

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕР-ГЕОЛОГОВ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ГЕОЛОГОВ РОССИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGISTS
NATIONAL COMMITTEE OF GEOLOGISTS OF RUSSIA
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF RUSSIAN FEDERATION
MANAGEMENT OF PERM AREA

**КАРСТОВЕДЕНИЕ – XXI ВЕК:
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА
25 – 30 мая 2004, Пермь (Россия)

**KARSTOLOGY – XXI CENTURY:
THEORETICAL AND PRACTICAL SIGNIFICANCE**

PROCEEDINGS OF THE
INTERNATIONAL SYMPOSIUM
25 – 30 May, 2004 Perm (Russia)

РОССИЯ, ПЕРМЬ 2004
RUSSIA, PERM 2004



норм и критериев оценки степени опасности закарстованных территорий, появилась возможность более объективной оценки степени их устойчивости, обоснованного прогноза местоположения, частоты и размеров провалов. Это позволяет вести строительство даже на территориях недостаточно устойчивых с применением конструктивных мер противокарстовой защиты, а в отдельных случаях осваивать и неустойчивые территории после ликвидации обнаруженных карстовых полостей.

В связи со всем вышеизложенным на современном этапе изучения карста весьма актуальным является организация карстового мониторинга различного уровня и целевого назначения, который позволит дать научно-обоснованный анализ закономерностей формирования и размещения карста, прогнозировать динамику его развития во времени и в пространстве, использовать эту информацию для решения практических задач в области инженерной геологии и гидрогеологии на закарстованных территориях.

Библиографический список

1. Р.Ф. Абдрахманов, Мартин В.И., Попов В.Г. и др. *Карст Башкортостана*. – Уфа: Информреклама, 2002. – 383 с.

О.Б. Нещеткин, М.О. Нещеткин
ЗАО НПЦ «КАРСТ», Дзержинск, Россия

ПРОБЛЕМАТИЧНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ ВПАДИНЫ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Рассмотрены основные черты геологического строения северной части Челябинской области. Отмечено значительное количество проблематичных впадин вне пределов полей распространения карстующихся пород. Высказана гипотеза о связи этих впадин с мезозойской корой выветривания и «беликами» алапаевской толщи нижнего мела.

PROBLEMATIC LOCAL HOLLOW IN THE EAST SLOPE OF SOUTH URAL

The basic features of a geological structure of northern part of the Chelyabinsk region are considered. The significant quantity of problematic hollows outside limits of karstic rock fields distribution is marked. The hypothesis about connection of these hollows with mesozoic weathering deposits and Cretaceous “beliki” of an alapaevsk deposits is stated.

Исследуемая территория расположена на Восточном склоне Южного Урала, в пределах континентально-морской цокольной равнины. Карст достаточно широко развит на Восточном склоне Урала. Наиболее характерные его проявления зафиксированы в пределах синклиналиных структур, выполненных карбонатными породами карбона и девона, и блоков более древних карбонатных пород, обнаженных эрозией.

Помимо типичных карстовых форм – воронок и котловин, наблюдаемых в пределах синклиналиных структур, выполненных карбонатными породами палеозоя, в северной и средней части Челябинской области зафиксировано значительное количество локальных впадин на участках, где в разрезе отсутствуют карстующиеся породы (рис. 1).

Многие исследователи относят эти впадины к суффозионным западинам, связанным с локальной инфильтрацией поверхностных вод в условиях пологой равнины и отсутствия стока, или связывают их с тектоникой.

Проблематичные впадины, округлые в плане и блюдцеобразные - чашеобразные в разрезе, имеют размеры от 15-20 до 50-70 м, глубины – до 2 м. Они полностью задернованы, заросли кустарником или деревьями, часто заболочены. Встречаются крупные корытообразные заболоченные котловины с четко выраженной бровкой и крутым склоном. Нередко впадины и котловины объединяются в систему замкнутых ложбин и логов или вливающих в более крупные эрозионные элементы, озера и реки.

Здесь же в пределах плоских водораздельных пространств отмечается большое количество озер с пресной и соленой водой разнообразных размеров – от мелких блюдец до озер с поперечниками в 10 км. Глубина озер подвержена значительным колебаниям. Наиболее глубокие озера (10—20 м и более) имеют в рельефе дна ряд высоких гребней со сменяющимися глубокими ямами; для этих озер характерны крутые подводные склоны и отвесные берега.

Большинство озер имеют плавную береговую линию и неглубокие котловины, как правило, средняя глубина их не превышает 3-4 м. Озера бессточные, многие, зарастая и заиливаясь, переходят в болота. Озера с пресной и соленой водой нередко расположены рядом, причем соленые озера часто залегают гипсометрически ниже, чем ближайšie к ним пресные озера. Засоленность озер объясняется вековым испарением и постоянным привносом грунтовых вод, фильтрующихся через толщи соленосных свит.

Образование озерных котловин до сих пор является дискуссионным вопросом, многие исследователи предлагают разнообразный механизм их формирования: тектонический, суффозионный, карстовый, постледниковый и т.д.

В тектоническом отношении район исследований расположен в пределах Кунашакского антиклинория Алапаевско-Теченского мегасинклинория и Копейского синклинория Копейско-Брединского мегасинклинория Восточно-Уральского прогиба.

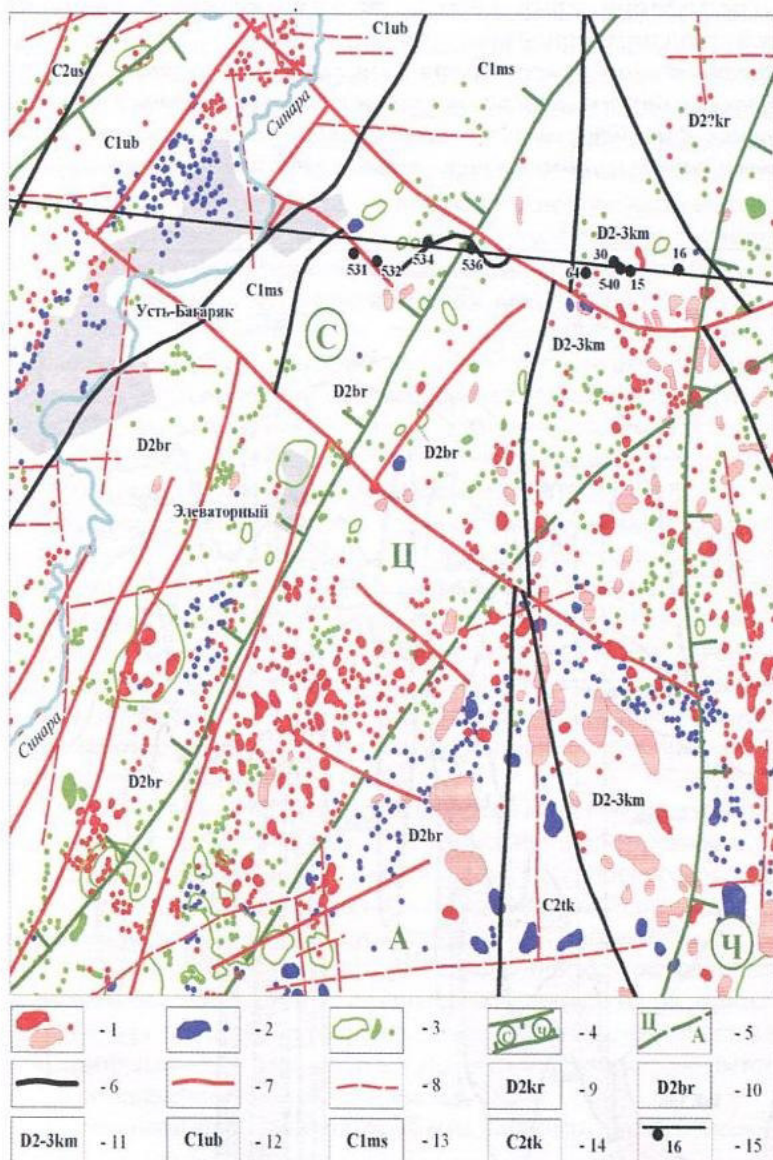


Рис. 1. Схематическая геолого-геоморфологическая карта (по Вознесенскому и др., 1995). впадины: 1 - четко дешифрируемые; 2 - заполненные водой; 3 - неясные; геоморфологические границы: 4 - Синарской и Чернокутутовской депрессий; 5 - докольной и аккумулятивной континентально-морских равнин; 6 - геологические; тектонические нарушения: 7 - по геологическим данным; 8 - дополнительные по данным дешифрирования; 9 - крайчиковская толща среднего девона; 10 - буринская толща среднего девона; 11 - куракли-маянская толща среднего-верхнего девона; 12 - усть-багарякская толща нижнего карбона; 13 - мысовская толща нижнего карбона; 14 - терригенно-карбонатная толща среднего карбона; 15 - линия геологического разреза и опорные скважины.

Строение Кунашакского антиклинария, занимающего большую часть исследуемой территории, характеризуется развитием в нем сложной складчатости разных типов и порядков.

Выделяется несколько структур и зон.

Крайчиковская структура представлена куракли-маянской толщей среднего-верхнего девона, сложенной известняками углистыми, аргиллитами кремнистыми, и крайчиковской толщей среднего девона, сложенной базальтами спилитовидными.

Буринская структура в виде буринской толщи среднего девона включает базальты, лавобрекчии, туфы грубообломочные, прослойки туфопесчаников.

На девонских породах с размывом залегают отложения каменноугольной системы. **Копейско-Брединская зона** представлена терригенно-карбонатной толщей среднего карбона: известняками мраморизованными и доломитизированными.

Алапаевско-Куликовская зона (нижний карбон) включает усть-багарякскую свиту - известняки органогенные, мраморизованные и доломитизированные; миасскую свиту - алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты, аргиллиты.

Неумолимое разрушение Уральских гор с конца палеозоя и длительный континентальный период развития привели к полному уничтожению карбонатных отложений карбона и девона на значительных территориях, глубокому эрозионному расчленению некарстующихся пород девона.

Линейные и локальные эрозионно-структурные депрессии заполнились продуктами размыва палеозойских пород и мезозойской коры выветривания (рис. 2).

Мезозойская кора выветривания мощностью до 70 м сложена каолинитовыми и гидрослодистыми глинами, маршаллитами, щебнем и дресвой палеозойских пород и практически полностью покрывает палеозойский фундамент.

На карстующихся породах часто залегают специфические отложения - «белики» алапаевской толщи, которые являются продуктами длительного преобразования разрушенных карбонатных пород и представлены глинами каолинитовыми, маршаллитами, обломками окремнелых известняков. Эти отложения условно отнесены к аптскому ярусу нижнего мела. Мощность их иногда достигает 80 м.

Иногда отложения «беликовой» толщи отмечаются и на участках, где домезозойская поверхность сложена эффузивами девона.

Выше по разрезу залегают континентальные, прибрежно-морские и морские меловые отложения, представленные глинами, песками, песчаниками, опоками.

Породы мела перекрыты морскими отложениями палеогена - диатомитами, трепелами, опоками, песками, песчаниками, конгломератами. Локально распространены континентальные глины, пески, галечники и мергели миоцена - плиоцена.

Четвертичные суглинки, глины и пески имеют малую мощность.

Среди особенностей геологического строения следует выделить многочисленные древние мезозойские и

палеогеновые озерные ванны. В современном рельефе они не выражены, но заслуживают особого внимания, так как являлись базами эрозии древних рек и ареалами озерной аккумуляции.

Новейшие тектонические движения признаются многими исследователями как один из основных факторов формирования современных озерных котловин и других локальных впадин, а также являются причиной разнообразных деформаций земной поверхности. В миоцене, отмечающемся слабой тектонической активностью, временные потоки не были привязаны к определенному базису эрозии, поэтому осадки миоцена на-

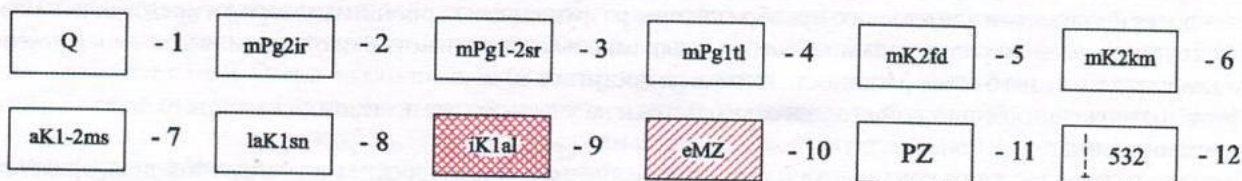
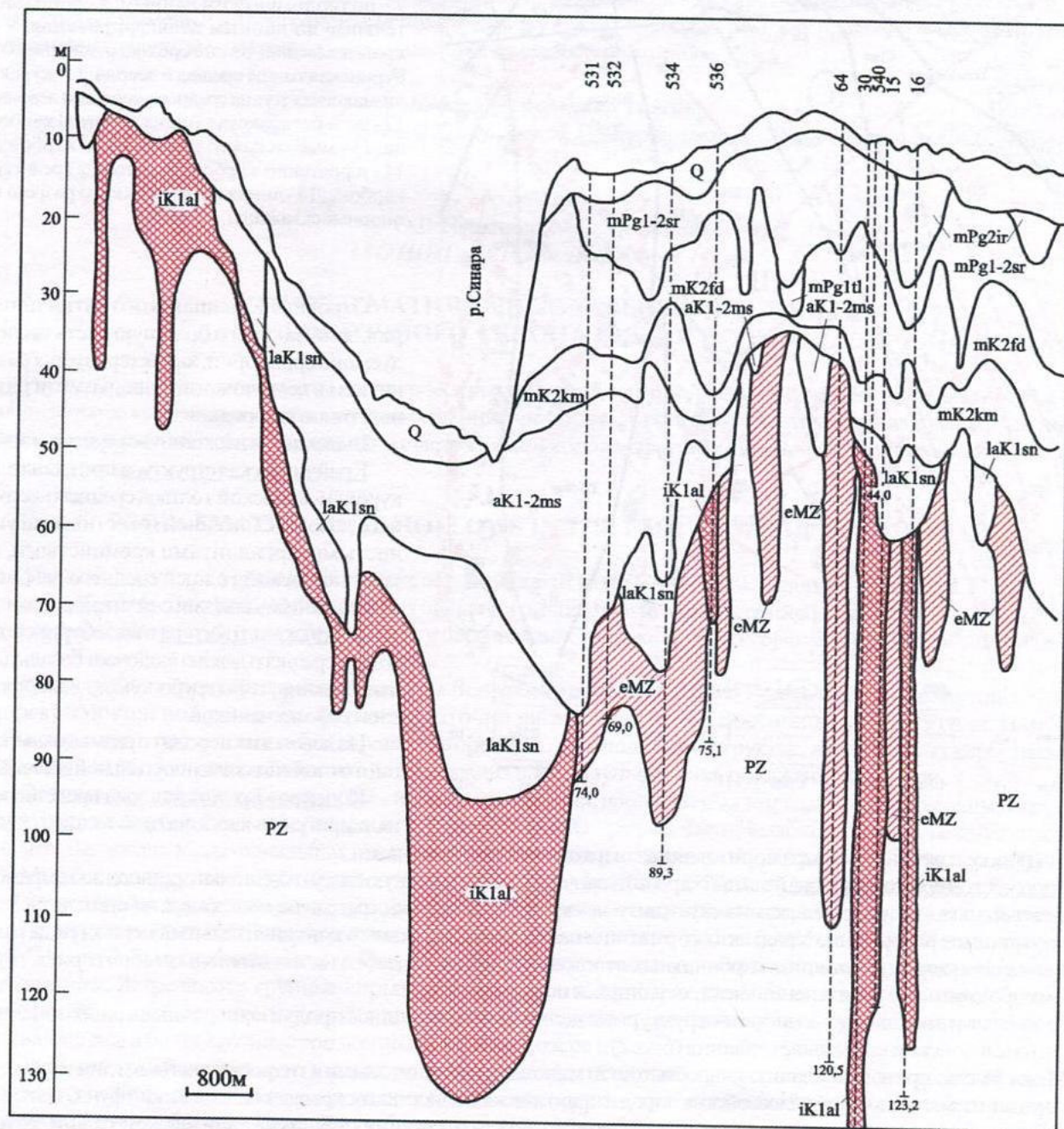


Рис. 2. Схематический геологический разрез (по Вознесенскому и др., 1995)

1 - четвертичные отложения; морские отложения: 2 - ирбитской свиты эоцена; 3 - серовской свиты палеоцена-эоцена; 4 - талицкой свиты палеоцена; 5 - фадюшинской свиты верхнего мела; 6 - камышловской свиты верхнего мела; 7 - аллювиальные отложения мысовской свиты нижнего-верхнего мела; 8 - озерно-аллювиальные отложения синарской свиты нижнего мела; 9 - «белики» алапаевской толщи нижнего мела; 10 - мезозойская кора выветривания; 11 - породы палеозоя; 12 - скважина и ее номер.



блюдаются на разных гипсометрических уровнях. В конце миоцена и плиоцена происходит расчленение Уральско-пенеплена и создания современного рельефа Урала. Голоцен, в целом, характеризуется сводовым и сводово-глыбовым поднятием Урала. Последнее наиболее четко проявлено на границе Урала и Западной Сибири, где по-прежнему тектонические швы остаются активными на большом протяжении.

Помимо крупных блоковых перемещений в общем сводовом поднятии Урала имеется большое число молодых или омоложенных локальных разрывов с относительно небольшими перемещениями по ним.

Обилие разнообразных впадин на земной поверхности на территориях с отсутствием карбонатных пород в разрезе, отсутствие достоверных сведений об условиях их формирования вынуждают анализировать все модели и искать ответ о механизме образования этих впадин, исходя из особенностей геологического строения.

Рассмотрим возможные модели формирования проблематичных впадин.

Суффозия мелкозема в результате локальной инфильтрации поверхностных вод. Объемы многих впадин составляют сотни куб. метров, достаточно хорошо выраженную бровку и дно, что при неглубоком залегании грунтовых вод и отсутствии значительных градиентов позволяет усомниться в механизме их формирования за счет инфильтрации грунтовых вод с массопереносом в таком объеме.

В подобных условиях только за счет локальной инфильтрации поверхностных вод могут возникнуть лишь невыразительные в рельефе понижения без четких границ.

Тектоническая модель. Вне сомнения, многие значительные озера и обширные котловины сопряжены с тектоническими нарушениями, и, возможно, обусловлены сдвижением крупных блоков пород. Однако, обилие небольших (по тектоническим меркам) локальных впадин и хаотичность их распределения на поверхности не объяснимы тектонической моделью в классическом ее понимании.

Петрографические особенности пород палеозойского фундамента. Породы палеозоя на участках детальных исследований представлены в кровле диабазами, туфами и туфобрекчиями. Нельзя исключать, что вулканогенная толща может содержать вулканогенно-осадочные комплексы, а туфобрекчии - обломки и ксенолиты карбонатных пород девона, но достоверных свидетельств таких особенностей геологического строения исследуемой территории мы пока не имеем.

Особенности геологического строения и истории развития территории. Из вышеизложенного напрашивается вывод, что ответ на вопрос об условиях формирования проблематичных впадин на Восточном склоне Южного Урала следует искать в особенностях геологического развития территории в палеозое и мезозое.

Образование и разрушение гор в конце палеозоя, длительное выветривание палеозойского фундамента, формирование эрозионно-структурных депрессий, заполнение их продуктами разрушения палеозойских пород (в том числе и карбонатных) и их глубокое преобразование, пенепленизация рельефа – вот главные неповторимые особенности геологического развития исследуемой территории.

Даже в региональных разрезах можно заметить, что многим эрозионно-структурным депрессиям в палеозойском фундаменте, заполненным этими отложениями, соответствуют унаследованные впадины по поверхности всех вышележащих толщ (см. рис. 2).

Нередко эти впадины выражены и на дочетвертичной поверхности в виде локальных областей развития неогеновых и палеогеновых отложений.

Общий объем локальных проблематичных впадин и, соответственно, объем перемещенного материала свидетельствует о такой масштабности процесса, что авторы, пусть и дискуссионно, могут связать это лишь с процессами глубокого преобразования разрушенных пород палеозоя, что и является специфической чертой Восточного склона Южного Урала.

Предположим, что глубокое преобразование продуктов разрушения палеозойских пород в пределах эрозионных и эрозионно-структурных депрессий обуславливало их разуплотнение, а затем и длительные оседания.

Именно так можно удовлетворительно объяснить формирование многих крупных впадин - погребенных и современных озерных котловин на незакарстованных территориях, соседство пресных и соленых озер, которые, вероятно, имеют принципиально разный возраст.

Котловины некоторых соленых озер, как более древние, могли формироваться на этапах отступления палеогенового моря и представляют собой остаточные водоемы именно в тех местах, где шло активное оседание. Пресные озера, вероятно, имеют неоген - четвертичный возраст.

Однако, множество локальных впадин с четко выраженной бровкой и дном, похожих на древние карстовые воронки провального генезиса, сложно объяснить простой моделью медленного оседания по ряду причин.

Во-первых, облик этих впадин не совпадает с моделью локального оседания в данных геолого-гидрогеологических условиях, если только это не оседание древнего «столба» обрушения.

Во-вторых, локальное оседание требует наличия в толще пород такой же локальной пустотности, а в мезозойской коре или «беликах» пока не установлены условия образования и сохранения в течение длительного времени подобной пустотности.

Таким образом, возможным местонахождением локальной пустотности могут быть эффузивы девона. Среди пород девона наибольшее внимание заслуживают туфы и туфобрекчии, которые в силу своих физических свойств наиболее активно подвергаются эрозии.

В известных обнажениях туфогенных пород часто наблюдаются своеобразные скульптурные формы с нишами и козырьками. Глубокая эрозия и выветривание эффузивных пород девона на территории исследований

могли обусловить образование многочисленных «ниш-ловушек», первоначально заполненных разрушенной рыхлой массой палеозойских пород.

Длительное преобразование продуктов разрушения пород палеозоя, в том числе и растворение карбонатной составляющей могло приводить к образованию своеобразной пустотности в подобных нишах. В литературе отмечались случаи провалов бурового инструмента вне полей карстующихся пород.

Спусковым механизмом выхода этой локальной пустотности в покровные отложения в виде промежуточной полости с последующим ее развитием и формированием на земной поверхности провала или локального оседания следует признать тектонические движения. Следовательно, возраст большинства локальных впадин можно определить как ранний голоценовый.

Первые детальные буровые работы, предпринятые в пределах локальных впадин, не дали однозначных результатов в виде незаполненных полостей в толще эффузивов девона, но тем не менее показали резкие перепады глубин залегания кровли палеозойских пород, чаще представленных туфобрекчиями, наличие в толще пород девона заполненных полостей, ускоренную проходку некоторых интервалов покровных отложений и смещение в них маркирующих горизонтов.

Итак, особенности геологического строения исследуемой части Восточного склона Южного Урала позволяют предположить, что в формировании многих локальных впадин вне областей развития карстующихся пород существенную роль играли процессы растворения и глубокого преобразования продуктов разрушения палеозойских пород, заполняющих палеозойские и мезозойские депрессии.

Эти процессы обуславливали как формирование долгоживущих зон медленных оседаний, так и образование локальной пустотности в эрозионных нишах и карманах в эффузивных породах девона.

В благоприятных условиях, вероятно, связанных с этапами тектонической активности, эта пустотность могла превращаться в промежуточные полости в покровных отложениях с неизбежным выходом на земную поверхность в виде провалов или локальных оседаний.

Начало последнего активного периода такого «карстования» можно отнести к раннему голоцену - времени сводового и сводово-глыбового воздымания всего Уральского хребта и примыкающих территорий.

Библиографический список

1. Буданов Н.Д. *Гидрогеология Урала*. М.: Наука, 1964. -304с.
2. *Геология СССР. Т. XII. Полезные ископаемые*. М.: Недра, 1973. -632с.
3. *Кора выветривания*. Выпуск 5. М.: Изд-во АН СССР, 1963. -454с.
4. *Материалы по геоморфологии Урала*. Выпуск 2. М.: Недра, 1971. -208с.
5. *Материалы по металлогении Урала. Новейшая тектоника Урала. Том V*. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. -108с.
6. *Основные проблемы рифтогенеза*. Новосибирск: Наука, 1977. -224с.
7. Сенченко Г.С. *Складчатые структуры Южного Урала*. М.: Наука, 1976. -172с.
8. Цаур Г.И., Якушев В.М. *Методические рекомендации по литологическому расчленению континентальных мезозойских и дочетвертичных кайнозойских отложений восточного склона Урала и западной части Зауралья*. Свердловск: Изд-во Геолого-картографической партии УГСЭ, 1982. -133с.
9. Вознесенский А.И., Карманова М.В., Николаев Н.М. и др. *Информационный отчет по геологическому доизучению масштаба 1:50000 и среднемасштабному глубинному картированию Синарской площади*. Екатеринбург: УГСЭ, 1995.

Э.И. Афанасиади*, С.В. Горбова**

*Уральская горно-геологическая академия, Екатеринбург, Россия

**Научно-производственный центр "Карст", Дзержинск, Россия

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ КАРСТА В СУХОЛОЖСКО-КАМЕНСКОМ РАЙОНЕ

Рассмотрены региональные закономерности развития карста на Восточном склоне Среднего Урала, обусловленные геологическим строением территории, а также факторы, влияющие на современную активность карста.

TO THE QUESTION OF INVESTIGATION OF REGIONAL REGULARITIES OF KARST DEVELOPMENT IN SUKHOLOZHNSKY-KAMENSKY AREA

Regional regularities are considered of Karst development in the Eastern slope of the middle Urals caused by geological structure of the territory and also factors are mentioned which influence on modern activity of Karst.

Вопросы изучения региональных закономерностей развития карста на Восточном склоне Среднего Урала приобрели в наше время особую актуальность в связи с постоянно увеличивающейся техногенной нагрузкой

© Э.И. Афанасиади*, С.В. Горбова, 2004