

Научно-исследовательская работа
Биология

Карст. Карстовые формы рельефа Кишертского района

Выполнила: Усынина Дарья Сергеевна
ученица 9 «И» класса Муниципального
автономного образовательного учреждения
«Средней общеобразовательной школы
№111», Россия, Пермь

Новикова Татьяна Анатольевна
Научный руководитель, учитель биологии
высшей категории
Муниципального автономного
образовательного учреждения
«Средней общеобразовательной школы
№111», Россия, Пермь

Содержание

Введение.....	3
Цель	3
Задачи.....	3
Практическая значимость.....	4
1.Теоретическая часть.....	6
1.1. Что такое карст.....	6
1.2. Развитие карста.....	7
1.3. Покрытый и «голый» карсты.....	8
1.4. Поля.....	9
1.5. Карры.....	9
1.6. Псевдокарст.....	10
1.7. Карст и человек.....	10
2.Практическая часть.....	12
Заключение.....	32
Библиографический список.....	34

Введение

Данная исследовательская работа посвящена изучению гидрогеологических особенностей Кишертского карстового района. При написании работы особое внимание уделено развитию карстового процесса, поскольку карстующиеся породы легко подвергаются растворению и выщелачиванию подземными и поверхностными водами, в результате чего образуются поверхностные, подземные и глубинные карстовые формы, существенно осложняющие строительство и эксплуатацию инженерных сооружений и коммуникаций. Под сооружениями и коммуникациями формируются карстовые пустоты и провалы. Они обуславливают аварии на нефтепроводах и газопроводах, на железных дорогах, в шахтах и мостовых переходах через реки. Карстовые процессы наносят значительный экономический ущерб народному хозяйству. При непрогнозируемом образовании карстовых провалов в Кишертском районе возможно возникновение экологической катастрофы, связанной с уходом под землю целых поселений и даже небольших городов данного административного района. Актуальность данной работы значительна, её результаты, возможно, помогут решить проблему перспективного развития Кишертского района Пермского края. Мой интерес к исследованию карстов данного района связан с тем, что он является малой Родиной моих предков.

Целью работы является изучение динамики появления карстовых провалов в Кишертском районе Пермского края

Основные задачи:

1. Собрать, систематизировать, проанализировать и обобщить литературные и фондовые материалы по карсту Кишертского района Пермского края прошлых лет, а также данные, полученные в период полевых исследований 2017 года;

2. Познакомиться с карстовыми формами рельефа на примере Кишертского района;
3. Получить навыки проведения полевых наблюдений, познакомиться с простейшими методами описания объектов рельефа на местности.
4. Провести сравнительный анализ характеристик карстовых озер;
5. Изучить гидрогеологические условия и факторы, оказывающие влияние на проявления карста на территории Кишертского района;

Мною была выдвинута гипотеза, что в Кишертском карстовом районе наблюдается повышенная активность карста с различным характером проявления.

При проведении исследования использовались методы эмпирического уровня – это наблюдение, измерение, сравнение, фотографирование. С помощью этих методов мне удалось описать формы карстовых воронок, озёр, провалов, определить их месторасположение, размеры, наблюдать динамику изменений. Помимо этого я применяла экспериментально - теоретические методы: анализ, синтез, исторический. Эти методы исследования помогли не только описать литературные и фондовые материалы по карсту Кишертского района Пермского края прошлых лет, но проверить их, систематизировать, выявить зависимости расположения карстов и определить причины их появления и следствия, возникающие при их изменениях. Методы теоретического уровня: изучение и обобщение дали возможность производить логическое исследование собранных фактов, делать умозаключения и теоретические обобщения.

Объектом данного исследования являются карстовые формы рельефа.

Исследование карста расширяет не только научное познание человека, но и имеет практическое значение. Ранее, в силу слабой географической и геологической изученности отдельных районах и Земли в целом, считалось, что

карст - редкое явление. Однако на современном этапе, при геологическом изучении Земли было выявлено, что почти третья часть суши земного шара имеет потенциальное развитие карстовых явлений. Карст существенно влияет на ландшафтные особенности территории, ее рельеф, подземные воды, озера, реки, почвенно-растительный покров, хозяйственную деятельность человека. Так, иногда карстовые образования могут препятствовать при добыче полезных ископаемых. В других случаях, сами полезные ископаемые имеют связь с карстом. Также велико значение знаний районирования карста в инженерно-строительном деле. При строительстве зданий, дорог и других инженерных сооружений необходимо учитывать геологическое строение территории, так как игнорирование этого может привести к необратимым последствиям, а в ряде случаев - к гибели людей. Эти и другие проблемы будут рассмотрены ниже.

Данная исследовательская работа является результатом сбора, обработки, анализа и систематизации информации по гидрогеологии Кишертского карстового района, взятой из различных литературных и фондовых источников, а также при обработке информации, полученной в результате моих собственных наблюдений и исследований при работе в составе карстологического отряда, сформированного, на базе геологического факультета ПГНИУ. Летняя экспедиция состоялась в 2019 году.

I. Теоретическая часть

1.1 Что такое карст

Карст (нем. Karst) (карстовые явления), явления, связанные с растворением природными водами горных пород (гипс, каменная соль и др.). Карст характеризуется комплексом подземных (пещеры, полости, ходы, естественные колодцы) и поверхностных (воронки, поля и др.) форм рельефа, своеобразием циркуляции и режима подземных вод, речной сети (исчезающей в подземных полостях) и озер.(рис.1)

Карстовые явления и процессы (растворение известняков водою) и формы рельефа, связанные с ними, развиты главным образом на западном склоне Уральских гор. Карстовая область Урала – самая крупная в нашей стране и одна из крупнейших в мире.

Наука, изучающая карстовые явления – карстоведение. Карстоведение одно из разделов спелеологии, спелеология один из разделов геологии.

Геология (от гео... и logos — слово, учение), комплекс наук о составе, строении и истории развития земной коры и Земли.

Спелеология (от греч.Spelaion — пещера и logos — слово, учение) - наука, занимающаяся изучением пещер, их происхождением, морфологией, микроклиматом, водами, органическим миром, остатками материальной

культуры и современным использованием.

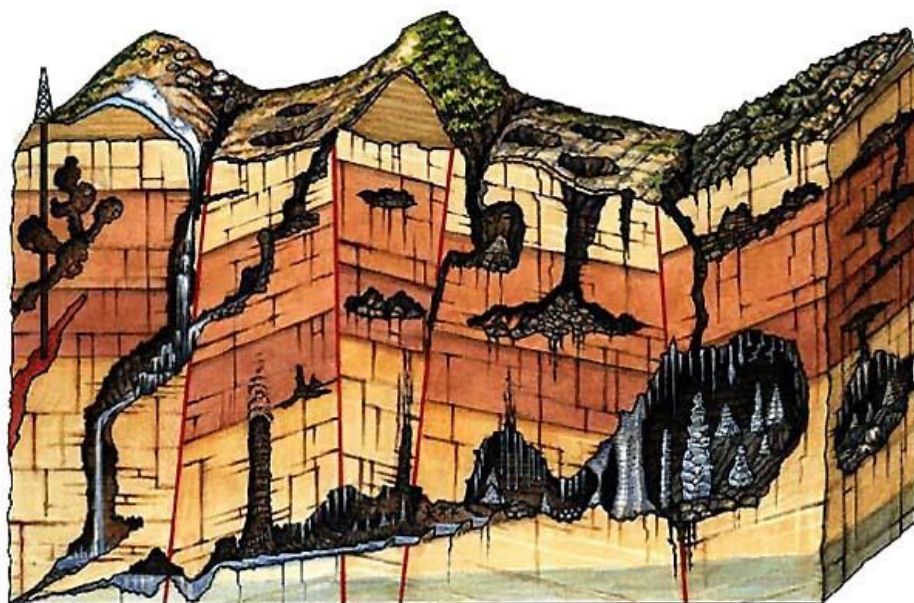


Рис.1 Карст

1.2 Развитие карста

Для развития карста благоприятно обилие осадков, в том числе и ливневых, а также климат. Однако в последние столетия человек тоже вносит свою видимую лепту в развитие карста.

Толщу карстующихся пород можно разделить на три «этажа» или зоны: верхний, средний и нижний. Активнее всего породы растворяются в среднем этаже – зоне периодического насыщения водой, расположенной между высшим и нижним уровнями грунтовых вод. Этот уровень меняется в зависимости от поступления воды с поверхности. Здесь вода циркулирует по трещинам в горных породах и, растворяя их стенки, расширяет их, превращая в сложную систему разнообразных по величине подземных каналов – поноров. Из верхнего этажа – зоны аэрации – вода быстро уходит вниз, и растворение идет слабо. Поэтому зона аэрации как бы «корочкой» покрывает образовавшиеся внизу пустоты. Нередко корочка ломается, и на поверхности появляются провалы. В зависимости от формы и размеров они носят название воронок,

щелей, блюдца, колодцев и шахт. Сливаясь, воронки образуют котловины и «слепые», никуда не впадающие овраги. Карстовые шахты и колодцы могут достигать значительных глубин. В нижнем этаже – зоне постоянного насыщения – карстовые процессы замедляются, поскольку вода там застаивается, насыщается углекислотой и перестает растворять породы. Растворимость карстующихся пород тем выше, чем больше химическая агрессивность воды, зависящая от количества растворенных в ней кислот, особенно углекислоты, поступающей в воду из атмосферы, при разложении органических остатков, пожарах лесов и торфяников. Усиливает карстовые процессы деятельность небольших животных – землероек, кротов и даже насекомых.



Рис 2. Начало карстового процесса



Рис 3. Развитие карстового процесса

1.3 Покрытый и «голый» карсты

Если растворимые породы находятся только на поверхности, образуется так называемый голый карст — комплекс поверхностных форм рельефа, характеризующийся узкими протяжёнными ложбинами, бороздами — каррами, воронками, котловинами. Когда растворимые породы перекрыты сверху нерастворимыми или более устойчивыми к растворению слоями, то процесс

растворения происходит под землёй. Это явление называют покрытым карстом. Со временем голый карст может стать покрытым. Ведь породы растворяются не полностью. Нерастворимый осадок известняковых пород – глинистый материал красного или кирпичного цвета, так называемая тераросса, накапливается на их поверхности, закупоривает трещины и препятствует дальнейшему карстообразованию.

1.4 Поля

Самые крупные карстовые впадины – поля – протягиваются на несколько километров. Их крутые, обрывистые борта поднимаются над плоскими днищами, где то тут, то там возвышаются похожие на башни горки – останцы перемычек, некогда разделявших котловины и воронки, при слиянии которых и образовались поля. Другие способы их формирования – провалы сводов крупных пещер или тектонические опускания.

1.5 Карры

Карры - одна из форм поверхностного карста. Представляет собой сетку борозд и гребешков, шипов и лунок, образовавшуюся на поверхности растворимой водой породы (чаще всего известняка) под действием попавших на породу атмосферных осадков. По глубине карры могут составлять от первых миллиметров до метров. По внешнему виду карры делят на желобковые,

лунковые, трещинные.



Рис 4. Карры

1.6 Псевдокарст

В природе происходят процессы, очень похожие на карстовые, но растворение в них никакого участия не принимает. Глинистый карст встречается в засушливых районах, где развиты рыхлые породы, состоящие из тонких частиц. В засуху такие породы пересыхают и покрываются трещинами. Вода, попадающая в них, уносит тонкие частицы. Механический вынос частиц грунтовыми водами (без их растворения) называется суффозией. В результате образуются суффозийные западины и воронки. Так произошли неглубокие, обширные понижения – «блюдца», часто встречающиеся в степях.

1.7 Карст и человек

Многие карстовые формы образовались при содействии людей. В ходе промышленного прогресса возможности человека «помочь» карстообразованию растут: В реки сбрасываются воды, содержащие различные примеси, повышающие их агрессивность. Подобные же примеси поступают в атмосферу из труб химических предприятий и возвращаются на землю кислотными дождями. Много углекислоты выделяется и при вспашке больших массивов почвы. Внушительные подземные пустоты остаются при добыче угля, сланцев, а также каменной и калийной солей и других ископаемых путем нагнетания через буровые скважины растворителей и выкачивания из-под земли получившихся растворов. Поверхность над такими пустотами часто оседает, образуются крупные воронки и провалы. То же происходит над шахтами, где добываются полезные ископаемые. Многие пустоты, оставшиеся под землей после выработок, особенно в солях, начинают быстро расширяться под действием поступающих в них вод. Толща над ними разуплотняется, расслаивается, образуются и растут трещины. Легко протекают карстовые процессы в отвалах добычи и переработки калийных солей. Карсту способствует откачка подземных вод, изменение их уровня, сбросы шахтных

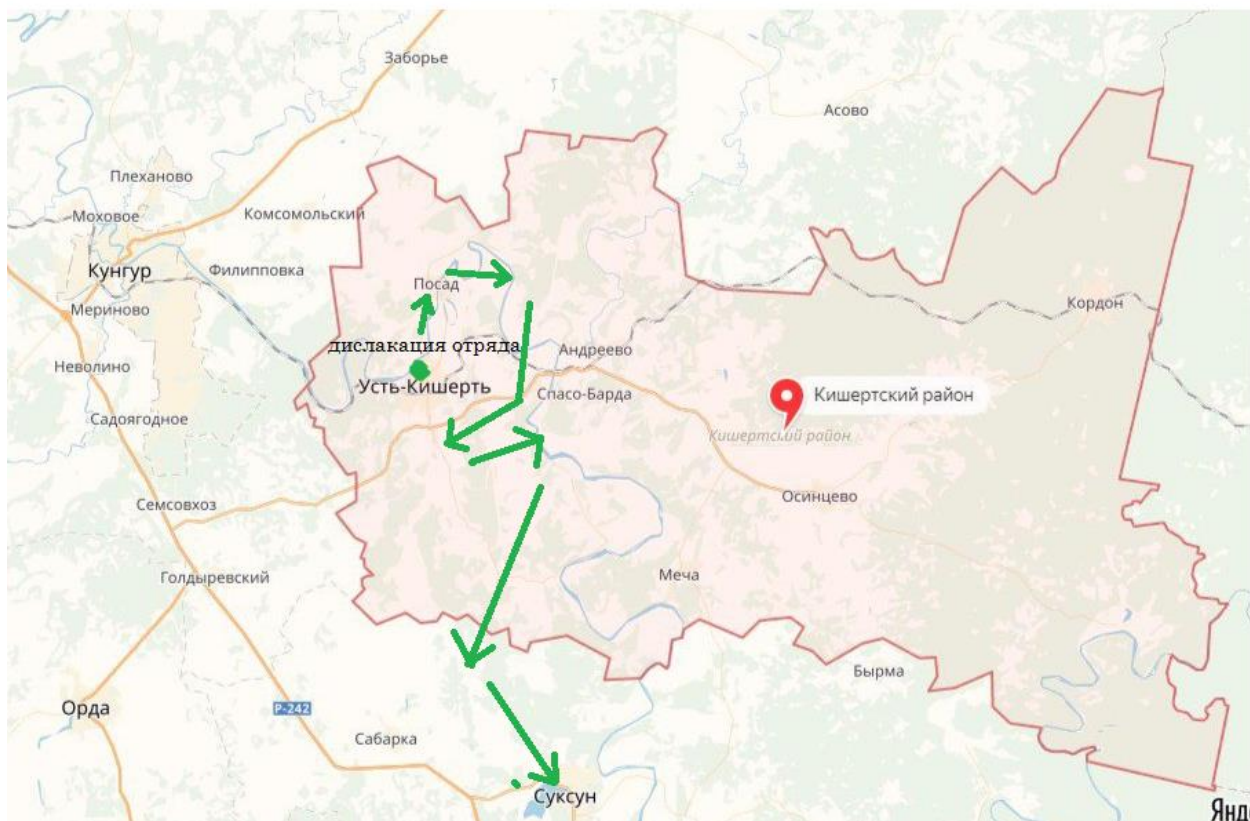
вод и вод промышленных предприятий под землю, изменяющие их химический состав.

II. Практическая часть

При проведении исследования нам предстояло изучить карстовые формы рельефа Кишертского района в составе карстологического отряда ПГНИУ. В состав отряда входили студенты второго курса геологического факультета кафедры динамической геологии и гидрогеологии и специалисты – экологи АО "ВНИИ Галургии". Непосредственно изучением карстовых форм занимались 5 человек. Руководила группой Ларина Ирина Владимировна - инженер – гидролог, эколог АО "ВНИИ Галургии".

Методы, которые были использованы нами – это наблюдение, измерение.

Местом проведения нашего наблюдения и исследования является Кишертский карстовый район.



Маршрут передвижения карстологического отряда. Рис 5.

Сроки проведения наблюдений и исследований – летний период 2019 года. Объектом исследования были карстовые формы.

Для проведения измерений нами использовалась: измерительная рулетка, а также для измерения глубины ручной лот. Ручной лот представляет собой конический или пирамидальный груз массой 3,5–5 кг, с закреплённым тросом-лотлинем, на который нанесены метровые метки (марки).

Научная новизна, работы заключается в получении информации о подземных и поверхностных формах карста, карстовых участках. Особенности развития карста Кишертского района

Карст района разновозрастной. Видимо, начало его развития относится к мезозою. Современный тип рельефа Приуралья начал формироваться в основном с неогена. Реликты более древних ландшафтов имеют ограниченное распространение и существенного влияния на характер современного рельефа не оказывают.

В неогене и четвертичном периоде для южного Урала и Предуралья выделяются шесть основных циклов развития карста, связанных с периодическими колебаниями земной коры, регрессиями и трансгрессиями Каспийского бассейна и, безусловно, отразившихся на закарстованности Уфимского плато и прилегающей территории.

В зависимости от тектонического строения, гидрогеологических условий и интенсивности карстообразования сульфатный карст района характеризуется различными стадиями развития.

Для исследуемой территории характерно положение, промежуточное между 2-й и 3-й стадиями эволюции, т.е. стадии озерной депрессии с сульфатными источниками и стадии вскрытой депрессии с выходом на поверхность карстовых зон горизонтальной и сифонной циркуляции.

Гидрогеохимические условия развития карста определяются здесь основными геолого-тектоническими и гидрогеологическими особенностями территории:

- 1) приподнятостью и валлообразным строением Уфимского плато;
- 2) литологическим составом пород его сводовой части, являющейся огромной областью питания и накопления трещинно-карстовых пресных вод.
- 3) интенсивной трещиноватостью и наличием крупных разрывных нарушений;
- 4) типом и характером подземного стока;
- 5) наличием зоны сифонной циркуляции карстовых вод;
- 6) значительной мощностью зоны горизонтальной циркуляции на контакте карбонатных пород Уфимского плато и сульфатных отложений западной части Юрюзано-Сылвинской депрессии, обусловленной большой глубиной закарстованности карбонатов;
- 7) наличием в сульфатном разрезе вкраплений и прослоев каменной соли.

Основные особенности гидрогеологической обстановки развития карста учтены при районировании исследуемой территории по степени устойчивости.

В районе преобладает закрытый тип карста. Формы его проявления разнообразны. Это воронки, котловины, карстовые депрессии с поперечником более 1 км, карстовые речки и озера.

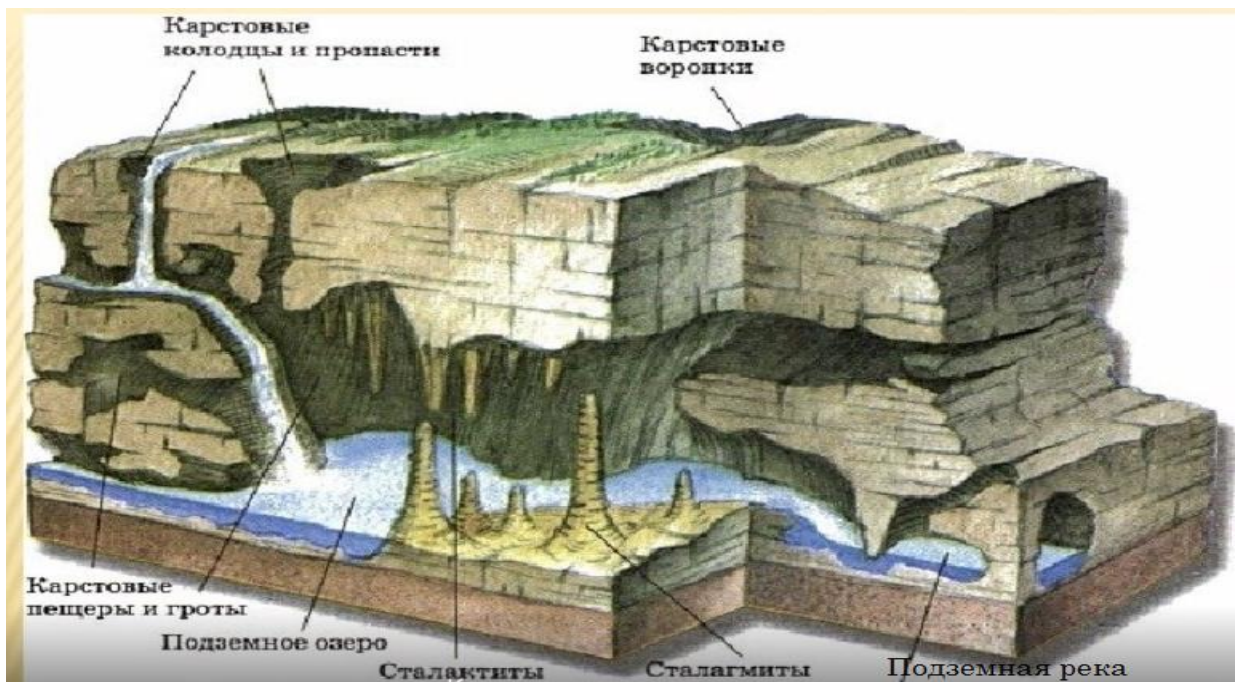


Рис 6. Формы проявления карста

1. Карстовые участки Кишертского карстового района

Кишерсткий карстовый район включает в себя Кишерсткий географический район полностью, а также большую часть Суксунского географического района и незначительную часть Кунгурского географического района.

В Кишерстком карстовом районе обособляется несколько участков с различным характером проявления карста:

Таблица 1

Участок	Поле или элемент рельефа	Проявление карста
Междуречье Сылвы и Шаквы	Посадское и Подпавлинское поля	Воронки и котловины (более 800), озера
Кишерсткий	Пойма и Итерраса реки Сылвы	Воронки и озера (159)

	Территория с.Усть-Кишерть	Воронки (28), озера
	Низковская депрессия	Карстовые источники
Сединский	Правобережье долины р.Сединки	Воронки, котловины
	Дреминская депрессия	Озера, воронки, провалы
	Бурцевская депрессия	Озера, воронки
Мазуевский	Озерная депрессия	Озера, воронки, котловины, провалы, пещеры, источники, карстовая речка
Дикоозерский	Озерная депрессия	Озера (8)
Суксунско-Советинский	Долина р.Советянки	Воронки (156), источники, карстовая речка
	Долина р.Ключи	Источники
	Поле у д.Киселево	Воронки, котловины, озера, болота (43)
Ключевской	Долина р.Иргины	Источники
	Поля воронок на правобережье р.Иргины	Воронки, котловины (более 500)

Одна из главных рек исследуемого карстового района – река Иргина. Карст правобережья р. Иргины связан с выщелачиванием гипсов и ангидритов поповской свиты. Ключевской участок насчитывает более 500 воронок, карстовых озер и блюд. Развитие карстовых процессов на Ключевском участке осложнено гидродинамической обстановкой. На Уфимском плато мощность зоны водообмена достигает 300 м, здесь, в песчаниках встречены минеральные лечебно-столовые воды сульфатно - кальциевого состава. Они имеют минерализацию до 5 г/л. На территории курорта «Ключи» они вскрыты

скважиной и используются для лечения с 1992 г. В восточной части Ключевского участка развиты пресные гидрокарбонатные кальциевые воды в песчаниках и сульфатно- кальциевые воды в местах гипсового карста. В долине р. Иргины выходят многочисленные источники вод. Разгрузка карстовых вод около с. Ключи настолько велика, что ведет к возрастанию расхода воды в р. Иргине. На территории с. Ключи происходит разгрузка карстовых вод Уфимского вала и частично Уфимско- Соликамской впадины в виде множества родников и фильтрации воды через речные отложения. В районе происходит также смешение гидрокарбонатных и сульфатных вод. В последнее время в районе курорта «Ключи» активизировались карстовые процессы, которые оказывают негативное влияние на хозяйственную деятельность, поэтому на правобережной части р. Иргины были выполнены предварительные геофизические изыскания. Их целью было обнаружение, оконтуривание и картирование выявленных карстовых полостей, зон очагов разгрузки вод вблизи гидросооружений курорта.

2. Поверхностные карстовые формы

В Кишертском районе поверхностные формы карста представлены карстовыми озерами, воронками, блюдцами. Дно и склоны воронок иногда осложняют поноры.

Непосредственно вс. Усть-Кишерть выявлено 125 карстовых воронок, в том числе карстовые озера.

Форма воронок овальная, реже круглая. Встречаются сдвоенные воронки (оз. Провал, оз. Восьмерка, оз. Восточное Березинское).

Размеры воронок колеблются в больших пределах. Основное количество воронок (96) - имеет глубину до 2 м, меньшее число (11) - до 6 м, причем эти

воронки расположены главным образом на II и III террасах. Глубину более 2 м имеют почти все воронки и котловины карстовых озер.

Для всей территории в целом и по террасам выделяется не менее 2-х интервалов преобладающих размеров воронок, что связано с развитием карста не только в сульфатных, но и в карбонатных отложениях. Для карбонатного карста характерны воронки меньших размеров.

В зависимости от размера поперечника (диаметра) воронки подразделяются на: небольшие (менее 5 м), обычные – наиболее распространенные (5-25 м), большие (25-50 м), очень большие (более 50 м); по глубине: мелкие (менее 1 м), обычные (1-5 м), глубокие (5-10 м), очень глубокие (более 10 м).

Согласно данной морфометрической классификации для села Усть-Кишерть характерно преобладание по диаметру обычных воронок (50 штук), в меньшей степени развиты большие воронки (39 штук), по глубине – мелкие (54 штуки) и (52 штуки) обычные.

По отношению глубины воронок к их диаметру выделяют следующие морфологические типы воронок:

Конусовидная 1к 5

Чашевидная 1к 5 – 1к 10

Блюдцевидная 1к 11 – 1к 50

В целом для с. Усть-Кишерть характерны блюдцевидные воронки – 72, чашевидные встречаются реже – 37, остальные конусовидные – 13.

Склоны воронок большей частью задернованы, в некоторых воронках и на оз. Провал видны следы оползания склонов, причем причины оползания принципиально различны. Если в некоторых воронках – это результат

активного карстового процесса (наблюдается рост воронки и увеличение в размерах), то в оз. Провал происходит эрозия берегов.

На дне воронки, расположенной в протоке между озерами Кислое и Оброчное, вытекал восходящий источник. После провалов 1949 года воронка превратилась в поглощающую. В настоящее время протока существует.

Наибольшие глубины и размеры воронок характерны для карстовых озер. На исследуемой территории выявлено 18 карстовых озер и выделяют несколько морфологических типов озерных котловин, приуроченных к разным элементам рельефа.

По происхождению котловин озера Кишертского карстового района подразделяют на группы:

1) Крупные озера в углублениях дна карстовых депрессий. Обычно они расположены группами или цепочками. Нередко весной они соединяются между собой.

2) Одиночные озера в воронках на дне и склонах карстовых котловин. Они имеют меньшие размеры по сравнению с предыдущими. В зависимости от положения дна котловины и стадии развития питание озер первых двух групп может быть атмосферным, подземным и смешанным.

3) Озера в карстовых воронках на террасах и склонах речных долин. Площадь и глубина их небольшие. Питание преимущественно атмосферное.

4) Озера в воронках на низких аккумулятивных террасах. Площадь их невелика, но глубина у некоторых достигает 20м. Питание их смешанное, со значительной долей грунтовых и карстовых вод.

5) Озера в воронках, осложняющих древние старицы. Они имеют большие размеры. Питание смешанное.

Озеро Среднее Березинское округлой формы с размерами зеркала воды, изменившимися от 40х50 м (1978 г.) до 29,5х29,5 м (2017 г.). Берега пологие. Раньше оно было глубже, глубина достигала 2 м. Сейчас озеро полностью промерзает зимой, толщина льда составляет 0,75 м и почти пересыхает летом. Южный склон завален бытовыми отходами. Раньше озеро соединялось с оз. Западным Березинским. В 1973 г. Между озерами насыпали дорогу, и сейчас озера не соединяются даже весной.

Озеро Восточное Березинское в 1978 г представляло собой два небольших озерка круглых в плане, соединенных узким перешейком. На сегодняшний день форма в плане округлая. Параметры озера следующие: 37,5х35,5 м, средняя глубина 2,1 м, максимальная – 2,7 м, питание озер атмосферное. Юго-восточная часть озера заболочена, почти полностью заросла ивой, засорена строительным мусором. В 1949 г все три Березинских озера соединялись в весенний период. Сейчас этого не происходит.

Озеро Провал образовалось в большом провале 1949 г. Сначала провал представлял собою 2 воронки разных размеров, разъединяющихся небольшой перемычкой. Затем перемычка разрушилась, и образовалось одно озеро неправильной формы, которое сохранилось и сейчас. При образовании провал заполнился водой. В 1949 г. озеро было глубже, чем сейчас (3,69 м.). В данный момент озеро округлой формы в плане. Контур извилистый, склоны очень крутые, отвесные, задернованы, высотой до 5,5 м. Вдоль берегов растут камыш и ива. Зеркало воды имеет размеры 45,5х39,4 м. Ещё в 1968 г в западной части озера били ключи, и вода была чистой, приятной на вкус, а уже в 1978 г. стала пахнуть сероводородом, особенно зимой.



Фото1 озеро Провал, август, 2019

Группа воронок в районе озера Провал существенно изменилась с 1978 г по своей морфологии: диаметр и глубина воронок уменьшились соответственно с 18-48 м до 2-12 м и с 1,5-2,5 м до 1-2 м. Воронки ежегодно засыпаются ветками, травой, а также частично заполнены металлическим хламом и бытовыми отходами.

Здесь же находится овальная воронка с размерами 20х25 м чашеобразная глубиной 8,0 м с крутыми задернованными и залесенными бортами. Полностью завалена бытовыми отходами.

По данным прошлых лет воронка круглая в плане, диаметром до 25 м с симметричными и довольно крутыми склонами, высота которой составляла 5,3 м. За последние десятилетия воронка просела на 2,7 м, сейчас её высота 2,5 метра.

В огороде одного из домов вблизи оз. Провал находится не менее интересная воронка округлая в плане, размеры 25,0х28,0 м. Склоны воронки пологие, задернованы, высотой до 1-1,5 м. Дно воронки заболочено, летом вода высыхает.

Озеро Кислое расположено на левом берегу р.Кишертки в 30 м от нее, что составляет на 10 м больше по сравнению с данными прошлых лет. В настоящее время активно протекает процесс заболачивания. С 1978 г форма в плане изменилась от округлой с диаметром зеркала 55 м до овальной с размерами 25х60 метров. Из болотной растительности преобладают осока и ряска, которая покрыла почти всю поверхность озера, хотя ранее вода в озере была подернута ряской только около берегов. Высота берегов озера практически не изменилась и составляет 6,5-7,0м.



Фото 2 озеро Кислое, август 2019

Озеро Восьмерка представляет собой две воронки, соединенные перешейком. В плане озеро напоминает восьмерку, простирающуюся с ЮЗ на СВ. Размеры зеркала изменились с 18х20 и 5х8 м до 16х19 и 16х19,5 м. Максимальная глубина озера 6,25 м в одной воронке и 2,40 м в другой, на перемычке – 0,58 м. Берега озера пологие, задернованные, юго-восточный берег засыпан мусором. Еще в 1968 г берега озера были более крутыми, а само озеро более глубоким. Вода в озере была чистой, а сейчас она имеет сероводородный запах. Вода как бы «кипит», это особенно заметно зимой. Следовательно, происходит разгрузка подземных вод в озеро.

К востоку от оз. Кислое (через дорогу) располагается озеро Молебное. В 1978 году озеро было круглым в плане, диаметр его составлял 112м с крутыми задернованными берегами, высота которых достигала 8,0-8,5 м.

Вода была прозрачной и использовалась в питьевых целях. Питание озера происходило за счет атмосферных осадков и разгрузки подземных вод, поскольку зимой на озере образовывалась незамерзающая полынья.

В настоящее же время форма озера в плане округлая с размерами 100х150м, максимальная глубина в марте 2017 г – 18,29 м., а в июле 2017 г составила 17,6

м Берега довольно крутые, задернованные.



Фото 3. Озеро Молебное, август, 2019

В июле 2017 года по программе изучения карстовых озер Института карстоведения и спелеологии было исследовано оз. Молебное. Был проведен комплекс полевых работ, в него входили: гидрометрия, гидрохимия и исследование термики озера. Сопоставив данные 1597-1959 гг. и современные данные 2017 г., удалось проследить динамику развития озера.

Сопоставляя химический состав атмосферных осадков, подземных вод и карстовых озер выделяют преобладающий источник питания для отдельных озер: оз. Молебное – грунтовые воды + атмосферные воды; оз. Яма – грунтовые воды + атмосферные воды; оз. Зуевское – карстовые.

Условия питания карстовых озер изменяются по сезонам. Летом увеличивается роль атмосферных осадков, а зимой, когда озера покрыты льдом - подземных вод.

В последние годы происходит уменьшение размера и глубины карстовых озер и воронок в результате заиления и техногенных факторов.

По склонам логов иногда в карстовых воронках наблюдаются свалки бытовых и технических отходов – мусор, котельный шлак, металлолом, древесные остатки, щебень, иногда перемешанный с глиной или суглинком. Именно вследствие такого вмешательства человека воронки в центральной части поселка уменьшаются по своим параметрам, чего нельзя сказать о воронках, находящихся за пределами населенного пункта. По мере накопления осадков и заболачивания котловины озер теряют связь с подземными водами, вследствие чего возрастает роль атмосферных осадков в их питании, что сопровождается уменьшением минерализации вод и относительно высокой температурой на глубине (озера Среднее и Восточное Березинские, Кислое). И наоборот увеличение минерализации и понижение температуры с глубиной свидетельствуют о подземном питании озер (озера Провал, Молебное, Восьмерка).

3. Подземные карстовые формы

К подземным карстовым формам, встреченным в Кишертском карстовом районе, относятся пещеры и карстовые полости.

По обнаженности и характеру покровных отложений Кишертский карстовый район относится к району с преимущественно закрытым типом карста, где над карстовыми полостями залегают коренные некарстующиеся (песчаники, глины, мергели и др.) отложения.

Значительные мощности неоген-четвертичных отложений закономерно наблюдаются над полостями больших размеров. Так вскрыты карстово-обвальные отложения мощностью 66 м над полостью и высотой до 30 м. Это отразилось и в рельефе.

На данном участке развита карстовая котловина, объединяющая древнюю воронку и оз. Восьмерку. Наблюдается увеличение мощности карстово-обвальных отложений на более древней III террасе до 46 м, вскрытая мощность карстово-обвальных отложений составила 87 м.

Здесь происходит формирование карстовой брекчии, полоса которой протягивается вдоль восточного крыла Уфимского вала и имеет ширину местами до 2 км (К.А. Горбунова, 1960).

В карстово-обвальных отложениях происходит и продолжается выщелачивание пород.

Размеры полостей в карбонатах изменяются от 0,5 до 14 м. Увеличение размеров полостей в карбонатах происходит, очевидно, за счет прослоев сульфатных пород, подтверждением тому может служить наличие в полостях щебня, гипса и ангидрита. Карбонатные породы карстуются в меньшей степени, чем сульфатные породы, но они, имея значительную мощность от 20 до 45,5 м, способствуют росту полостей огромных размеров, выполняя роль свода, сдерживающего обрушение пород в полость. Примером может служить образование озер Молебное и Провал.

Сульфатные породы, в основном залегают под коренными породами, известняками, доломитами, мергелями, пермскими глинами на разных глубинах от 14,5 до 85,5 м.

Сульфатные породы являются наиболее карстующимися. Так, из 53 полостей и ослабленных зон, вскрытых скважинами, 31 полость приурочена к сульфатным породам.

Причем, полости в сульфатных породах отличаются большими, чем в карбонатных отложениях, размерами, достигающими 31,7 м в высоту.

В.З. Хурсик и В.И. Костицын по Вишерско-Чердынскому району и Косьвинско-Чусовской седловине дают две абсолютных отметки максимального распространения полостей, равные 85 м и 105 м. Такая «этажность» объясняется колебаниями земной поверхности. (Результаты получены при обработке данных методом математической статистики, где карстовая полость бралась за точку, привязанную по отметке подошвы полости).

Как видно из вышесказанного, одна из абсолютных отметок, полученных по крупным регионам, составляет 35 м. На этой отметке наблюдается максимальная встречаемость карстовых полостей, она входит в наш интервал максимума развития полостей – 80-90 м.

Такая же зависимость наблюдается в распределении незаполненных и частично заполненных полостей.

Четко выделяется закономерность в увеличении размеров полостей с глубиной. Образование полостей на глубине связано с выщелачиванием сульфатов агрессивными подземными водами зон горизонтальной и сифонной циркуляции, движущимися с Уфимского вала к области разгрузки. Движению подземных вод с Уфимского вала способствует развитая система разрывных нарушений.

Таким образом, на территории Кишертского района развит карбонатно-сульфатный, возможно, и соляной (в линзах и прослоях солей) типы карста.

Наиболее карстующимися являются сульфатные породы, размеры полостей в которых достигают 30-31,7 м. Закарстованность пород уменьшается с глубиной, с глубиной же увеличиваются размеры полостей, что связано с воздействием пресных вод зон горизонтальной и сифонной циркуляции.

Развитие полостей идет, очевидно, главным образом, в вертикальном направлении по системе трещин при выщелачивании пород напорными водами зоны сифонной циркуляции. Это подтверждается и другими данными.

Обычно, на участке крупных карстовых воронок, под последними наблюдается значительная мощность карстово-обвальных отложений.

Наличие слаборастворимой толщи карбонатных пород, способной задерживать обрушение покровных отложений в полости, а также воздействие пресных вод вышеуказанных зон способствует образованию провалов больших размеров. Наибольшая закарстованность сульфатных пород наблюдается в западной части исследуемой площади. В центральной и восточной частях уже не встречаются полости огромных размеров и формирование полостей происходит на более высоких отметках. Очевидно, это связано с тем, что агрессивные воды, движущиеся с Уфимского вала, быстро насыщаются на коротком отрезке пути и уже не воздействуют на сульфаты. На развитие карста на этом участке, возможно, влияет зона поддолинной циркуляции, здесь же отмечается высокая кровля сульфатных пород.

Менее карстуются карбонатные породы, в которых вскрыто 19 полостей высотой от 0,5 до 14 м. Полости формируются на более высоких абсолютных отметках, главным образом, более 60 м, под влиянием в основном вод зоны горизонтальной циркуляции. Скорость насыщения подводных вод в карбонатах меньше, чем в сульфатах (К.А.Горбунова, 1977). Этим объясняется то, что полости в карбонатах значительно развиты в восточной части территории.

Четко прослеживается взаимосвязь подземного карста и поверхностных карстопроявлений.

Так, в районе где развита мощная пачка сульфатных отложений (вскрытая мощность до 108 м), которые интенсивно выщелачиваются водами, поступающими с Уфимского вала, и в настоящее время наблюдаются деформации земной поверхности.

Для этого участка характерно развитие полостей огромных размеров 17-19 и до 30 м и наличие карстово-обвальных отложений большой мощности от 23,5 м до 66 м.

Не меньший интерес представляют пещеры, которые расположены в Кишертском карстовом районе (рис. 6).

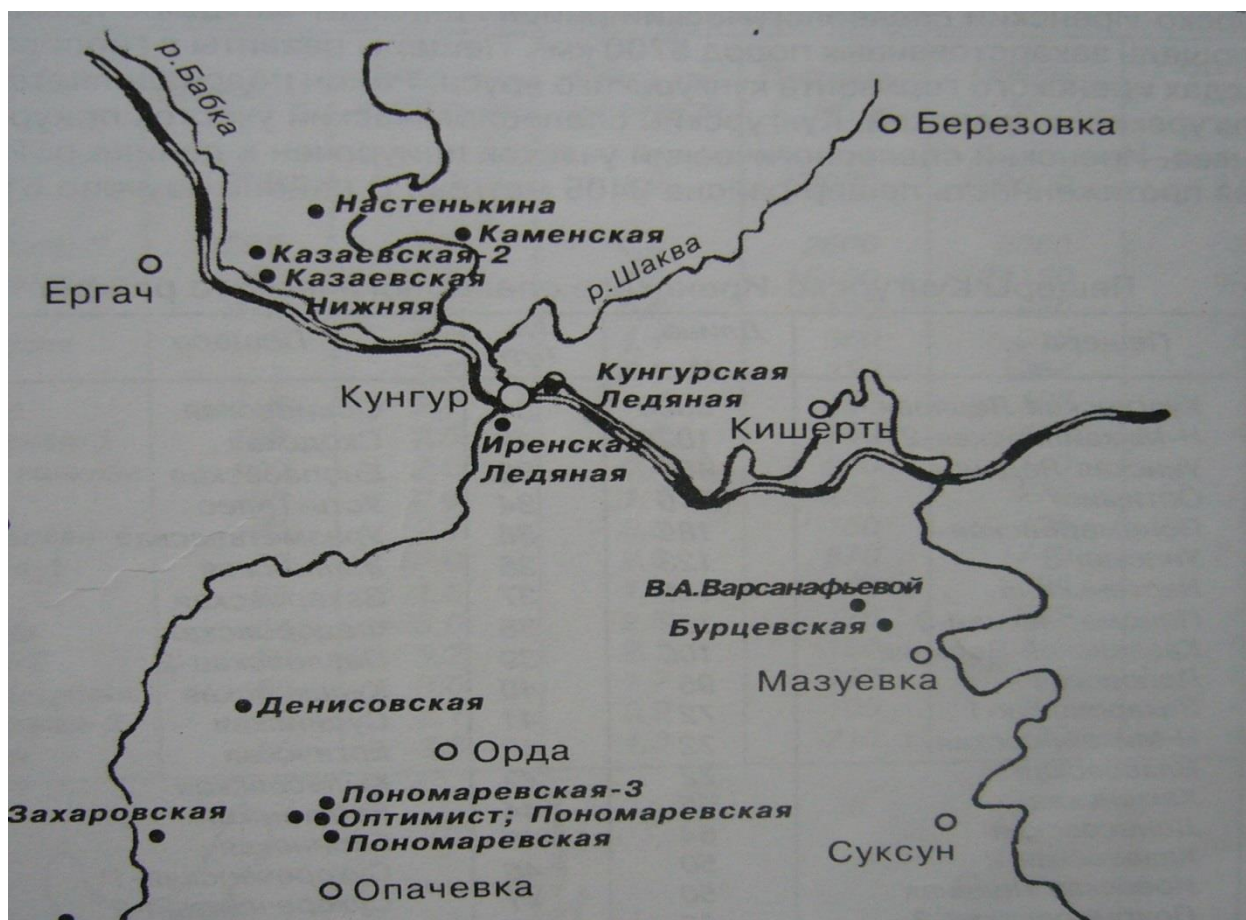


Рис. 7. Схема расположения пещер Кишертско-Суксунского района.

Из 7 пещер в гипсах и ангидритах, реже доломитах, наибольшей является пещера Варсанофьевой (Мазуевская, Бурцевская, Под Камнем, Белый Камень, Волчья Яма). Она находится в 4 км к западу от д. Мазуевка, в северо-западной части депрессии, в провальной карстовой воронке «Волчья Яма» .

Вход в пещеру открывается в основании 15-метрового скального обнажения северо – восточного склона воронки метровым отверстием между скалой и глыбовой осыпью. Сразу от входа начинается обрыв глубиной 12 м, имеющий в верхней и нижней части расширения в виде гротов. Протяженность пещеры 200 м. По-видимому, пещера является остатком системы крупных полостей, образованных растворяющей деятельностью подземного ручья и вскрытой провалом, произошедшим над одним из гигантских гротов. До прокладки газопровода существовали еще две доступные для человека части этой системы- пещеры Варсанофьевой-3 (Озеро) и Варсанофьевой-2.

Вход в первую пещеру находился на самом дне «Волчьей Ямы» под нависающей восточной стеной высотой 45 м. Протяженность пещеры составляет около 50 м. В настоящее время вход в нее перекрыт толщей глины, принесенной со стороны газопровода тем же подземным потоком.

Вход во вторую пещеру открывался в воронке-поноре в 100 м к юго- востоку от «Волчьей Ямы». Пещера имела протяженность 66 м и представляла собой низкий слегка наклонный коридор с глыбами гипса, покровным льдом и следами водотока (галька, глина, сухие ветки) на дне, заканчивавшийся горизонтальной обводненной трещиной. В настоящее время пещера полностью заилена глинистыми наносами со стороны газопровода.

Можно предположить, что система подземных полостей продолжается и дальше - в сторону двух больших карстовых воронок. Очевидно, что в настоящее время рост Мазуевской депрессии происходит преимущественно в этом же северо-западном направлении по схеме: подземный ручей- карстовая

воронка с подземной полостью-провал над полостью-воронка с понором ручья-карстовая котловина. Гипсовый массив постепенно разрушается, оставляя широкую долину с котловинами и скальными выходами. В наиболее низких местах, на дне котловин, возникли карстовые источники, питающие озера. Один из таких источников вблизи озера Малого берет начало из пещеры «Горенка», обнаруженной в 60-х годах. Пещера имела значительную протяженность (не менее 100 м) и большой объем пустот. Выше этой пещеры, у подножья гипсовых скал северного склона депрессии, находится вход в еще одну пещеру, Кристальную. В ее стенках встречаются включения монокристаллического пластинчатого гипса («марьино стекло»), а потолок покрыт кристаллами льда. Протяженность ее 15 м.

Таким образом, в Мазуевской карстовой депрессии на небольшой площади сосредоточено несколько разнотипных пещер, представляющих определенную научно-познавательную ценность. Остается сожалеть, что некоторые из них фактически уничтожены человеком.

Выводы:

1. В Кишертском районе наблюдается динамика появления карстовых провалов, поэтому без комплексных исследований данной территории её развитие может привести к экологической катастрофе.

2. При проведении исследования решены все заявленные задачи, и выдвинутая гипотеза нашла своё подтверждение: в Кишертском карстовом районе наблюдается повышенная активность карста с различным характером проявления.

Заключение

Данная работа посвящена изучению особенностей Кишертского карстового района. При написании работы особое внимание было уделено развитию карстового процесса, широко распространенного в данном районе преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста.

По обнаженности и характеру покровных отложений Кишертский карстовый район относится к району с преимущественно закрытым типом карста, где над карстовыми полостями залегают коренные некарстующиеся (песчаники, глины, мергели и др.) отложения. А также встречаются участки, где развитие подземного карста происходит под аллювиальными отложениями – перекрытый (подаллювиальный или камский) тип, где карстовые полости были вскрыты эрозией и перекрыты речными отложениями.

Карстующиеся породы (гипсы и ангидриты) залегают под аллювиальными и делювиальными отложениями. В Кишертский район входит пойма, I, II и III левобережные террасы р.Сылвы и долина р.Кишертки. Интенсивный карст и провалообразование связаны с подтоком пресных вод со стороны Уфимского вала по нарушенным трещиноватым зонам или литологическим контактам.

По результатам полевых исследований, включающим карстологическое обследование территории, буровые и геофизические работы, гидрометрические промеры карстовых озер и в ходе переработки, систематизации и обобщения фондовых данных, были получены сведения о поверхностных и подземных проявлениях карста.

В Кишертском районе наиболее широко распространены поверхностные формы, представленные карстовыми озерами, воронками, понижениями. Дно и склоны воронок иногда осложнены понорами. По мере накопления осадков и заболачивания, котловины озер теряют связь с подземными водами, вследствие чего возрастает роль атмосферных осадков в их питании. Это сопровождается

уменьшением минерализации вод и относительно высокой температурой на глубине (озера Среднее и Восточное Березинские, Кислое). И наоборот, увеличение минерализации и понижение температуры с глубиной, свидетельствуют о подземном питании озер (озера Провал, Молебное, Восьмерка). В последние годы отмечено уменьшение размера и глубины карстовых озер и воронок в результате заиления и техногенных факторов.

На территории района также встречены подземные карстовые формы: пещеры (Варсанофьевой и др.), карстовые полости.

Водоносный горизонт карбонатных отложений разделяется на концентрированные потоки, направленные к местам разгрузки вдоль наиболее трещиноватых и закарстованных зон и по контактам разнородных пород.

Воды зон горизонтальной и сифонной циркуляции Уфимского вала разгружаются в виде нисходящих и восходящих источников и путем фильтрации в аллювий, карстовые брекчии, трещиноватые выветрелые сульфатные отложения. Питание вод происходит за счет атмосферных осадков и подпитки карстовыми водами, так как на данной территории имеет место подземная разгрузка карстовых вод в аллювий в результате отсутствия выдержанных водоупоров. В местах подтока карстовых вод возрастают водообильность и минерализация, изменяется состав подземных вод.

С. Усть-Кишерть является участком современного активного развития карста, что требует постановки комплексного карстологического мониторинга на данной территории.

Библиографический список
Опубликованная литература

1. Андрейчук В.Н., Горбунова К.А., Минькевич И.И., Лавров И.А. Изучение уральских пещер: Доклады 2-й и 3-й конференций спелеологов Урала. Пермь-1992.
2. Гаев А.Я., Минькевич И.И. Особенности развития сульфатного карста в Пермском Прикамье// Гидрогеология и карстоведение вып. 15/ Издательство ПГУ. Пермь – 2004.
3. Горбунова К.А. К характеристике ключевского участка Кишертско-Суксунского карстового района// Доклады геологического факультета. Ученые записки, том 14, вып. 1/Пермский государственный университет. Пермь – 1959.
4. Горбунова К.А. Карстовые озера Пермской области// Гидрогеология и карстоведение вып. 2/ Издательство ПГУ. Пермь-1964.
5. Горбунова К.А. Морфология и гидрогеология гипсового карста. Пермский Государственный университет. Пермь – 1979.
6. Горбунова К.А. Озера гипсового карста// Гидрогеология и карстоведение вып. 1/ Издательство ПГУ. Пермь – 1962.
7. Горбунова К.А. Особенности гипсового карста. Пермское книжное издательство. Пермь – 1965.
8. Горбунова К.А. Особенности рельефа Кишертско-Суксунского карстового района// География Пермской области вып. 1/ Издательство ПГУ. Пермь, 1962.

9. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермский государственный университет. Пермь, 1992.

10. Минькевич И.И., Ощепков А.А. Исследование озера Молебного с.Усть-Кишерть// Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф./ Перм. ун-т.-Пермь, 2007. С. 229-232.

11. Ященко Р.В. Гидрохимическое районирование карстовых озер// Гидрогеология и карстование Пермского приуралья// Гидрогеология и карстование, вып. 9/ Издательство ПГУ. Пермь, 1981. С.90-101.

Фондовая литература

12. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте «Водоснабжение с.Усть-Кишерть» – Пермь, ВерхнекамТИСИЗ, 1985.

13. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте Инженерная защита от затопления пгт. Усть-Кишерть – Пермь, Пермгипроводхоз, 2005.

14. Отчет на тему: «Мониторинг закарстованных территорий Пермской области» по объекту пгт. Усть-Кишерть. Пермь, ПГУ, 2007.