

УДК 551.442 (477.8)

**В.В. Покалюк, И.М. Стефанишин, А.П. Грачов, С.Т. Мусяиченко**

**Новая крупная гипсовая пещера Украины – Мушкарова яма (оценка перспектив и направлений поисков новых лабиринтов на основе космофотодешифрирования)**

Район исследований 4×6 км расположен на юге Тернопольской области в междуречье левых притоков Днестра – Серета и Ничлавы, восточнее села Алексинцы. Большая часть территории – это открытые безлесные участки, занятые под пашню, что влияет на специфику проявления поверхностного карста и благоприятно дешифрированию космоснимков. Непосредственному наземному наблюдению доступны только относительно редкие крупные воронки. Мелкие и неглубокие воронки и просадки грунта регулярно засыпаются тракторами для дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

В районе известны три пещеры: Мушкарова яма, Вертеба и Алексинская (Комсомольская). Пещера Мушкарова яма открыта совсем недавно – в 2008 г. членами киевского спелеоклуба «Карст» (руководитель И.М. Стефанишин). Первыми во входную часть проникли Ф.М. Ищенко и А.Ромасевич. Морфометрические показатели пещеры по данным на конец 2009 г. – общая протяженность 5055 м, площадь ходов 1,0727 га, объём лабиринта ~ 35060 м<sup>3</sup> – позволяют отнести её к разряду крупных (рис. 1).

Пещера расположена в 2 км к северу от Вертебы на пологом северо–восточном склоне холма Мушкаров (наивысшая отметка 307,8 м), по наименованию которого пещера и получила свое название. Вход находится на дне крупной конической эрозионно–суффозионной воронки диаметром ~ 50 м и глубиной 14 м.

В геоморфологическом отношении район представляет собой возвышенное холмистое плато высотой 260–310 м с широкими низинами и пологими водоразделами. Глубина вертикального расчленения внутри поверхности плато незначительна – до 50 м. В западной части района плато прорезано субмеридиональной каньонообразной меандрирующей долиной р. Серет. Карстующимися породами являются миоценовые гипсы [1]. Мощность горизонта гипсов в районе работ составляет около 20 м. Гипсы залегают субгоризонтально в интервале абсолютных отметок 260–280 м, перекрываясь маломощным чехлом надгипсовых песчано–глинистых неоген–четвертичных отложений. Поверхность непосредственно над пещерой плавно понижается к северо–востоку от 291 до 283 м. Гипсометрическая отметка кровли гипсов на контакте с ратинским известняком во входной воронке пещеры Мушкарова яма равна 276,4 м. Соответственно, мощность перекрывающего чехла непосредственно над пещерой составляет от 6 до 15 м, а в целом по району доходит до 31 м. Надгипсовый разрез включает снизу вверх: 1) слой 20–30 см хемогенных известняков (ратинских); 2) слабо сцементированные мелкозернистые известковистые песчаники и песчанистые мергели голубовато–серые, желтовато–серые (2–3 м); 3) суглинки светло–бурые (до 25 м); 4) почвенный слой чернозема (до 1 м).

Толща гипсов имеет трехчленное строение – такое же, как и для крупнейшей пещеры Подолии Оптимистической [2]. Нижняя часть разреза (до 8 м) сложена скрыто–мелкокристаллическими гипсами. Для средней части (3,5 м) характерно переслаивание мелко и крупно–гигантокристаллических гипсов с постепенным увеличением доли последних вверх по разрезу. Венчается средняя пачка прослоем (до 30 см) бентонитовых

глин, имеющих значение стратиграфического репера. На полметра ниже его эпизодически отмечается еще один маломощный (до 3 см) линзовидный глинистый прослой. Яркой особенностью средней пачки является диагенетическая складчатость в виде гофрированных куполовидных структур диаметром до 2–3 м. Верхняя пачка (~ 8 м) сложена гигантокристаллическими гипсами. Размеры куполовидных ячеек–структур увеличиваются здесь до 6 м в диаметре.

Доступный наблюдению лабиринт заложен преимущественно (~ на 90%) в средней пачке гипсов. Ходы этого яруса имеют в основном прямоугольное сечение с субгоризонтальным потолком, приуроченным к кровле бентонитового прослоя. Изредка эти ходы открываются вверх проработанными щелевидными трещинами, уходящими в верхнюю пачку гипсов. Современный уровень заиливания (глинистый пол) соответствует нижней части среднего яруса пещеры. Редкие галерейные ходы, расположенные полностью в верхней гигантокристаллической пачке, образуют верхний ярус пещеры. Для них типичны: 1 – в целом неширокие щелевидные поперечные сечения (с небольшим расширением в центральной части); 2 – напорные (сифонные) спелеоформы (гладкие, отшлифованные водой округлые поверхности стен, извилистые русла водных потоков в потолке ходов); 3 – отсутствие выдержанного глинистого заполнителя. В единичных случаях щелевидные ходы верхнего яруса доходят до кровли гипсовой толщи. В подошве ходов верхнего яруса нередко зияют открытые проработанные водой трещины, уходящие на более нижний (средний) ярус.

Также единичны сильно заиленные и, как правило, обводненные подвалы с арочным и сводчатым потолком, заложенные в нижней мелкокристаллической пачке гипсов. Потолок этих подвалов располагается на 0,5–1 м ниже границы между средней и нижней пачками гипсов. Уровень воды в подвалах обычно снижается зимой, и становятся доступными для наблюдений отдельные небольшие ходы и гроты.

Таким образом, намечается общее трехъярусное строение доступной части лабиринта (рис. 2). Количество отдельных субгоризонтальных уровней–этажей меньшего порядка, связанных с периодами активной горизонтальной проработки, составляет 4–5. В одной только средней пачке гипсов устанавливаются два таких уровня. Точное количество их можно будет определить после детальной нивелировки реперных субгоризонтальных поверхностей пещеры. Общий вертикальный интервал доступной части лабиринта составляет 13–14 м.

Большая часть пещеры (центр и восток) в морфологическом отношении похожа на Вертебу – состоит из широких невысоких П–образных галерей и залов, разделенных узкими перемычками и столбообразными колоннами. Ширина залов достигает 30 м при средней высоте их около 2 м. Отношение площади пустот к площади перемычек здесь аномально высокое – доходит до 4/1. В потолке широких галерей нередко наблюдаются фрагменты идеально горизонтальной поверхности, срезающей гофрировку напластования гипсов, что свидетельствует о моделировании этой поверхности широким зеркалом свободно текущих вод. Крайние южный и западный (озерный) участки пещеры закарстованы в гораздо меньшей степени. Здесь ширина ходов составляет в среднем 2 м при ширине перемычек 5–10 м, и пещера имеет четко выраженный лабиринтовый облик. Граница между зоной аномально высокой проработки пустот и остальным лабиринтом ориентирована субпараллельно общей вытянутости пещеры – по азимуту 310°. Восточные ограничения пещеры наиболее опасны для прохождения – гипсы здесь сильно раздроблены и представляют собой нагромождения глыб гигантокристаллической структуры.

Пещера в целом достаточно интенсивно заилена, особенно в районе, примыкающем к входной воронке. Кое-где видны свидетельства недавних стояний и движений вод – такырные глины, фрагменты извилистых русел в глинистом полу, уровни стояния вод на стенах. Высотные отметки относительно выровненной поверхности глинистого заполнителя пещеры составляют в среднем 268,5–269,5 м. Широко развиты аккумулятивные гравитационные отложения в виде провально-осыпных конусов, сложенных грубообломочным существенно глинистым материалом надгипсового перекрытия, и в виде суффозионных конусов (натечно-осыпных или просачивания), сложенных сильно известковым песчано-глинистым материалом, просачивающимся из небольших трещин в потолке. Конусы просачивания очень эффектны, напоминают своим внешним видом грязевые вулканы. Высота их достигает 3 м при нижнем диаметре 6–7 м. Небольшие поноры, а также провалы и просадки в глинистом полу свидетельствуют о наличии пустот в нижнем мелкокристаллическом ярусе пещеры. В западной части лабиринта (в озерном районе) в подвалах и некоторых понижениях отмечены небольшие озёра (до 2–3 м в диаметре), зеркала вод которых располагаются на уровне верхней части мелкокристаллической пачки гипсов.

Вторичные гипсовые кристаллообразования (друзы, «снежок» и пр.) развиты незначительно, главным образом, в местах повышенной конденсации влаги и капежа. Встречаются карбонатные натеки, окрашенные нередко в ярко-красные и черные цвета за счет примесей железа и марганца. Пещера плохо проветривается. Частыми гостями являются лисы (помет на полу), летучих мышей нет.

Для оценки перспектив пещеры на обнаружение новых лабиринтов нами были изучены космоснимки высокого разрешения. Кроме космоснимков использовались также топографические карты масштаба 1:100 000 за 1928 и 1985 г.г., что позволило зафиксировать некоторые старые воронки, ныне никак не выраженные в рельефе (засыпанные и погребенные под слоем пашни), однако проявляющиеся на космоснимках и показанные на старых картах.

После совмещения фотокосмо-топоматериалов все формы поверхностного карста были проанализированы по морфологическим признакам и пространственному размещению.

Выделяются следующие 4 морфологические группы поверхностного карста.

1. Отдельные воронки, блюдца и просадки, ясно читаемые на снимках, незасыпанные пашней, с четкими контурами, подчеркнутыми травянистым покровом и кустарником. Воронки обычно имеют задернованные склоны и закрытый понор. Форма округлая, овальная, диаметр от 15 до 50 м. Количество выявленных воронок в пределах района исследований – 38.

2. Отдельные погребенные воронки и просадки, засыпанные слоем пашни, с относительно четкими контурами. Выявляются по более темному тону, чем окружающая пашня. Ассоциируют с воронками первой группы. Форма овальная, округлая, реже неправильно-изометричная. Диаметр до 65 м, чаще около 25 м. Количество – 43.

3. Теневые неконтрастные неясновыраженные элементы под слоем пашни неправильной и вытянутой формы, часто с коленчатыми поворотами. Тесно ассоциируют с современными и погребенными воронками. По периметру нередко оконтурены более светлой каймой. Представляют собой, по всей вероятности, цепочки погребенных воронок и зоны повышенной увлажненности над погребенным или покрытым лабиринтом. Их следует отличать от линейных темных полос чернозема, вызванных направлением движения тракторов.

4. Ячеистые неконтрастные слабовыраженные карстовые формы, имеющие рассеянное площадное развитие. Ячей имеют форму близкую к овалам, кругам разных размеров – от 3 до 25 м в диаметре. По периметру эти ячей оконтурены чуть более темной каймой, создавая причудливый рисунок, наподобие сот или лунной поверхности. На луговых участках эти формы проявлены четче, чем на пашне. Намечается определенная зависимость – размерность ячеей тем меньше, а плотность их тем больше, чем меньше мощность чехла перекрытия. Наибольшую плотность мелкочаеистые формы имеют на участках задернованного, почти голого карста.

Пространственное распределение всех этих форм имеет ряд закономерностей.

1. Плотность карстовых форм на поверхности неравномерна – выделяются участки высокой плотности карста (ВПК) и низкой плотности, почти не затронутые карстом (НПК). Количество воронок на квадратный километр площади колеблется от 0 до 40. Соотношение площадей ВПК и НПК примерно равное. Периодичность появления участков повышенной плотности составляет 0,8–2 км.

2. Морфологически участки ВПК можно разделить на две группы – линейные (цепочки воронок) и площадные (рассеянный карст). Первые имеют четкую ориентировку в северо–западном направлении (азимут 305–315°). Вторые проявляют слабо выраженную общую ориентировку в этом же направлении, а также для них изредка отмечаются линейные ограничения северо-восточного простирания с азимутом 40–60°.

3. Участки высокой и низкой плотности карста на поверхности хорошо коррелируются с рельефом и структурно–тектоническим планом территории (ориентировкой тектонической трещиноватости гипсов). Зоны ВПК и в особенности все современные и погребенные воронки приурочены к относительно пониженным и склоновым участкам рельефа при абсолютных отметках поверхности 275–290 м, (фактически на уровне распространения самой гипсовой толщи и несколько выше её примерно до 10–15 м). Зоны НПК, как правило, приурочены к пологим возвышенностям при абсолютных отметках 290–310 м. Воронок и просадок на возвышенных водораздельных участках почти нет. Очевидно, что чем меньше мощность перекрывающего гипсы чехла покровных отложений, тем сильнее проявлен поверхностный карст. В тех участках, где мощность перекрывающих отложений превышает 20 м, поверхностный карст почти не проявлен. Однако это не означает, что сама гипсовая толща в этих участках не закарстована, ибо гипсы являются весьма компетентной породой для сколовых трещин и формирования по ним впоследствии пещерного лабиринта. Что же является исходным фактором, определяющим локализацию поверхностного карста – рельеф (мощность покрывки) или тектонический фактор? Наблюдения показали, что хотя участки ВПК и приурочены к понижениям в рельефе, они не распространяются полностью на все области понижения, а имеют тенденцию к образованию линейно ориентированных или ограниченных зон определенной ширины и протяженности. Ориентировка этих зон в целом соответствует общему направлению геоморфологических элементов района, в частности удлинению оси доминирующей водораздельной возвышенности района – высоты Мушкаров, а также текущим по обе стороны от неё ручьям и равна азимуту 305–315° (рис. 3). Этим подчеркивается тесная связь между тектоникой, рельефом и поверхностным карстом. Наиболее ярко проявлена узкая линейная зона ВПК этого же направления, протяженностью 4 км и шириной 200 м, протягивающаяся вдоль северного склона высоты Мушкаров и трассирующаяся цепью воронок (современных и погребенных) и теневых форм поверхностного карста. Входная воронка пещеры Мушкарова яма как раз

«сидит» на этой линейной зоне. На юго–восточном окончании зоны фиксируется ступенчатый изгиб с амплитудой около 300 м, подчеркнутый цепью воронок и изменением расположения оси возвышенности (рис.3). Возможно, данный изгиб обусловлен погребенным меандром подземного палеорула, либо связан с наличием здесь сдвигового смещения. Примерно в 2 км к северо–востоку наблюдается еще одна узкая линейная зона (ширина 150 м, протяженность 1,5 км) аналогичного простирания, выраженная цепью погребенных воронок. К подобной линейной зоне приурочена и пещера Вертеба, расположенная в 2 км к югу от пещеры Мушкарова яма. Вертеба представляет собой узкий вытянутый лабиринт площадью 100×400 м, ориентированный своим удлинением по азимуту 312–315°. С поверхности он трассируется цепью из семи просадочных воронок средним диаметром 25 м. Под воронками расположены непроходимые участки лабиринта, засыпанные провальными–суффозионными конусами.

Таким образом, на площади района устанавливаются несколько хорошо проявленных поверхностными формами карста линейных зон, имеющих простирание 300–315°. Очевидно, что эти зоны имеют тектоническую природу и связаны с соответствующей системой разломов [3]. Как известно, в связи с волновой природой тектонического процесса, зоны повышенной плотности тектонических трещин имеют определенную периодичность появления в соответствии с рангом разломных зон. Потому становится понятным локализация участков ВПК в виде отдельных относительно разобщенных узлов и линейных зон с периодичностью появления 0,8–2 км.

Другие направления ориентировки зон ВПК (кроме направления 310°) проявлены не столь явно: намечается северо–восточное направление с азимутом 40–60°. Определенный интерес вызывает расположение пещер Вертеба, Мушкарова яма и Алексинская в общей полосе северо–восточного простирания с азимутом примерно 25°.

Все эти признаки свидетельствуют о том, что тектоническая трещиноватость является определяющим исходным фактором как для формирования самого рельефа, (понижений и возвышенностей в пределах плато), так и поверхностного карста.

Наложение топоплана лабиринта самой пещеры Мушкарова яма на общую схему поверхностного карста показывает четкую сопоставимость выявленных ориентировок ВПК со структурным планом самой пещеры и развитием в ней определенных направлений. Определяющим в пещере является направление 300–310°, которое отражает общую вытянутость самой пещеры, наибольшую мощность проработки пустот (вытянутость зоны аномально высокого закарстования) и часть галерейных ходов этого направления. Сама пещера «сидит» на линейной зоне ВПК такого же простирания. Вторым по значимости является субмеридиональное направление ходов (близкое к 0°), широко проявленное в западном районе пещеры. И третье, наименее значимое – 50–65°. Ширина промежутков между ходами субмеридионального направления наименьшая. Иными словами, трещины с субмеридиональным азимутом имеют большую густоту (но меньшую раскрытость) по сравнению с трещинами с азимутом 300–310°. Такая особенность хорошо объясняется механизмом развития и структурой эшелонированных разломных зон, когда одни направления связаны с чистыми сколами, другие, сопряженные с ними – со сколо–раздвигами. В нашем случае субмеридиональное направление может соответствовать сколам, а направления 300–310° – сколам с элементом раздвига (отрыва). Этим может объясняться приоритет направления 300–310° при формировании магистральных каналов лабиринта.

### **Заключение**

Первоочередным перспективным направлением для поисков новых лабиринтов пещеры Мушкарова яма следует считать, по всей вероятности, ориентировку доминирующей линейной зоны ВПК, к которой приурочена и сама пещера. Поиски следует вести в обоих направлениях простираения этой зоны – на юго–восток и северо–запад. Перспективны также на обнаружение лабиринтов северо–восточные и юго–западные склоны возвышенности Мушкаров. Осевая водораздельная часть возвышенности, по всей видимости, малоперспективна, однако она может быть пересечена отдельными ходами с выходом на юго–западный склон, который является наиболее интересным (в дальней перспективе) для обнаружения крупного лабиринта, поскольку здесь расположен большой узел ВПК площадью более 2 км<sup>2</sup>. В целом велика вероятность того, что пещера Мушкарова яма в недалеком будущем войдет в перечень крупнейших подземных лабиринтов Украины.

Полученные результаты могут быть использованы для поиска еще не открытых полостей пещеры Вертеба, являющейся ценнейшим археологическим памятником Трипольской культуры. В этом отношении перспективно северо–западное направление на продолжении зоны ВПК.

1. *Дублянский В.Н., Ломаев А.А.* Карстовые пещеры Украины. – Киев: Наук. думка, 1980. – 180 с.
2. *Демедюк Ю.Н., Покалюк В.В., Цукорник И.Г.* Генезис и этапы развития пещеры Оптимистическая // Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. – Пермь, 1988. – С. 31–36.
3. *Геотектоника* Волыно–Подоллии / Чебаненко И.И., Вишняков И.Б., Власов Б.И. и др.; Отв. ред. И.И. Чебаненко; АН УССР, Ин-т геол. наук. – Киев: Наук. думка, 1990. – 244 с.

*Институт геохимии окружающей среды  
НАН Украины, Киев  
skan@i.com.ua*

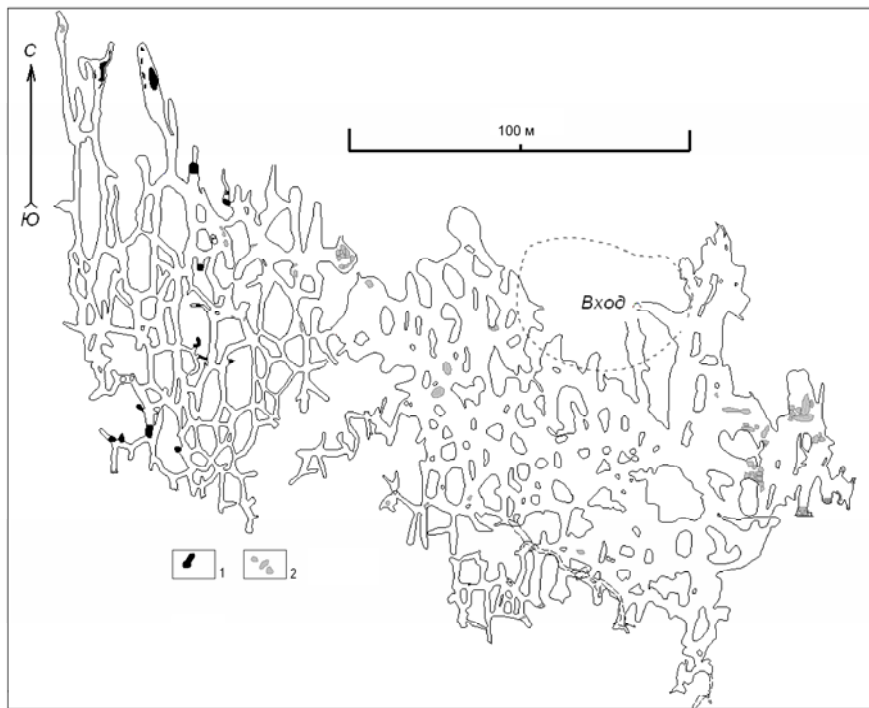


Рис. 1. Топоплан пещеры Мушкарова яма (по материалам съемок 2008-2009 г.г. киевского спелеоклуба «Карст»; И. Стефанишин, С. Мусяиченко, В. Прохоренко, В. Иващук, Т. Радченко, О. Мусяиченко, Д. Остапюк, К. Дмитриенко, А. Матошко, О. Диковская, А. Грачёв, А. Галаган, П. Куприч, О. Горбачёва, С. Епифанов, Т. Ермакова).  
1 – места выхода стоячих грунтовых вод; 2 – глыбовые завалы.

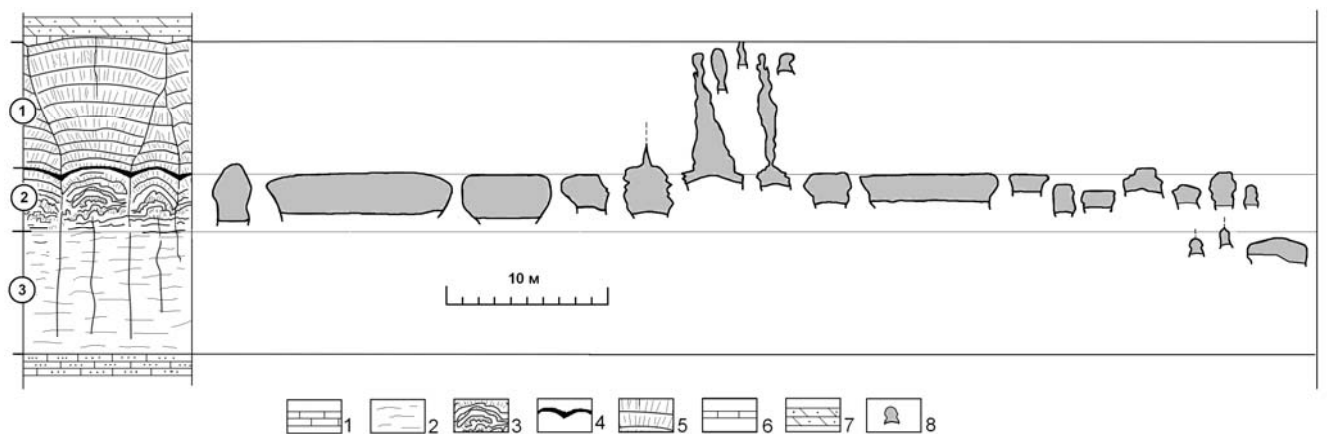


Рис. 2. Наиболее типичные формы поперечных сечений ходов пещеры Мушкарова яма в литологическом разрезе гипсовой толщи.  
1 – известняки детритовые песчаные, песчаники известковистые; 2 – гипсы мелкокристаллические; 3 – переслаивание гипсов мелкокристаллических и крупно-гигантокристаллических; 4 – прослой бентонитовых глин; 5 – гипсы гигантокристаллические; 6 – известняки хемогенные (ратинские); 7 – песчаные мергели и мелкозернистые известковистые песчаники; 8 – поперечные сечения ходов. Цифры в кружках – номера пачек гипсов (1 – верхняя, 2 – средняя, 3 – нижняя).

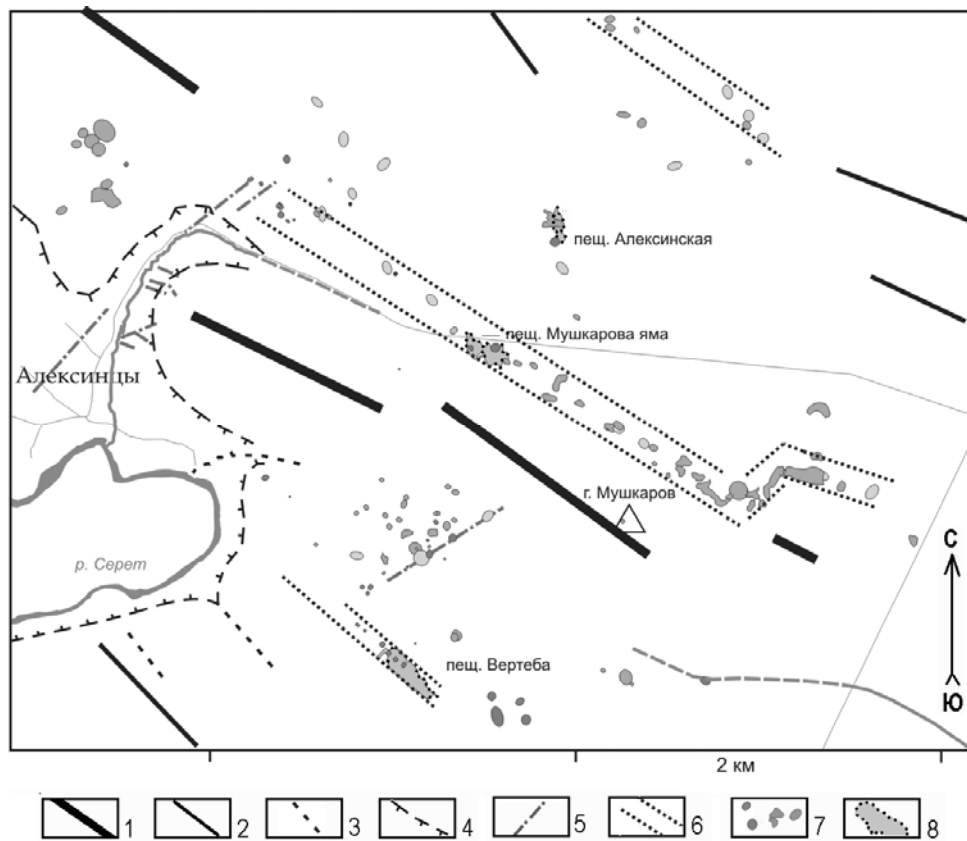


Рис. 3. Схема расположения карстовых воронок и элементов орографии в районе пещеры Мушкарова яма.

1 – оси главных водораздельных холмов; 2 – оси второстепенных холмов; 3 – сухие тальвеги; 4 – край возвышенного слабохолмистого плато; 5 – разломы; 6 – линейные зоны повышенной плотности закарстования; 7 – воронки свежие и погребенные; 8 – контуры пещер.

### **Нова велика гіпсова печера України – Мушкарова яма (оцінка перспектив і напрямків пошуку нових лабіринтів за допомогою космофотодешифрування)**

Описана нова велика гіпсова печера України – Мушкарова яма. Визначені перспективи і напрямки пошуку нових полостей у карстованих гіпсах за допомогою космофотодешифрування