

УДК 551.44:624.131

**КРУПНОМАСШТАБНАЯ КАРСТОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ
«ЗАКРЫТЫХ» ТЕРРИТОРИЙ**

(на примере территории Чаньвинского промузла, Западный Урал)

В.Н. КАТАЕВ

Рассмотрены возможности типизации ограниченных по площади территорий, характеризующихся покрыто-перекрытым, перекрытым или покрытым типами обстановок карстопоявлений. Крупномасштабная типизация и последующая оценка карстоопасности основаны на анализе литолого-минералогических характеристик перекрывающих и закарстованных отложений, включая заполнитель карстовых полостей и трещин. Важным фактором типизации является пространственное соотношение выделяемых типов территории и различных элементов рельефа кровли карстующихся горных пород.

В практике карстологической оценки достаточно часто возникают ситуации, когда необходимо дать обоснование устойчивости ограниченной площади в пределах участка с плотным проявлением поверхностных и подземных карстовых форм. Подобные ситуации типичны в случаях дополнительного освоения действующих промышленных зон или участков городской застройки. Для специалистов не знакомых с закономерностями распределения форм карста, а также спецификой карстового процесса, вся территория участка представляется провалоопасной и не пригодной для освоения. В свою очередь, для специалистов-карстоведов трудность решения такой задачи заключена именно в площадной ограниченности территории, где приблизительно одинаковые горно-породные и гидрогеологические условия, геоморфологическая невыраженность поверхности, отсутствие выходов карстующихся пород на поверхность требуют применения нетрадиционного анализа, нетрадиционных подходов. В такой ситуации очень сложно выбрать доминирующие признаки-факторы оценки.

Решение будет полностью зависеть от объема фактического материала, представленного буровыми и геофизическими работами. При этом не обязательно проведенных в рамках решения поставленной задачи.

Картографической основой оценочно-прогностических построений служит карта фактического материала проведенных инженерно-геологических работ с территориальной привязкой карстопоявлений. Карта должна сопровождаться геолого-литологическими разрезами, данными послышной документации отложений и пород, встреченных при бурении или проходке шурфов. В данном случае, для сравнительного анализа, в качестве индикаторов степени карстоопасности могут быть выбраны: 1) неоднородность литологического состава перекрывающих карстующиеся породы от-

ложений, 2) их водопроницаемость и 3) неравномерность мощностей, 4) структурно-текстурные неоднородности (по латерали и разрезу) карстующихся пород, 5) элементы рельефа кровли карстующихся пород, 6) элементы наземного рельефа, 7) пространственное соответствие признаков или их совокупностей местоположению форм подземного и поверхностного карста.

Практика показывает, что базовым признаком на «закрытых» участках в условиях невыраженности элементов наземного рельефа является рельеф «подземный» - рельеф кровли карстующихся пород, вернее его элементы: останцы (склоны и вершины), линейные и плоские депрессии, межостанцовые седловины [4].

Морфологические особенности поверхностного или закрытого (палео-) карстового макрорельефа в основном обусловлены двумя видами неоднородности строения массива: литологическим (структурно-текстурным) и структурно-тектоническим (чаще трещинным). В результате пересечения слаботрещиноватых зон и зон повышенной трещиноватости на поверхности карстовых массивов образуются три типа участков: сильнораздробленные, среднераздробленные и слабораздробленные. Морфологически сильнораздробленным участкам соответствуют депрессии, среднераздробленным - межостанцовые седловины, слабораздробленным - останцы [1].

Очевидно, что в преобладающем количестве случаев рельеф кровли карстующихся пород является отражением трещинной структуры массива, дифференцирующей степень водопроницаемости, локализующей поверхностные и подземные воды, что в конечном итоге определяет интенсивность растворения и локализацию полостей в пласте и различных деформаций, чаще воронок, в перекрывающих отложениях.

Следует отметить, что крупномасштабное карстологическое районирование с использованием особенностей погребенного карстового рельефа в качестве базового признака равнозначно эффективно как для массивов сульфатного, сульфатно-карбонатного, так и карбонатного сложения. Особенности распределения форм карста, влияющие на неоднородность устойчивости территорий относительно элементов погребенного карстового макрорельефа, практически едины для перечисленных литологических типов. Наибольшей плотностью полостей характеризуются склоны останцов (особенно крутые) и депрессий (особенно линейного типа), на вершинах останцов, как правило, полости отсутствуют.

Для территорий, сложенных гипс-ангидритами, перекрытыми мергелями и обвално-карстовыми отложениями, соотношение элементов погребенного карстового рельефа, полостей и воронок достаточно ярко показано А.И. Печеркиным (1986). Данное соотношение положено в основу крупномасштабного геолого-карстологического районирования, выполненного этим автором на примере микро-района 1-2 в пос. Полазна (побережье Камского водохранилища)[3].

В данной работе, в качестве иллюстрации к тезису о закономерностях соотношения элементов диссонантного рельефа, полостей и воронок в перекрывающих отложениях рассмотрим результаты анализа условий и факторов развития карста и закономерностей распределения его форм на территории промышленной зоны Чаньвинского месторождения известняков.

Участок промзоны приурочен к западному крылу Центральной Кизеловской антиклинали Западноуральской зоны складчатости.

Непосредственно через месторождение проходит зона Басковского надвига. С востока территория месторождения ограничена Журавлинским надвигом. По данным

дешифрирования аэрофотоснимков Пермской комплексной геологоразведочной экспедиции в региональном плане месторождение расположено в пределах тектонического блока, простирающегося с юго-запада на северо-восток. В гипсометрическом отношении блок является опущенным относительно соседнего, северного блока.

В пределах промзоны интенсивно закарстованы карбонатные породы турнейского яруса каменноугольной системы, представленные частично окремненными известняками от серого до черного цвета, от скрыто- до крупнокристаллической структуры, в различной степени трещиноватыми. Трещины заполнены глинистым материалом или кальцитом. Участками поверхность известняков представлена выветрелыми и сильновыветрелыми разностями (рухляками). В пределах зоны известняки полностью покрыты делювиально-элювиальными грунтами четвертичного возраста. Их литологический состав территориально изменчив и представлен глыбово-щебенистыми и дресвяными грунтами с глинистым, суглинистым или доломитовомучнистым заполнителем.

Учитывая гипсометрическое положение тектонических блоков, закономерно допустить, что в региональном плане существует переток подземных трещинно-карстовых вод в направлении с северо-запада на юго-восток, перпендикулярно простиранию блоков. Воды разгружаются в нижних частях склонов долин рек. В локальном плане переток происходит по зонам трещин, сопровождающих разломы, что приводит к расширению приразломных трещин и формированию карстово-суффозионных воронок и карстово-эрозионных логов в четвертичных отложениях. Верхняя часть пород месторождения до глубины 90м не имеет постоянного водного уровня и относится к гидродинамической зоне вертикальной нисходящей циркуляции с рассеянным инфильтрационным и сосредоточенным (через поноры) инфилюационным сезонным питанием. Относительно постоянный уровень трещинно-карстовых вод устанавливался в различные года ВерхнекамГИСИЗом на глубинах от 50 до 90м что соответствует абсолютным отметкам 140-180м. Севернее и северо-восточнее промышленной зоны установившийся уровень подземных вод соответствует отметкам 160-200м.

Затрудненная инфильтрация атмосферных осадков через четвертичные отложения обуславливает появление верховодки на глубинах 0.5-4.0м в периоды интенсивного снеготаяния или продолжительных дождей.

Кизеловский район карбонатного карста, к которому относится участок, в целом характеризуется широким развитием поверхностных и подземных карстовых форм: воронок с понорами, логов, полостей и пещер. Междуречье рек Костанок и Капюшка (левые притоки р.Чаньвы), на котором расположена промзона, в карстологическом отношении не является исключением.

Последовательное, геологически длительное развитие структурно-тектонических элементов массива отразилось на особенностях рельефа кровли турнейских известняков, а также на особенностях распределения делювиально-элювиальных отложений и закарстованности относительно форм диссонантного рельефа (рис. 1).

Интенсивное развитие поверхностных форм - карстово-суффозионных воронок, которых насчитывается 54 штуки на территории промзоны площадью 0.5км² генетически связано с процессом вымывания глинистого и суглинистого материала в межглыбовое пространство рухляковой зоны и в порово-каверно-трещинное пространство верхней части невыветрелых известняков. В отдельных случаях установлено, что во-

ронки являются результатом заполнения карстовых полостей (скв.16). Согласно морфометрическому показателю (отношение глубины воронки к ее диаметру) из 54 воронок 13 (21.8%) относительно свежие $h/d=0.3$. Все они расположены над склонами останцов и линейными депрессиями кровли известняков.

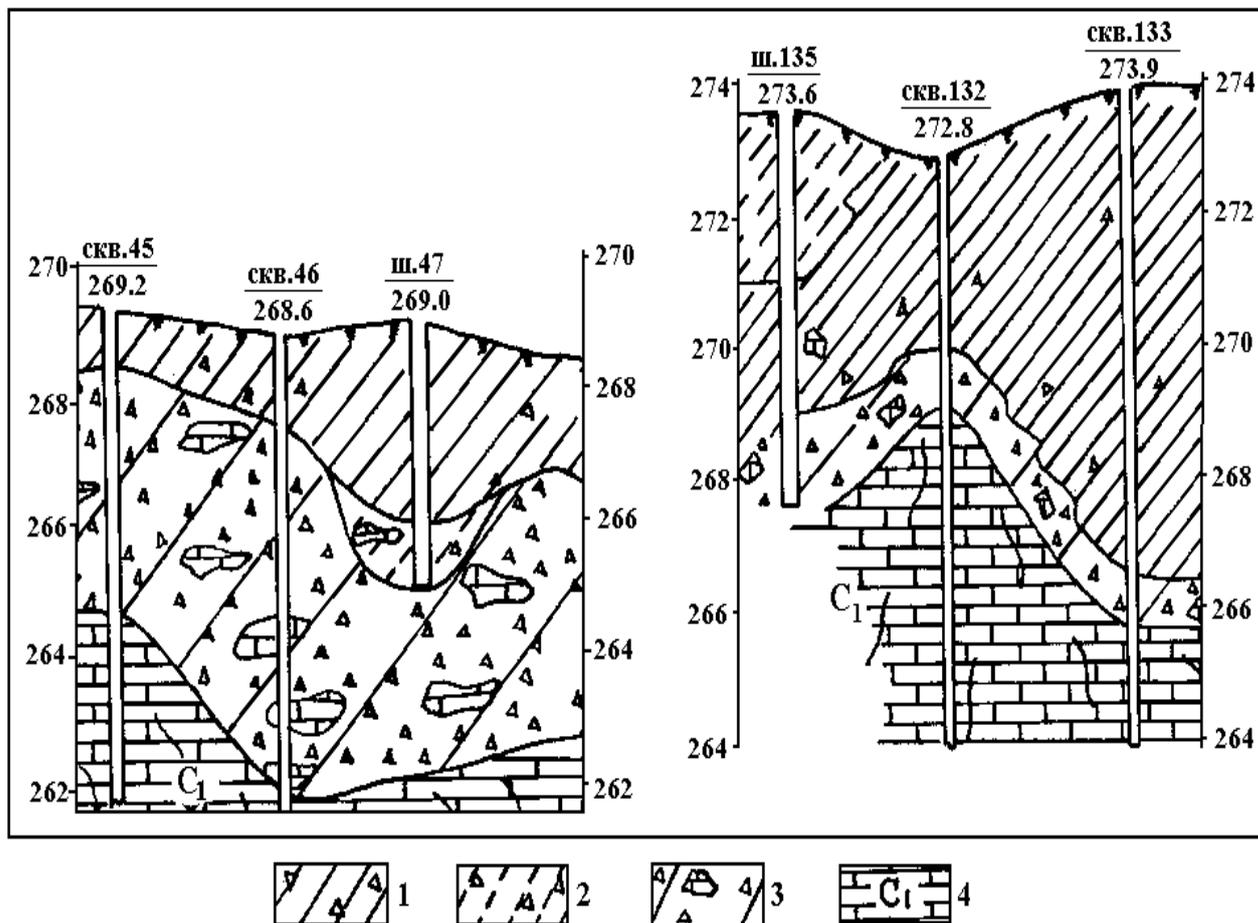


Рис.1. Геолого-литологические разрезы территории промзоны Чаньвинского месторождения известняков. 1-глина со щебнем, 2-суглинок щебенистый, 3-делювиально-элювиальные отложения (deQ), 4-известняк трещиноватый

Фактический материал по проведенным проходческим работам, территориальная привязка карстопроявлений и нанесенная на карту фактического материала кровля известняков в изолиниях высотных отметок, дает представление о соотношении карстовых форм и элементов погребенного рельефа (рис.2). Поля воронок развиты в четвертичных отложениях над понижениями рельефа кровли известняков. Относительно максимальные диаметры (10-12 до 23м) зафиксированы у тех воронок, которые расположены над интенсивно выветрелыми известняками. *Мощность четвертичных отложений контролирует интенсивность воронкообразования: с уменьшением мощности интенсивность поверхностных карстопроявлений возрастает, но не повсеместно, а только над линейными отрицательными формами рельефа вне зависимости от литологии покрова.*

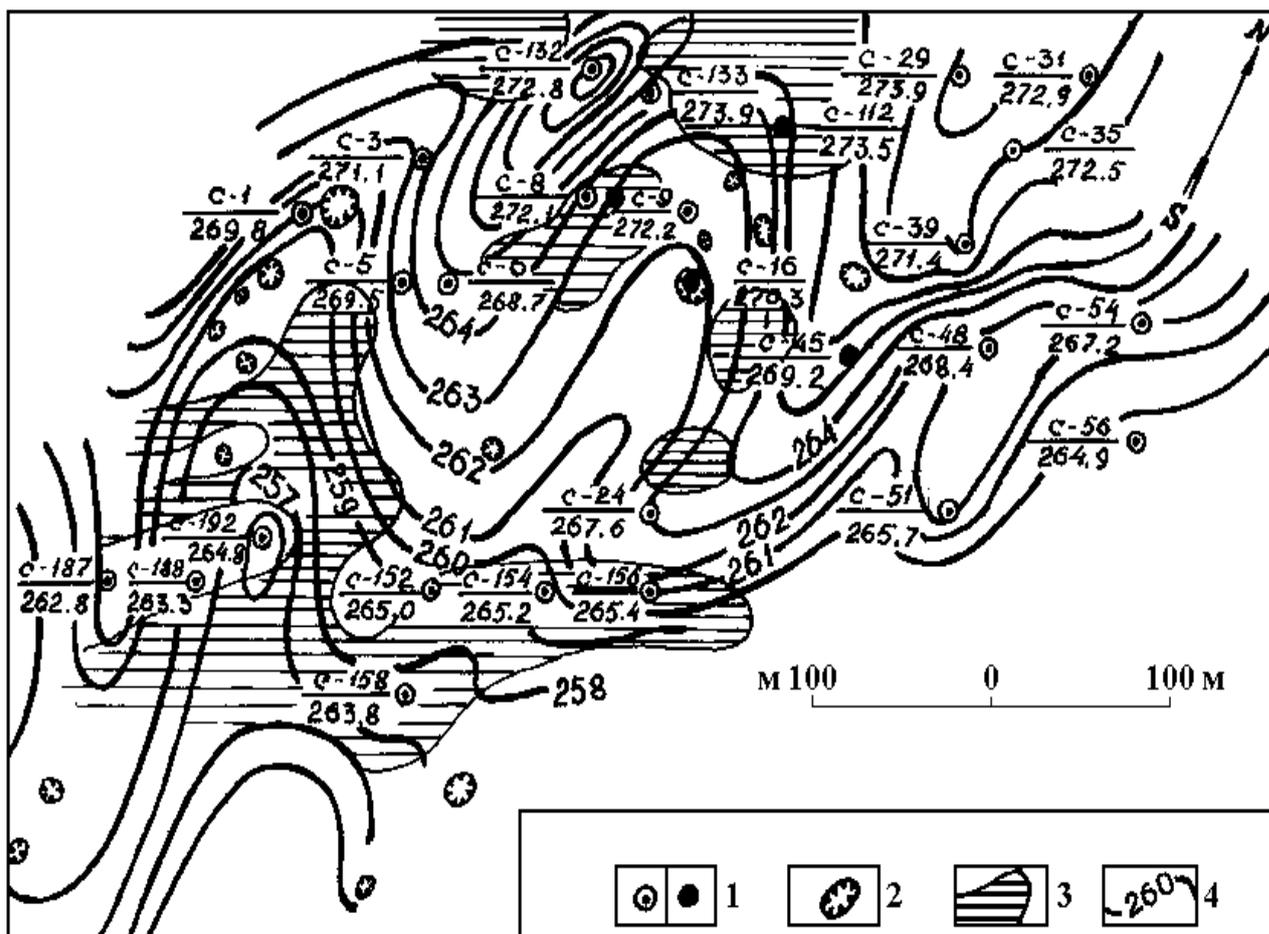


Рис. 2. Пространственное соотношение элементов погребенного рельефа турнейских известняков, полостей, вскрытых буровыми скважинами и карстово-суффозионных воронок на территории промзоны Чаньвинского месторождения. 1-буровые скважины с обозначением номера и высотной отметки устья (а) и скважины, вскрывшие карстовые полости (б); 2-карстово-суффозионные воронки; 3-покровные суглинки; 4-изогипсы погребенного рельефа

В покровах, расположенных над рельефом выше отметки 267м (над вершинами останцов), воронки не образовались, хотя именно над останцами толщина покрова минимальна.

Подземные карстовые полости вскрыты скважинами 112, 45, 16 и 9 в интервале глубин от 11.0 до 46.0м. Полости заполнены плотной глиной со щебнем и дресвой, аргиллитоподобной глиной, песком. Вертикальные размеры встреченных полостей изменяются от 0.10 до 2.0м. Практически все встреченные при бурении полости расположены в линейных меридионально ориентированных коррозивно-эрозионных депрессиях погребенного рельефа.

Относительно максимальные по вертикали размеры (скв.16, инт.11.0-13.0м и скв.112, инт.18-19м) характерны для полостей, расположенных в осевых частях линейных депрессий. На склонах депрессий вертикальные размеры полостей уменьшаются до 0.20-0.40м (скв.45, инт.19.0-19.2м; 37.0-37.4; скв.9, инт.17.3-17.5 м).

Структурно-текстурные элементы коренных пород распределены неравномерно и оказывают контролирующее влияние на заложение, развитие и распределение кар-

стовых форм. Осевые зоны линейных понижений кровли известняков сложены средне- и крупнокристаллическими, кавернозными, сильнотрещиноватыми разностями. Заполнителем трещин является кальцит и глина (линия скважин 16-112).

Структурно-текстурные особенности известняков, характерные только для осевых частей линейных депрессий, дают основание предполагать унаследованную гидрогеологическую активность данных понижений. Здесь, в интервалах глубин от 13 до 18м и от 21 до 27м, развиты прослой интенсивно кавернозного, трещиноватого известняка (незаполненные каверны диаметром от 0.01 до 0.05м). Кавернозные прослой залегают над закарстованными и могут служить индикаторами на полости.

Вершины останцов сложены крепкими или средней крепости окремненными, скрыто- и мелкокристаллическими, слаботрещиноватыми породами. Заполнитель трещин – кальцит. Склоны останцов сложены мелкокристаллическими, трещиноватыми породами, трещины которых также заполнены кальцитом.

Систематизируем имеющиеся признаки-факторы, определяющие в пределах оцениваемого участка карстогенетическую неоднородность. В качестве основы построения оценочной схемы применим общую схему признаков-факторов [2], опустив высший таксонометрический ряд.

Таблица

Карстогенетические типы территории промзоны Чаньвинского месторождения известняков

Индекс типа (степень карстоопасности)	Элементы рельефа кровли известняков	Характеристики		
		литологические		гидродинамические, закарстованности
		известняков	покровов	
В-I (низкая)	Вершины останцов	Крепкие, окремненные, скрыто- и мелкокристаллические, слаботрещиноватые. Заполнитель трещин - кальцит	Щебень с глинистым заполнителем мощностью 4-5м. Первый картируемый слой – глина.	Затрудненная инфильтрация, рассеянный сток. Воронки и полости не выявлены.
В-II (средняя)	Склоны останцов	Средней крепости, мелкокристаллические, трещиноватые. Заполнитель трещин – кальцит.	Щебень с глинистым и суглинистым заполнителем мощностью 5-17м. Первый картируемый слой – глина, очагами – суглинок.	Затрудненная инфильтрация, рассеянный сток. Суффозионные воронки вмывания суглинистого и глинистого покровного материала в межглыбовое пространство.
В-III (высокая)	Межостанцовые депрессии незамкнутого линейного типа	Слабые, средне- и крупнокристаллические, кавернозные, сильно трещиноватые. Заполнитель трещин – кальцит и глина.	Щебень с суглинистым и глинистым заполнителем мощностью 5-8м. Первый картируемый слой – глина с очаговым распространением суглинков.	Относительно свободная инфильтрация и инфлюация поверхностного стока. Локализованный субгоризонтальный подземный сток. Суффозионно-коррозионные воронки. Полости, заполненные глиной, щебнем, песком, иногда без заполнителя.

Методологически необходимым в данном случае является проведение локальной оценки с предварительным установлением регионального фона развития карста. Региональный фон определен несколькими группами признаков-факторов.

Геоструктурные и тектонического режима: территория складчато-блокового строения, осложненного нарушениями надвигового типа, испытывающая преимущественное поднятие. Расположение блоков - ступенчатое с поблочным погружением с северо-запада на юго-восток (IV).

Литологические. Мощные пласты известняков без переслаивания с другими литологическими типами карстующихся пород, покрытые маломощными и тонкими покровами обломочных отложений с глинистым и суглинистым заполнителем (III).

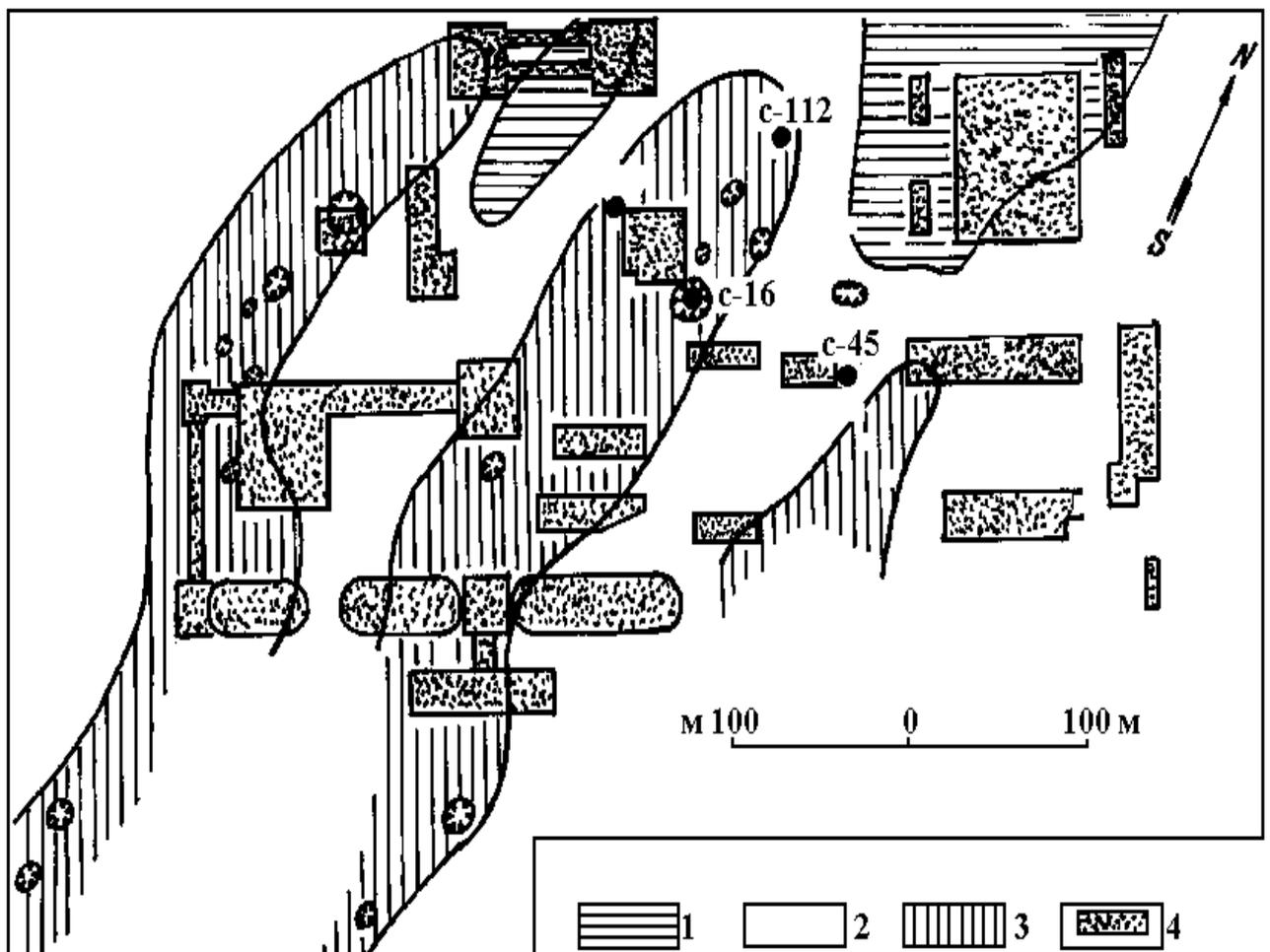


Рис.3. Схема типизации территории Чаньвинского месторождения известняков по степени карстоопасности. Участки 1-низкой, 2-средней, 3-высокой степени карстоопасности (характеристики участков даны в тексте); 4-здания и сооружения промзоны

Гидродинамические. Зона вертикальной нисходящей циркуляции, сочетающаяся с зонально локализованными, действующими сезонно, потоками субгоризонтальной циркуляции на фоне глубоко расположенной зоны регионального транзита трещинных вод (III). В скобках дана усредненная степень вероятности карстопоявлений согласно [2].

Региональный карстогенетический фон по комплексу показателей в среднем соответствует III-высокой степени карстоопасности.

Целесообразно в итоговой оценочной схеме сгруппировать признаки-факторы локальной оценки таким образом, чтобы их комплексы характеризовали квазиоднородные, типичные по геолого-карстологическим показателям фрагменты массива.

Группировка признаков локального уровня применительно к территории промзоны Чаньвинского месторождения известняков приведена в таблице.

Таблица несет не просто информационную нагрузку, но является табличной схемой типизации оцениваемой территории – основой сравнительно-оценочного районирования. Согласно схеме на территории промзоны выделяется три типа территориальных фрагментов (рис.3). Территории первого типа сравнительно безопасны для инженерного освоения. Территории второго типа характеризуются средней степенью карстоопасности, при освоении которых необходимым является применение конструктивных противокарстовых мероприятий. На территориях третьего типа возведение строительных объектов бытового или промышленного назначения должно быть исключено. К сожалению, часто карстологическая оценка (не только специальная, но и общая) на стадиях проектирования не проводится.

Библиографический список

1. *Болотов Г.Б.* Геодинамика рельефа карстующихся массивов: Автореф. дис. ... к-та геол.-минер.наук / Перм. ун-т.- Пермь, 1981. -17с.
2. *Катаев В.Н.* Методологические аспекты сравнительно-оценочного карстологического районирования // Гидрогеология и карстоведение. Пермь, 1997. -С.131-153.
3. *Печеркин А.И.* Геодинамика сульфатного карста. –Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-т, 1986. -172с.
4. *Печеркин А.И., Болотов Г.Б., Катаев В.Н.* Изучение тектонической трещиноватости платформенных структур для карстологических целей: Учебное пособ. по спецкурсу. – Пермь: Изд-во ПГУ, 1984. -84с.

WIDESCALE KARSTOLOGICAL DIVISION INTO TYPES OF "CLOSED" TERRITORIES

(on an example of territory Chanvinski industrial unit, Western Ural)

V.N. Kataev

The capabilities of division into types restricted on the area of territories described by "board - bridge over", "bridged over" or "boarded" types of the karst conditions are reviewed. Widescale division into types and subsequent estimation of karst hazard are grounded on the analysis of the lithologic-mineralogical characteristics bridging over and karst depositions, including filler of the karst cavities and cracks. The relevant factor of division into types is the spatial ratio of allocated types of territory and different ground features of a roof of the karst rocks.