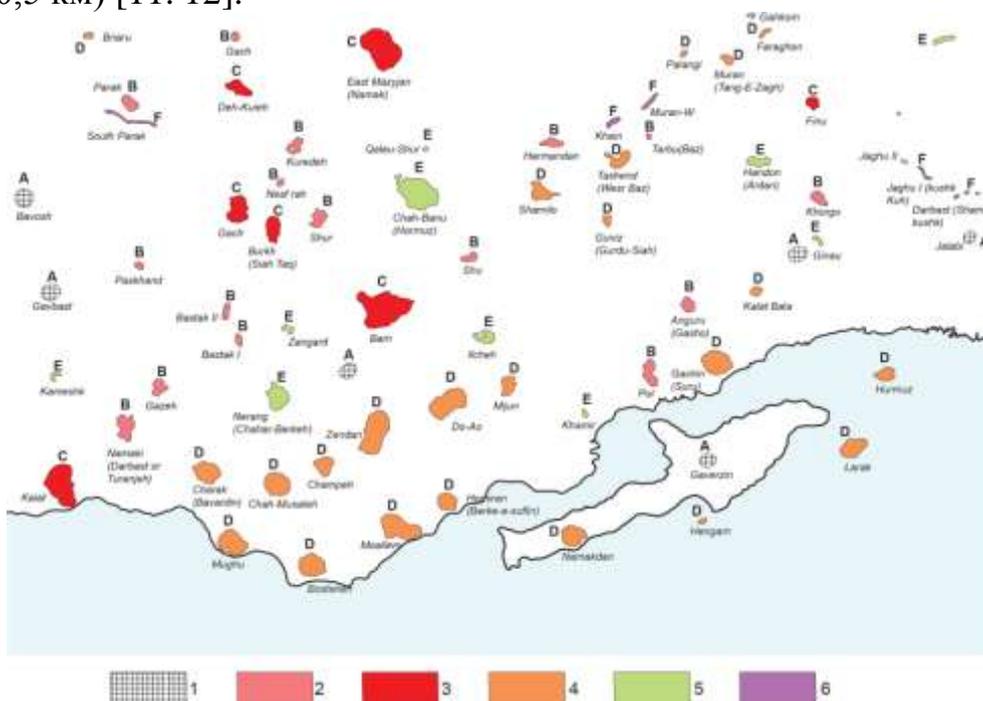


Рисунок - 1. Размещение ландшафтно-геоморфологических типов выражения соляных куполов Южного Ирана.

Для подтверждения этапов солянокупольного ландшафтогенеза проведена оценка степени разнообразия и контурности морфологической структуры солянокупольных ландшафтов. Расчеты были проведены на основе неконтролируемой классификации космических снимков Landsat 8 (июнь 2015 г.) с разрешением 30 м. Мультиспектральные изображения Landsat на территории солянокупольных бассейнов предоставлены Геологической службой США (USGS) и находятся на электронном ресурсе – [www.glovis.usgs.gov](http://www.glovis.usgs.gov). В качестве объекта идентификационных исследований были выбраны соляные купола Южного Ирана как наиболее представительные и разнотипные в плане этапов солянокупольного ландшафтогенеза. Были выяснены следующие особенности.

1. Показатели разнообразия снижаются ближе к кульминационной стадии ландшафтогенеза, при этом увеличиваются показатели сложности (мозаичности) морфологии. Минимальное количество классов получено для соляных куполов кульминационной стадии (купол Западный Мазеджан). Очевидно, это связано с тем, что соляная тектоника, становясь доминирующим фактором формирования структуры геосистемы, ведет к ослаблению влияния прочих ландшафтообразующих процессов. Сложность структуры, наоборот, повышается поскольку активизируется взаимодействие соляного ядра с климатическими факторами.

2. Показатели разнообразия на доэкструзивных этапах выше, чем на постэкструзивных, т.е. в стадии роста соляные купола испытывают влияние большего числа факторов по сравнению со стадиями разрушения соляного ядра и постепенно его выхода из зоны действия ландшафтообразующих процессов.

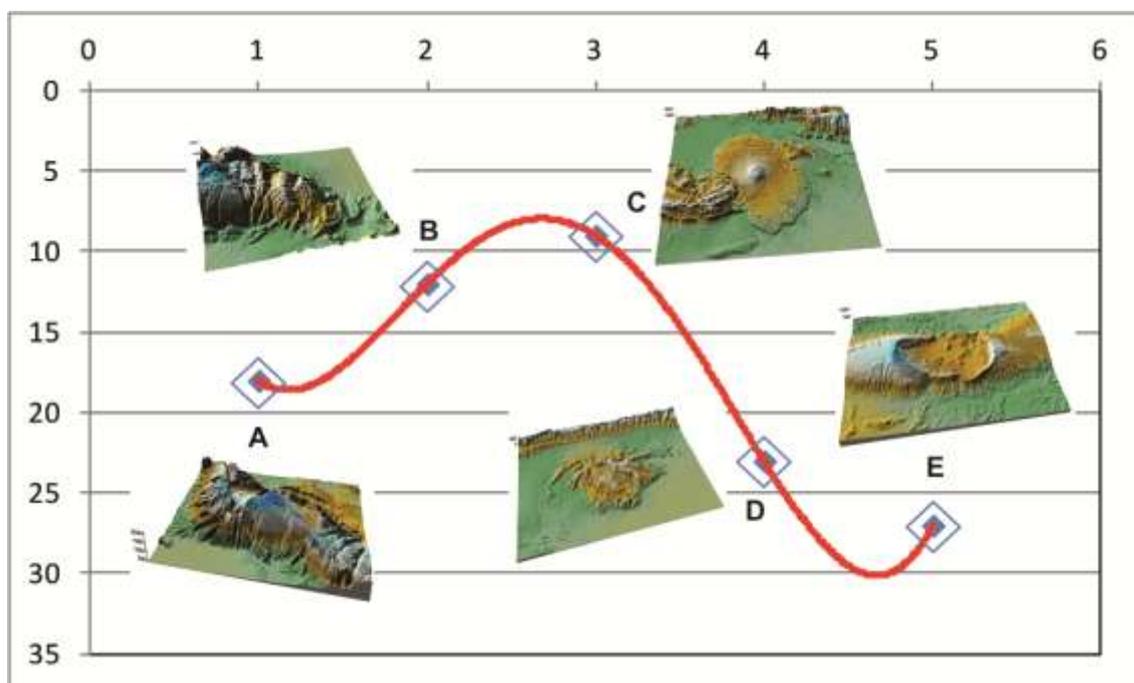


Рисунок - 2. Изменение морфологической сложности (на графике слева) на этапах солянокупольного ландшафтогенеза (на графике сверху) в Южном Иране.

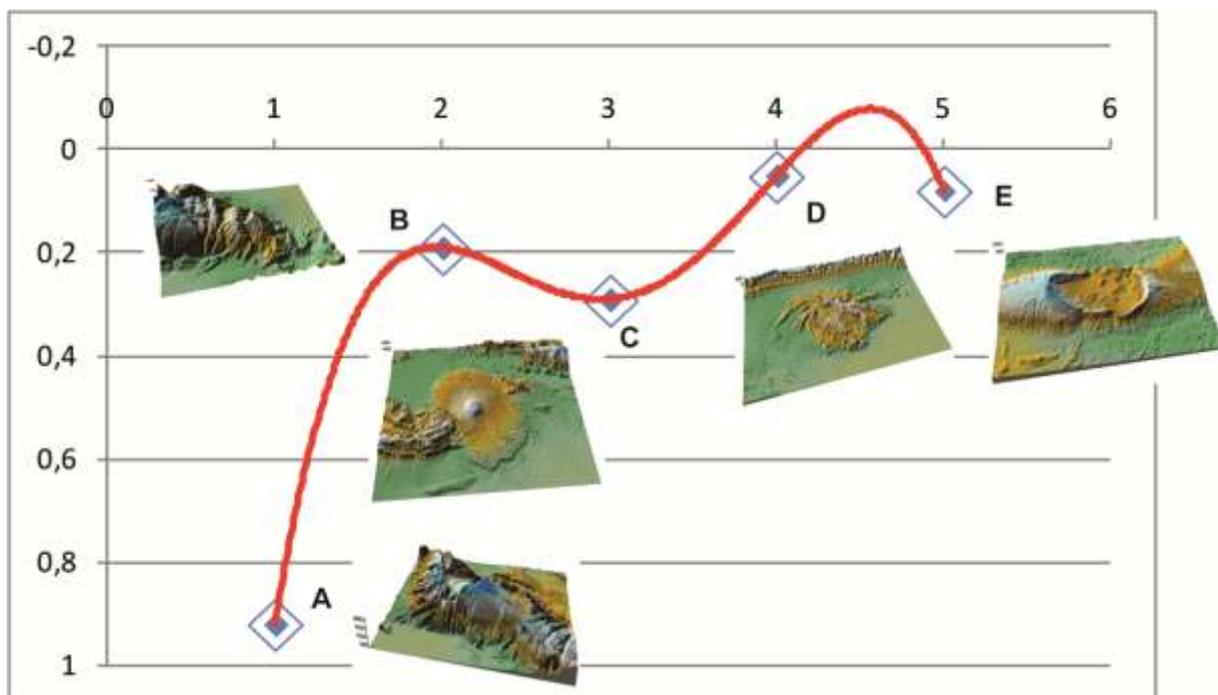


Рисунок - 3. Изменение морфологического разнообразия (на графике слева) на этапах солянокупольного ландшафтогенеза (на графике сверху) в Южном Иране.

Подытоживая анализ морфоструктурных форм, сформированных солянокупольной тектоникой, следует отметить, что наибольшее количество морфоструктурных типов отмечается для геодинамически подвижных регионов. Например, для Ормузского бассейна отмечается 5 структурно-геоморфологических типов, соответствующие как ранним и зрелым, так и завершающим этапам развития. В платформенных условиях активность солянокупольных структур существенно ниже, к тому же проявление ее на поверхности подавляется активными эрозионно-денудационными процессами, особенно в областях с гумидным климатом (Примексиканский, Северо-Луизианский, Миссисипский и Восточно-Техасский бассейны). В результате отдельные этапы солянокупольного геоморфогенеза выпадают. В основном это относится к раннему восходящему и кульминационному этапам солянокупольного геоморфогенеза.

*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. Петрищев В.П. Ландшафты соляных куполов. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 516 с.
2. Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 310 с.

3. 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.*

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

5. Jahani S., Callot J.-P., Frizon de Lamotte D., Letouzey J., Leturmy P. *The Salt Diapirs of the Eastern Fars Province (Zagros, Iran): A Brief Outline of their Past and Present. Frontiers in Earth Sciences, 2007, Thrust Belts and Foreland Basins. Part V. P. 289–308.*

6. *The Formation Features of Landscapes in the Inderskii Salt-Dome Area (Precaspian Hollow) / V.P. Petrishchev, A.A. Chibiley, K.M. Akhmedenov, S.K. Ramazanov // Geography and natural resources. 2011. № 2. P. 146–151.*

7. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Искалиев Д.Ж. Карст и псевдокарст в Западном Казахстане // *Труды университета. Караганда, 2013. № 1. С. 50–54.*

8. Bosak, P., Jaros, J., Spudil, J., Sulovsky, P., Vaclavek, V. *Salt plugs in the eastern Zagros, Iran: results of regional geological reconnaissance. GeoLines (Praha). V.7. 1998. P.3–174.*

9. 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.*

10. Jackson M.P.A., Seni S.J. *Atlas of salt domes in the East Texas basin. Austin, Texas: The University of Texas, 1984. 102 p.*

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

12. Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез Прикаспийско-Предуральского региона // *Вестник Оренбургского государственного университета. №3. 2007. С. 143–149.*