

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Изучение парагенезиса инженерно-геологических процессов (ИГП) требует решения следующих основных задач: обоснование области распространения парагенетических комплексов ИГП, определение условий формирования и факторов их развития, оценка особенностей взаимодействия, разработка методов оценки и прогноза устойчивости территорий развития ИГП при их освоении. Рассмотрены примеры парагенезисов карста с другими пространственными геологическими процессами (эрозия, оползни, сейсмика и др.)

To study paragenesis of engineering and geological processes (EGP) one needs to solve the following basic problems: viz. the substitution of the region of EGP paragenetic complexes propagation, the determination of the origin of conditions and factors of their propagation, the estimation of peculiarities of their interaction, the evolution of the methods and forecasting evaluation and forecasting the stability of territories of EGP propagation, while developing their areas. Examples of paragenesis of karst and other widespread geological processes (erosion, landslides, seismicity, etc) are also dealt with herein.

Анализ истории инженерной геодинамики свидетельствует о последовательной смене тенденций в ее развитии – от выделения и исследования отдельных инженерно-геологических процессов (ИГП) к углубленному изучению их важнейших парагенетических ассоциаций. В XX в. происходило в основном «разбрасывание камней»: основоположники инженерной геологии Ф.П.Саваренский [13] и И.В.Попов [11] выделили и характеризовали 15 ИГП; позднее рассматривались уже более 20 [1], а затем – более 30 ИГП [14]. В 1985 г. при подготовке очередного издания монографии «Инженерная геология СССР» в каждом регионе рекомендовалось учесть уже около 40 геологических процессов природного и техногенного происхождения.

Располагающиеся на одной территории ИГП часто образуют взаимодействующие парагенетические комплексы. До последнего времени они рассматривались изолированно друг от друга, хотя борьба с одним из них зачастую приводила к активизации других, и, как следствие, к общему ухудшению устойчивости осваиваемых территорий и значительному увеличению материальных затрат.

При изучении конкретных территорий нередко возникала необходимость увязки отдельных ИГП. И.А.Печеркин [9] при изучении Камских водохранилищ подробно рассмотрел процессы переработки берегов, карст, суффозию и образование оползней; Т.Ю.Пиотровская [10] указала на необходимость создания системы инженерно-геологической оценки пространственной изменчивости природных процессов при изучении состояния геологической среды; Г.А.Голодковская и Ю.Б.Елисеев [2] отметили взаимное влияние эрозии, карста, заболоченности в промышленных регионах. Вместе с тем в указанных работах отсутствовала теория и научно-методические основы оценки формирования и развития парагенезисов.

В 90-е гг. один из авторов выступил с предложением рассматривать ИГП в парагенезисе. В качестве примера был рассмотрен парагенезис двух площадных процессов – карста и подтопления [3-5]. Было осуществлено теоретическое и методологическое обоснование изучения парагенезиса карст – подтопление для разных уровней детализации и видов хозяйственной деятельности.

Системный подход к проблеме позволил вскрыть ряд неизвестных ранее особенностей их формирования и развития [6].

Авторы полагают, что в XXI в. настала пора «собирать камни» — от углубленного изучения отдельных ИГП следует перейти к изучению их парагенезиса. При этом необходимо последовательное решение следующих основных задач: обоснование области распространения парагенетических комплексов ИГП путем составления карт распространения каждого из взаимодействующих процессов и последующего наложения их друг на друга; определение условий формирования и ведущих факторов развития парагенетического комплекса; оценка особенностей взаимодействия в парагенетическом комплексе; разработка методов оценки и прогноза устойчивости территорий развития парагенезиса при их хозяйственном освоении.

Ниже эта проблема рассмотрена применительно к одному из самых «коварных» ИГП — карсту.

Сведения о распространении карста на территории России противоречивы. До последнего времени для отображения распространения карстующихся пород использовались мелкомасштабные геологические карты. Н.В.Родионов в 1965 г. использовал для картирования карста Европейской части СССР и Кавказа карту масштаба 1:2500000. В том же году ПНИИИС подготовил карту районирования территории СССР по условиям строительства в карстовых районах (1:7500000), которая в уменьшенном масштабе использовалась как нормативная в СНиП 2.01.01-82. На них картируются карстующиеся породы, залегающие непосредственно на поверхности земли (голый, обнаженный, открытый карст), и покрытые чехлом маломощных четвертичных отложений разного генезиса (одетый, покрытый, закрытый, задернованный, залесенный карст). Территории, где карстующиеся породы покрыты коренными некарстующимися породами (перекрытый, бронированный карст), относились к незакарстованным. Выполненные по ним расчеты показали, что карст развит на 30-35 % территории бывшего СССР [8].

До 80-х годов такой подход к картированию распространения карстующихся пород удовлетворял требованиям практики, так как считалось, что карст воздействует на инженерные сооружения только при его развитии на глубинах до 20 м от поверхности. Позднее вследствие хозяйственной деятельности карст начал проявляться при глубине залегания карстующихся пород 100-400 и даже 800 м. Это определило необходимость поиска новых подходов к составлению и нагрузке карстологических карт. В 90-х годах по методике авторов составлена карта распространения карстующихся пород СССР в масштабе 1:7500000 [7], а затем — России в масштабе 1:5000000. Согласно выполненным расчетам карстующиеся породы на территории России развиты в геологическом разрезе на 11370 тыс.км² (66,5 % ее площади). Выполненные работы позволяют характеризовать развитие карста в породах разного возраста, состава и обнаженности, а также производить типизацию закарстованных территорий [6].

В 60-80-е годы для территории СССР были составлены карты развития различных ИГП. Проведенное авторами сопоставление их с картами карста свидетельствует о значительных масштабах их возможного парагенезиса (см. таблицу). Наибольший практический интерес представляет изучение парагенезисов ИГП, имеющий площадное (карст — сейсмика, карст — подтопление, карст — многолетняя мерзлота, карст — лесовидные и техногенные грунты), а также линейное распространение (эрозия, гравитационные процессы, развитые по долинам рек). Совершенно не изучены карст и «точечные» ИГП (карст и лавины).

Интегральное представление о развитии парагенезисов и их роли в освоении территорий дает сравнение с картой риска строительства А.Л.Рагозина [12]. Из нее следует, что определенный риск (от 1 до более 200 баллов) существует на 98 % закарстованных территорий России. Особенно большой риск (более 80 баллов) отмечен на 2 % территорий.

**Сопоставление типов парагенеза и площадей
развития карста**

Тип парагенезиса	Площадь		Автор расчета площади, занятой отдельным ИГП
	млн км ²	%	
Карст – эрозия	10,6	98,0	Шамов, 1980
Карст – многолетняя мерзлота	6,4	55,3	Попов, 1973
Карст – техногенные грунты	5,8	49,4	Хазанов, 1992
Карст – овраги	4,1	35,0	Миронова, 1979
Карст – оползни	3,7	31,5	Попов, 1957*
Карст – лавины	3,1	26,7	Тушинский, 1968
Карст – сейсмика	2,8	24,0	Горшков, 1978
Карст – лессовидные грунты	3,1	21,0	Быкова, 1968
Карст – сели	1,9	18,3	Перов, 1976

*Для Европейской части страны.

Опыт гидротехнического строительства свидетельствует о необходимости учета различных парагенезисов при сооружении плотин. По данным А.Б.Авакяна (1987) на закарстованных территориях России располагается свыше 60 крупных и крупнейших водохранилищ. Очень велика роль парагенезисов при линейном строительстве (железные дороги, продуктопроводы и пр.).

Смещение акцентов исследования (от изучения отдельных ИГП к исследованию их взаимодействий в парагенезисе) не только дает новую информацию, позволяющую принимать более правильные инженерные решения, но и позволяет существенно экономить средства на дополнительные исследования на этапе эксплуатации сооружений. При освоении новых регионов оценка количества развитых парагенезисов позволяет

проводить их предварительное районирование по степени сложности освоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белый Л.Д. Инженерная геология / Л.Д.Белый, В.В.Попов. М.: Стройиздат, 1975. 312 с.
2. Голодковская Г.А. Геологическая среда промышленных регионов / Г.А.Голодковская, Ю.В.Елисеев. М.: Недра, 1989. 220 с.
3. Дублянская Г.Н. Парагенезис карст – подтопление // Автореф. дис. ... докт. геол.- мин. наук. Киев, 1994. 48 с.
4. Дублянская Г.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий / Г.Н.Дублянская, В.Н.Дублянский. Новосибирск: Изд-во РАН, 1992. 120 с.
5. Дублянская Г.Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление / Г.Н.Дублянская, В.Н.Дублянский. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1998. 204 с.
6. Дублянская Г.Н. Карстующиеся породы и типологическое районирование закарстованных территорий / Г.Н.Дублянская, В.Н.Дублянский // Геоэкология, 1994. № 6. С.72-79.
7. Дублянская Г.Н. Распространение карстующихся пород и типов карста на территории бывшего СССР / Г.Н.Дублянская, В.Н.Дублянский, В.Н.Андрейчук и др. // Инженерная геология карста: Доклады международного симпозиума. Пермь, 1993. Т.2. С.89-95.
8. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т.1. 444 с.
9. Печеркин И.А. Геодинамика берегов водохранилищ. Пермь, 1966. Т.1. 196 с.
10. Пиотровская Т.Ю. О системе инженерно-геологической оценки пространственной изменчивости природных процессов при изучении состояния геологической среды // Инженерная геология. 1988. № 5. С.38-44.
11. Попов И.В. Инженерная геология. М.: Госгеолтехиздат, 1951. 441 с.
12. Рагозин А.Л. Теория и практика оценки геологических рисков // Автореф. дис. ... докт. геол.- мин. наук. М., 1997. 59 с.
13. Саваренский Ф.П. Инженерная геология. М.-Л.: ОНТИ-НКТП. 1937.
14. Сергеев Е.М. Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ, 1978. 383 с.