

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕОСИСТЕМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЕННОЙ СОЛИ

**В статье изложены результаты классификации техногеосистем месторождений каменной соли, связанных с солянокупольными структурами. Разработаны критерии оценки степени трансформации геосистем, проведено ранжирование техногеосистем. Проведен анализ дифференциации геосистем, сформировавшихся в результате добычи соли.**

**Ключевые слова:** техногеосистема, техноморфогенез, балльная оценка, шахтная и открытая разработка соли.

Особые условия эксплуатации месторождений каменной соли ведут к формированию техногеосистем, резко отличающихся от всех прочих как по высокой подвижности процессов техноморфолитогенеза, так и по глубине трансформации всех компонентов геосистемы. Как показывает изучение природных вод, почв и растительности на Илецком [1, с.108-138; 2, с. 34-38], а также на Славянском месторождении (Донецкий бассейн) [3, с. 72-77], Солотвинском месторождении (Закарпатье), месторождениях Луизианы (Эвери Айленд, Джефферсон Айленд) [4, 6], Испании [5], произошло коренное изменение процессов солянокупольного ландшафтогенеза, сопровождающееся нарушением гидростатического равновесия между околосолевыми рассолами и надсолевыми грунтовыми и поверхностными водами, образованием обширных полей с аномальным засолением и техногенными солончаками, а также развитием техногенных экотонных – зон воздействия месторождений каменной соли на окружающие ландшафты. Размеры этой зоны иногда достигают внушительных размеров (десятки км<sup>2</sup>) за счет активизации миграции хлоридов и сульфатов в местную речную сеть.

К числу основных факторов формирования техногеосистем месторождений каменной соли следует отнести:

1) широкое развитие процессов техноморфогенеза, в т. ч. формирование:

а) поверхностных техногенных форм рельефа (карьеров и карьерных озер, отвалов со складываемой каменной солью),

б) криптотехноморфных форм (шахтные штольни, штреки, стволы);

в) техногенно-природных форм, образование которых связано с антропогенно иниции-

рованными карстовыми и эрозионными процессами (карстовые провалы, пещеры и трещины, выходящие к поверхности, проседание поверхности в результате неглубокого заложения шахтных выработок);

2) развитие геохимических полей хлоридов и сульфатов, выходящих за пределы собственно техногеосистемы и образующих обширные ореолы засоления;

3) различные этапы освоения месторождений, связанные со способами отработки, глубиной заложения карьеров и шахт, особенности развития и мощность кепроковых отложений, степень защищенности месторождения надсолевыми и боковыми рассолами влияют на степень преобразования естественной морфодинамической структуры солянокупольного ландшафта и степень завершенности формирования техногеосистемы, что влияет на восстановительные возможности геосистемы – сдерживание активности техногенного карста, рекультивация поверхности месторождения, регенерация почв и растительности.

При классификации техногеосистем месторождений каменной соли необходимо учитывать наряду с техногенными факторами также и естественную активность процессов соляной тектоники, поскольку высокая скорость подъема эвапоритовой толщи существенно ускоряет межкомпонентные взаимодействия и оказывает непосредственное влияние на сложность и разнообразие морфологических элементов складывающейся техногеосистемы.

Наконец, на формировании горнотехнических геосистем, связанных с добычей соли, сказываются другие факторы антропогенной трансформации – использование в качестве бальнеологических курортов (за счет рапных,

грязе-рапных, грязевых озер и источников минеральных вод).

Следует учесть, что от прочих техногенных ландшафтов техногеосистемы солянокупольных месторождений отличаются наибольшей динамичностью и скоростью межкомпонентных и внутрисистемных взаимодействий, что определяется высокой дисгармоничностью открытых или полукрытых диапиров по отношению к вмещающим ландшафтам. В первую очередь это связано с высокой растворимостью галита и значительным превышением уровня залегания соляного зеркала диапира по сравнению с местным базисом эрозии.

Оценка состояния ландшафтов месторождений каменной соли производилась на основе анализа 12 диагностических показателей техногенной трансформации, выбор каждого показателя обоснован (табл. 1).

#### 1. Время развития техногеосистемы (срок эксплуатации месторождения)

Длительность эксплуатации месторождения является одним из важнейших факторов, влияющих на структуру техногеосистем месторождений каменной соли и отражающих степень трансформации межкомпонентных и внутрисистемных взаимодействий в солянокупольном ландшафте, приводит к усложнению ландшафтной структуры, появлению на фоне техногенных процессов, связанных с добычей соли, техногенно инициированных природных процессов, ведущих к повышенной аварийности и катастрофам. Наряду с измененными урочищами естественного происхождения образуются урочища, сформировавшиеся под действием только техногенных процессов, – карьерные выемки, крупные отвалы, техногенные родники, карьерные озера, техногенные ручьи. Кроме того, следует отметить, что сроки освоения месторождений являются одним из условий сформированности техногеосистем как целостных и завершенных ландшафтных комплексов. Изучение структуры техногеосистем месторождений каменной соли по-

Таблица 1. Балльная оценка показателей, определяющих величину техногенной нагрузки на ландшафтные комплексы месторождений каменной соли

Показатель	Количественная характеристика показателя	Кол-во баллов
1. Время развития техногеосистемы (срок эксплуатации месторождения)	Менее 20 лет	1
	20–50 лет	2
	50–100 лет	3
	100–200 лет	4
	Более 200 лет	5
2. Степень гипотехноморфогенеза, (глубина, м)	До 20 м	1
	20–50 м	2
	50–100 м	3
	100–300 м	4
	300–500 м	5
3. Степень гипертехноморфогенеза (высота, м)	До 10 м	1
	10–30 м	2
	30–50 м	3
	Более 50 м	5
	4. Уровни добычи соли	1 уровень (поверхностная добыча)
2 уровня (подземная добыча)		1
2 уровня (1 поверхностный, 1 подземный)		2
3 и более уровня (1 поверхностный, 2 и более подземных)		3
5. Размеры техногеосистемы		Малый (до 1 км <sup>2</sup> )
	Средний (1–30 км <sup>2</sup> )	2
	Крупный (более 30 км <sup>2</sup> )	3
6. Развитие техногенно метаморфизованных грунтовых и поверхностных вод (концентрация NaCl, в г/л)	5–10 мг/л	1
	10–50 мг/л	2
	50–100 мг/л	3
	100–200 мг/л	4
	200–360 мг/л	5
7. Развитие техноземов техногенных солончаков (площадь, км <sup>2</sup> )	До 1 км <sup>2</sup>	1
	1–5 км <sup>2</sup>	2
	5–10 км <sup>2</sup>	3
	До 10 км <sup>2</sup>	4
8. Воздействие на местную речную сеть в форме образования гидрохимических аномалий (расстояние, км)	До 1 км	1
	1–5 км	2
	5–10 км	3
	10–25 км	4
	Более 25 км	5
9. Мощность кепроковых и надсолевых отложений, покрывающих соляной свод (м)	Более 100 м	1
	50–100 м	2
	30–50 м	3
	10–30 м	4
	Менее 10 м	5
10. Развитие открытых и закрытых карстовых форм площади техногеосистемы (%)	До 5%	1
	5–10%	2
	10–25%	3
	25–50%	5
	Более 50%	7
11. Размеры площади покрытой растительностью, в т.ч. растительных сукцессий по отношению к площади техногеосистемы (%)	До 50%	1
	30–50%	2
	30–10%	3
	До 10%	4
12. Формирование техногенных водоемов - родников, речных долин, карьерных озер (в % площади техногеосистемы)	Менее 1%	1
	1–5%	2
	5–10%	3
	10–25%	4
	Более 25%	5

казало, что одну из ключевых ролей в их формировании играют процессы формирования карстово-озерных впадин техногенного происхождения, связанных с определенным сроком освоения месторождения (как правило, 50 и более лет).

### *2. Степень гипотехноморфогенеза*

Техноморфогенез – преобразование рельефа под действием техногенных процессов и формирование новых (техногенных) поверхностей и форм рельефа. Техногеосистемы месторождений каменной соли связаны с извлечением огромных масс минерального сырья, как правило, с последующим аварийным заполнением подземных полостей поверхностными или подземными водами.

В целом, чем ближе к поверхности подземные соляные выработки, тем выше скорость и больше масштабы процессов техноландшафтогенеза.

### *3. Степень гипертехноморфогенеза*

Положительные формы техногенного рельефа играют меньшую роль в развитии техногеосистем месторождений каменной соли, поскольку добыча соли не сопровождается крупными вскрышными работами или добычей малокондиционного сырья. Единственным случаем появления крупных отвалов является складирование соли при освоении новых подземных горизонтов. В данном случае они становятся источником возникновения крупных ореолов техногенных солончаков и ветрового переноса соли на обширной территории.

### *4. Уровни добычи соли*

Добыча соли в месторождениях купольного типа имеет одну очень важную особенность: она происходит одновременно с непрерывным ростом соляного диапира, т. е. условия добычи непрерывно (хотя и медленно) меняются. Вследствие этого конструкционные элементы соляных шахт испытывают существенные деформации, которые усиливаются при ведении добычи на нескольких горизонтах. Поэтому техногеосистемы, включающие как существующие, так и заброшенные многоуровневые выработки (в т. ч. открытую добычу), несут существенно большую опасность техногенных катастроф по сравнению с одноуровневыми.

### *5. Размеры техногеосистемы*

Размеры солянокупольных месторождений, как правило, не велики. В большинстве случаев они ограничиваются соляными штоками диапиров и составляют не более 10 км<sup>2</sup> (Илецкое, Славянское, Солотвинское месторождения, месторождения Эвери Айленд, Джефферсон Айленд). Вместе с этим площадь поверхности соляного зеркала является одной из причин, обуславливающих как степень морфологической сложности внутренней структуры техногеосистемы, так и степень ее воздействия на окружающие ландшафты. Размерность геосистем определяет масштабы и глубину межкомпонентных взаимодействий, полноту и яркость выражения процессов техноландшафтогенеза и, следовательно, иерархический уровень организации техногеосистемы.

### *6. Развитие техногенно метаморфизованных грунтовых и поверхностных вод (концентрация NaCl, в г/л)*

Роль метаморфизованных техногенными процессами грунтовых и подземных вод в формировании техногеосистем месторождений каменной соли противоречива. С одной стороны, они при наклоне поверхности рельефа активно мигрируют на прилегающие территории, вызывая образование обширных солонководных болот и солончаков, с другой – они препятствуют проникновению агрессивных пресных вод и дальнейшему размыванию соляного тела. Учитывая данное обстоятельство, тем не менее следует признать, что случаи вовлечения сильноминерализованных вод (рассолов) в процессы солянокупольного ландшафтогенеза за исключением пустынных областей крайне редки. Поэтому появление рапных озер или рек с высокоминерализованной водой в лесной, лесостепной и степной зонах является явлением исключительным и связанным с процессами техногенеза.

### *7. Развитие техноземов (техногенных солончаков)*

Почвы как компонент техногенных геосистем месторождений каменной соли представлены различного вида техноземами, но ведущую роль в формировании техногеосистем играют техногенные солончаки – природные и антропогенные почвы, испытывавшие воздействие высокоминерализованных поверхностных и грунтовых вод тех-

ногенного происхождения. Значительные площади техногеосистем заняты литостратами и аргиндустратами. Важное значение имеет оценка защищенности и уязвимости почв в пределах техногеосистем месторождений. В целом защищенность почвенного покрова к процессам техногенеза, как известно, возрастает с уменьшением емкости почвенного поглощения. Емкость поглощения уменьшается: с облегчением механического состава почв (т. е. уязвимость почв, сформировавшихся на песчаных отложениях, ниже, чем на глинистых); у засоленных почв – солонцов и солончаков емкость поглощения в целом низкая; снижение емкости поглощения отмечается также и для смытых, щебенчатых, каменистых и неполноразвитых почв. Кроме того, лесные почвы, а также различные виды пойменных почв характеризуются существенно большей емкостью поглощения по сравнению с пустынными и полупустынными. Особенно высока емкость поглощения у степных черноземов. В связи с этим солянокупольные ландшафты в восходящей фазе ландшафтогенеза характеризуются большей устойчивостью почвенного покрова к техногенному загрязнению по сравнению с кульминационной и нисходящей фазой. Очевидно, следует расценивать непродолжительную фазу открытости соляного ядра как наиболее уязвимую для антропогенного воздействия стадию солянокупольного ландшафтогенеза и вместе с тем наиболее привлекательную с точки зрения эффективности добычи соли. Таким образом, появление значительного количества гидроморфных элементов в составе солянокупольного ландшафта приводит к уменьшению устойчивости его почвенного покрова к техногенному загрязнению за счет повышения их емкости поглощения.

Вместе с этим следует отметить, что заполнение депрессий различного происхождения поверхностными и грунтовыми водами в целом стабилизирует гидрогеологический режим и поэтому расценивать однозначно повышение роли гидроморфных элементов в динамике солянокупольного ландшафта как общее снижение его устойчивости нельзя.

#### *8. Воздействие на местную речную сеть в форме образования гидрохимических аномалий (расстояние, км)*

Основной вектор воздействия техногеосистем месторождений каменной соли на окружаю-

щие ландшафты совпадает с направлением стока грунтовых и поверхностных вод, дренирующих соляной купол. Гидрохимические аномалии в местной речной сети, как правило, имеют сезонный характер и функционально связаны активностью карстообразования. В целом, чем крупнее и сложнее техногеосистема, тем больше радиус образуемых ею техногенных ореолов.

#### *9. Мощность кепроковых и надсолевых отложений, покрывающих соляной свод (м)*

Сульфатно-глинистые отложения кепрока и надсолевая толща играют экранирующую роль по отношению к процессам выщелачивания соляного тела. Поэтому, чем выше их целостность и ненарушенность, тем меньше доступность легкорастворимого соляного свода для агрессивных поверхностных вод. Следовательно, порог техногенной деградации геосистем для диапиров с мощной кепроковой «шляпой» будет существенно выше, чем для открытых диапиров с отсутствующим или отброшенным кепроком.

#### *10. Развитие открытых и закрытых карстовых форм от площади техногеосистемы (%)*

Степень развитости карста – площадь, покрытая карстовыми формами рельефа, а также глубина и активность карстообразования являются показателями уровня организации техногеосистемы.

#### *11. Размеры площади, покрытой растительностью, в т. ч. растительных сукцессий, по отношению к площади техногеосистемы (%)*

Соотношение зарастающих участков по отношению к участкам, лишенным растительного покрова, отражает активность восстановительных сукцессий в техногеосистеме, что зависит от сроков освоения месторождения (а следовательно, длительности образования техногеосистемы) и может относиться к критериям стабилизации техногеосистемы. Растительные сукцессии техногеосистем месторождений каменной соли отличаются доминированием галофильных сообществ, характеризующихся сменой сообществ суккулентов (солероса, солянок) полынно-кустарничковыми и полынно-злаковыми сообществами. Как правило, даже по прошествии 1-2 десятилетий растительные сукцессии находятся на стадии пионерных стадий, состоящих преимущественно из эугаллофитов.

12. Формирование техногенных водоемов – родников, речных долин, карьерных озер (в % от площади техногеосистемы)

Образование техногенных водоемов, очевидно, является определенной стадией в формировании техногеосистем и поэтому является признаком стабилизации техногеосистемы. Будучи аналогом супераквальных элементов геохимических фаций, техногенные водоемы аккумулируют основные компоненты соленосной толщи и поддерживают базис эрозии на постоянном уровне, тем самым сдерживая активизацию экзогенных процессов – карстовых и эрозионных.

В качестве примера в таблице 2 приведена оценка техногенной трансформации геосистем на различных месторождениях каменной соли.

Анализируя полученную таблицу 2, можно прийти к выводу, что техногеосистемы месторождений каменной соли дифференцируются на три класса:

I класс – составляют сложившиеся (зрелые) техногеосистемы со сложными и нестабильными межкомпонентными взаимодействиями, значительной амплитудой гипер- и гипотехноморфных процессов, крупными геохимическими геополями, существенно превышающими размеры техногеосистемы (в три и более раз). Поверхность техногеосистем представляет собой карстово-озерную впадину техногенного происхождения, включающую техногенные и антропогенно измененные природные водоемы – карьерные озера, высокоминерализованные родники и ручьи. Поверхность геосистемы испытывает серьезные деформации под дей-

ствием карстовых и эрозионных процессов. Вокруг техногеосистем сложились ореолы техногенно метаморфизованных вод, и воздействие на местную речную сеть прослеживается на несколько километров. Техногеосистемы состоят из различных по времени и типу растительных сукцессий и техногенных солончаков. К данному классу техногеосистем относятся сильно нарушенные горнопромышленные ландшафты с кризисной геоэкологической обстановкой, потенциальной опасностью аварийных и катастрофических явлений. К техногеосистемам I класса относятся ландшафты Илецкого, Славянского и Солотвинского месторождений, а также месторождения Кадона.

II класс – представляет техногеосистемы месторождений каменной соли со значительными по амплитуде техноморфными процессами, но со сложившимися и стабильными межкомпонентными взаимодействиями. Однако воздействие на прилегающие геосистемы невелико (не более 3 км) и типологическое разнообразие растительных сукцессий и техноземов существенно ниже, чем у техногеосистем I класса, за счет доминирования естественных почв и растительных сообществ. Техногенные водоемы представлены только карстовыми озерами, несвязанными с подземными выработками, что определяет меньшую интенсивность взаимодействий внутри геосистемы. Несмотря на то, что техногеосистемы II класса пережили катастрофические ситуации, в настоящее время геоэкологическая ситуация на них оценивается как критическая с возможностью дальнейшей стабилизации. Примером техногеосистем II клас-

Таблица 2. Балльная оценка трансформации ландшафтной среды в техногеосистемах месторождений каменной соли

Наименование месторождения	Сумма баллов	Показатели											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Илецкое (Приуралье, Россия)	41	5	4	1	3	1	5	2	3	5	5	4	3
Баскунчакское (Прикаспийская низменность, Россия)	21	5	1		1	3		3		3	1		4
Славянское (Донбасс, Украина)	41	4	4	2	3	1	4	3	4	4	5	4	3
Солотвинское (Закарпатье, Украина)	42	5	5		3	2	4	3	4	4	7	3	2
Люнебург (Северо-Германская низменность, Германия)	26	5	4		3	1	3	1	2	3	2	2	
Кадона (Испания)	38	3	3	5	2	2	4	3	4	5	3	3	1
Джефферсон Айленд (Примексиканская низменность, США)	30	3	5		2	2	2	1	1	2	2	5	5
Эвери Айленд (Примексиканская низменность, США)	25	3	5		2	2	2	1	1	2	3	2	2

са являются ландшафты месторождений Люнебург, Джефферсон Айленд и Эвери Айленд.

III класс – включает техногеосистемы месторождений озерных солей, формирование которых связано с разгрузкой минерализованных источников при растворении окружающих солянокупольных поднятий. В связи с этим межкомпонентные взаимодействия в них устойчивы и регулируются преимущественно природными процессами. Техногенные водоемы отсутствуют. Геохимические и гидрохимические поля еще не сложились, а воздействие на окружающие ландшафты крайне слабое и фиксируется фрагментарно. Примерами техногеосистем III класса является Баскунчакское месторождения озерной соли, выбранное для сопоставления с техногеосистемами месторождений каменной соли.

По экологическому состоянию техногеосистемы, сформировавшиеся в пределах солянокупольных ландшафтов, могут быть разделены на следующие группы: 1) техногеосистемы соляных месторождений, сложившиеся несколько столетий назад, эксплуатирующиеся вплоть до последнего времени и ныне находящиеся в критическом (Соль-Илецк, Артемовск) или кризисном состоянии (Солотвино) в связи с антропогенно инициированными карстовыми процессами; 2) техногеосистемы законсервированных шахтных разработок каменной соли, сформировавшиеся без нарушения гидродинамического равновесия между поверхностными водами и эвапоритовым водоупорным слоем и существующие в относительно стабильном состоянии; 3) формирование двух- и более уровней техногеосистем, приведшее к нарушению экологического равновесия и катастрофическим последствиям (катастрофа на озере Пеньер – купол Джефферсон Айленд; карстовые процессы на нефтяных полях на куполах Саратога и Дайзетта в Техасе); 4) техногеосистемы хранилищ нефти, природного газа и ядерных отходов в соляных камерах, обладающие высокой потенциальной опасностью в связи с подвижностью соленосной толщи и слабой предсказуемостью формирования трещиноватости и подземных пустот (купол Горлебен в Северной Германии, купол Южного Техаса). В целом необходимо признать, что в качестве хранилищ подходят пассивные солянокупольные поднятия со слабо развитым или отсутствующим кепроком [6]. Степень развитости кепрока является индикатором

активного в прошлом или настоящем взаимодействия эвапоритовой толщи с экзогенными процессами, что повышает как оценку современной неотектонической активности купола, так и вероятную проницаемость соленосной толщи. Особенности формирования техногеосистем в пределах солянокупольных ландшафтов определяются как через техногенную трансформацию их морфологической структуры, так и спецификой внутриландшафтных взаимодействий, изменяющихся в соответствии с этапами солянокупольного ландшафтогенеза.

В пределах солянокупольных ландшафтов складываются четырехуровневые горнопромышленные техногеосистемы: 1) карьерно-отвальные месторождения строительных материалов, связанные с комплексом надсолевых пород; 2) карьерные техногеосистемы пород, генетически связанных с кепроком соляных куполов (гипсы, бораты и месторождения других пород и минералов); 3) шахтные и карьерные техногеосистемы месторождений каменной соли, вскрывающие собственно соляное ядро куполов; 4) техногеосистемы месторождений, связанных с подсолевыми отложениями (в первую очередь месторождения нефти и природного газа).

Таким образом, ландшафты соляных месторождений выступают в качестве природно-техногенных геосистем, обладающих высокой динамикой межкомпонентных связей. Согласно концепции солянокупольного ландшафтогенеза, чем ближе к поверхности ядро соляного купола, тем интенсивнее взаимодействия между различными составляющими солянокупольных геосистем: 1) соляным телом (включающим всю эвапоритовую толщу, т. е. галогенную и сульфатную составляющие), 2) надсолевыми отложениями и соответствующими им водоносными комплексами, 3) элементами солянокупольного ландшафта – поверхностными водоемами, почвами, растительностью, а также атмосферным воздухом. Выведение горных разработок из зоны высокодинамичных процессов взаимодействия компонентов ландшафтов является одним из способов достижения и сохранения экологического равновесия внутри ландшафтных комплексов соляных месторождений и одновременно открывает возможность рационального использования прочих ресурсов, в т. ч. рекреационно-бальнеологических.

28.02.2011

**Список литературы:**

1. Дзэнс-Литовский А.И. Минеральные озера Илецкого соляного купола и их термический режим // Труды лаборатории озераведения АН СССР. Т. II. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 108-138.
2. Короткевич Г.В. Карст и его аварийные появления на Илецком соляном куполе. // Гидрогеология и карстоведение. Выпуск 11. Катастрофы и аварии на закарстованных территориях: межвуз. сб. научн. тр. Перм. ун-т. Пермь. – 1992. – С. 34-38.
3. Кошин А.Г., Мустель И.П., Куриленко В.В. Предотвращение засоления подземных и поверхностных вод природными рассолами в районе Славянского месторождения каменной соли // Гидрогеология и охрана недр при разработке соляных месторождений. Труды ВНИИГ. Под ред. С.М. Роткина. Л., 1976. – С. 72-77.
4. 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.
5. Lucha P., Cardona F., Gutierrez F., Guerrero J. Natural and human-induced dissolution and subsidence processes in the salt outcrop of the Cardona Diapir (NE Spain) // Environmental Geology. – 2007. – V. 53. – №5. – P. 1023-1035.
6. Warren J. Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – 1036 p.

Сведения об авторе:

**Петрищев Вадим Павлович**, доцент кафедры городского кадастра  
Оренбургского государственного университета, кандидат географических наук  
460018, Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3432, тел. (3532) 372522, e-mail wadpetr@mail.ru

**UDC 502.5:553.631**

**Petrishchev V.P.**

Orenburg State University, e-mail: wadpetr@mail.ru

**TECHNOGEOSYSTEMS CLASSIFICATION OF ROCK SALT DEPOSITS**

The article presents the results of technogeosystems classification of rock salt deposits associated with salt dome structures. The author developed criteria for assessing the degree of transformation geosystems, conducted the ranging of technogeosystems. The analysis of geosystems differentiation formed as a result of salt mining was conducted in this paper.

Keywords: technogeosystem, technomorphogenesis, numerical score, mine and quarry development of salt.

**Bibliography:**

1. Dzens-Litovsky A.I. Mineral Lake Ilets salt dome and its thermal regime. Proc Laboratory of Limnology, Academy of Sciences of the USSR. T. II. M.-L.: Izd-vo Akad. – 1953. – P.108-138.
2. Korotkevich G.V. Karst and its accidental appearance on Ilets salt dome. // Hydrogeology and karst. Issue 11. Disaster and accident in karst areas: Intercollege. Sat Nauchn. tr. Perm. Univ. Perm. – 1992. – P.34-38.
3. Koshin A.G., Mustel I.P., Kurylenko V.V. Prevention of saline groundwater and surface water, natural brine in the Slavic field of rock salt. // Hydrology and protection of natural resources in the development of salt deposits. Proceedings VNIIG. Ed. S.M. Rotkina. L.. – 1976. – S. 72-77.
4. 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.
5. Lucha P., Cardona F., Gutierrez F., Guerrero J. Natural and human-induced dissolution and subsidence processes in the salt outcrop of the Cardona Diapir (NE Spain). //Environmental Geology. – 2007. – V.53. – №5. – P. 1023-1035.
6. Warren J. Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. – 2006. – 1036 p.