

**М.П. БОРТНИКОВ**

# **КАРСТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Самара**  
**Самарский государственный технический университет**  
**2012**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Ка ф е д р а «Геология и геофизика»

М.П. БОРТНИКОВ

# КАРСТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Самара  
Самарский государственный технический университет  
2012

Печатается по решению редакционно-издательского совета СамГТУ

УДК 551.44

Б 83

**Бортников М.П.**

**Б 83 Карст Самарской области:** Монография / *М.П. Бортников.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 183 с.: ил.

ISBN 978-5-7964-1534-4

Дана карстологическая характеристика Самарской области. Рассмотрены следующие вопросы: история самарского карстоведения, основные условия развития, классификация, морфология, районирование карста, различные виды его проявлений и их влияние на хозяйственную деятельность человека.

Монография предназначена для специалистов – геологов и гидрогеологов, геологов-нефтяников. Может быть использована в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям «Гидрогеология и инженерная геология» и «Прикладная геология».

Рецензент канд. геолого-минерал. наук В.В. Гусев

УДК 551.44

Б 83

ISBN 978-5-7964-1534-4

© М.П. Бортников, 2012

© Самарский государственный  
технический университет, 2012

## ВВЕДЕНИЕ

**Карст** – это геологический или инженерно-геологический процесс (и связанные с ним явления), развивающийся в результате воздействия воды на растворимые в данной обстановке горные породы.

**Карстование (карстология)** – наука геолого-географического цикла, изучающая современный и древний карст, условия его проявления, закономерности распространения в земной коре, практическое значение. Подразделяется на общее, региональное и специальное карстование.

**Общее карстование** изучает содержание и историю карстования, условия и факторы развития карста, типологию карста, поверхностные и подземные карстовые формы, микроклимат и отложения карстовых полостей, геоморфологию, гидрологию, полезные ископаемые карста, методику изучения карста, его практическое значение, дает понятие о карсте и псевдокарсте.

**Региональное карстование** изучает карст платформенных и складчатых областей земного шара и отдельных стран, а также особенности развития карста в разных высотных зонах и климатических поясах Земли.

**Специальное карстование** изучает карст и методы борьбы с его вредными последствиями при хозяйственном освоении закарстованных территорий.

Предмет карстования изложен в многочисленных публикациях, важнейшими из которых являются монографии Г.А. Максимовича [63], учебные пособия К.А. Горбуновой [32], В.Н. Дублянского и Г.Н. Дублянской [40, 41].

Карст Самарской области изучался многими специалистами, и к настоящему времени накопился огромный фактический материал, разрозненный по многочисленным источникам. В настоящей работе впервые предпринята попытка собрать воедино большинство информации по данному вопросу, чтобы наметить новые пути изучения самарского карстования.



Монография предназначена для специалистов геологов и гидрогеологов. Однако вопросы, поднимаемые в данной работе, интересуют и других специалистов. В частности, палеокарстовые проявления интересны геологам-нефтяникам в связи с поисками углеводородов, а проявления современного карста волнуют разработчиков в связи с экологическим обустройством нефтегазовых месторождений. Кроме того, монография может быть использована в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям «Гидрогеология и инженерная геология» и «Прикладная геология». Она может служить дополнительным учебным материалом для самостоятельной работы при изучении предметов «Общая геология», «Гидрогеология» и «Геология нефти и газа».

# 1. ИСТОРИЯ КАРСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самарский край давно известен как территория, где распространены различные карстовые формы.

Пещеры были известны местному населению с древнейших времен, о чем свидетельствуют археологические раскопки на Самарской Луке и в Сокольных горах [3, 20, 21].

В географических названиях региона присутствуют спелеонимы: пос. Печёрское в Сызранском и гора Печора в Волжском районе.

Самарский фольклор изобилует преданиями и легендами, в которых упоминаются пещеры Самарской Луки, как «обитатели пещерных старцев», как «места захоронения сокровищ Стеньки Разина и его сподвижников» [43, 98, 96]. Собиратели устного народного творчества отмечают предания о пещерах, расположенных в среднем течении реки Сок [46].

Тема изученности карста не раз поднималась в печати. Первая попытка проследить историю изучения карста Самарской области была предпринята А.И. Отрешко в 1961 г. [82]. А.В. Ступишиным [123] она была развернута до территории всего Среднего Поволжья. Дополнением к персоналиям карстоведов послужила карстово-спелеологическая изученность [15]. Оригинальным дополнением являются работы биологов [67].

Обзор литературных источников позволил нам выделить пять основных периодов в истории изучения карста Самарской области.

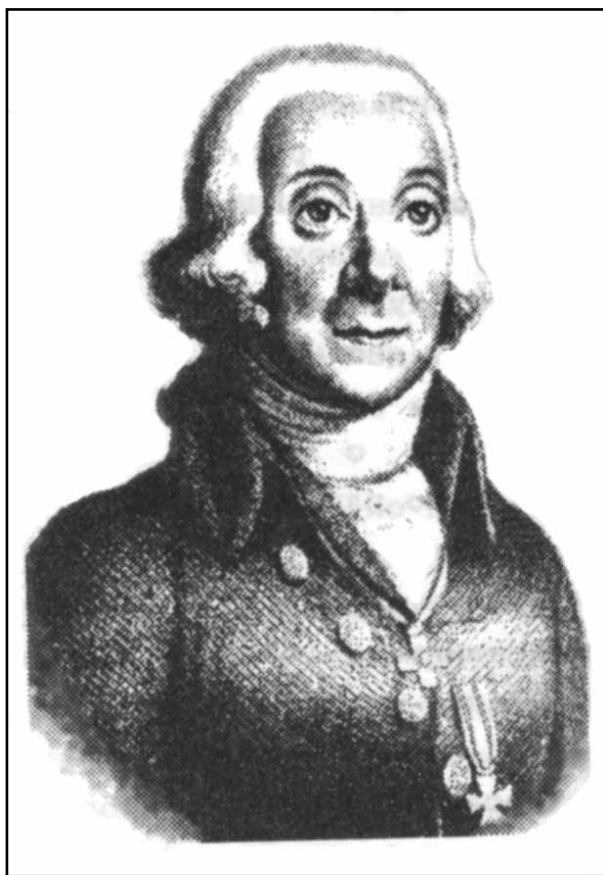
I. Период первых упоминаний о карстовых явлениях и пещерах во время проведения академических географо-геологических экспедиций конца XVIII века.

II. Период попутного и детального исследования карста при геологическом изучении и краеведческих описаний территории в XIX – начале XX века.

III. Период детального изучения карстовых явлений и попутного описания пещер во время инженерно-геологических изысканий, свя-

занных со строительством Куйбышевской ГЭС (1930 – середина 60-х годов XX века).

IV. Период активного сбора спелеологической информации и обобщающие работы по карсту (середина 60-х – конец 80-х годов XX века).



*Рис. 1.1. Пётр Симеон Паллас*

V. Современные карстологические исследования (начало 90-х годов XX века – наше время).

Первые упоминания о проявлениях карста и наличии пещер на территории, которую сейчас занимает Самарская область, мы находим в трудах известных географов-путешественников П.С. Палласа (рис. 1.1) и И.И. Лепёхина [61], относящихся ко второй половине XVIII века. В путешествиях по Среднему Поволжью они отмечали карстовые явления у села Печёры, закарстованную долину оврага Сухая Брусяна на Самарской Луке [61, 83]. Описаны

карстовые явления близ Самары: «... Уповательно, что снеговая вода, в иных местах подземное течение имеющая, вымывает помалу находящуюся в горе между гипсовою опокою землю, и напоследок подмытый верхний слой земли проваливается...» [83]. Интересны описания двух пещер в районе Сокольных гор, одна из которых сопоставляется с пещерой Братьев Гриве: «...Другая пещера находится на сажень выше в горе и около 15 саженей в южную сторону, на весьма крутом и глинистом скате с большим и малым отверстием в южно – южно-западную сторону. Она шириною до двух саженей. Из переднего около сажени глубокого свода простираются неровные низкие своды длиною до 9 саженей в гору; и в оные можно только ползать...» [83].

Следующим этапом в изучении карста является период общего сбора информации о природе самарского края XIX – начала XX века.

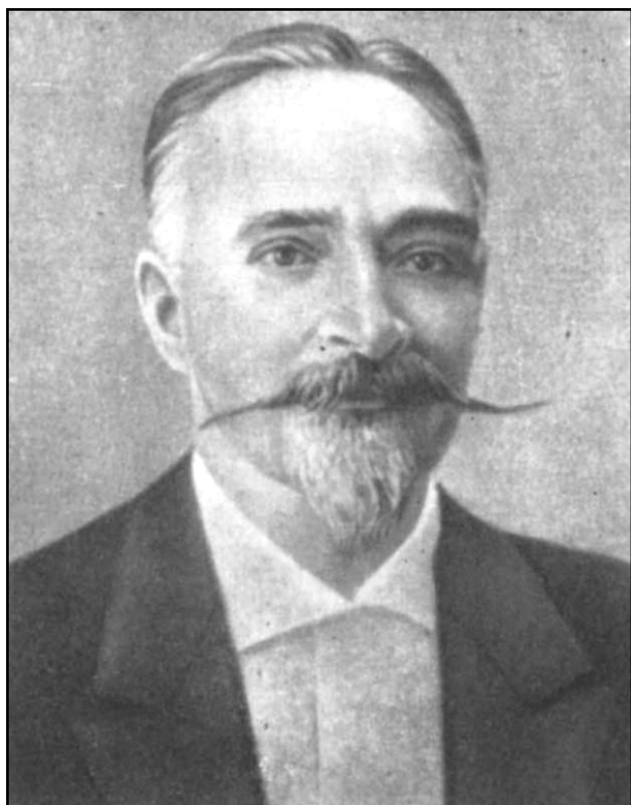
Различные исследователи в своих работах упоминают о выходах на поверхность растворимых пород, карстовых явлениях и пещерах (В.М. Севергин, Фальк, И.Б. Ауэрбах, С.С. Лашкарев, Вагнер, С.Н. Никитин, Ф.В. Духовников, П. Юдин, А.П. Павлов, П.А. Преображенский, Е.В. Милановский и др.).

Кроме ученых, исследовавших эту территорию, интересные описания пещер встречаются у энтузиастов-путешественников. Журналист и писатель И.С. Аксаков в своих письмах зафиксировал посещение пещеры и карстового озера в районе Сергиевска в 1849 г.

В 1860 г. была опубликована заметка о пещере у пос. Алексеевка [22]. Судя по описанию, она сопоставляется с Серной пещерой, заваленной в шестидесятые годы. Низкий вход в подземелье находится на склоне карстовой воронки диаметром 40 и глубиной 15 саженей. Пещера представляет собой коридор протяженностью 30 шагов, переходящий в сужающийся лаз, который далее становится непреодолимым. По дну зафиксированы следы водопроявлений.

В 1893 г. в «Известиях Русского географического общества» появилась статья П.И. Кротова [56]. Он описал район урочища Елгуши на Самарской Луке. Здесь находится карстовое озеро длиной 100 саженей и глубиной 2 аршина. К северо-западу расположена система провалообразных котловин эрозионного происхождения заложенных по направлению трещиноватости пермских известняков.

В 1911 г. горный инженер М.В. Сергеев проводит подробное изучение пещеры Серноводская. За узким входом на дне воронки расположено большое пространство, из которого отходят несколько узких трещин в разных направлениях. Исследователь прошел более 50 сажен, на сколько хватило веревки. Отмечено, что полость заложена в гипсах. Выделено две системы пещерообразующих трещин. Сделаны описания отложений, гидрологических условий, посещаемости, определена температура воздуха в пещере и на поверхности. Сделано заключение о происхождении: «...такие большие нарушения в на-



*Рис. 1.2.* Михаил Эдуардович  
Ноинский

пластованиях, такие разрывы и обрушения возможны только от воздействия огромного количества воды на легко растворимые и разлагаемые гипсы. Обогатившись минеральными солями, воды эти не застаиваются, а, подчиняясь уклонам пород, скатываются по пустотам гипсовой толщи и попадают в область продолжительной длины» [106].

В 1913 г. итогом исследований профессора Казанского университета М.Э. Ноинского (рис. 1.2) становится монография «Самарская Лука» [73], где кроме

первого подробного изучения геологического строения волжской излучины отмечается ряд карстово-спелеологических объектов. Автор описывает пещеру Богатырь на Липовой поляне (определены костные остатки бурого медведя, найден зуб носорога), пещеру Сосна и трещину с холодным током воздуха на Белой горе, отмечает большое количество воронок неподалеку от села Торновое, источник Вислый Камень, поверхностные формы на Давыдовой горе глубиной до 10 саженей, карстовую воронку близ села Александровка (правильная округлая яма диаметром 20 саженей, глубиной 12-14 саженей с исчезающим озером на дне). Им отмечается безводье водораздельных пространств Самарской Луки, «где лишь изредка наблюдаются небольшие скопления атмосферных, а отчасти, вероятно, и подземных ключевых вод в провальных ямах». Автором монографии впервые были высказаны предположения о происхождении доломитовой муки путем выветривания известковистых доломитов при действии на них вод, растворяющих кальцит породы и оставляющих труднее раство-

римые зерна доломита [72]. Большим событием в карстоведении стала публикация статьи о происхождении брекчевидных доломитов (карстовой брекчии) [72], часто встречаемых в районе Самарской Луки. Отложения большей частью распространены на границе нижней и средней перми. Автор изучает петрографический и химический состав пород, определяет их пространственное и стратиграфическое положение. Ноинский впервые делает вывод, что эти породы образовались в конце палеозоя благодаря обвалам кровли пещер, которые, в свою очередь, обязаны своим появлением процессу выщелачивания гипса.

Необходимо упомянуть и работы археологов первой четверти XX века. Общество истории и этнографии при Самарском университете организует экспедицию в пещеру Богатырь, где впервые В. Филоненко выполняет подземные топографические работы. Общество проводит первые результативные раскопки в Братьев Грече [20].

Третьим этапом (1930 – середина 60-х годов XX века) в изучении карста и пещер становятся геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания в связи со строительством Куйбышевского гидроузла и разработкой серных месторождений.

Первоначально место для волжской гидроэлектростанции было выбрано в створе Красная Глинка – Гаврилова Поляна близ устья Сока. В зону затопления должны были попасть закарстованные площади Самарской Луки. После продолжительных исследований для строительства был выбран створ на западном окончании Жигулей в районе Отважного оврага, что позволило оставить в нижнем бьефе большую часть излучины [123].

В 1930-1931 гг. на Самарской Луке работала геоморфологическая партия Гидротехгеоинститута под руководством известного советского географа А.С. Баркова (рис. 1.3). Проводились работы по изучению поверхностных карстовых форм (зарегистрировано свыше 500 разнообразных понорных задернованных воронок с озерами размерами от 1 до 100 м и глубиной от 1 до 20 м и более), в том числе провалов (описаны две формы), ниш, гротов и пещер (подробно описаны



*Рис. 1.3. Александр Сергеевич Барков*

три пещеры Малинового дола, небольшие полости в районе оврага Козьи Рожки, пещера Степана Разина). Изучался весенний сток по оврагам и трещиноватость горных пород. Определялось направление роста оврагов и их отвержков. Проводилось обследование родников. По результатам была составлена схематическая карта распространения карстовых явлений. После оценки условий развития карста (наличие растворимых пород, трещиноватость, климатическую характеристику и влияние растительного покрова) отмечено, что карстовые явления на Са-

марской Луке приурочены к пермским известнякам и доломитам, перемежающимся с прослоями гипса и ангидрита, и сравнительно редко наблюдаются в каменноугольных отложениях. В западной части Луки карст наблюдается в области развития среднеюрских пород, сложенных песками с линзами песчаника, налегающими на пермские отложения. Факторами, благоприятствующими развитию карстовых процессов, являются сильное развитие трещиноватости горных пород и отложения гипса в пермских породах восточной части Луки. В то же время малое количество осадков и неодинаковая сопротивляемость выщелачиванию различных горизонтов каменноугольной и пермской толщи и в горизонтальном, и в вертикальном направлениях, а также, быть может, и лесной покров должны содействовать замедленному темпу карстовых процессов. Юрские песчаные отложения содействуют образованию карстовых форм в силу того, что пески



задерживают в себе и конденсируют атмосферную влагу, создавая ее непрерывное проникновение в нижележащие пермские слои. Но там, где пермские отложения покрыты верхнеюрскими глинами, карстовые воронки наблюдаются как исключение. Формы современного карста выражены воронками, провалами, западинами и блюдцами, пещерами и гротами, а также особыми формами оврагов, представляющих вскрытые воронки. Часто наблюдается линейное расположение карстовых форм, соответствующее направлениям трещиноватости пород. Карст данной территории не является основным рельефообразующим процессом и принимает участие только в формировании микрорельефа. Известняки и доломиты не обнажаются на плакорных участках, а прикрыты почвенным слоем, четвертичными суглинками или юрскими отложениями, поэтому тип карста определен как прикрытый или среднеевропейский [8].

Очередной работой по карсту является сборник, подготовленный сотрудниками Гидротехгеоинститута «Инженерно-геологические исследования для Волгостроя у Самарской Луки за 1929-1932 гг». Книга освещает геологию, геоморфологию и инженерно-геологические условия волжской излучины для выбора варианта строительства ГЭС. Большое внимание авторы сборника уделили изучению карста и трещиноватости карстующихся пород. В представленных очерках отмечается, что направления оврагов в районе отвечают направлениям трещиноватости. Это говорит о том, что главная роль в их образовании принадлежала химическим процессам, а «эрозия шла вслед и по пути коррозии» [4]. Наряду с явлениями современного карста на Самарской Луке зафиксированы проявления древнего доюрского карста (неровности древнего рельефа, заполненные четвертичными и юрскими отложениями на участках у Переволок и Новинок, широкое развитие брекчевидных доломитов по всему побережью) [57, 105]. Массив Самарской Луки характеризуется преимущественно вертикальной трещиноватостью и вертикальной циркуляцией воды. На глубину 150 м ниже уровня Волги прослеживаются закарстованные породы, следовательно, вертикальная циркуляция грунтовых вод ох-



ватывала территорию в геологическом прошлом на значительную глубину [130].

Кроме этого, по результатам исследований Гидротехгеоинститута имеется ряд других обобщающих публикаций [5, 6, 9, 10, 11, 103, 104, 105].

В 40-60-е годы в печати появляются новые статьи по карсту отдельных районов Самарской области и всего Среднего Поволжья. Подземные и поверхностные карстовые формы Самарской Луки отмечает А.А. Успенская [126]. Вопросам детальных химических и петрографических исследований доломитовой муки посвящены публикации Н.В. Соловьёва [109] и Н.В. Родионова [94]. Поступают сообщения о трещиноватости [71] и пористости [45] карстующихся пород, о палеокарстовых проявлениях нижнемезозойского [119, 120] и палеозойского возраста [127, 135].

В.С. Полевой при изучении Волго-Усинского водораздела применил геофизические методы электроразведки (СЭП, ВЭЗ, КВЗ, МЗ, БКЗ) и сейсморазведки (КМПВ). Результаты работ позволили оконтурить и расчленить карстующиеся породы, оконтурить зоны повышенной водопроницаемости, определить рациональный комплекс геофизических методов для изучения карста [84].

Отложения пещер изучались И.М. Грозовым [35, 36] и А.В. Таттаром [124]. На Самарской Луке ими было обследовано 14 навесов и гротов, собрано более 32000 единиц костного материала плейстоцен-голоценового возраста.

Описания карстовых районов Самарской области входят в региональные обобщения Н.А. Гвоздецкого [25], А.С. Баркова [7], Д.С. Соколова [107], А.В. Ступишина [122], Н.В. Родионова [92].

Интересны работы А.Ф. Якушевой [136, 137]. Она отмечает параметры открытых пустот по данным бурения на Самарской Луке. Размеры их составляют обычно 0,3-0,6 м, увеличиваясь до 1-2 м. Изучая геологический разрез, автор отмечает распространение закарстованных пород до глубины 300 м. На основе этого в геологической истории Самарской области выделяется несколько карстовых циклов:

от конца верхней перми до средней юры, после отступления палеогеновых морей до акчагыльской трансгрессии, миндель-рисское время. Современное развитие карста исследователь считает интенсивным. Из проявлений выделяет карстовые воронки с крутыми склонами диаметром 10-30 до 100 м и глубиной 1-15 м, блюдцеобразные воронки диаметром 50-120 м и глубиной 2-6 м, западины диаметром 40-150 м и глубиной 1-2 м.

Нельзя обойти вниманием и труды Г.В. Обедиентовой, посвященные происхождению современного рельефа Самарской



Луки. В частности, автор отмечает, что в доакчагыльское время сплошная закарстованность палеозойских пород оказала влияние на эволюцию рельефа, однако сохранившихся поверхностных форм того времени до сих пор не выявлено [75, 76].

Большой вклад в карстоведение региона внес геолог серного комбината А.И. Отрешко (рис. 1.4). В 1961 г. им был составлен отчет «Карст Куйбышевской области». В нем приводится изученность карста с 1930 по 1956 гг. Геологическая характеристика пород стратиграфически расчленена до ярусов. Выполнено районирование, выделены типы карста по степени перекрытости (голый, покрытый, закрытый, перекрытый) и литологическому составу (сульфатно-карбонатный), определен его возраст. Как одно из проявлений упоминается котловина в районе Алексеевки – Сосновая Яма, на дне которой находится вход в Серную пещеру, где фиксируется «выход сероносных пород в карстовой полости» (Отрешко, 1961). Приложены

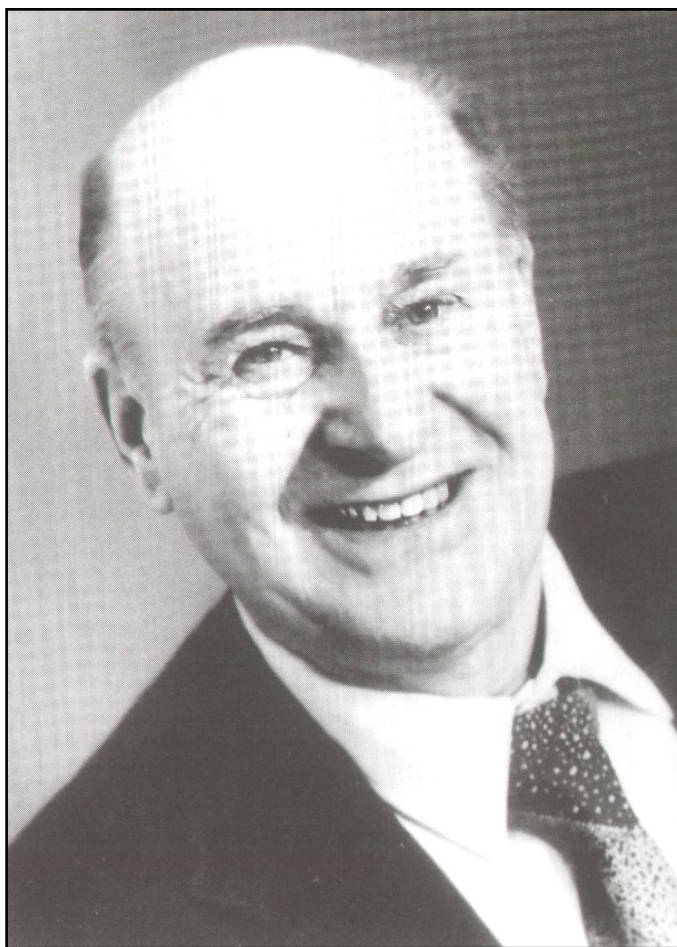
литолого-стратиграфический разрез карстующихся отложений, карта расположения полей карстовых воронок и схематическая карта закарстованности палеозоя. Важным дополнением к отчету является ряд статей, опубликованных автором. При изучении междуречья Сока и Самары отмечена приуроченность поверхностных карстовых форм к слоям стратиграфического разреза, выделенных Н.Н. Форшем [128]. Предлагается типизация карста: типы (гипсово-известковый, гипсово-глинистый, соляно-глинистый) и подтипы (голый, закрытый) [82]. В общих чертах рассмотрены особенности поверхностного и глубинного карста на территории всего Самарского Заволжья. Поверхностные формы не имеют четкой приуроченности к определенным формам рельефа и встречаются как на водораздельных пространствах, так и в долинах рек. Широко распространены воронки диаметром от 10 до 100 м, глубиной 2-40 м. Они группируются в карстовые поля. Имеются карстовые овраги, площадные просадки (полья), воронки, заполненные атмосферными и сероводородными водами, сухие русла и исчезающие реки. Глубинный карст в толще верхнепалеозойских пород представлен карстовыми пустотами, доломитовой мукой, брекчевидными доломитами и известняками. Мощность закарстованной зоны – от 0 до 496 м. Гипсометрия подошвы глубинного карста повторяет структурный план по опорным стратиграфическим горизонтам. Изучив площадное распространение закарстованной зоны, автор вступает в полемику с предыдущими исследователями в вопросах возраста. Связь поверхностного и глубинного карста с погребенными палеодолинами говорит о времени, начавшемся с альпийским орогенезом и продолжающемся до наших дней. Следовательно, возраст карста описываемой территории – неоген-четвертичный [81].

Необходимо упомянуть краеведа М.А. Емельянова – автора ряда путеводителей о Самарской Луке, вышедших в пятидесятых-шестидесятых годах. Автор подробно и интересно описывает природу волжской излучины и попутно отмечает множество пещер и других карстовых форм.

В 1956 г. газета «Волжская коммуна» публикует отчет об экспедиции молодежи в пещеру Братьев Гриве под руководством Ионова. По результатам исследований пещера представляет собой «подземный грот с узким проходом» общей протяженностью 70 м.

Четвертый этап (середина 60-х – конец 80-х годов XX века) связан с началом интенсивных спелеологических исследований. Экспедиции на карстовые массивы организуют краеведы и спелеологи. Производственные и научные организации проводят работы на отдельных практически значимых участках, в том числе наблюдения за развитием карста в бассейне Куйбышевского водохранилища [93]. Описания карста Самарской области входят во многие региональные работы по Поволжью, Русской равнине, СССР, всему миру [26, 27, 30, 80, 116, 117, 118, 132, 134].

Значительный вклад в карстоведение Поволжья внес профессор Казанского университета А.В. Ступишин (рис. 1.5). Среди большого количества опубликованных работ выделяется его монография «Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья» [123]. В книге освещаются основные вопросы теории карстоведения; предлагается геоморфологическая классификация карстовых явлений; показано значение карстоведения для целей хозяйственного освоения территории; рассмотрен комплекс природных условий развития карста и показано его



*Рис. 1.5. Александр Владимирович Ступишин*

влияние на компоненты географического ландшафта; дан анализ поверхностного, подземного и глубинного карста; рассмотрен древний карст и палеогеография карста; дано карстовое районирование территории Среднего Поволжья.

Для территории Самарской области Ступишиным подробно описаны карстующиеся горные породы, рассмотрена их пористость и трещиноватость. Приведены сведения о растворимости и условиях растворения карбонатных пород Самарской Луки. При описании карстовых форм на Самарской Луке и Волго-Усинском водоразделе приводятся сведения по карстовым воронкам (30 конусообразных воронок на Аскульском участке), суффозионно-карстовым воронкам просасывания у кордона Панино, карстовым озерам у п. Аскулы и Елгуши, провалам у п. Александровка. Приводятся краткие сведения о 14 небольших пещерах и гротах между п. Печёрское и Большая Рязань. Описаны карстовые псевдотектонические дислокации в Жигулёвских горах. Большое внимание уделено погребенным поверхностным и подземным карстовым формам Волго-Усинского водораздела (приложены фотографии, планы и разрезы погребенного карстового рельефа, описан состав и результаты споро-пыльцевого анализа глинистого заполнителя палеокарстовых полостей).

В связи с возрастающими объемами промышленного и гражданского строительства становятся актуальными вопросы инженерно-геологических изысканий, проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений в карстовых районах. В первую очередь это относится к территории областного центра. Тематические работы на участках Самары проводили В.А. Зверева, А.И. Ильин. Схема защиты города от опасных инженерно-геологических процессов выполнена в 1985 г. Самарским ТИСИЗом. Характеристика других районов и всей Самарской области отражена в геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических отчетах, подготовленных в Куйбышевской гидрогеологической экспедиции (КГГЭ), институте Средволгогипроводхоз (СВГВХ) Е.А. Никитиным, Н.Н. Соловьёвой, К.А. Давлетшиным, И.В. Кириченко и др.

С середины шестидесятых годов в связи с бурным развитием советского массового туризма и общим развитием спелеологического движения в стране группы энтузиастов-спелеологов на общественных началах начинают исследовать пещеры. Ими, в общем, и выполнена большая часть объема работ по изучению спелеоресурсов Самарской области.

В 1964 г. школьниками под руководством Ю.Н. Кулакова составлен первый известный к настоящему времени план пещеры Братьев Грече и проведено ее описание. Протяженность обследованной части составила 110 м [47].

В 1966 г. создается Куйбышевская спелеосекция «Жигули». Спелеологами В.А. Букиным (рис. 1.6), Е.Н. Дичинским, О.А. Люлюкиной, О. Привольным, А.Г. Бирюковым, И.Г. Алексеевым, А.М. Гурьяновым, Ванюшкиным, Кудряшовым, В.В. Хаустовым, Н.И. Шмельковой, Н.И. Бизяевой и др. обследованы и составлены рукописные отчеты, где приведены планы, разрезы, описания более 40 естественных и искусственных пещер. Работы спелеологов были озвучены на конференциях [17, 18, 19]. Выходят научно-популярные статьи, где приведены дневники экспедиций в пещеры Золотая и Грече [19]. Опубликованы описания с приложением графических материалов по 13 пещерам Жигулей и Серноводской [13, 14].

При участии спелеологов Куйбышевской ГГЭ проводятся работы по учету пещер на территории Нижнего Поволжья.



*Рис. 1.6. Виктор Александрович  
Букин*



Итоги отражены в геологических отчетах Л.П. Шпаткаускас и А.Н. Иванова. Здесь предпринята первая попытка учета всех пещер на территории Самарской области и сделана оценка их возможного хозяйственного использования. В первом отчете собраны сведения разного качества о 52 полостях (44 естественных и 8 искусственных). Приведены краткие упоминания или описания для ряда пещер, приложены планы, разрезы и учетные карточки. Наиболее значительные пещеры выделены в качестве объектов хозяйственного назначения. Во втором отчете оценены к использованию две искусственные пещеры – Бурлак и Верблюд. К ним приложены планы и учетные карточки. Материалы отчетов вошли в «Перечень данных о существующих горных выработках и естественных полостях, перспективных для защиты населения при чрезвычайных ситуациях», составленный в 1993 г., где приведены сведения о 8 объектах Самарской области.

Кроме спелеологов необходимо отметить краеведов, описывающих пещеры и поверхностные карстопроявления: это Я. Вихров, А.С. Захаров, Л.В. Гусева, П. Лупаев, С. Тюрин, С.Д. Лялицкая.

В эти же годы возвращается интерес археологов к пещерам Самарской области. В 1968 г. проводится экспедиция Института археологии АН СССР под руководством [3]. Самарская Лука была покрыта сетью поисковых маршрутов. Обследовано больше трех десятков пещер и навесов. Четыре объекта (Братьев Грече, Шелехметский и Большой Шелехметский гроты, погребенная пещера у Ширяева) были подвергнуты рекогносцировочным раскопкам. В последней обнаружена плейстоценовая фауна, в Грече – стоянка бронзового века [3].

В восьмидесятые годы природоохранительными структурами проводятся работы по выявлению памятников природы. На территории области учтено 29 пещер и карстовых объектов [52, 53].

На новейшем этапе (начало 90-х годов XX века – наше время) производственными организациями Самары продолжают инженерно-геологические изыскания на опасных карстовых участках. Прово-

дятся обследования, горные, буровые и геофизические работы. Составляются отчеты и заключения. В частности, С.Г. Черемных проводит исследования на различных карстовых участках геофизическими методами (ВЭЗ, КВЗ). Работы позволяют расчленять геологический разрез и выделять зоны повышенной закарстованности.

Значительным событием в карстоведении является организация в Куйбышеве всесоюзного совещания («Противокарстовая защита...», 1990 г.). В докладах Г.А. Дружинина, Г.П. Булановой, А.Г. Головина, Р.С. Зиангирова и других отмечается назревшая необходимость организации карстового мониторинга на территории города и области. И такие работы были начаты. Куйбышевской ГГЭ проводятся наблюдения на карстово-суффозионном участке III категории по ул. Троекуровской в Сызрани (Солдаткин, 1995 г.). ОАО «Институт «Средволгогипроводхоз» в различных районах Самарской области заложил еще 12 таких участков и начал систематические наблюдения (Колодников, 2001 г.). Заслуживают внимания и ботанические исследования в отдельных карстовых районах [68].

На рубеже XX – XXI веков значительным образом активизировались спелеологические исследования. В 1997 г. образована РОО «Самарская спелеологическая комиссия (СамСК)». Результатами работы этой организации являются: проведение карстово-спелеологического районирования, организация кадастрового учета искусственных и естественных пещер Самарской области и всего Поволжья, организация научных наблюдений и мониторинга экологического состояния пещер, переучет их как памятников природы, биоспелеологические исследования, другие спелеологические мероприятия (участие и проведение конференций, организация выставок и т. д.). Появилось большое количество печатных работ по пещерам, издается спелеологический сборник.



## **2. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ КАРСТА**

Карст проявляется только в тех геолого-гидрогеологических обстановках, где соблюдаются необходимые для него условия. По Д.С. Соколову, основными условиями развития карста являются: наличие растворимых пород, их водопроницаемость, наличие движущихся вод и их растворяющая способность [108]. Характеризовать особенности карста той или иной территории можно только путем анализа этих условий [41].

Ниже рассматриваются основные условия развития карста Самарской области.

### **2.1. КАРСТУЮЩИЕСЯ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ**

На дневной поверхности в Самарской области распространены осадочные горные породы верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя [16]. Среди них карстуются карбонатные (известняки, доломиты и их разности, мергели, карбонатные конгломераты, карстовая брекчия, мел) и сульфатные (гипсы, ангидриты и их разности) отложения. Стратиграфически эти отложения относятся к касимовскому и гжельскому ярусам верхнего карбона, ассельскому и сакмарскому ярусам нижней перми, казанскому ярусу средней перми и маастрихтскому ярусу верхнего мела (рис. 2.1, 2.2). Карстующиеся породы, находящиеся в поверхностных и близповерхностных условиях, занимают площадь 4203 км<sup>2</sup> (8 % от всей областной территории). Проявления карста зафиксированы и в более древних отложениях на больших глубинах от поверхности земли, но они имеют палеокарстовую природу и рассматриваются отдельно. Ниже приводится информация о стратиграфической приуроченности, составе и растворимости карстующихся отложений.

**Стратиграфия и состав карстующихся отложений.** Стратиграфическое расчленение, описание и выявление химического состава карстующихся отложений выполнены на основе трудов И.С. Муравьёва [69], Н.Н. Форша [128], Н.П. Чекмарёвой [78], А.Ф. Андреева [77] и легенды средневожской серии листов ГГК масштаба 1:200000 [59].

**Каменноугольная система. Верхний отдел. Касимовский ярус**  
*Дорогомиловский горизонт ( $C_3dr$ ).* Выходы на поверхность верхнего пакета дорогомиловских осадков в пределах фаунистической зоны *Triticites arcticus* и *T. quasiarcticus* имеют место на Самарской Луке. Отдельные их выходы есть на г. Лепёшка, в Яблонево, Отважном, Морквашино и Бахиловском оврагах. В средней части горного массива, в районе п. Зольное (Молебный овраг), кровля их достигает абсолютной отметки 200 м. В других местах они скрыты под более молодыми образованиями.

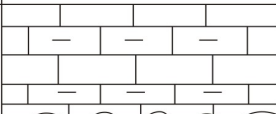
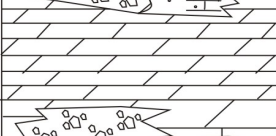
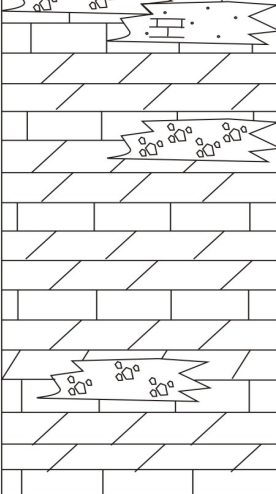
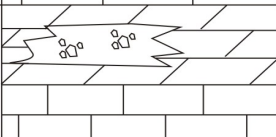
В нижней части разрез на 22 м сложен известняками светло-серыми, мелкокристаллическими, неяснослоистыми или толстослоистыми, иногда окремнелыми с кремнистыми конкрециями. Выше следуют доломиты серые до темно-серых, мелкокристаллические, от среднеслоистых до толстослоистых и массивных.

Иногда по границе с вышележащими слоями гжельского яруса находятся пласты карстовой брекчии, закрепленные вторичным кальцитом.

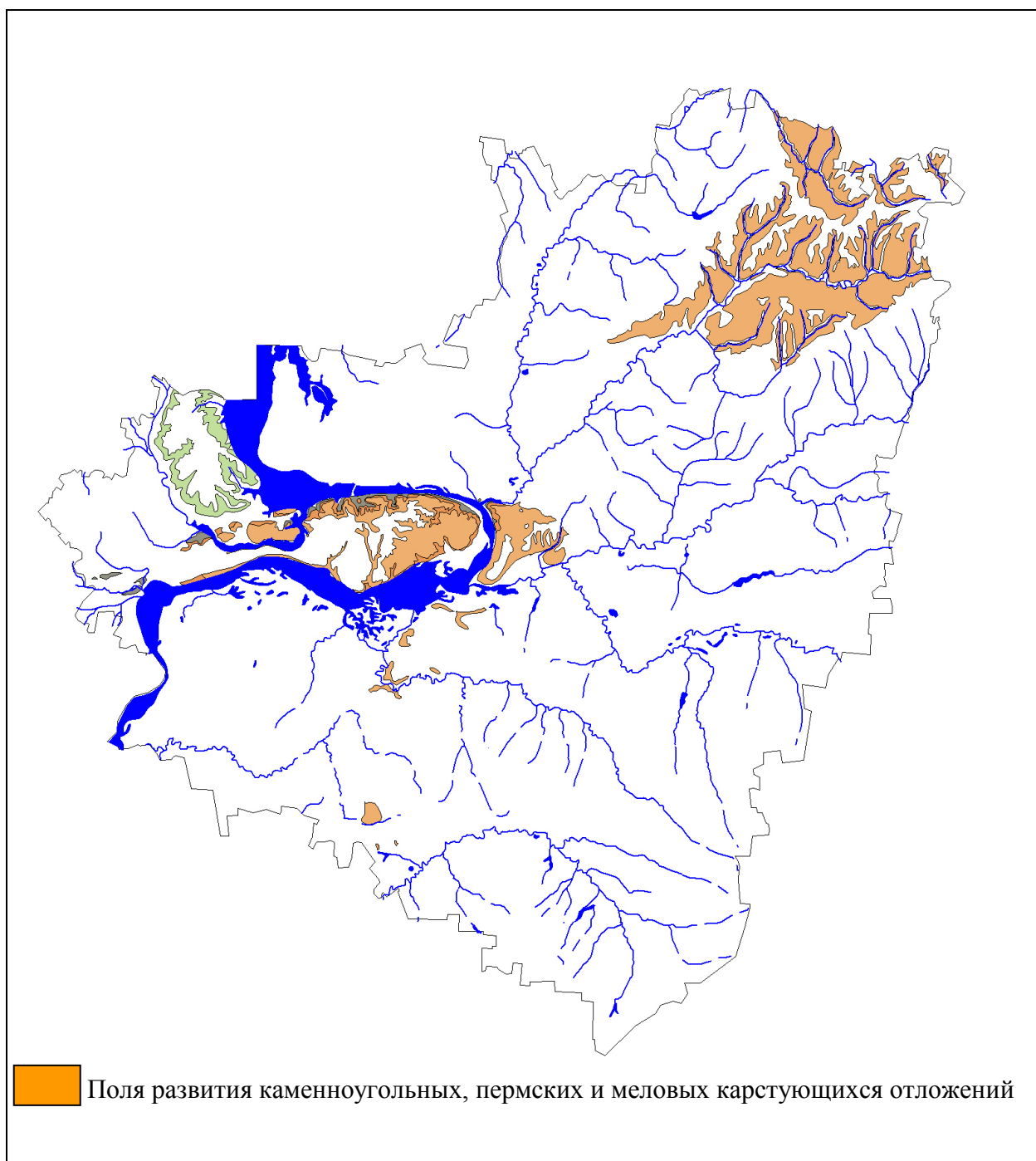
В известняках дорогомиловского горизонта заложено несколько гротов и пещер на склонах Молебного оврага.

Видимая мощность верхнего пакета – до 50 м. Общая мощность яруса – до 228 м.

**Литолого-стратиграфический разрез  
карстующихся отложений Самарской области**

| Система         | Отдел   | Ярус          | Индекс     | Литологическая колонка                                                              | Мощность | Характеристика пород                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|---------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Меловая         | Верхний | Маастрихтский | $K_2rd$    |    | 70       | Радищевская свита. Мел с прослоями мелоподобных мергелей                                                                                                                                                      |
| Пермская        | Средний | Казанский     | $P_2sks$   |    | 94       | Сокская свита. Глины с прослоями алевролитов, песчаников, мергелей, доломитов. Иногда породы загипсованы                                                                                                      |
|                 |         |               | $P_2ss$    |    | 83       | Сосновская свита. Переслаивание гипсов, ангидритов, доломитов, известняков, глин, доломитовой муки, карстовой брекчии, переходящих в глины, мергели, песчаники с линзами гипсов                               |
|                 |         |               | $P_2g$     |    | 62       | Гидрохимическая свита. Гипсы, ангидриты с прослоями доломитов, доломитовая мука, карстовая брекчия, переходящие в глины с линзами гипса, мергели, песчаники                                                   |
|                 |         |               | $P_2kl$    |   | 96       | Калиновская свита. Известняки, доломиты, гипсы, доломитовая мука, карстовая брекчия, переходящие в глинистый доломит, алевролиты, глины                                                                       |
|                 | Нижний  | Самарский     | $P_1hl-st$ |  | 180      | Холодноложский, шиханский, тастубский и стерлитамакский горизонты объединенные. В нижней части известняки и доломиты, в верхней - известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, доломитовая мука, карстовая брекчия |
|                 |         | Ассельский    |            |  |          |                                                                                                                                                                                                               |
| Каменноугольная | Верхний | Гжельский     | $C_3db+ng$ |  | 347      | Добрятинский, павлопосадский и ногинский горизонты объединенные. Доломиты, известняки, доломитизированные известняки, глинистые доломиты, известковистые доломиты, доломитовая мука, карстовая брекчия        |
|                 |         | Касимовский   | $C_3dr$    |  | 90       | Дорогомиловский горизонт. Доломиты, известняки, в верхней части иногда карстовая брекчия                                                                                                                      |

*Рис. 2.1. Литолого-стратиграфический разрез  
карстующихся отложений Самарской области*



*Рис. 2.2.* Схема распространения карстующихся отложений  
в Самарской области

## ***Гжельский ярус***

*Добрятинский, павловопосадский и ногинский горизонты объединенные ( $C_3db+ng$ ).* Выходы на поверхность этих отложений окаймляют подножия Жигулёвских и Соколых гор и выражены в рельефе скальными утесами и уступами разной высоты. Кроме того, естественные выходы имеются в долине р. Сызранка и на Волго-Усинском водоразделе.

В состав яруса входит три горизонта, различающихся фаунистическими зонами по фораминиферам.

В Добрятинский горизонт входит зона *Triticites stuckenbergi*. В нижней части он сложен известняками и окремнелыми известняками (22 м) с конкрециями кремня, в верхней части – доломитами с конкрециями кремня, доломитами окремнелыми и доломитами известковистыми. Общая мощность 35 м. Известняки серые и светло-серые, доломиты серые до темно-серых, доломиты известковистые серые и светло-серые. В пограничной зоне горизонта с нижележащими отложениями встречаются брекчевидные доломиты.

Павловопосадский горизонт соответствует фаунистической зоне *Triticites jigulensis*. Сложен он переслаиванием доломитовых (доломиты, известковистые доломиты, окремнелые доломиты) и известняковых (известняки, доломитизированные известняки, окремнелые известняки) толщ. Доломитовые прослои от 3 до 18 м, известняковые 1-14 м. Доломиты серые, известняки светло-серые, иногда с конкрециями кремня. Мощность 65 м.

Ногинскому горизонту отвечает фаунистическая зона: *Daixina sokensis*. Представлен доломитами, окремнелыми доломитами, известковистыми доломитами, глинистыми доломитами серыми и светло-серыми, зеленовато-серыми. В средней части залегает пласт известняка светло-серого мощностью от 6 до 8 м. В верхней части горизонта встречаются карбонатные конгломераты и карстовая брекчия. Мощность горизонта 50 м. Химический состав некоторых пород приведен в табл. 2.1. Характеристика типов пород следует ниже.

Таблица 2.1

## Химический состав горных пород гжельского яруса

| Порода                        | Содержание, % (от... до...) |             |           |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|
|                               | кальцит                     | доломит     | н.о.      |
| Известняки                    | 95,88-97,34                 | 1,10-3,50   | 0,5-0,7   |
|                               | 96,73-97,20                 | 1,15-2,40   | 0,20-0,55 |
|                               | 96,8-97,21                  | 1,04-2,12   | 0,16-0,62 |
|                               | 96,17-98,14                 | 1,00-2,11   | 0,18-0,50 |
| Доломитизированные известняки | 80,46                       | 19,22       | 0,32      |
|                               | 87,18                       | 7,56        | 5,26      |
|                               | 92,16                       | 7,49        | 0,43      |
|                               | 70,71                       | 29,64       | 0,65      |
|                               | 68,73                       | 29,91       | 1,36      |
|                               | 93,50                       | 5,63        | 0,87      |
| Известковистые доломиты       | 9,78-33,17                  | 65,62-88,70 | 0,35-1,22 |
|                               | 89,30                       | 8,17        | 2,53      |
|                               | 26,59                       | 69,10       | 4,31      |
|                               | 49,57                       | 49,73       | 0,70      |
| Доломиты                      | 0-4,2                       | 95,39-98,42 | 1,35-7,22 |
|                               | 1,00                        | 99,00       | 0,00      |
|                               | 1,10                        | 97,11       | 1,79      |
|                               | 2,05                        | 97,5        | 0,45      |
|                               | 1,1-4,5                     | 99,2-94,1   | 0,7-1,4   |

*Известняки.* Среди них отмечаются следующие структурные разности: органогенно-обломочные, органогенные, сгустковые и кристаллически-зернистые (от мелкокристаллических до пелитоморфных). Органогенно-обломочные известняки, как правило, толстослоистые или массивные. Порода состоит из слабоокатанного раковинного детрита. Обломки сцементированы микрозернистым или разномзернистым перекристаллизованным кальцитом, редко доломитом. Орга-

ногенные известняки состоят из цельных раковинок фузулинид. Пространство между раковинками, а нередко и сами раковинки заполнены тонкозернистым кальцитом. Нередко встречаются водорослевые известняки, где породообразующими являются сифониковые и сине-зеленые водоросли. Сгустковые известняки в основной своей массе состоят из комочков пелитоморфного кальцита, образовавшихся, по всей вероятности, в результате жизнедеятельности организмов и распада раковинок фораминифер. Микрозернистые известняки визуально иногда трудноотличимы от сгустковых. Они так же, как и последние, плотные, с ровным гладким или землистым изломом. Основная масса породы сложена зернами кальцита 0,01-0,05 мм. Доломитизированные известняки в разрезе каменноугольных отложений характеризуются ограниченным распространением. Преобладают породы микрозернистой и органогенной структуры, внешне различной прочности, разного цвета, наблюдается перекристаллизация, окремнение и следы разрушения в виде каверн и пустот.

Доломиты являются наиболее распространенной породой. По структуре отмечаются следующие разновидности: кристаллически-зернистые (от микрозернистых до разномзернистых), глинистые, органогенные, оолитовые, когломератовые и брекчевидные, известковистые. Из кристаллически-зернистых доломитов наибольшим распространением пользуются тонкозернистые, мелкозернистые и разномзернистые разновидности. Цвет их серый, почти белый, светло-серый, излом землистый, песчаниковидный, сахаровидный. Все породы в той или иной степени пористы, иногда кавернозны. Кавернозность в ряде случаев связана с растворением раковин различных животных. Особенно много мелких пустот от фузулинид. Местами наблюдаются агрегаты и единичные зерна кварца и реже сферолиты халцедона. Кристаллически-зернистые доломиты в основной своей массе являются породами крепкими. Однако есть среди них доломиты относительно слабые, с землистым изломом, и рыхлые, когда зер-

на доломита неплотно связаны между собой или совсем не связаны (доломитовая мука). Глинистые доломиты характеризуются повышенным содержанием минерального нерастворимого остатка. Внешне это зеленовато-серые, обычно мелко- или скрытокристаллические породы, залегающие хорошо выдержанными слоями мощностью от 0,2 до 3 м выклинивающихся линз. Органогенные доломиты пользуются широким распространением. Среди них можно выделить две разновидности. Породы первой разновидности представляют собой перекристаллизованную массу остатков организмов, сцементированных мелкокристаллическим доломитом. Вторая разновидность представлена так называемыми отрицательно фузулинидовыми доломитами. Первоначально, очевидно, это были органогенные фузулинидовые известняки, вследствие диагенетических и эпигенетических процессов превратившиеся в нормальные доломиты, раковинки из которых выщелачены, и о былом их присутствии можно судить лишь по оставшимся пустотам. Конгломератовые и брекчевидные доломиты (карстовая брекчия) состоят из плотносцементированных обломков и глыб размерами до 40 см разных доломитов. Цементом служат прожилки кальцита и кремня. В породах имеются включения зеленоватой глины. Среди известковистых доломитов распространены породы разномеристой и органогенной структуры. Чаще всего они крепкие, плотные, иногда пористые и кавернозные. Органические остатки в них редки.

В гжельских отложениях заложен ряд полостей (в том числе закарстованных трещин), ниш, гротов и пещер.

Общая мощность гжельских отложений – до 347 м.

***Пермская система. Нижний отдел. Ассельский и сакмарский ярусы объединенные***

*Холодноложский, шиханский, тастубский и стерлитамакский горизонты объединенные (P<sub>1</sub>hl-st).* Выходы на поверхность этих отложений окаймляют узкой полосой верхнюю часть волжских водо-



раздельных склонов Самарской Луки и Сокольных гор. На Волго-Усинском водоразделе эти отложения залегают чуть выше современного уровня Волги.

В состав ассельского яруса входят два горизонта, различающиеся тремя фаунистическими зонами по фораминиферам.

Холодноложский горизонт отвечает фаунистическим зонам *Schwagerina fusiformis*, Sch., *Vulgaris* и *Schwagerina moelleri*, *Pseudofusulina fecunda*. Представлен доломитами светло-серыми, участками, окремнелыми, участками, переходящими в доломитовую муку, с конкрециями кремня, с прослоями мощностью 2 м известняков светло-серых, доломитизированных. Мощность горизонта 20-33 м.

Нижнехандый горизонт отвечает фаунистической зоне *Schwagerina sphaerica* и *Pseudofusulina firma*. Преобладающими породами являются доломиты светло-серые, переходящие в доломитовую муку, с прослоями известняков доломитизированных. Встречаются прослои (до 3 м) желтовато-серого гипса. Органические остатки редки. Мощность 23-40 м.

Сакмарский ярус по фузулинидам подразделяется на два горизонта. Тастубский горизонт отвечает фаунистической зоне *Pseudofusulina verneulli*, Ps. *Uralica*, Ps. *Moelleri*. Стерлитамакский горизонт отвечает фаунистической зоне *Pseudofusulina urdalensis*. Ярус сложен переслаиванием известняков светло-серых, гипсов и ангидритов белых, розовато-белых, светло-серых, доломитов и брекчевидных доломитов светло-серых, светло-коричневых, серых, переходящих в доломитовую муку. Галогенные породы являются преобладающими в разрезе. Мощность 30-40 м.

На имеющихся кондиционных геологических картах все описанные нижнепермские горизонты объединены, поэтому далее мы тоже объединяем их.

Химический состав некоторых пород приведен в табл. 2.2. Характеристика типов пород нижнепермских отложений следующая.

Доломиты от мелкокристаллических до кристаллических, неяснослоистые, органогенно-фораминиферовые, трещиноватые, местами массивные, часто неравномерно окремненные с конкрециями кремня, часто пористые и кавернозные (пустоты заполнены кальцитом). Конгломератовые и брекчевидные доломиты (карстовая брекчия) состоят из плотноцементированных обломков и глыб размерами до 40 см разных доломитов. Цементом служат прожилки кальцита и кремня. В породах имеются включения зеленоватой глины. Доломитовая мука представляет собой скопление ромбоидальных, неправильно-угловатых и округлых зерен различной величины (от 0,05 до 0,25 мм). Известняки прослоями органогенно-обломочные, окремненные или сульфатизированные. Гипсы массивные, кристаллические и тонковолокнистые, иногда сахаровидные.

Во всех типах пород заложены подземные карстовые формы. С нижнепермскими гипсами связано большое количество поверхностных карстопроявлений.

Общая мощность нижнепермских отложений – до 180 м.

### ***Средний отдел. Казанский ярус. Нижний подъярус***

Выходы на поверхность нижеказанских отложений присутствуют на Волго-Усинском водоразделе, на Самарской Луке и Высоком Заволжье. Характерной особенностью их является площадная фациальная изменчивость: морские карбонатные слои к северо-востоку областной территории переходят в прибрежно-морские. В связи с этим здесь выделяется две структурно-фациальные зоны.

Таблица 2.2.

## Химический состав горных пород ассельского и сакмарского ярусов (по А.Ф. Андрееву)

| Возраст<br>и тип породы                                 | Месторождение                                          | но,<br>%      | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | SiO <sub>2</sub> ,<br>% | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | CaO,<br>%       | MgO,<br>%     | SO <sub>3</sub> ,<br>% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | CaCO <sub>3</sub> ×<br>MgCO <sub>3</sub> , % | CaSO <sub>4</sub> ×<br>2H <sub>2</sub> O, % |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| P <sub>1a</sub><br>доломит                              | Яблонево-<br>вый овраг<br>Пласт 2<br>Самарская<br>Лука |               | 0,02-<br>0,08                         | 0,15-<br>1,38           |                                      | 50,96-<br>55,55 | 0,32-<br>1,49 | Сл-<br>0,26            | 0,07-<br>1,36                         |                                              |                                             |
| P <sub>1s</sub><br>доломит                              | Яблонево-<br>вый овраг<br>Пласт 4<br>Самарская<br>Лука |               | 0,03-<br>0,22                         | 0,28-<br>1,18           |                                      | 52,66-<br>55,05 | 0,5-<br>2,48  |                        | 0,17-<br>0,97                         |                                              |                                             |
| P <sub>1s</sub><br>гипс                                 | Князево-<br>ый овраг<br>Самарская<br>Лука              | 0,8-<br>1,24  |                                       |                         | 0,08-<br>0,4                         | 31,36-<br>34,16 | 0,1-<br>3,0   |                        |                                       |                                              | 83-99,98                                    |
| P <sub>1s</sub><br>гипс                                 | Прясельно-<br>ый овраг<br>Самарская<br>Лука            | 0,24-<br>1,82 |                                       |                         |                                      | 31,9-<br>35,8   | 0,2-3         | 40,3-<br>50,9          |                                       |                                              | 88,93-<br>99,98                             |
| P <sub>1s</sub><br>Доломитовая<br>мука                  | Гаврилова Поляна<br>Самарская<br>Лука                  | 6,91          |                                       |                         | 0,59                                 | 13,00           | 17,39         |                        |                                       | 87,00                                        |                                             |
| P <sub>1s</sub><br>Доломитизи-<br>рованный<br>известняк | Гаврилова Поляна<br>Самарская<br>Лука                  | 1,71          |                                       |                         | 0,77                                 | 46,89           | 6,07          |                        |                                       | 28,9                                         |                                             |

Таблица 2.3.

**Химический состав нижнеказанских отложений (калиновская свита)  
( по Н.П. Чекмаревой)**

| Тип<br>породы | Месторож-<br>дение | но,<br>% | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | SiO <sub>2</sub> ,<br>% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | CaO,<br>%       | MgO,<br>%      | SO <sub>3</sub> ,<br>% | CaCO <sub>3</sub> ,<br>% | MgCO <sub>3</sub> ,<br>% | CaSO <sub>4</sub> x2<br>H <sub>2</sub> O, % |
|---------------|--------------------|----------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| Известняк     | Студёный<br>Ключ   |          |                                       | 0,3-<br>12,3            |                                       | 0,15-<br>2,7                         | 42,9-<br>62,8   | 0,3-<br>10,8   | Сл-<br>0,06            |                          |                          |                                             |
| Доломит       | Буз-Баш            |          |                                       | 0,48-<br>11,0           |                                       |                                      | 26,25-<br>32,72 | 17,67-<br>21,2 | 0,28-<br>0,8           |                          |                          |                                             |
| Доломит       | Ермаково           |          |                                       | 0,3                     | 0,3                                   | 0,36                                 |                 |                |                        | 54,5                     | 44,7                     |                                             |
| Известняк     | Буз-Баш            |          |                                       | 0,25-<br>2,24           |                                       |                                      | 52,93-<br>55,55 | 0,1-<br>1,33   | 12,03-<br>0,41         |                          |                          |                                             |
| Известняк     | Студёный<br>овраг  |          |                                       |                         |                                       | 0,06-<br>1,35                        | 46,97-<br>49,06 | 1,66-<br>9,0-  | 0,17-<br>0,3           | 83,88-<br>87,62          | 6,75-<br>14,77           |                                             |

Таблица 2.4.

**Химический состав верхнеказанских (гидрохимическая, сосновская, сокская свиты) и верхнемеловых (ра-  
дичевская толща) отложений (по А.Ф. Андрееву)**

| Тип и возраст<br>породы     | Месторожде-<br>ние   | но,<br>%     | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | SiO <sub>2</sub> ,<br>% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,<br>% | CaO,<br>%       | MgO,<br>%     | SO <sub>3</sub> ,<br>% | SO <sub>4</sub> ,<br>% | CaCO <sub>3</sub> ,<br>% | CaSO <sub>4</sub> ×2H <sub>2</sub><br>O, % |
|-----------------------------|----------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|
| Мел, K <sub>2</sub> rd      | Новодевичье          |              |                                       | 0,29-<br>0,63           | 0,64-<br>0,7                          | 0,7-<br>1,15                         | 52,99-<br>61,3  | 0,37-<br>0,9  | 0,15-<br>0,27          |                        | 94,32-<br>94,58          |                                            |
| Мел, K <sub>2</sub> rd      | Кушниково            |              | 0,15                                  | 2,85                    | 0,63                                  |                                      | 53              | 0,74          | 0,55                   |                        |                          |                                            |
| Мел, K <sub>2</sub> rd      | Шигоны               |              | 0,23-<br>0,83                         | 1,35-<br>10,28          | 0,23-<br>2,92                         |                                      | 47,3-<br>54,26  | 0,2-<br>0,67  |                        |                        |                          |                                            |
| Известняк, P <sub>2ss</sub> | Чапаевск             |              | 2,28-6,77                             |                         |                                       |                                      | 47,94-<br>59,9  | 0,68-<br>4,54 |                        |                        |                          |                                            |
| Известняк, P <sub>2ss</sub> | Мехзавод<br>(Самара) |              |                                       |                         |                                       | 0,4-<br>1,1                          | 48,49-<br>49,46 | 0,9-<br>1,6   |                        |                        |                          |                                            |
| Гипс, P <sub>2ss</sub>      | Исаклы               | 1            |                                       |                         |                                       | 1                                    | 32              | 0,5           |                        | 45                     |                          | 98                                         |
| Гипс, P <sub>2ss</sub>      | Алексеевка           | 2,3          |                                       |                         |                                       | 1,5                                  | 31,48           | 1,04          | 43                     |                        |                          | До 90,46                                   |
| Гипс, P <sub>2g</sub>       | Софьино              | 0,31<br>-2,5 |                                       |                         |                                       | 0,1-<br>1,1                          | 30,26-<br>32,5  | 0,15-<br>0,98 | 43,34-<br>46,25        |                        |                          | 93,18-98,52                                |
| Гипс, P <sub>2g</sub>       | Сергиевск            |              |                                       | 0,16-<br>8,74           |                                       |                                      | 30,49-<br>33,78 | 0,08-<br>3,96 | 34,52-<br>46,91        |                        |                          | 74,22-99,68                                |

Первая зона развития морских отложений расположена от юго-западных границ областной территории до пос. Сергиевск. В составе нижнеказанских отложений выделяется *калиновская свита* ( $P_2kl$ ). Разрез сложен доломитами и карстовой брекчией, иногда с прослоями гипсов, мергелей, известняков, редко глин. От Чапаевска в южном направлении увеличивается количество известняков, глин и резко сокращается загипсованность разреза.

На северо-востоке Самарской области севернее широты Сергиевска расположена вторая структурно-фациальная зона. Здесь калиновской свите соответствует бугульминская, байтуганская, камышлинская и барабашинская толщи.

Бугульминская толща имеет ограниченное распространение. Представлена глинами, конгломератами и битуминозными песчаниками.

Байтуганская толща в районе пос. Серноводск в нижней части сложена мягкими зеленовато-серыми мергелями (9 м), выше которых залегают доломиты белые, светло-серые и желтовато-серые, слоистые (25 м). Венчают разрез желтовато-серые мергели с прослоями глины и глинистых доломитов (5 м). Северо-восточнее разрез становится более терригенным. В верховьях рр. Сок и Шешма в нижней части залегают голубовато-серые глины с прослоями мергелей (30 м), выше – пласт известняка 2 м, еще выше – желтовато-серые мергели мощностью 6 м.

Камышлинская толща в районе Самары представлена доломитами светло-серыми, слоистыми и толстослоистыми мощностью 16 м, в районе Серноводска – светло-серыми и белыми доломитами мощностью 22 м. В районе Исаклов толща размыта. В верховьях рр. Сок и Шешма данную толщу в нижней части слагают зеленовато-серые слоистые глины (3-5 м), светло-серые мергели и доломиты (22 м), зеленовато-серые песчаники (7 м), а верхняя часть выполнена оолитовыми доломитами и известняками (11 м).

Барбашинская толща в районе Самары, Самарской Луки и южнее в нижней части сложена гипсом толстослоистым (6 м) с прослоями доломитов, в верхней части – известняками и доломитами белыми, светло-серыми, слоистыми оолитовыми (24 м). В районе Серноводска толща преимущественно доломитовая мощностью 28 м. Северо-восточнее Исаклов отложения полностью размыты.

Химический состав некоторых пород приведен в табл. 2.3. Характеристика пород следует ниже.

Доломиты белые, серые, темно-, желтовато-, коричневатого, светло-серые, скрытокристаллические, слоистые, иногда тонкослоистые, иногда глинистые, пелитоморфные, иногда, прослоями оолитовые. Отдельные участки окремнены. Иные выщелочены до состояния доломитовой муки. Часто встречаются замещения доломитов брекчией.

Известняки серые, темно-, желтовато-, светло-серые, скрыто- и мелкокристаллические, иногда доломитизированные, иногда органические и пелитоморфные, прослоями оолитовые, трещиноватые, кавернозные. Пустоты выполнены ангидритом, гипсом, кальцитом.

Мергели серые, доломитовые, часто глинистые, реже слабо алевритистые, иногда пиритизированные. Гипсы белые, кристаллические, толстослоистые. Песчаники серые и темно-серые, полиминеральные.

Общая мощность нижеказанских отложений 96 м.

С известняками и доломитами нижеказанского подъяруса связаны подземные карстовые формы. Поверхностные карстопроявления редки.

### ***Верхний подъярус***

Выходы верхнеказанских отложений присутствуют на Волго-Усинском водоразделе, Самарской Луке, Сыртовой равнине и на Высоком Заволжье. Характерной особенностью их является площадная фациальная изменчивость: морские и лагунные карбонатно-сульфатные слои к северо-востоку областной территории переходят

в лагунно-континентальные. В связи с этим здесь выделяется две структурно-фациальные зоны.

Первая зона развития морских и лагунных отложений расположена от юго-западных границ областной территории до пос. Сергиевск. В границах верхнеказанского подъяруса здесь выделяется гидрохимическая, сосновская и сокская свиты. На северо-востоке Самарской области севернее широты Сергиевска расположена вторая структурно-фациальная зона лагунно-континентальных отложений. Здесь гидрохимической свите соответствует приказанская и печинская толщи, сосновской – верхнеуслонская толща, а сокской – морквашинская толща.

*Гидрохимическая свита ( $P_{2g}$ ).* Выходы этих отложений вскрываются в районе г. Самары и в северо-восточных районах области. Выходы отложений тяготеют к водораздельным склонам. Данный разрез изучен Н.Н. Форшем, который выделил здесь исаклинские слои.

На Сыртовой равнине свита представлена ангидритами и гипсами с прослоями доломитов и каменной соли, но эти отложения не имеют выхода на поверхность. В восточной части Самарской Луки гипсы имеются в ряде разрезов, однако на западе они полностью замещаются карстовой брекчией. От Самары до Серноводска свита представлена 8 метровой толщей крупно-конкреционного гипса. К Исаклам мощность разреза значительно увеличивается, но в нижней части становится терригенной. Здесь появляются серые и зеленовато-серые глины с линзами гипса и прослоями доломитовых мергелей, песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, косослоистые. В районе п. Камышла отложения вновь представлены только одним гипсом мощностью до 23 м.

Гипсы белые, серые, сахаровидные, микрокристаллические, массивные или крупно-конкреционные. Ангидриты голубовато-серые, крепкие, тонкочешуйчатые и игольчатые, трещиноватые.

Общая мощность гидрохимической свиты достигает 62 м.



С этими отложениями в Самарской области связаны подземные и поверхностные карстовые формы.

*Сосновская свита ( $P_{2ss}$ )*. Выходы этих пород присутствуют на Самарской Луке, на Сыртовой равнине и Высоком Заволжье. Отложения слагают водораздельные склоны и водоразделы.

Данный разрез изучен Н.Н. Форшем, который выделил здесь сорокинские, юматовские, падовские, орловские, дубравинские и водинские слои. На современных геологических картах они объединены в сосновскую свиту.

Сорокинские слои общей мощностью 11 м представлены переслаиванием гипсов, ангидритов, доломитов и известняков. В западной части Самарской Луки гипсы замещены карстовой брекчией. Северо-западнее Серноводска в разрезе присутствуют только твердые плитчатые известняки, и их мощность увеличивается до 16 м. Юматовские слои представлены толстослоистым гипсом и ангидритом с прослоями зеленовато-серых глин. Мощность 5-8 м. В западной части Самарской Луки гипсы замещены карстовой брекчией. Северо-западнее Серноводска разрез сложен глинами, доломитами, песчаниками с пластами гипса. Мощность увеличивается до 15 м. Падовские слои представлены доломитизированными известняками и доломитами мощностью 14 м. Северо-западнее Серноводска эти отложения фациально меняются с возрастом мощности до 16-20 м. В их составе доломиты, известняки, мергели с зеленовато-серыми глинами и песчаниками. Орловские слои южнее Серноводска выполнены толщами гипса с прослоями зеленовато-серых глин, мергелей и доломитов мощностью 12 м. На территории Самарской Луки гипсы отсутствуют. Северо-восточнее в этих отложениях появляются прослои и линзы косослоистых песчаников. Дубравинские слои на территории Самарской области представлены толщами доломитизированных известняков и доломитов мощностью 8 м. Водинские слои сложены переслаиванием загипсованных зеленовато-серых глин, мергелей

и крупных пастообразных линз гипсов. На территории Самарской Луки гипсы отсутствуют. Мощность водинских слоев – до 20 м.

Гипсы белые, серые, сахаровидные, микрокристаллические, массивные или крупно-конкреционные. Ангидриты голубовато-серые, крепкие, тонкочешуйчатые и игольчатые, трещиноватые. Доломиты серые и коричневатого-серые, микрозернистые, прослоями глинистые, известковистые, оолитовые, ракушняковые, иногда сильно сульфатизированные и трещиноватые. Известняки серые, желтовато-белые, микрокристаллические, прослоями глинистые, доломитизированные и загипсованные, пиритизированные. Многие карбонатные породы в близповерхностной части разреза имеют вид бесформенной мучнисто-обломочной массы. Глины серые, зеленовато-серые, часто загипсованные с конкрециями гипса. Мергели серые, тонкослоистые. Песчаники серые, зеленовато-серые, среднезернистые, обычно косослоистые.

Общая мощность отложений сосновской свиты 83 м.

В карбонатных и сульфатных породах заложены многочисленные карстовые формы.

*Сокская свита ( $P_{2sks}$ )*. Выходы этих пород присутствуют на Высоком Заволжье. Отложения тяготеют к водораздельным склонам и водоразделам.

Разрез сложен глинами с прослоями алевролитов, песчаников, мергелей, доломитов. Глины зеленовато-серые и красно-коричневые, аргиллитоподобные, алевролитистые и доломитистые. Иногда загипсованные, с залеченными селенитом трещинами отдельности, с небольшими прослоями и линзами гипса. Алевролиты от красновато-коричневых до зеленовато-серых, обычно кварцево-полевошпатовые, плотные, на глинисто-карбонатном цементе. Песчаники коричнево-серого и зеленовато-серого цвета, мелкозернистые, кварцево-полевошпатовые. Мергели красновато-коричневые, серые и розовато-серые, алевролитистые, пиритизированные. Доломиты серые и светло-серые, коричневатого-бурые, зеленовато-серые, пелитоморфные, часто

тонкослоистые, глинистые. Гипс белого и розовато-белого цвета, кристаллически-зернистый, часто с прослоями селенита и глинистым веществом по трещинам.

Мощность отложений сокской свиты 94 м.

Химический состав некоторых пород верхнеказанского возраста приведен в табл. 2.4.

С выщелачиванием гипсовых прослоек в глинах сокской свиты связаны редкие карстопроявления.

### ***Меловая система. Верхний отдел. Маастрихтский ярус***

*Радищевская свита ( $K_2rd$ ).* Эти отложения выходят на поверхность узкой полосой только на Приволжской возвышенности вдоль правого берега Волги. Представлены мелом белым, писчим, легким, звонким при ударе, с редкими прослоями мелоподобных мергелей. Химический состав мела приведен в табл. 2.4. Мощности отложений 55-70 м.

С радищевскими мелами связаны редкие поверхностные карстовые формы на Приволжской возвышенности.

**Растворимость карстующихся пород.** Растворимость – это способность соли переходить в раствор при взаимодействии с водой. Растворимость гипса и кальцита при температуре 25 °С в дистиллированной воде соответственно равны 2,1 г/л и 0,015 г/л [32]. Таким образом, карбонатные породы (известняки, доломиты, мел) относятся к труднорастворимым (менее 1,0 г/л), а сульфатные породы (гипс, ангидрит) – к среднерастворимым (1,0-10,0 г/л) [41].

Растворимость зависит от многих факторов – температуры, давления, состава пород и растворителя. По данным Д.С. Соколова, растворимость карстующихся пород значительно увеличивается при повышении в воде содержания  $CO_2$  [108]. По данным Н.В. Родионова, растворимость кальцита в четыре раза больше, чем доломита [91]. Относительная скорость растворения кальцита в смеси с доломитом повышается с уменьшением процентного содержания его в этой смеси. При содержании в породе глинистых частиц более 10-15 % про-

цессы карста практически не развиваются. Интенсивность процесса растворения сильно зависит от структуры горной породы, поскольку скорость растворения кристаллов и микроагрегатов отличается от скорости растворения цементирующего их вещества. В известковистых доломитах, доломитизированных известняках и загипсованных карбонатных породах карстовый процесс влечет за собой не только растворение породы с образованием повышенной пористости, но и разрушение ее с превращением сначала в сильнопористую, а затем в рыхлую обломочную или мучнистую массу (доломитовую муку). В породах однородного минералогического состава и кристаллической структуры (кристаллические известняки и доломиты) фильтрация происходит в основном по трещинам, поэтому растворение приводит к образованию в них карстовых каналов.

Н.В. Родионов проводил экспериментальные исследования растворимости карстующихся пород Самарской Луки [91]. Для опыта были вырезаны пластинки из доломитов разных горизонтов верхнекаменноугольных отложений, и через них осуществлялась фильтрация углекислой воды. Результаты опытов отражены в табл. 2.5.

Наблюдения за пластинкой губчатого доломита показали, что насыщение и первоначальная фильтрация происходят более или менее равномерно по всей поверхности. В начале опыта коэффициент фильтрации составлял 0,06 м/сут. После того как через образец прошло три литра воды, коэффициент фильтрации увеличился в пять раз и составил 0,32 м/сут. После пропускания 10 л значение коэффициента возросло до 10,7 м/сут.

Меньшей фильтрацией обладает плотный сахаровидный доломит. Вода в основном просачивалась через микротрещины и в незначительной степени – через остальное сечение. Начальный коэффициент фильтрации составлял 0,000015 м/сут, в конце опыта увеличился в 53 раза и составил 0,0008 м/сут. За все время образец существенно изменил облик: увеличилась пористость, изменилась окраска.

Таблица 2.5

**Опыты по растворению доломитов Самарской Луки  
(по Н.В. Родионову, 1958 г.)**

| Показатель                                                    |                             | Результаты анализов                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Описание и возраст пород                                      |                             | Доломит губчатый, светло-серый, средней плотности и крепости, слегка кавернозный с пустотами выщелаченных фузулин, местами ожелезненный ( $C_3ng$ ) | Доломит сахаровидный, светло-серый, средней крепости, кавернозный, слегка окремненный, местами каверны выполнены кальцитом ( $C_3pp$ ) |
| Размеры образцов                                              |                             | Диаметр 8,5 см, высота 0,99 см                                                                                                                      | Диаметр 8,3 см, высота 0,98 см                                                                                                         |
| Время опыта, мес                                              |                             | 2                                                                                                                                                   | 6                                                                                                                                      |
| Вес образцов, г                                               | До опыта                    | 113,45                                                                                                                                              | 141,30                                                                                                                                 |
|                                                               | После опыта                 | 104,87                                                                                                                                              | 136,76                                                                                                                                 |
| Потеря веса, г                                                | Общая                       | 8,58                                                                                                                                                | 4,83                                                                                                                                   |
|                                                               | Растворилось                |                                                                                                                                                     | 3,61                                                                                                                                   |
|                                                               | Образовалось муки           | Не учтено                                                                                                                                           | 1,22                                                                                                                                   |
| Принимая растворенную и разрушенную часть за 100 %            | Образовалось муки           |                                                                                                                                                     | 25,0                                                                                                                                   |
|                                                               | Растворилось                |                                                                                                                                                     | 75,0                                                                                                                                   |
| Уменьшение объема образца за счет выщелачивания с поверхности | В куб. см                   | 1,90                                                                                                                                                | 0,62                                                                                                                                   |
|                                                               | К первоначальному объему, % | 3,38                                                                                                                                                | 1,16                                                                                                                                   |
| Пористость, %                                                 | До опыта                    | 29,58                                                                                                                                               | 7,12                                                                                                                                   |
|                                                               | После опыта                 | 33,0                                                                                                                                                | 8,88                                                                                                                                   |
| Увеличение пористости, %                                      |                             | 3,42                                                                                                                                                | 1,76                                                                                                                                   |

Ровная до опыта поверхность стала неровной и шероховатой, при легком прикосновении на пальцах остается мучнистая пыль (доломитовая мука). На поверхности пластинки появились каверна и трещина. За время опыта образец потерял в весе 4,83 г, из которых 25 % сохранилось в виде продуктов разрушения и 75 % вынесено в фильтрате, т. е. при малой начальной пористости процесс выщелачивания в три раза интенсивнее скорости накопления мучнистых частиц.

Скорость фильтрации оказывает существенное влияние на количество и состав выщелоченных карбонатов. При малых скоростях (0,01 м/сут) фильтраты содержат максимальное число карбонатов (до 957,5 мг/л), которое убывает по мере возрастания скорости фильтрации.

## **2.2. ПОРОВАЯ И ТРЕЩИННАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ**

Любая карстующаяся порода состоит из твердых минеральных зерен (скелета) и свободного пространства между ними. Это свободное пространство представлено порами, кавернами и трещинами. Они являются основными путями циркуляции воды и являются вторым необходимым условием существования карстового процесса.

**Пористость** – это объем всех пустот в горной породе. По размеру пористость бывает капиллярная (0,0001-1,0 мм), субкапиллярная (менее 0,0001 мм) и суперкапиллярная (более 1,0 мм). В процессе растворения и разрушения карстующихся пород пористость играет большую роль. Повышенная пористость характерна для мела, доломитов и доломитизированных пород. В плотных растворимых породах (в гипсах и наиболее чистых разновидностях известняков) пористость минимальна и движение воды происходит только по трещинам [91, 62].

Изучением пористости в Самарской области занимались различные исследователи. Особенно важны работы Н.В. Родионова [91], Б.В. Залесского и Е.А. Саниной [45] по Самарской Луке. Измерения пористости различных пород Самарской области выполнялись

при исследованиях качественных характеристик месторождений полезных ископаемых [77, 78].

Пористость характеризуется коэффициентом, равным отношению объема пор ко всему объему породы, подсчитанным в процентах [32]. Пористость карбонатных пород Самарской области различных типов изменчива и варьирует от 1,47 до 40 %. Пористость мела превышает 40 %. Для доломитов пористость 35-40 % является показателем предела существования этих пород как скальных, т. е. к этим породам в основном относятся губчатые (рыхлые) доломиты, доломитовая и известково-доломитовая мука.

Верхнекаменноугольные и нижнепермские породы имеют пористость от 1,47 до 37,59 %, в среднем 4,6-29 %. Наименьшими значениями обладают чистые разности. К ним относятся известняки от мелкокристаллических до пелитоморфных с пористостью 1,47-19 % и доломиты тонкозернистые и мелкозернистые с пористостью 4,81-23,28 %. Органогенные и органогенно-обломочные известняки имеют пористость 2,2-24,15 %, сгустковые известняки – 18,89-26,6 %. Органогенные и оолитовые доломиты, доломитизированные известняки и известковистые доломиты имеют пористость 2,6-37,59 %.

Среднепермские породы имеют пористость от 1,48 до 40 %. Известняки и доломиты калиновской свиты характеризуются пористостью до 27,6 %. Известняки, доломиты, доломитовая мука сосновской свиты на Бузбашском месторождении карбонатных пород характеризуются пористостью 1,48-40 %, известняки в районе р. Шешма – 10-28 %, доломиты и доломитизированные известняки в районе п. Ново-Семейкино – 5,1-28,9 %.

Наличие в геологическом разрезе карстующихся пород Самарской области большого количества доломитизированных разностей горных пород замедляет карстовый процесс. Растворяется и выносится только 35-40 % кальцитового состава, большая часть породы (60-65 %) остается на месте в виде продуктов разрушения. Характерной

особенностью карста в таких породах является отсутствие открытых полостей, так как доломитовая мука заполняет все первоначальные трещины, нередко полностью маскируя их [91].

**Кавернозность.** Каверны – пустоты в горных породах размерами от 1 до 50 см. Происхождение каверн различное. Каверны бывают полые, но все же, как правило, они заполнены кристаллическим кальцитом, серой, кварцем и некоторыми другими минералами. Наиболее распространена кавернозность в карстовой брекчии. Здесь, как правило, наблюдаются наиболее часто каверны, достигающие максимальных размеров. Каверны в карстовой брекчии обычно полые или заполнены доломитовой мукой.

По Д.С. Соколову, кавернозность и пористость горных пород Самарской Луки связана с процессами выщелачивания (выщелачивание органических остатков, оолитов, свободного кальцита из доломитовых пород) и гипергенного метасоматоза (образование доломитов в результате диагенеза и кальцитизированных доломитов в результате действия сульфатно-кальциевых вод) [107].

**Трещиноватость.** Трещиноватость скальных пород верхнего карбона и перми в Самарской области изучена неравномерно. Все исследования сосредоточены на Самарской Луке, в Сокольных горах, в районе Водинских серных карьеров. Трещиноватость пород на северо-востоке области изучена слабо.

Волго-Усинский водораздел, Самарскую Луку и Сокольные горы исследовали Л.Н. Тихвинский в 1931 г., А.С. Барков и Н.И. Соколов [11], Н.И. Кузин и Ю.Н. Проферансов [56], Д.С. Соколов [107], С.В. Николаев [71] А.В. Ступишин [123]. На Водинских карьерах работал в 1984 г. А.И. Печёркин.

Горные породы Самарской Луки отличаются сильно развитой трещиноватостью. Наблюдаются тектонические и экзогенные трещины.

Тектонические трещины вертикальные и крутопадающие (с углами падения 79-90°) с разрывом сплошности пород, пересекающие



слои различного петрографического состава, различные по возрасту горизонты, и глубже, чем другие, проникающие в массив. Исследователи выделяют следующие направления тектонической трещиноватости:  $200-235^\circ$ ,  $250^\circ$ ,  $270-285^\circ$ ,  $295-310^\circ$ ,  $330-335^\circ$ ,  $350-5^\circ$ . По сравнению с простиранием трещиноватости на севере Самарской Луки в карбонатных породах юга территории отмечается отклонение трещин на  $30-40^\circ$ . Широтное отклонение составляет  $10-15^\circ$ . Направления и интенсивность трещиноватости напрямую связаны с тектоническим строением. Например, большое количество трещин зафиксировано в районе Яблоневого оврага, где находится сводовая часть положительной структуры. В общем, вся территория Самарской Луки расчленена вертикальной трещиноватостью на блоки – параллелепипеды. Тектоническая трещиноватость послужила основой для создания на Самарской Луке эрозионной сети с ее характерными коленообразными изгибами, которые отражают переход эрозионных форм в трещиноватость другого направления.

Среди экзогенных выделяются разнообразной ориентировкой трещины зоны выветривания, горизонтальные трещины отслаивания и вертикальные трещины бортового отпора. Интенсивная экзогенная трещиноватость прослеживается в коренных породах на глубину 2-5 м, после чего обычно резко затухает и глубже 15-20 м от дневной поверхности, как правило, встречается редко в долине Волги.

Величина раскрытия тектонических и экзогенных трещин характеризуется большим разнообразием: от микротрещин до крупных, зияющих трещин с поперечниками до 1,0 м. Крупные трещины в различной степени заполнены вторичными отложениями, состоящими из обломков коренных пород, доломитовой муки, пластичной глины. Зияющие трещины редки. Широкие зияющие трещины, выходящие на дневную поверхность или вскрытые горными выработками, представляют пещеры трещинного типа, описанные далее.

### 2.3. ДВИЖУЩАЯСЯ ВОДА

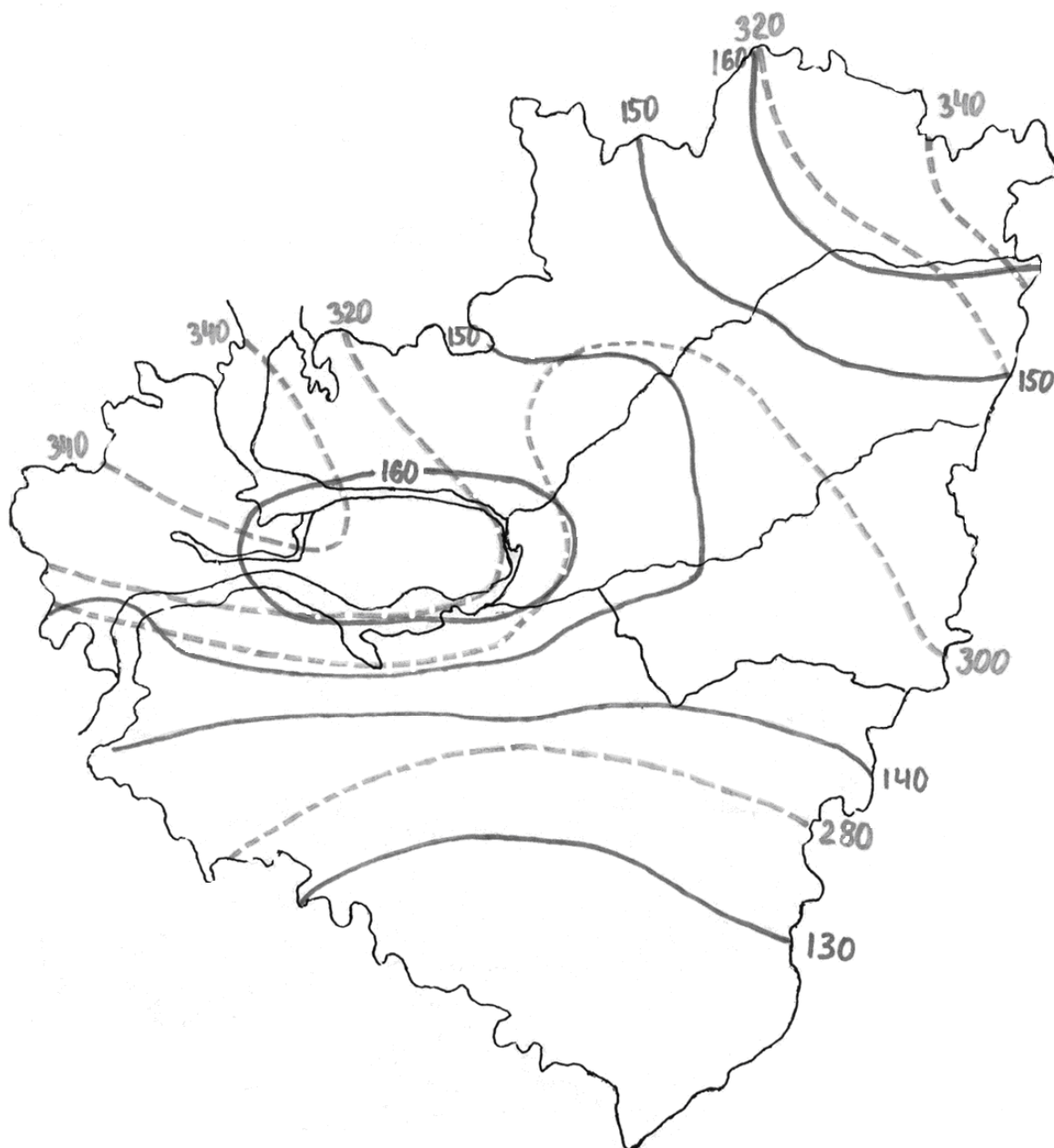
Подземные воды, приуроченные к карстующимся породам, называются карстовыми водами. В толщах этих пород выделяются области питания, подземного стока и разгрузки карстовых вод.

**Питание карстовых вод** осуществляется за счет атмосферных осадков и поверхностных вод. Современные климатические условия Среднего Поволжья являются благоприятными для развития карстовых процессов [123].

Самарская область относится к провинции сезонного, весенне-осеннего питания подземных вод и зимнего промерзания зоны аэрации. Годовое количество осадков невысокое и уменьшается с северо-востока области на юго-запад и юг от 500 до 300 мм и менее (рис. 2.3). Испарение с поверхности почвы за период с апреля по сентябрь составляет в среднем около 300 мм. Таким образом, осадки теплого периода мало участвуют в подземном питании и слабо участвуют в поверхностном (за исключением интенсивных ливней). По степени интенсивности питания, определяемой соотношением осадков и испарения, вся лесостепная часть региона относится к зоне умеренного питания, а степная часть – к зоне малого питания грунтовых вод. По источникам подземного и поверхностного питания северные и западные части Самарской области относятся к территориям преимущественно снегового и смешанного питания, а южные районы – к территориям исключительно снегового питания. На поверхностное питание уходит около 60 % осадков. Модуль среднегодового стока по рекам составляет от 1,5 л/сек/км<sup>2</sup> в южных частях до 3 л/сек/км<sup>2</sup> в северных районах.

Таким образом, при подземном питании приобретают большое значение талые снеговые воды, которые поступают вглубь карстовых массивов в количестве около 70 млн л с 1 км<sup>2</sup> в год.

В массиве горных пород воды движутся путем инфильтрации (просачивание через поры, каверны и мелкие трещины), инфлюации (втекание через крупные отверстия на поверхности карстовых массивов) и конденсации (осаждение водяного пара на стенках полостей).



Условные обозначения:

-  Сумма осадков в зимний период
-  Сумма осадков в летний период

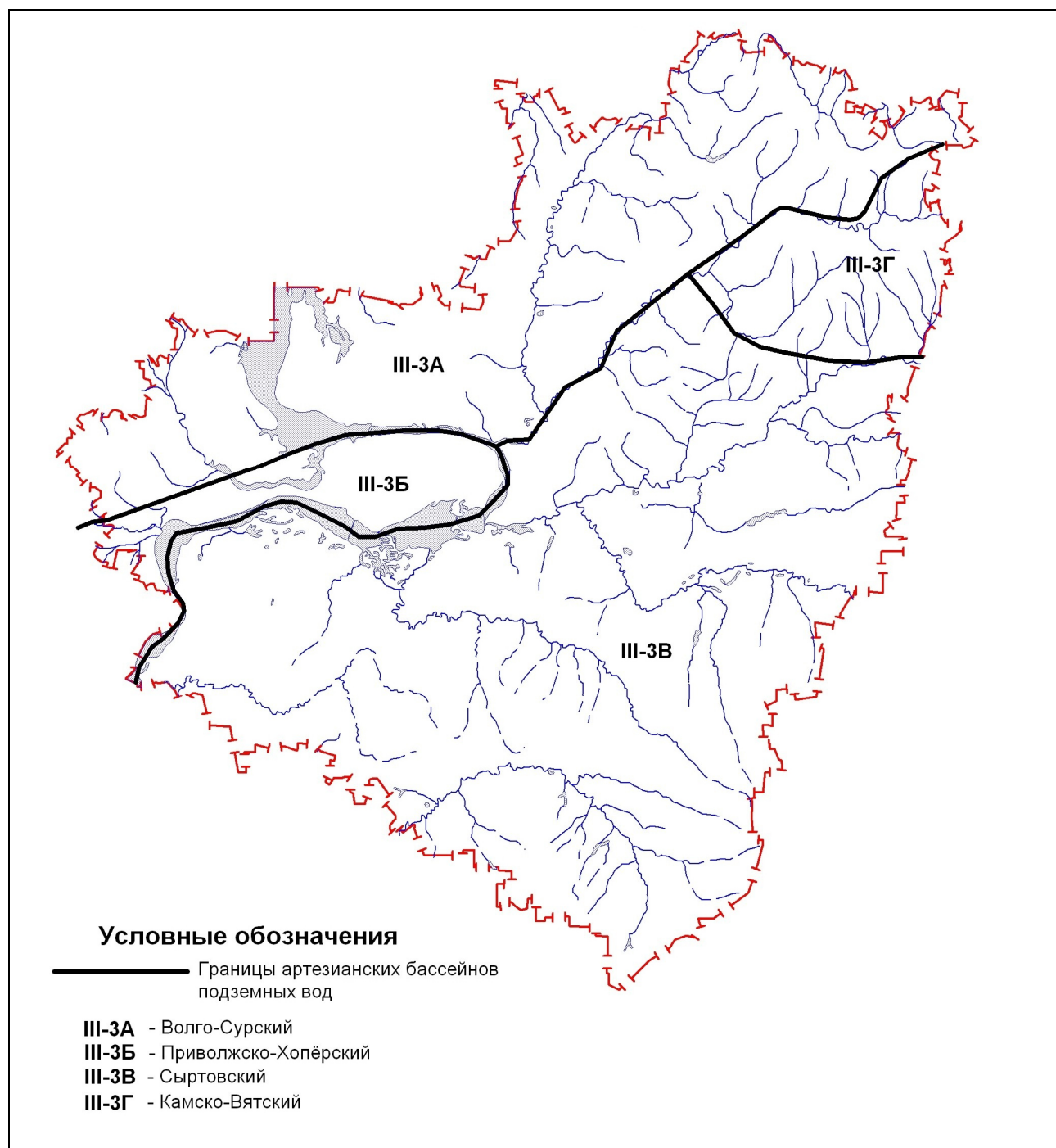
Рис. 2.3. Суммарное количество осадков  
в летний и зимний период по Самарской области  
(из книги: «Природа Куйбышевской области», 1990 г.)

Среднегодовая величина инфильтрации по Волго-Сурскому артезианскому бассейну составляет 10-20 мм в год, по Приволжско-Хопёрскому – 30-60 мм в год, по Сыртовскому – 5-10 мм в год, по Камско-Вятскому – 40-60 мм в год (рис. 2.4). Явления неравномерной инфильтрации вод в карстовом массиве можно наблюдать в системе Сокских штолен. Замечено, что максимальный капез со сводов горной выработки усилен в тех местах, где на поверхности находятся отрицательные формы рельефа (овраги, балки).

Инфлюационное питание карстовых вод осуществляется ежегодно в период весеннего снеготаяния и 1-2 раза в год в периоды обильных летних ливней. В это время начинают работать ручьи из родников верховодки с расходом  $\sim 0,2-5$  л/с, которые разгружаются в поноры на дне карстовых воронок. Таким образом, происходит поглощение поверхностных вод понорными пещерами на Высоком Заволжье: Речка, Золотая, Усовская, Новая (Кинельский район), Липовая (Сергиевский район) и др. В паводок на Саратовском водохранилище воду поглощает пещера Обкан (Самарская Лука).

Ступишиным были впервые на Самарской Луке описаны явления конденсации влаги в карстовых полостях. Им зафиксированы полости, образованные при отсутствии хорошо разработанных трещин. Отмечено, что «лишь при учете сублимационного процесса, а именно перехода влаги из парообразного состояния в жидкость, видимо, при снижении температуры в холодное время года, и затем вновь сублимационного перехода в парообразное состояние уже в теплое время года возможно понимание развития карстовых полостей при слабо-развитой системе трещин на глубине» [123]. В настоящее время в большом количестве пещер зафиксирован конденсационный капез.

**Область подземного стока** подразделяется на зоны аэрации, сезонных колебаний, горизонтальной, поддолинной и глубинной циркуляции.



*Рис. 2.4. Схема гидрологического районирования Самарской области*

Величина зоны аэрации по разным карстовым районам Самарской области составляет 15-350 м. В пределах этой зоны иногда присутствуют горизонты подвешенных карстовых вод, образованных на участках местных водоупоров. В верхнекаменноугольных отложениях это прослой окремненных известняков и доломитов, в пермских

отложениях – прослой глин и глинистых мергелей. Такие горизонты обнаруживают себя источниками. На Самарской Луке в средней части горного склона известен нисходящий источник Каменная Чаша дебитом 0,1 л/с, на Высоком Заволжье – Липовый родник с дебитом 0,5 л/с (Сергиевский район).

Амплитуда весеннего подъема уровня грунтовых вод в зоне сезонного колебания для разных районов различна. Наибольшее повышение уровня подземных вод происходит в зоне подпора волжских водохранилищ, постепенно уменьшаясь вглубь водораздела. Вследствие этого весной подземный поток меняет свое направление и зеркало приобретает наклон от рек к центральной части водораздела. Далее, несмотря на спад воды в реке после паводка, уровень подземных вод на всем водоразделе под воздействием паводковой волны продолжает постепенно повышаться 15 суток в береговой зоне и 25-30 суток в центральной части массива. Только после этого начинается медленный, а затем более быстрый спад уровня подземных вод, продолжающийся до середины сентября. К этому времени зеркало подземных вод снова приобретает уклон от центральной части водораздела в сторону Волги, Самары, Сока. После прохождения паводка по берегам водохранилищ начинают работу многочисленные родники с расходом 0,1-0,2 л/с, количество которых по Волге только между устьями Сока и Самары более 30. Влияние Волги на подпор подземного потока четко прослеживается в прибрежной полосе шириной 4-4,5 км.

Естественная скорость движения подземных вод в зоне горизонтальной циркуляции для закарстованных пород бассейна Средней Волги составляет 0,04-0,06 см/с [58].

Среднемноголетний модуль подземного стока по Волго-Сурскому артезианскому бассейну достигает 0,5 л/сек/км<sup>2</sup>, по Приволжско-Хопёрскому – 1,5 л/сек/км<sup>2</sup>, по Сыртовскому – менее

0,5 л/сек/км<sup>2</sup>, по Камско-Вятскому бассейну достигает от 0,5 и выше 1,5 л/сек/км<sup>2</sup>.

Зона поддолинной циркуляции фиксируется по наличию мощных источников в долинах р. Сок и р. Шунгут. Например, на глубине 14 м от уреза воды карстового озера Голубое, расположенного в пойме р. Шунгут, находятся родники с общим дебитом 70-72 л/с. Глубина самого озера 18,5 м. Эта величина превосходит мощность речных аллювиальных отложений.

Зона глубинной циркуляции включает в себя воды затрудненного и застойного режима. По разным районам Самарской области к ним относятся водоносные горизонты, лежащие ниже казанского, а для Самарской Луки – ниже нижнепермского и верхнекаменноугольного. Эти воды обладают высокой минерализацией и напором. Питание их осуществляется за счет перетока из вышележащих водоносных горизонтов.

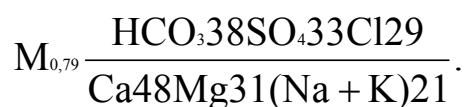
**Области разгрузки карстовых вод** определяются по наличию источников. Из всех учтенных родников Самарской области карстовые составляют порядка 33 % [95]. Они подразделяются на источники зоны подвешанных вод, горизонтальной циркуляции и поддолинной циркуляции. Родники зоны горизонтальной циркуляции чаще всего встречаются с дебитом 0,5-1 л/с и меньше, но бывают и крупные. Самый крупный – Поляев Ключ у с. Старый Маклауш с дебитом 92 л/с. Иногда родники встречаются группами и, сливаясь, образуют общий сток. Наиболее крупная группа имеет название Студёный Ключ у одноименного населенного пункта (общий дебит по разным оценкам 142-300 л/с). В волжской зоне все естественные родники подтоплены. По литературным данным, наиболее крупные были на Усольско-Берёзовском массиве, на Самарской Луке у пос. Шелехметь, на Высоком Заволжье вдоль Соколых гор [8].

## 2.4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И РАСТВОРЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КАРСТОВЫХ ВОД

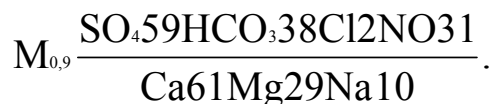
Химический состав подземных вод отражает химический состав карстующихся горных пород, в которых они циркулируют. В карстующихся отложениях Самарской области распространены водоносные комплексы казанских, нижнепермских и верхнекаменноугольных отложений верхнего гидрогеологического этажа.

*Водоносный комплекс казанских отложений* развит в основном на левобережье Волги. Воды межпластовые и напорные с различной минерализацией.

На Сыртовой равнине воды большей частью пресные с величиной сухого остатка 0,45-0,8 г/л. По химическому составу воды смешанные. Типичная формула:



На Высоком Заволжье воды – от пресных до сильноминерализованных (от 0,25-0,98 до 1-1,5 г/л). По химическому составу гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые. Типичная формула:



Родники, приуроченные к казанскому водоносному горизонту по Самарской области, составляют около 30 %. Преобладают пресные воды с минерализацией до 1 г/л и общей жесткостью до 7 моль/м<sup>3</sup>. Минерализация воды лишь изредка превышает 1 г/л, жесткость же часто превышает 7 моль/м<sup>3</sup>.

На Высоком Заволжье часто встречаются сероводородные источники. Наиболее известные – Сергиевские минеральные воды – находятся у поселка-курорта Серноводск. Характеризуются минерализацией 2,68-2,76 г/л и общей жесткостью 35,7 моль/м<sup>3</sup>. Содержание сероводорода 53 мг/л. Формула химического состава по данным С.А. Арджеванишвили [2]:



$$SpH_2 S_{0,053} M_{2,68} \frac{SO_4 76 HCO_3 20}{Ca 76 Mg 21} PH_{6,7} T 8^0 \times D 60000000.$$

Источники, питающие Голубое озеро и Якушкинский серный источник, имеют минерализацию 2,2-2,3 г/л и общую жесткость 31,3-31,9 моль/м<sup>3</sup>. Содержание сероводорода в воде серных источников 40-84 мг/л.

В районе пос. Водино имеется небольшой серный источник с минерализацией 5,1 г/л и общей жесткостью 65,9 моль/м<sup>3</sup>.

*Водоносный комплекс верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений* распространен на Приволжской возвышенности, Самарской Луке и в Сокольных горах. Воды преимущественно пресные с удельными дебитами 5-6 л/с. Минерализация от 0,5 г/л. Типичная формула:

$$M_{0,6} \frac{HCO_3 63 SO_4 20 Cl 17}{Ca 50 (Na + K) 32 Mg 10}.$$

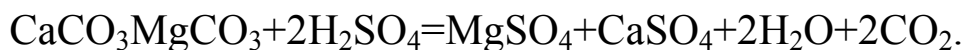
Родники, приуроченные к породам карбона, в основном незначительны. На Самарской Луке из верхнекаменноугольных отложений зафиксировано 14 родников. Дебиты их в основном не превышают 0,1-0,6 л/с, лишь только в районе населенных пунктов Бахилова Поляна, Солнечная Поляна, Ширяево дебиты трех родников составляют 1-2 л/с. Один родник из отложений карбона находится в районе Сызрани (дебит 0,1 л/с) и один в районе пос. Царевщина (дебит 1 л/с). Все родники нисходящие, один восходящий. Воды пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,3-1 г/л и общей жесткостью 4,5-11,1 моль/м<sup>3</sup>.

Наряду с пресными водами на Усольско-Берёзовском массиве в верхнекаменноугольной толще встречены воды с признаками подтока глубинных вод. До затопления Куйбышевского водохранилища в районе Усоля существовали соленые источники. Дебит их составлял 5-6 л/с. Воды хлоридные натриевые с минерализацией от 20 до 75 г/л.

Различными исследователями указывается, что агрессивность инфильтрационных и инфлюационных вод стимулируется поступлением CO<sub>2</sub> из почвенного воздуха [39, 108]. А.В. Ступишин сообщает,

что гумусовые растворы почвенного покрова содействуют процессам закарстования [123]. По данным сводки «Почвы Куйбышевской области» содержание углекислого газа в почвах достигает 1,3-2,5 %. Содержание рН (%) и гумуса (%) по типам почв, перекрывающих карстующиеся горные породы, следующее: дерново-карбонатные (6,3-7,8; 0-21,2), оподзоленные черноземы (6-7,2; 0,4-7,6), выщелаченные черноземы (6-7,5; 0,6-7,7), типичные черноземы (6,5-7,8; 0,9-8,7), черноземы остаточного-карбонатные (2,4-8,1; 1,4-8,8) [85].

Кроме того, А.В. Ступишин сообщает, что на агрессивность подземных вод большое влияние может оказать присутствие битумов в карстующейся толще, вызывая процессы сульфатредукции, что приводит к обогащению подземных вод агрессивной углекислотой [123]. Битумы в Самарской области связаны с отложениями казанского яруса. Отмечено также присутствие кристаллических корочек гипса на контакте глин и доломитов на Волго-Усинском водоразделе. Гипс образовался под воздействием серной кислоты, имеющейся в растворе, на доломиты согласно реакции



Серная кислота могла образоваться в сильноминерализованных сульфатно-кальциево-магниевых водах гипсово-ангидритовых пород.

Таким образом, воды, влияющие на растворимые горные породы в Самарской области, можно назвать агрессивными.

### **3. КЛАССИФИКАЦИЯ КАРСТА**

Проблемы классификации карста восточной части Русской равнины освещены А.В. Ступишиным, Г.А. Максимовичем, Н.В. Родионовым, А.Г. Чикишевым и др. Таксонометрическая классификация с выделением классов, комплексов типов и типов предложена в коллективной работе [27].

В основу предлагаемой нами схемы классификации положено выделение типов карста (соответствующих классам режима питания

грунтовых вод), подтипов (характеризующих условия залегания пород и характер рельефа местности), классов (по составу карстующихся пород) и подклассов (по степени перекрытости закарстованных пород вышележащими отложениями). Изложение сути каждого таксона следует далее.

1. Отличительной чертой Самарской области является расположенность в двух природно-климатических зонах: лесостепной и степной. Различие их, кроме всего прочего, связано с режимом питания подземных вод. Карстовые процессы приурочены к зоне умеренного снегового питания, инфильтрации 10-60 мм в год и медленной (0,04-0,06 см/с) горизонтальной циркуляции. В связи с этим здесь выделен один тип карста умеренного питания грунтовых вод.

2. Самарская область расположена в юго-восточной части Русской равнины в пределах Восточно-Европейской платформы. Территориальная расположенность обусловила своеобразный рельеф, условия залегания и дислоцированность горных пород. Тектонические процессы обусловили выход на дневную поверхность и интенсивную трещиноватость палеозойских карстующихся пород, но не смогли создать высокоамплитудного рельефа (мощность зоны аэрации составляет 40-350 м). Здесь выделяется один подтип карста – равнинный, платформенный, при горизонтально и полого залегающих карстующихся породах.

3. Менее чем на 8 % (4203 км<sup>2</sup>) от всей территории области на поверхности и в приповерхностных условиях залегают морские и лагунно-морские осадочные горные породы. По составу карстующихся пород выделяются следующие классы карста: карбонатный, сульфатный, карбонатно-сульфатный и меловой. Карбонатный и карбонатно-сульфатный карст, связанный с отложениями верхнего карбона, нижней перми и мела, имеет ограниченное распространение – в основном на правобережье Волги, на Самарской Луке и в Сокольных горах. Кар-

бонатный, карбонатно-сульфатный и сульфатный карст, связанный с отложениями казанского яруса, широко распространен как в Предволжье (Самарская Лука), так и на Высоком Заволжье и Сыртовой равнине.

Отличительным свойством карстующихся отложений является их большая литологическая и фациальная изменчивость как по площади, так и по вертикали разреза. Карбонатные карстующиеся породы часто перемежаются с некарстующимися кремнистыми и сильно пористыми породами, доломитовой мукой. Сульфатные и карбонатно-сульфатные отложения переслаиваются с некарстующимися глинами, песчаниками, глинистыми мергелями, доломитовой мукой. Мощности слоев чистого гипса в зоне аэрации невелики, обычно до 8 м (Серноводск), максимум до 23 м (Камышла).

4. Карстующиеся отложения присутствуют в разрезе всей территории Самарской области, но значительная их часть перекрыта другими породами (почвенно-растительным слоем, эллювиальными, делювиальными и аллювиальными, более молодыми и одновозрастными рыхлыми глинистыми и скальными отложениями). Мощности перекрывающих отложений очень изменчивы и достигают 400 м и более. Значительные мощности и состав перекрывающих отложений в значительной степени замедляют карстовые процессы изучаемой территории. По степени обнаженности пород, генезису и составу перекрывающих отложений в Самарской области выделяются следующие подклассы карста: голый, задернованный, покрытый, закрытый, перекрытый, покрытый вторичный, бронированный и погребенный (рис. 3.1, 3.2). Наиболее типичны подклассы покрытого, закрытого, перекрытого, бронированного и палеокарста.

4.1. Голый карст распространен там, где растворимые породы не перекрыты иными геологическими образованиями и выходят на поверхность лишенными растительного покрова.

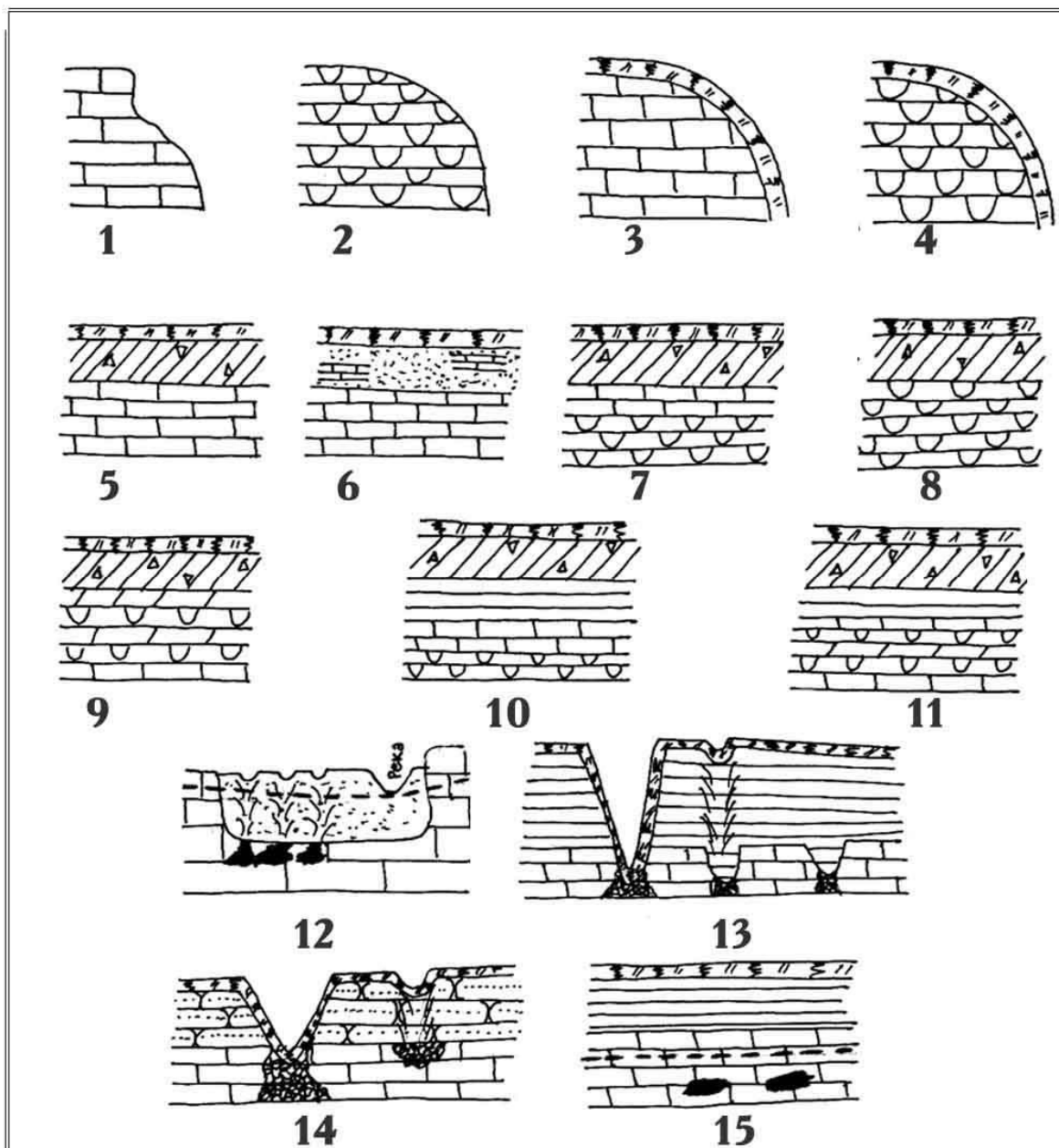
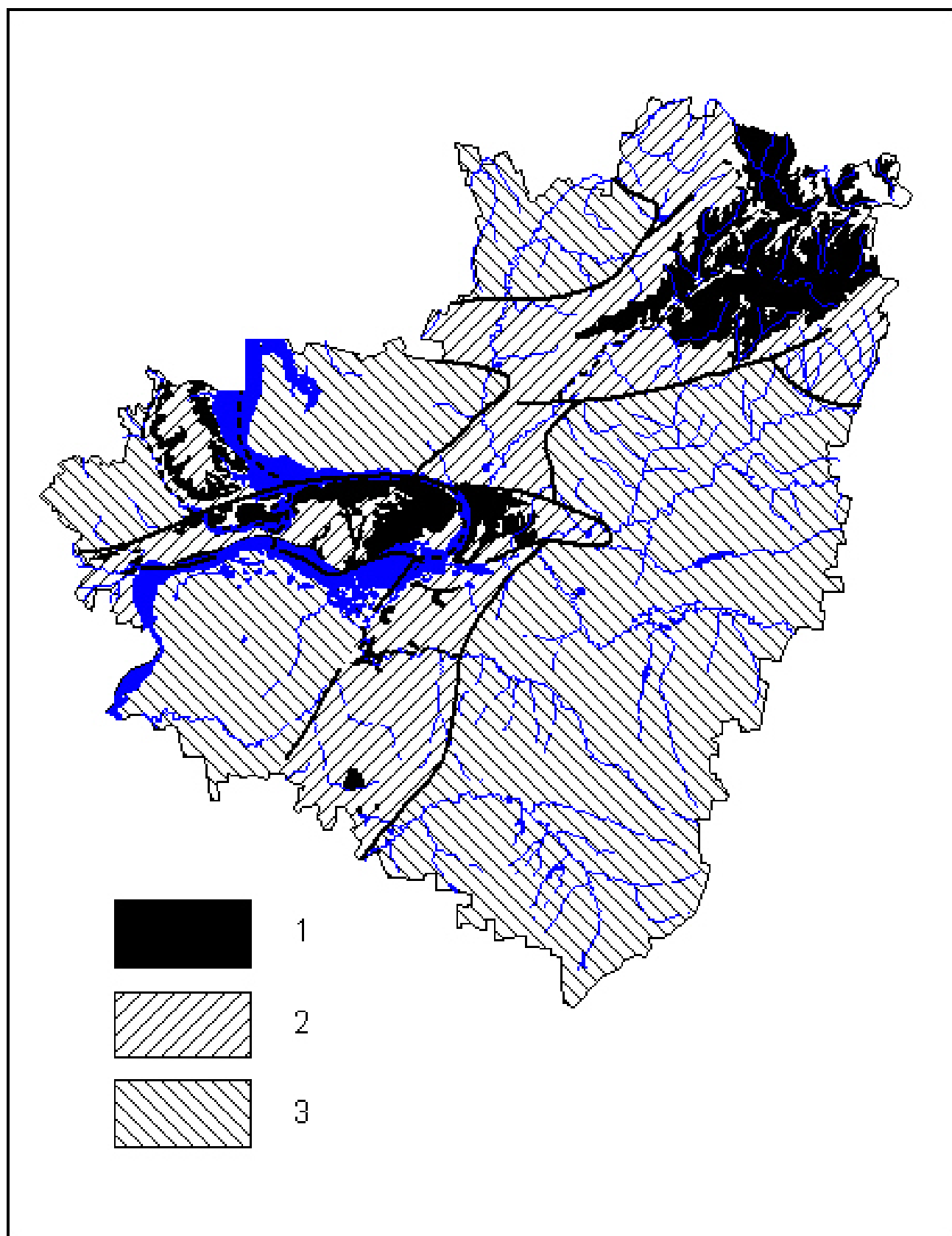


Рис. 3.1. Классификация карста Самарской области. Подклассы карста:

- 1, 2 – голый; 3, 4 – задернованный; 5, 6, 7, 8, 9 – покрытый;  
 10, 11 – закрытый; 12 – перекрытый; 13 – покрытый вторичный;  
 14 – бронированный; 15 – погребенный



*Рис. 3.2. Схема типизации карста:*

1 – районы развития преимущественно покрытого, закрытого и задернованного карста с участками голого; 2 – районы развития погребенного, закрытого и бронированного с участками перекрытого, покрытого вторично, покрытого и задернованного; 3 – районы развития погребенного, бронированного, перекрытого и перекрытого вторично

Для Самарской области подкласс очень редок и встречается только на крутых обнаженных скальных склонах Волги, Сока, во внутренних оврагах Самарской Луки и Сокольных гор. Карстовые формы представлены различными трещинами, щелями, кавернами и каровыми формами в известняках и гипсах.

4.2. Задернованный карст характеризуется карстующимися породами, покрытыми слоем почвы (дерна) с растительным покровом мощностью не более 0,5 м. Для Самарской области редок. Встречается наряду с голым карстом на крутых склонах водоразделов и редко – на пологих склонах в пределах карстовых полей.

4.3. Покрытый карст развит на участках, где горные породы покрыты рыхлыми современными образованиями (элювием, элювио-делювием, делювием) мощностью до 20 м. В Самарской области распространен широко. Покровные отложения представлены доломитовой мукой с обломками карбонатных пород, суглинками со щебнем или обломками карбонатных и сульфатных пород.

Карбонатные породы под слоем доломитовой муки вскрыты скважинами на территории города Самары по улице Промышленности, в пос. Управленческом, на площадке санатория «Соколы горы». На пересечении улиц Ракитной и Селингинской (Железнодорожный район) в строительной канаве сверху вниз обнажаются:

- 0-0,2 м – почвенно-растительный слой;
- 0,2-0,7 м – доломитовая мука с обломками светло-серого известняка;
- 0,7-2 м – известняки светло-серые тонкоплитчатые слоистые, трещиноватые.

Сульфатные породы под делювием вскрыты в канаве для прокладки канализационного коллектора (коттеджный поселок рядом с детским оздоровительным лагерем «Здоровье»). Здесь обнажаются:

- 0-0,25 м – почвенно-растительный слой, техногенные грунты, строительный мусор, щебень;
- 0,25-0,9 м – суглинки красновато-коричневые с обломками гипсов;
- 0,1-1,5 м – гипс белого и льдистого облика с прослойками селенитов, мергелей и загипсованных глин.

Переслаивание карбонатных и сульфатных пород под делювием вскрыто буровой скважиной в районе пос. Новосемейкино (Красноярский район):

- 0-0,5 м – почвенно-растительный слой;
- 0,5-2,0 м – суглинки красно-коричневые с щебнем карбонатных пород;
- 2,0-6,0 м – известняки серые, буровато-серые;
- 6,0-8,0 м – доломиты светло-серые с прослоями доломитовой муки;
- 8,0-12,0 м – известняки светло-серые окремнелые;
- 12,0-14,0 м – известняки буровато-светло-серые с прослоями доломитовой муки;
- 14,0-20,0 м – карстовая полость;
- 20,0-21,0 м – гипс-ангидритовая порода с тонкими прослоями доломитов.

Переслаивание глинистых, глинисто-карбонатных, карбонатных и сульфатных пород под делювием вскрыто скважиной в районе дачного массива у пос. Советы (Кинельский район):

- 0-0,2 м – почвенно-растительный слой;
- 0,2-6,5 м – суглинок светло-коричневый со щебнем и обломками карбонатных пород;
- 6,5-10,0 м – переслаивание загипсованных известняков, загипсованных серых глин с прослоями глинистого мергеля;
- 10,0-19,0 м – переслаивание глинистых мергелей, загипсованных известняков и гипсов;
- 19,0-21,0 м – загипсованные известняки с прослоями гипс-ангидритовой породы;
- 21,0-23,0 м – переслаивание гипс-ангидритовой породы и известняков;
- 23,0-27,0 м – гипс-ангидритовая порода с прослоями известняков.

4.4. Закрытый карст развит там, где карстующиеся горные породы перекрыты элювиально-делювиальными отложениями и одновозрастными некарстующимися породами. В Самарской области распространен широко. При мощности перекрывающих отложений, превышающей 25 м, карст с поверхности не проявляется. Такой подкласс характерен только для отложений верхнеказанского яруса, а нагляд-



ной иллюстрацией здесь может служить разрез другой скважины у пос. Советы:

- 0-1,5 м – почвенно-растительный слой;
- 1,5-3,0 м – красновато-коричневые суглинки с обломками карбонатных пород;
- 3,0-7,0 м – глина зеленовато-светло-серая карбонатная, с прослойками карбонатных пород, интенсивно ожелезненная;
- 7,0-12,0 м – глина загипсованная светло-серая плотная, в интервале 11,0-11,5 м – прослой гипса;
- 12,0-25,0 м – гипсы белые сахаровидные с темными прослоями светло-серых мергелей.

4.5. Перекрытый карст отличается тем, что карстующиеся породы покрыты пойменными или террасовыми аллювиальными четвертичными образованиями. Диагностировать этот подкласс достаточно сложно, так как в рельефе он выражается формами, аналогичными суффозионным образованиям пойм. Ожидать проявления перекрытого карста можно на северо-востоке Высокого Заволжья в долинах рек Байтермишка, Сосновка, Уксада, Камышла, Байтуган.

4.6. Покрытый вторичный карст развивается после того, как формы голого карста были перекрыты более молодыми, рыхлыми осадочными отложениями кайнозойского возраста. Наибольшее распространение такой подкласс получил после акчагыльской трансгрессии, когда на большой территории отложились морские, песчано-глинистые осадки. Далее в результате денудации карстовые формы были препарированы эрозионными процессами и наблюдаются в настоящее время. Подобное карстовое поле детально описано Е.А. Никитиным на Сыртовой равнине, в Красноармейском районе, у деревни Зеленый Клин.

4.7. Бронированный карст характеризуется тем, что карстующиеся породы закрыты с поверхности осадочными некарстующимися отложениями юрского, верхнепермского или татарского возраста. Этот подкласс типичен для восточного плато Самарской Луки и частично для Высокого Заволжья. На Самарской Луке ряд исследователей от-

мечает распространение воронок на площадях развития байосско-батских отложений средней юры [8, 93]. Генетически подобные карстовые формы связаны с нижележащими пермскими карбонатными отложениями, а юрские песчаники здесь являются перекрывающими, бронирующими.

4.8. Палеокарст (ископаемый, погребенный карст) выделяется там, где карстовые полости, образованные в минувшее геологическое время, были заполнены и перекрыты молодыми горными породами. Подробнее он рассмотрен далее.

Выше приведенное разнообразие подклассов группируется на территории Самарской области в пределах карстовых районов и участков. Например, в пределах карстового поля у пос. Троицкое (Сыртовая равнина) развиты известняки и гипсы верхнеказанского яруса, перекрывающие их глины и суглинки акчагыла и эоплейстоцена и свойственные этим породам элювиально-делювиальные образования. Класс карста карбонатно-сульфатный. Подкласс – покрытый, вторичный с участками покрытого.

#### **4. МОРФОЛОГИЯ КАРСТА**

Карстовые формы (или карстовые проявления) – это формы рельефа, образовавшиеся на поверхности или под землей в результате карстового процесса. Для характеристики карстовых форм используют следующие основные параметры: длина, или протяженность (м), глубина (м), площадь ( $\text{м}^2$ ), объем ( $\text{м}^3$ ). По размерам они подразделяются на микроформы (длина и глубина менее 1 м), мезоформы (диаметр до 100 м, глубина 5-25 м) и макроформы (диаметр свыше 100 м, глубина свыше 25 м). Морфологические особенности и генезис этих проявлений в значительной степени определяются условиями движения поверхностных и подземных вод, зависят от классов и подклассов карста, от положения карстового участка в рельефе местности и факторов техногенеза.

## 4.1. ПОВЕРХНОСТНЫЕ КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ

### 4.1.1. МИКРОФОРМЫ

Карстовые микроформы в Самарской области редки. Приурочены они, как правило, к участкам голого карста.

На склонах некоторых карстовых воронок Игонева дола (Высокое Заволжье), Серной и Белой горы (Самарская Лука), имеющих вертикальные или наклонные выходы гипсовых скал, иногда наблюдается ячеистый облик пород (лунковые карры), а также бороздки растворения (трещинные или желобковые кары). Последние образуются под медленным корродирующим воздействием стекающей тонкими струйками воды. Ширина и глубина их обычно до 10 см, протяженность порядка 0,5-1 м. Наиболее протяженные и большие борозды наблюдаются на склонах карстовых воронок и колодцев Белой и Серной горы. Ширина и глубина некоторых борозд до 0,5-0,7 м, протяженность 3 м и более. Такие формы местные краеведы обычно называют «лепестками».

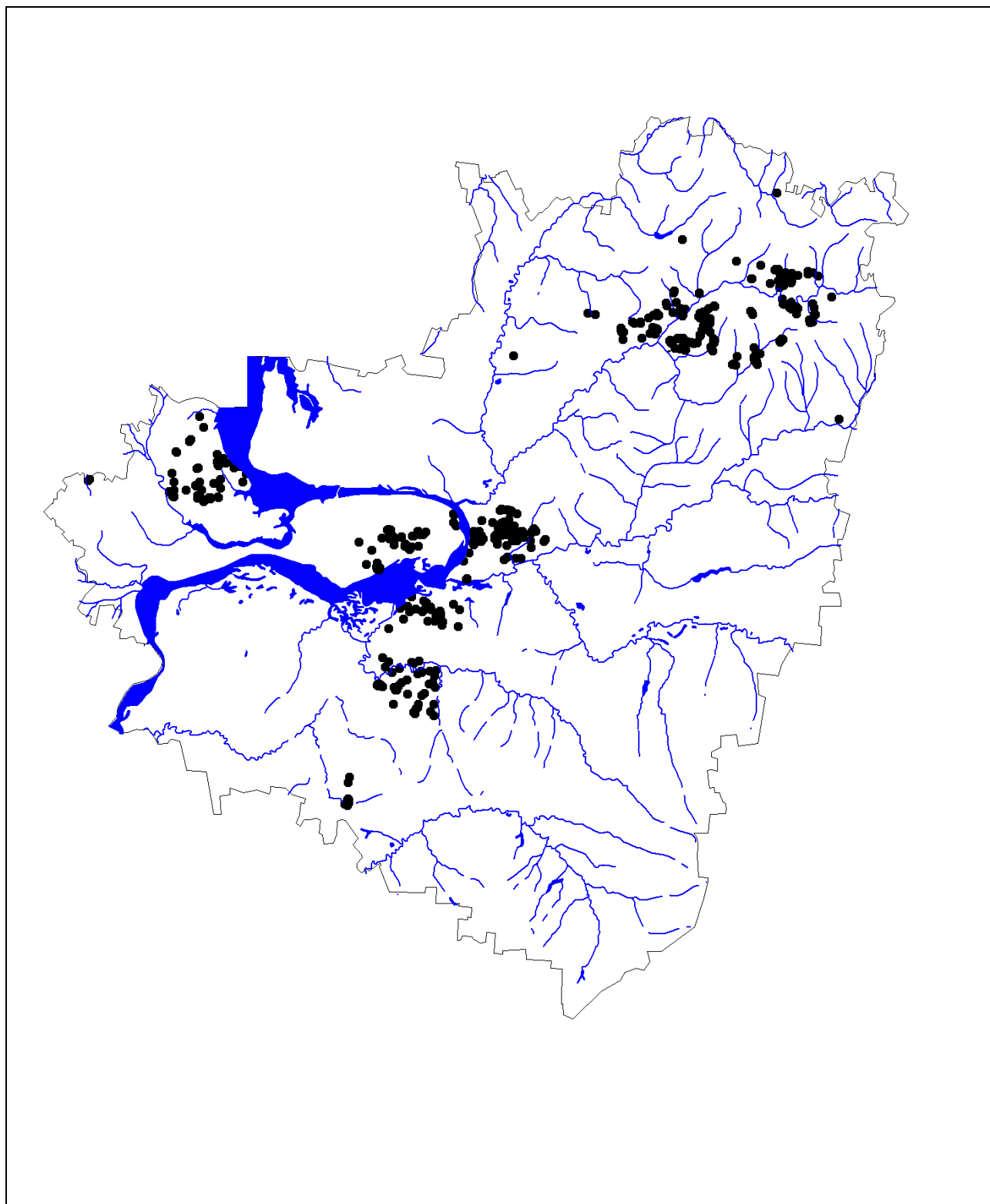
Каверновые гипсовые карры изредка встречаются на задернованных склонах Белой горы. Они представляют собой округлые углубления размерами 10×20 см и глубиной до 10 см. В каррах и вокруг них находится почва, растительность. Развитие их в настоящее время не происходит.

По берегам Куйбышевского и Саратовского водохранилищ на участках выходов известняков часто образуются волноприбойные карры. Формы и размеры их различны. Образование связано с волноприбойной деятельностью в зоне заплеска.

### 4.1.2. МЕЗОФОРМЫ

**Карстовые воронки.** Самыми распространенными формами карстового ландшафта являются воронки. Такие проявления встречаются во всех орографических районах, где имеются выходы в приповерхностные условия растворимых горных пород (рис. 4.1). В административном отношении воронки встречаются в Шигонском, Ставро-

польском, Волжском, Безенчукском, Красноармейском, Кинельском, Сергиевском, Исаклинском, Клявлинском, Камышлинском, Шенталинском районах.



*Рис. 4.1. Схема распространения карстовых воронок*

В морфологическом отношении воронки различаются по форме (плановому рисунку) и размерам (верхнему диаметру, глубине и отношению диаметра к глубине). По форме подразделяются на округлые, овальные, хвостатые (с отвержкой), лопастные и изометричные. По верхнему диаметру: на небольшие (менее 5 м), обычные (5-25 м), большие (25-50 м), очень большие (более 50 м). По глубине: на мелкие (менее 1 м), обычные (1-5 м), глубокие (5-10 м), очень глубокие (более 10 м). В зависимости от отношения диаметра к глубине выделяются блюдцеобразные (11-50), чашеобразные (5-10), конусообразные (менее 5) [32].

В Самарской области встречаются воронки различной конфигурации диаметром до 100 м и глубиной до 15 м. Из всех наибольшее распространение получили округлые, овальные и хвостатые блюдцеобразные (46,6 %) и чашеобразные (31,4 %), обычные (46,7 %) и большие (33,7 %), глубиной 1-5 м (52,2 %). Сведения о распределении воронок по диаметру и глубине по некоторым карстовым участкам приведены в табл. 4.1.

Форма воронок зависит от положения в рельефе, в частности от наклона поверхности (на более крутых склонах они приобретают удлиненную, овальную форму), от степени эрозионной пораженности и мощности отложений, перекрывающих карстовые (образование отвержков), от степени закарстованности (образование изометричных воронок при слиянии нескольких).

Размеры воронок большей частью зависят от классов и подклассов карста. Для задернованного карбонатного и сульфатного большинство образований имеет небольшие и обычные размеры. Примерами могут служить карстовое поле, заложенное в гипсовом массиве у пос. Боровка (Высокое Заволжье), где при средней глубине 1-2 м (максимум до 4) диаметр воронок составляет 10-15 м, и карстовое поле в известняках у пос. Падовка (Сыртовая равнина) с воронками, имеющими размеры до 10 м и глубину до 1,5 м.

Наиболее представительным является анализ соотношения размеров воронок покрытого карбонатно-сульфатного карста на участке

у пос. Троицкое (Сыртовая равнина) и участке у пос. Советы (Высокое Заволжье). В первом случае описываемые формы имеют более крупные размеры и глубину, причем последняя увеличивается пропорционально диаметру. На втором участке глубокие воронки чаще встречаются с диаметром 40-60 м и больше, представлены конусообразные формы. Значительные размеры воронок карбонатного карста говорят о глубине развития карста на контакте карбонатных и сульфатных пород. Кроме того, подземные и поверхностные карстовые проявления в значительных по мощности слоях известняка обладают повышенной степенью устойчивости и способностью поддержания своей формы. Но все же для обоих участков, как и для других карстовых районов Самарской области, часто встречаемыми являются обычные и большие (по диаметру), мелкие и обычные (по глубине), блюдцеобразные и чашеобразные воронки.

А.И. Отрешко для Сок-Самарского междуречья выявил приуроченность типов и генезиса воронок к определенным стратиграфическим слоям сосновской свиты верхнеказанского яруса [82]. Карстование сорокинских и падовских слоев вызывает площадные просадки: цепочки крупных карстовых воронок переходят в бессточные карстовые овраги, перемычки между отдельными карстовыми воронками проседают, и группа воронок объединяется в бессточный овраг или в непосредственное продолжение оврагов. Карстование орловских слоев сопровождается слиянием ряда мелких воронок в одну, обычно большую и глубокую, лопастную. Как правило, крупные лопастные воронки группируются цепочками, которые размещаются в продолжение оврагов. На площадях выходов на дневную поверхность дубравинских слоев наблюдаются единичные крупные карстовые воронки, образующиеся при карстовании орловских слоев. Карстование водинских слоев ведет к образованию многочисленных мелких карстовых воронок. На глубине в гипсах этих слоев развиты мелкие карстовые полости, в той или иной мере заполненные глинами.

По месту расположения воронки встречаются в долинах рек (чаще всего в долинах Сока и Шунгута), по днищам и склонам оврагов,

на водораздельных пространствах и склонах до абсолютных отметок 190-200 м. Четкой высотной и геоморфологической приуроченности не наблюдается, но все же большая их часть встречается на водораздельных склонах.



*Рис. 4.2. Задернованные воронки с высыпками щебня у пос. Водино*

Большая часть всех исследованных форм задернована, хотя в некоторых на склонах наблюдаются высыпки щебня карбонатных пород (участки в районе пос. Троицкое, Водино, Ново-Обошино и т. д.) (рис. 4.2), скальные выходы карбонатных (Водино, Шелехметь, Падовка, урочище Елгуши) и карбонатно-сульфатных пород (в районах пос. Сырейка, Советы, Петра-Дубрава, Серный завод, Козелковская, Сорокины хутора, Мехзавод, Алексеевка, Ново-Семейкино, Серноводск, Боровка, Самара) (рис. 4.3). Ряд воронок сульфатного и карбонатно-сульфатного карста (редко карбонатного) имеют на дне водоотводящие поноры, представляющие собой отверстия от 0,1 м и более. Поноры, имеющие отверстия, достаточные для прохождения человека, ведут в горизонтальные пещеры понорного типа (рис. 4.4).



Например, входное отверстие пещеры Золотая (Игонев Дол) имеет размеры  $2 \times 1$  м, пещера Серноводская обладает входом  $0,4 \times 2$  м. Понорные воронки зафиксированы у населенных пунктов Водино, Сырейка, Советы, Козелковская, Серный завод, Сорокины хутора, Алексеевка, Ново-Семейкино, Мехзавод, Серноводск, Боровка, Самара. Количество понорных воронок на карстовых участках – от единиц до 10-20 % и более. Поля с максимальным числом понорных воронок расположены в Казачьем лесу и около бывшего серного завода.

По условиям образования воронки подразделяются на коррозионно-эрозионные, коррозионно-провальные, коррозионно-суффозионные [12].



*Рис. 4.3. Скальные выходы в понорной воронке у пос. Серноводск*

Коррозионно-эрозионные воронки образуются благодаря сконцентрированным поверхностным водам, которые, размывая перекрывающие отложения, достигают карстующихся пород и, выщелачивая их по трещинам, отводятся на глубину. Форма воронок овальная, лопастная, изометричная, часты воронки с отвержками. Расположены



они обычно в конце (на дне) карстовых логов и практически всегда изначально понорные. При заиливании понора в коррозионно-эрозионной воронке может образоваться озеро или болотце. По предварительной оценке, такие образования занимают от 10-20 до 50 % всех воронок на карстовых участках. На участке у пос. Советы – 12 %, у пос. Троицкое – 14 %, у пос. Сырейка – 40 % и т. п.

Воды, поглощенные коррозионно-эрозионными воронками, размывая окружающие породы и увеличивая объемы полостей, вызывают обвалы их кровли. Если такой обвал проявляется на поверхности, то образуется провал, который затем за счет боковой эрозии стенок превращается в коррозионно-провальную воронку. Плановый рисунок таких проявлений обычно округлый или удлиненный, в разрезе они чаще всего блюдцеобразные или чашеобразные. Расположены одиночно и в пределах карстовых полей, вблизи коррозионно-эрозионных воронок, иногда на их склонах или в днище. Если провал вскрывает горизонты грунтовых вод, то в воронках образуется озеро.



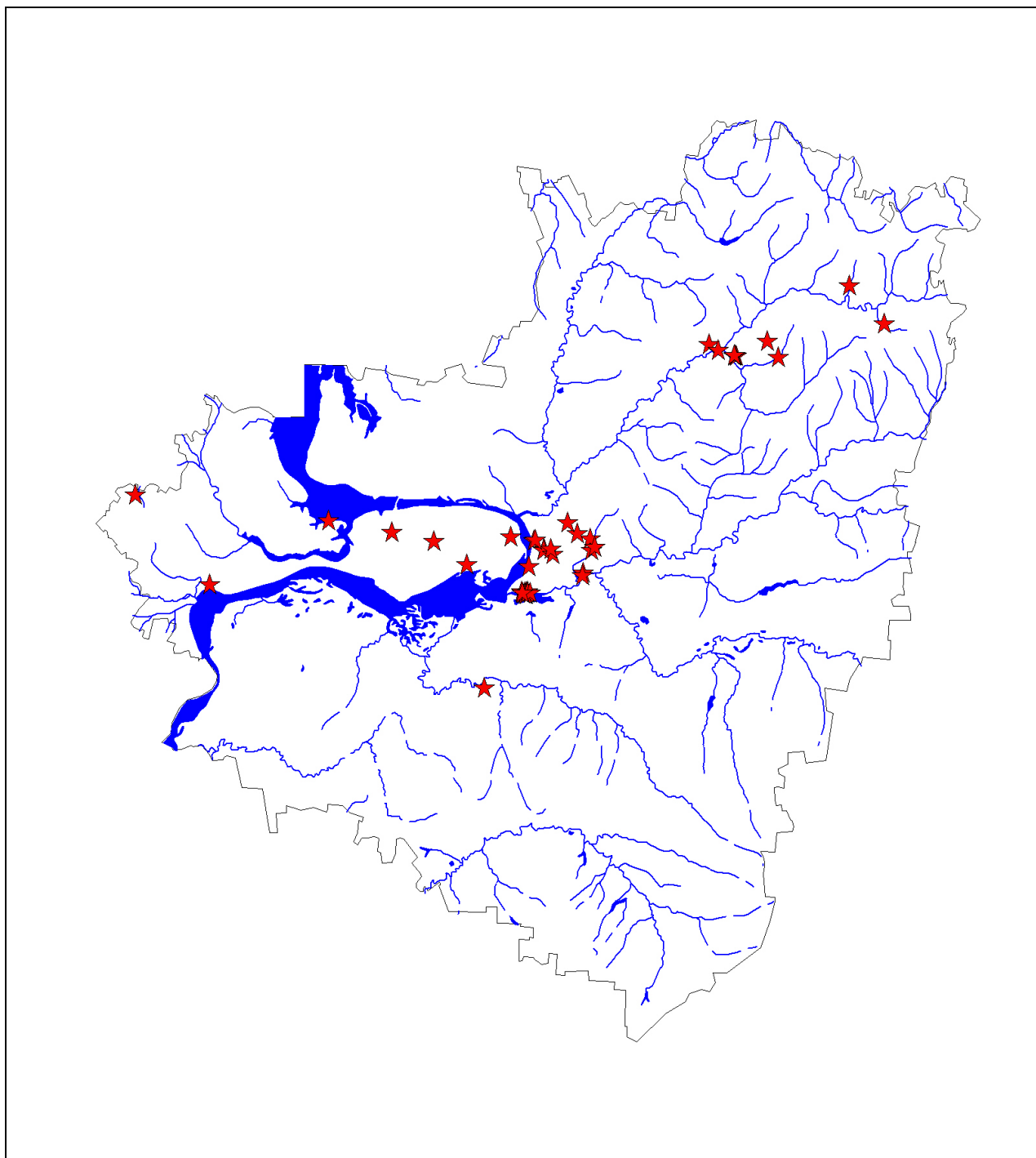
*Рис. 4.4. Понор на дне карстовой воронки у пос. Советы*

Происхождение коррозионно-суффозионных воронок аналогично вышеописанному, но первые образуются мгновенно, а последние за продолжительное время путем суффозионного выноса рыхлых, перекрывающих карстовые, отложений в подземные полости. Форма воронок в плане – округлая, в разрезе – чашеобразная и конусовидная.

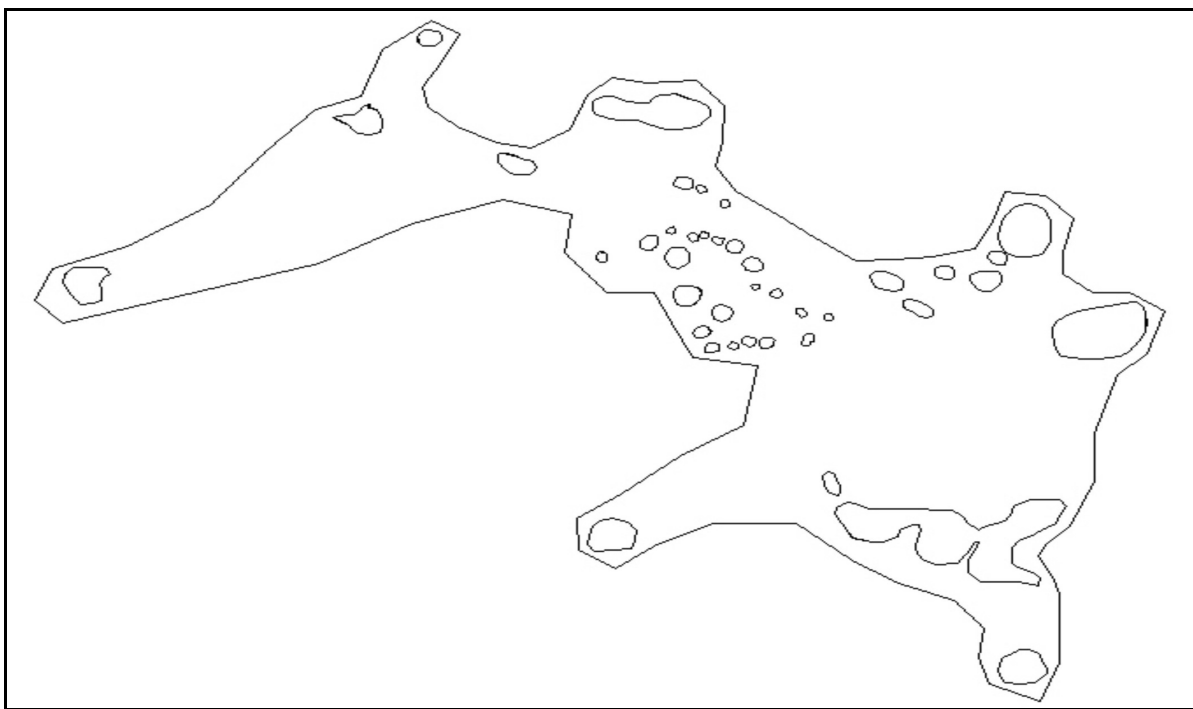
Коррозионно-провальные и коррозионно-суффозионные образования занимают значительное количество от общего числа воронок, однако диагностировать их происхождение представляет определенные трудности. Особенно это касается старых и древних воронок.

Воронки встречаются одиночно и группами. Группировки в основном изометричной формы, хотя нередки случаи и линейного расположения. Группы близ расположенных воронок образуют карстовые участки. Морфологически они отличаются по форме и по расположению в рельефе. Кроме площади они характеризуются следующими показателями: плотность – количество карстовых форм, приходящихся на 1 км<sup>2</sup>; коэффициент площадной закарстованности ( $K_s$ ) – отношение суммы площадей воронок к площади поля.

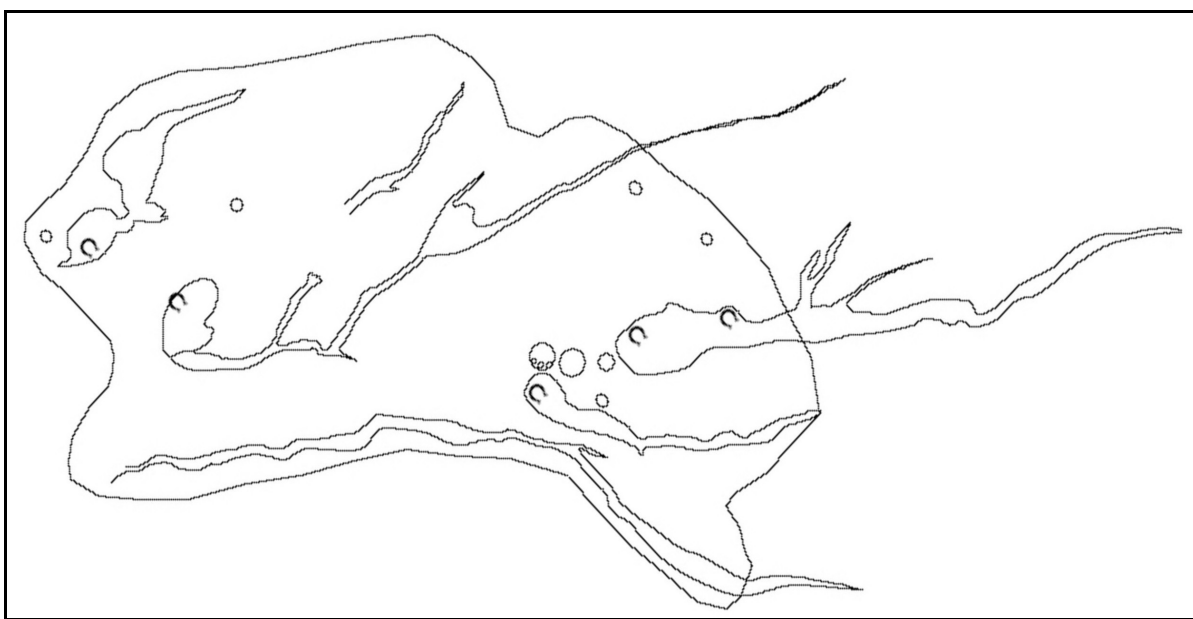
Анализируя изученные нами карстовые участки Самарской области, можно сделать вывод о том, что расположены они большей частью на водораздельных склонах и имеют удлиненную изометричную форму (рис. 4.6-4.9, 4.24). Площадь по учтенным карстовым участкам варьирует от 0,115 до 3,74 км<sup>2</sup>, плотность воронок от 12 до 360 на квадратный километр, коэффициент площадной закарстованности от 5,1 до 13 %. Из табл. 4.2 видно, что наименьшим показателем закарстованности отличается участок Троицкий. Эти данные не противоречат убеждениям К.А. Горбуновой в том, что карбонатный карст отличается, как правило, меньшими величинами показателей [32].



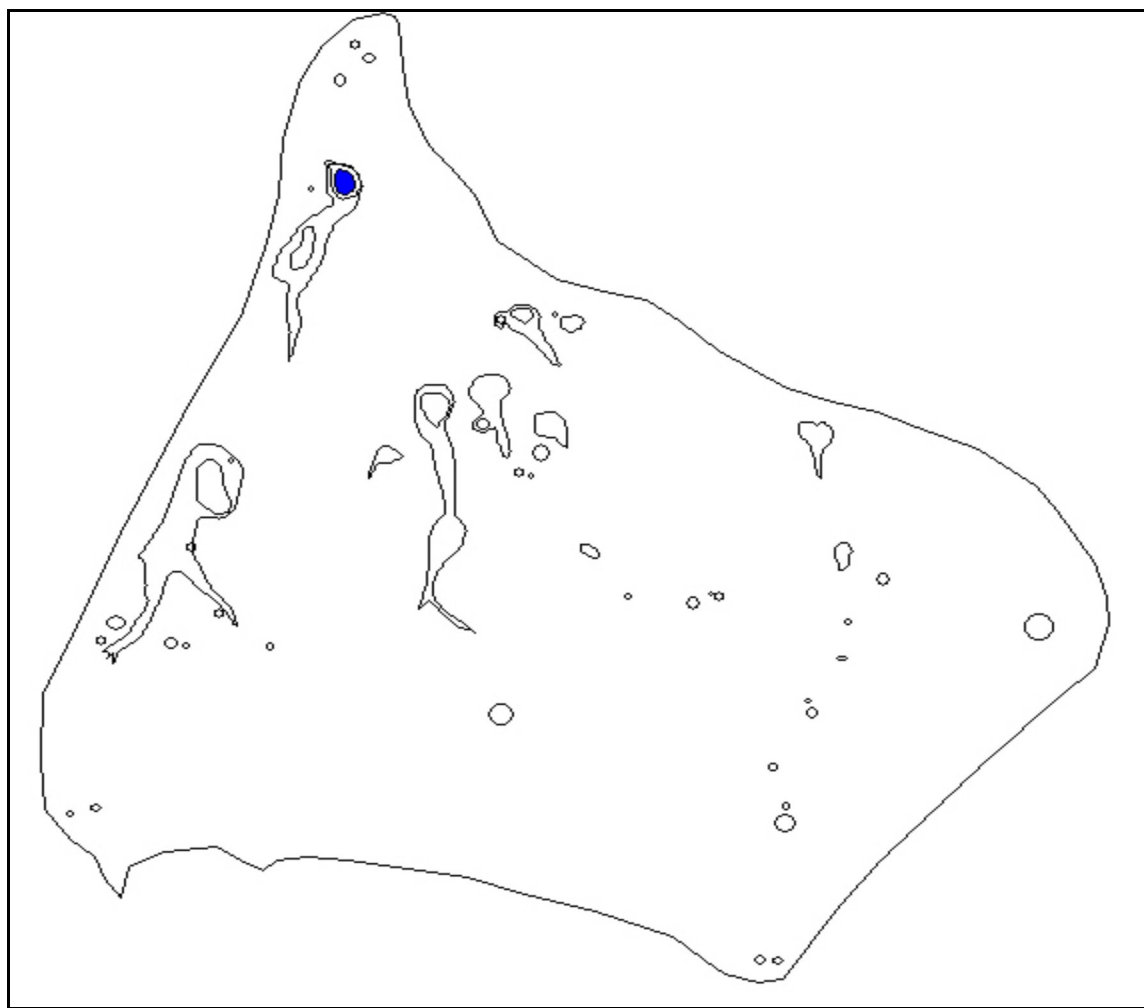
*Рис. 4.5.* Схема распространения провалов на территории Самарской области



*Рис. 4.6.* Карстовое поле в районе пос. Серноводск



*Рис. 4.7.* Карстовое поле Игонев дол в районе пос. Сырейка



*Рис. 4.8.* Карстовое поле в районе пос. Троицкое



*Рис. 4.9.* Центральная часть карстового поля у пос. Троицкое

Таблица 4.1

**Распределение карстовых воронок по диаметру, глубине и отношению диаметра к глубине**

| Вид воронок                                   | Наименование карстовых участков и количество воронок |          |           |             |       |       |                |                |               |             |       | Всего воронок, % |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|-----------|-------------|-------|-------|----------------|----------------|---------------|-------------|-------|------------------|
|                                               | Серноводск                                           | Троицкий | Водинский | Соколы горы | Дойки | Дубки | Студёный овраг | Первая просека | Верхние Дойки | Ново-Обоино | Речка |                  |
| Распределение по диаметру                     |                                                      |          |           |             |       |       |                |                |               |             |       |                  |
| Небольшие (<5 м)                              | 6                                                    | 2        | 4         | 4           | 8     |       |                |                |               |             | 1     | 8,6              |
| Обычные (5-25 м)                              | 29                                                   | 24       | 14        | 6           | 26    | 6     | 5              | 12             | 4             | 7           | 3     | 46,7             |
| Большие (25-50 м)                             | 6                                                    | 12       | 8         |             | 18    | 8     | 13             | 2              | 8             | 3           | 20    | 33,7             |
| Очень большие (>50 м)                         |                                                      | 6        | 1         |             | 9     | 3     | 2              |                | 2             | 3           | 6     | 11               |
| Распределение по глубине                      |                                                      |          |           |             |       |       |                |                |               |             |       |                  |
| Мелкие (<1 м)                                 | 6                                                    | 12       | 4         | 6           | 13    |       | 2              | 5              | 3             | 1           | 1     | 18               |
| Обычные (1-5 м)                               | 15                                                   | 26       | 15        | 3           | 34    | 12    | 6              | 9              | 4             | 9           | 21    | 52,2             |
| Глубокие (5-10 м)                             | 14                                                   | 5        | 7         | 1           | 11    | 5     | 8              |                | 6             | 2           | 7     | 22,3             |
| Очень глубокие (>10 м)                        | 10                                                   | 1        | 1         |             | 3     |       | 4              |                | 1             | 1           | 1     | 7,5              |
| Распределение по отношению диаметра к глубине |                                                      |          |           |             |       |       |                |                |               |             |       |                  |
| Блюдцеобразные                                |                                                      | 35       | 12        | 5           | 31    | 11    | 5              | 11             | 3             | 5           | 20    | 46,6             |
| Чашеобразные                                  | 6                                                    | 9        | 9         | 5           | 23    | 5     | 10             | 3              | 10            | 8           | 5     | 31,4             |
| Конусообразные                                | 40                                                   |          | 6         |             | 7     | 1     | 5              |                | 1             |             | 5     | 22               |

Таблица 4.2

**Плотность воронок и коэффициенты закарстованности карстовых участков Самарской области**

| Название участков (тип карста)    | Площадь уч-ков, км <sup>2</sup> | Кол-во карст. форм | Плотность, вор/км <sup>2</sup> | Ks, % |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-------|
| Троицкий (карбонатно-сульфатный)  | 3,74                            | 44                 | 12                             | 5,1   |
| Водинский (карбонатно-сульфатный) | 0,115                           | 27                 | 235                            | 12    |
| Речка (карбонатно-сульфатный)     | 0,85                            | 107                | 126                            | 13    |
| Серноводск (сульфатный)           | 0,11                            | 40                 | 360                            | 12    |



Рис. 4.10. Карстовый провал у пос. Водино

Карстовые участки, в свою очередь, по плотности карстовых воронок подразделяются на карстовые поля. Плотность воронок на полях в центральных частях участков обычно значительно выше, чем на периферийных полях.

**Провалы.** Поверхностные карстопроявления цилиндрической или конической формы, возникающие мгновенно (катастрофически), называются провалами (рис. 4.5).

По условиям образования провалы подразделяются на карстовые, карстово-суффозионные, суффозионные и их разновидности при активизации техногенного фактора.

*Карстовые провалы* типичны для задернованного и покрытого карста, где перекрывающие отложения имеют мощность не более 1-3 м, а в стенках провалов вскрываются карстующиеся породы. Эти проявления имеют незначительный размер (максимум до 10 м) и глубину от 2 до 6-10 м. Провалообразование чаще происходит в пределах карстовых полей, в непосредственной близости от других карстовых форм либо накладывается на них. Одиночные провалы возникают гораздо реже.

Карстовый провал в районе пос. Водино (рис. 4.10) образовался в августе 1998 г. Находится он на карстовом поле рядом с чашеобразной понорной воронкой диаметром 30 м и глубиной 7 м. На момент обследования (27.07.99) представлял собой неправильную окружность размерами 5,2×4,5 м. Глубина провала составляла 5 м. В бортах обнажались современные делювиальные суглинки и верхнеказанские известняки:

- 0,0-0,4 м – почвенно-растительный слой;
- 0,4-0,8 м – суглинок светло-коричневый с карбонатными стяжениями и щебнем известняков;
- 0,8-2,0 м – известняк тонкоплитчатый, светло-серый, трещиноватый;
- 2,0-5,0 м – известняк светло-серый, массивный.

Скважина, пробуренная рядом с провалом, вскрыла карстовую полость в интервале 14-20 м, образованную на контакте известняков и гипсов.

По результатам повторного обследования (6.06.2000) при прежней глубине размеры провала увеличились до 6 м. В дальнейшем на месте провала образовалась коррозионно-провальная воронка.

Иногда карстовые провалы вскрывают фрагменты горизонтальных или наклонных полостей. Подобный был изучен на горе Маньчиха (Самарская Лука). Провал расположен в верхней части водораздельного склона на карстовом поле и представляет собой усеченный конус верхним диаметром 4 м и глубиной 6 м, вскрывающий до глубины 3 м делювиальные суглинки, а далее – толщу верхнеказанских известняков. В нижней части провала имеется наклонный лаз, ведущий в небольшую пещеру.

Еще один провал находится в 1 км западнее пос. Сырейка. Он образован на пологом распаханном склоне. Здесь нет ярко выраженных карстовых форм, за исключением единичных просадок диаметром 50-100 м и глубиной менее 0,5 м. Форма провала – эллипсообразная, размеры – 8,5×7 м, глубина – 2,5 м (данные на 15.09.98). В бортах обнажаются:

- 0,0-0,4 м – почвенно-растительный слой;
- 0,4-1,0 м – суглинок серовато-коричневый;
- 1,0-2,5 м – известняк серо-коричневый, глинистый.



По результатам вторичного обследования (6.06.2000) в провале продолжалась как боковая, так и донная эрозия. Размеры увеличились до  $8,5 \times 7,5$  м, глубина – до 3,5 м.

Примером провалов, наложенных на другие карстовые формы, может служить группа на склоне карстовой котловины у пос. Сырейка (рис. 4.22). Здесь в соответствии с направлением трещиноватости гипсового массива линейно расположены четыре провала. Первый – эллипсообразной формы ( $8 \times 5,7$  м, глубина 1,7 м) – находится на склоне котловины, второй ( $4,5 \times 3,6$  м, глубиной 1 м) – на переходе склона в днище, третий и четвертый размерами 4,8 и 4,7 м и глубиной 1,5 и 2 м расположены в днище котловины. Все проявления связаны с разрушением подземной полости водой, поглощенной понором, расположенным в 15 м от последнего провала в днище котловины.

*Суффозионно-карстовые провалы* характерны для покрытого карста при мощности перекрывающих отложений до 20 м. Они наиболее значимы и опасны для территории Самарской области, так как могут достигать больших размеров (25-30 м и более). Два подобных провала произошли в 1991 и 1994 гг. в районе дачного массива Верхние Дойки (Красноглинский район Самары). Первый в плане представляет овал размерами  $29 \times 22$  м. На дне сформировано озеро, глубина до уровня воды – 3 м. В стенках провала обнажаются красно-коричневые суглинки. Скважина, пробуренная рядом, вскрыла следующие отложения:

- 0,0-3,0 м – суглинки красно-коричневые с карбонатными стяжениями;
- 3,0-18,0 м – глина буровато-серая плотная, слабопесчанистая с пятнами ожелезнения, с обломками известняков. На глубине 5 м прослой красновато-коричневых мергелей, на глубине 13 м – светло-серых доломитов;
- 18,0-19,0 м – серые загипсованные глины;
- 19,0-25,0 м – гипс-ангидритовая порода с тонкими прослоями голубовато-серых глин.

По словам очевидцев, провал произошел мгновенно, на дне сразу же образовалось озеро. Уровень воды в озере меняется, уменьшаясь к осени.

Второй провал – овальной формы размерами 17×12 м (рис. 4.11). На дне – озеро, глубина до воды – 3 м. В стенках обнажаются:

- 0,0-0,4 м – почвенно-растительный слой, насыпной грунт;
- 0,4-2,0 м – суглинок красновато-коричневый слабопесчанистый с обломками коричневого мергеля.

Скважиной, пробуренной в непосредственной близости от провала, вскрыты:

- 0,0-2,5 м – суглинки светло-коричневые со щебнем и обломками известняков и мергелей;
- 2,5-13,0 м – суглинки светло-серые, плотные с обломками известняков и мергелей;
- 13,0-19,0 м – сильно разрушенная гипс-ангидритовая порода;
- 19,0-20,0 м – светло-серые массивные известняки.



*Рис. 4.11. Суффозионно-карстовый провал с образованием озера на дачном массиве Верхние Дойки (г. Самара)*

Провал произошел на территории садово-дачного участка на глазах хозяев. По их словам, сначала начала вздрагивать земля, затем слышался гул и свист, на месте провала образовалось небольшое углубление, которое стало быстро расти, увлекая за собой деревья и другие насаждения. Через день появилась вода. В настоящее время в провале продолжается боковая эрозия стенок и оползни – сколы,

один из которых шириной 1 м и протяженностью 20 м произошел между 26.04.99 и 25.06.99.

Провал в 15 м от автодороги Москва – Уфа на границе Сергиевского и Иса克林ского районов (рис. 4.12) образовался в 1996 г. На момент обследования представлял слабо удлиненную конусообразную воронку размерами 15×12 м и глубиной 4 м. В 100 м от провала на другой стороне дороги находится сдвоенная воронка размерами 50×20 м и глубиной 6 м. С 1999 по 2000 гг. размеры провала увеличились на 0,8 м.



Рис. 4.12. Суффозионно-карстовый провал у автотрассы Москва – Уфа

Описание еще более крупных суффозионно-карстовых провалов можно встретить в литературе. А.И. Отрешко зафиксировал провал у пос. Алексеевка в 1956 г. Диаметр провала 30 м [81]. М.Э. Ноинский упомянул образование провала у пос. Александровка на Самарской Луке в 1861 г., диаметр – 40 м, глубина – 12-14 м [73].

*Суффозионные провалы* известны на западе Сызранского района на участках выходов палеоценовых отложений. Здесь имеет место

переслаивание песчаников и подстилающих их песков. В 2 км северо-западнее пос. Смолькино расположено поле суффозионных псевдокарстовых проявлений площадью 0,5 км. Размеры провальных воронок – до 10-15 м, глубина – до 3 м. Образование их связано с вымыванием рыхлых песков и последующим обрушением песчаников.

*Провалы техногенно-карстового характера* происходят в местах использования людьми геологического пространства. Замедленный равнинный карст в этих районах активизируется на несколько порядков. Проявления такого характера зафиксированы в городах и поселках: Сызрань, Сергиевск, Серноводск, Самара, Сырейка, Алексеевка. Основные причины возникновения таких проявлений – аварийные утечки из коммуникаций, находящихся на закарстованных участках. Наиболее существенными здесь являются агрессивные, термальные воды канализационных коллекторов.



*Рис. 4.13. Техногенно-карстовые провалы по трассе канализационного коллектора (дачный массив Верхние Дойки, г. Самара)*

В 1996 г. вышел из строя участок канализационного коллектора, проходящий через карстовое поле по дачному массиву Дойки (Красноглинский район Самары) (рис. 4.13). В результате аварийных утечек образовалась группа провалов, один из которых, по данным Н.Е. Пудовкина, при диаметре 7 м имел глубину 20 м.

Иногда техногенно-карстовые провалы происходят по причине искусственного понижения или повышения уровня грунтовых вод. По данным В.В. Бейлина, на территории санатория «Сергиевские минеральные воды» в 1999 г. образовался провал размерами  $2,3 \times 2,5$  м и глубиной 12 м. Провалообразование произошло вследствие искусственного понижения уровня воды в пруду «Серное озеро». По данным В.Н. Зайонца, грандиозный провал произошел в 1954 г. после затопления Куйбышевского водохранилища. Расположен он был в 7 км западнее устья р. Уса и имел размеры  $200 \times 90$  м при глубине 25 м.

Определенное значение при образовании техногенно-карстовых провалов имеет вымывание доломитовой муки из толщи элювиально-делювиальных отложений, располагающихся над карбонатными породами. Подобные формы и связанные с ними деформации зданий широко распространены в Красноглинском, Промышленном, Октябрьском и Железнодорожном районах Самары, в пос. Серноводск.

*Техногенно-суффозионные провалы* не связаны с карстовыми явлениями, но по форме они похожи на карстовые провалы.

Например, в Самаре провал у клуба Революции 1905 года произошел вследствие обрушения перекрытий старого водяного колодца (рис. 4.14). В свое время над колодцем сделали бревенчатый настил и засыпали землей. Перекрывающие грунты намокали и вымывались за счет утечек из находящегося поблизости фонтана, бревна прогнили и провалились. Подобные старые колодцы вскрывались в районе ул. Полевой, Верхнекарьерной и достигали глубины 20 м.





Рис. 4.14. Техногенно-суффозионный провал в Самаре

Многочисленные техногенно-суффозионные провалы в населенных пунктах происходят во время аварий на трассах водонесущих коммуникаций.

**Карстовые озера.** Водоемы с замедленным водообменом, заполняющие поверхностные карстовые формы, называются карстовыми озерами. В Самарской области они подразделяются на две группы: эфемерные (исчезающие) и постоянные.

*Эфемерные (исчезающие) озера* по классификации Г.А. Максимова относятся к бессточным коррозионным озерам области питания. Они часто встречаются на карстовых полях. Режим питания — атмосферный. Вода удерживается за счет слабофильтрующихся глинистых осадков на дне поверхностных карстовых форм.

На карстовом поле у пос. Советы в Кинельском районе находятся пять воронок, способных удерживать воду. Это 10 % всех карстовых форм. Самое крупное озеро находится в блюдцеобразной воронке размерами 60×30 м и глубиной 2 м. Ложе выполнено делювиальными суглинками и глинами. Питание озера осуществляется за счет атмо-

сферных осадков. Максимум стояния воды наблюдается в мае-июне. При жарком лете и сухой осени озеро мелеет и высыхает. Например, 17 ноября 1997 г. воды не было. Если в течение теплого сезона часты осадки, то озеро может существовать до следующего года. В других воронках водоемы появляются весной, после таяния снега. Площадь и глубина их незначительны. По окончании весеннего половодья они исчезают. Днища воронок – задернованные с большим разнообразием влаголюбивой растительности.

На карстовом поле у пос. Троицкое Безенчукского района известно 11 карстовых форм с признаками стояния воды (22 % всех карстовых форм). Шесть водоемов представляют собой небольшие заросшие мочажины, расположенные в днищах карстовых котловин. Остальные заполняют округлые блюдцеобразные воронки размерами 20-50 м. За исключением одного все озера временные.

Питание осуществляется за счет атмосферных осадков, в зависимости от их интенсивности продолжительность существования озер увеличивается.

*Постоянные озера* встречаются реже (рис. 4.15). Они относятся к типу смешанного (атмосферного и грунтового) питания. По режиму движения грунтовых вод озера можно разделить на подземно-проточные, поверхностно-проточные с подземным питанием и поверхностным стоком и поверхностно-проточные с поверхностным питанием и подземным стоком.

На 1.09.2010 в Самарской области зафиксировано 16 постоянных озер (табл. 4.3). По площади (классификация Г.А. Максимовича) они относятся к V-VI классам (0,03-2,3 га). Самое большое озеро Карасёво-1 – площадью 22680 кв. м. По глубине (классификация Г.А. Максимовича) относятся к III-V классам (0,8-18,5 м). Самое глубокое – Голубое озеро, 18,5 м.

Подземно-проточные относятся к коррозионным озерам области подземного стока. Они существуют за счет подземного грунтового питания.

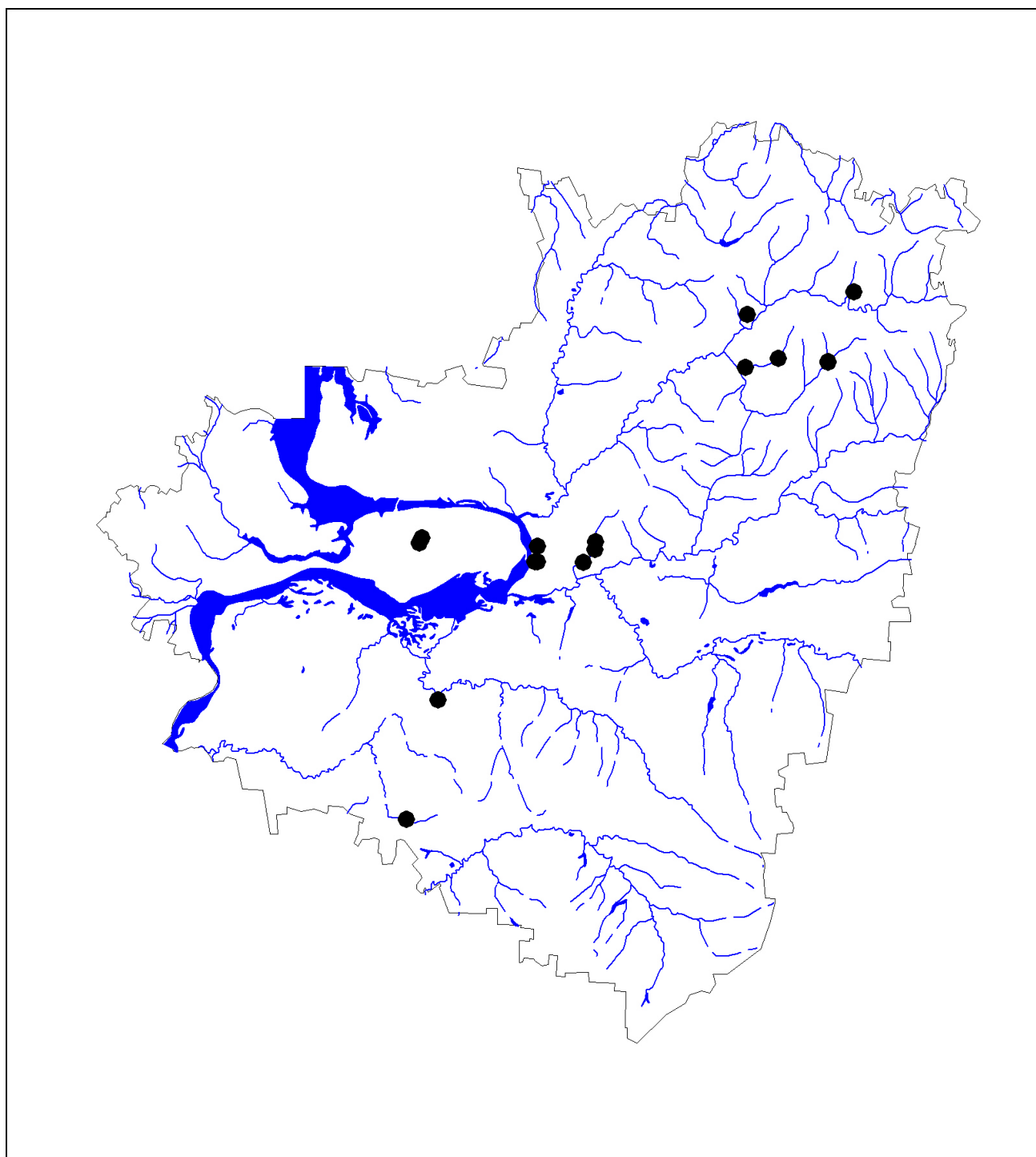
Таблица 4.3

## Постоянные карстовые озера Самарской области

| №<br>п/п | Местоположение<br>или название  | Геоморф.<br>положение                                         | Координаты<br>x y |        | Абс.<br>отм. (м) | Площадь,<br>га | Глуби-<br>на, м |
|----------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------|------------------|----------------|-----------------|
| 1        | Нижнее в Дубках                 | Средняя часть<br>волжского водо-<br>раздельного<br>склона     | 448500            | 905800 | 90               | 0,1            | 1,5             |
| 2        | В лесу за Копте-<br>вым оврагом | Верхняя часть<br>волжского водо-<br>раздельного<br>склона     | 448500            | 911075 | 173              | 0,1            | 0,8             |
| 3        | Верхнее в Дубках                | Верхняя часть<br>волжского водо-<br>раздельного<br>склона     | 447560            | 905750 | 135              | 0,1            | 2,1             |
| 4        | Падовское                       | Нижняя часть во-<br>дораздельного<br>склона к р. Па-<br>довке | 464331            | 905465 | 75               | 1,2            | 7,1             |
| 5        | В пос. Сырейка                  | Нижняя часть во-<br>дораздельного<br>склона к р. Па-<br>довке | 468746            | 912723 | 65               | 0,4            | 9,2             |
| 6        | У пос. Бугры                    | Нижняя часть во-<br>дораздельного<br>склона к р. Па-<br>довке | 468355            | 909883 | 65               | 1,1            | 7,3             |
| 7        | Троицкое                        | Средняя часть<br>водораздельного<br>склона к р. Чапа-<br>евке | 413942            | 857578 | 70               | 0,6            | 1,8             |



| №<br>п/п | Местоположение<br>или название | Геоморф.<br>положение                | Координаты<br>x y |        | Абс.<br>отм. (м) | Площадь,<br>га | Глубина,<br>м |
|----------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------|------------------|----------------|---------------|
| 8        | Голубое                        | I надпойм. терраса р. Шунгут         | 532128            | 976350 | 98               | 0,1            | 18,5          |
| 9        | Чёрное                         | I надпойм. терраса р. Шунгут         | 532213            | 976373 | 98               | 0,6            | 5,2           |
| 10       | Арага                          | Средняя часть водораздельного склона | 558398            | 999569 | 140              | 2              | 1,6           |
| 11       | Карасёво-2                     | Нижняя часть водораздельного склона  | 549433            | 975025 | 125              | 0,2            | 1,5           |
| 12       | Карасёво-1                     | Нижняя часть водораздельного склона  | 549556            | 975240 | 125              | 2,3            | 2,5           |
| 13       | Серноводское-1                 | I надпойм. терраса р. Шунгут         | 520653            | 973148 | 61               | 0,1            | 2             |
| 14       | Большой Провал                 | Нижняя часть водораздельного склона  | 402983            | 816079 | 115              | 0,2            | 7,3           |
| 15       | Серноводское-2                 | I надпойм. терраса р. Шунгут         | 520683            | 973141 | 61               | 0,05           | 2             |
| 16       | Золотенко                      | Водораздельная поверхность           | 408366            | 913989 | 262              | 0,1            | 5,8           |
| 17       | Серебрянка                     | Верхняя часть водораздельного склона | 407421            | 912224 | 180              | 0,1            | 1             |
| 18       | У Боровки                      | Верхняя часть водораздельного склона | 521455            | 991727 | 175              | 0,03           | 5             |



*Рис. 4.15.* Схема расположения постоянных карстовых озер

Озеро между Коптевым и Студёным оврагами недалеко от Красноглинского шоссе (г. Самара) наполняет округлую блюдцеобразную воронку диаметром 35 м. Глубина водоема на 30 сентября 2001 г. 0,8 м. Берега пологие, задернованные, заросшие.

Озеро Нижнее в урочище Дубки (г. Самара) расположено в карстовой воронке диаметром 50 м и глубиной 8 м. Водоем овальной формы размерами 45×25 м. Глубина 6 октября 2001 г. составляла 1,5 м. Берега пологие, задернованные.

Озеро Верхнее в Дубках у коттеджного поселка (г. Самара) овальной формы размерами 40×30 м. Глубина 30 сентября 2001 г. составляла 2,1 м. Берега пологие, задернованные, заросшие.



*Рис. 4.16. Озеро на карстовом поле у пос. Троицкое*

Озеро на карстовом поле у пос. Троицкое (Безенчукский район) по состоянию на 24 октября 2000 г. имело овальную форму и размеры 90×70 м (рис. 4.16). Максимальная глубина водоема 1,8 м. Форма дна чашеобразная, берега обрывистые, сложенные светло-коричневыми суглинками.

Озеро в дачном поселке у автомобильного моста через р. Падовку Самарской обьездной дороги (Кинельский район) имеет округлую форму. Диаметр воронки, в которой находится водоем, – 140 м, глубина до воды – 4 м. Берега обрывистые, задернованные, частично заросшие. Ширина водоема – 123 м. Подводная часть в 20-30 м от бере-

га мелководная, до 2 м. В средней части глубина увеличивается до 7,1 м (данные на 2 мая 2002 г.).

Озеро Большой Провал у пос. Падовка (Пестравский район) расположено на дне карстовой котловины диаметром 100 м и глубиной 13 м (рис. 4.17). Максимальная ширина водоема – 45 м. Глубина в средней части достигает 7,3 м (данные на 1 сентября 2008 г.).



Рис. 4.17. Карстовое озеро Большой Провал в Пестравском районе

Озеро в Сергиевском районе находится в долине р. Шунгут (рис. 4.18). Диаметр 33 м, глубина 4 сентября 2008 г. составляла 2 м. Профиль дна чашеобразный. Водоем заложен в карстовой воронке диаметром 80 м. Глубина до воды 5 м, берега обрывистые, задернованные, частично заросшие.

В результате обследований приведенных выше озер отмечено, что максимальное их наполнение происходит весной после снеготаяния. Летом уровень воды опускается, но питание осуществляется за счет грунтовых вод. Все озера находятся на водораздельных склонах гораздо выше основных водоносных горизонтов, и поэтому подпитка их осуществляется за счет зоны верховодки. Такое возможно только



при условиях покрытого, закрытого или бронированного карста, а наиболее вероятное их происхождение – суффозионно-карстовое.



*Рис. 4.18. Карстовое озеро Серноводское-1*

Поверхностно-проточные с подземным питанием и поверхностным стоком относятся к коррозионным озерам области разгрузки. Грунтовое питание их настолько сильное, что из озера вытекает ручей.



*Рис. 4.19. Голубое озеро*

Самые знаменитые карстовые озера-источники расположены в долине р. Шунгут – это Голубое и Чёрное озера у пос. Старое Якушкино в Сергиевском районе. Одно имеет сероводородные воды, второе – пресные. Находятся рядом друг с другом вблизи тылового шва правобережной верхнепойменной террасы р. Шунгут. Абсолютная отметка 88-89 м. Расстояние до уреза реки 93 м.

Наиболее интересно Голубое озеро (рис. 4.19). Форма в плане округлая, диаметр 35 м. Из озера вытекает ручей дебитом 70-72 л/сек. Озеро заложено в провальной воронке, имеющей крутые отвесные склоны с выходами гипсов и мергелей верхнеказанского яруса.

На дне воронки расположен грот шириной 11 м, высотой 1-1,5 м и протяженностью 5 м. Общая глубина озера 18,5 м. На глубине 12 м в северной части склона воронки в виде грифонов выбивают четыре источника. Источники восходящие, питающиеся из нижнеказанского водоносного горизонта. Озеро поражает изумрудной прозрачностью воды и необычным биоразнообразием. Кроме того, оно самое глубокое в Самарской области.

Чёрное озеро имеет ширину 85 м и глубину 5,2 м. Из озера вытекает ручей дебитом 1 л/сек. Питание осуществляется из первого от поверхности верхнеказанского водоносного горизонта. Озеро имеет илистые берега и дно. Вода мутная.

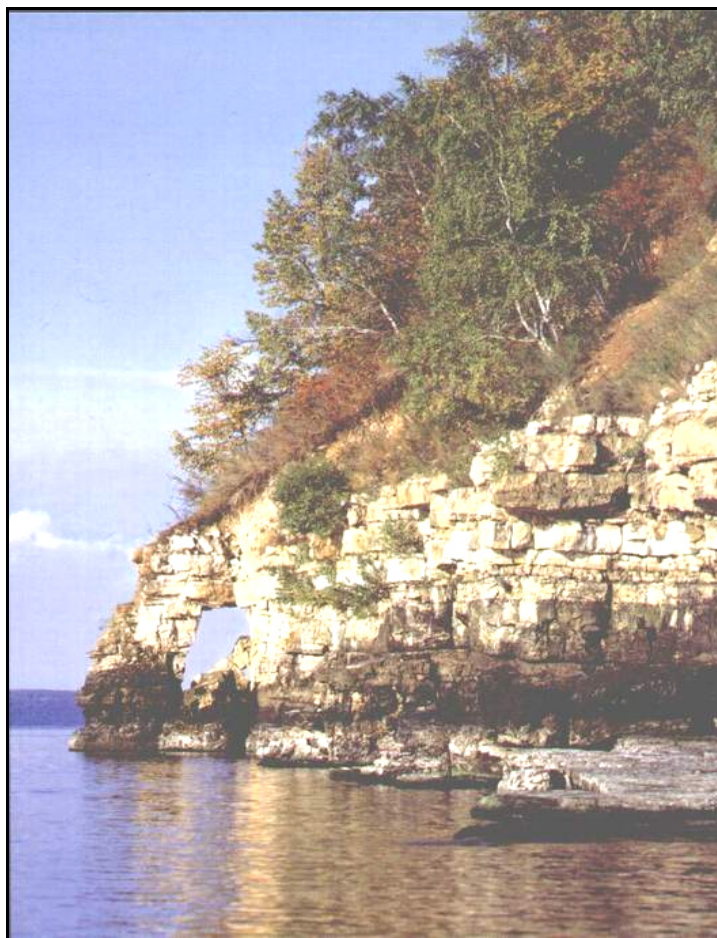
Поверхностно-проточные с поверхностным питанием и подземным стоком относятся к коррозионным озерам области питания. Они находятся юго-западнее пос. Подгорный Дол Клявлинского района. Одно озеро называется Арага, заложено в средней части водораздельного склона. В 100 м от озера выбивают родники дебитом 0,2-0,6 л/сек, которые полностью разгружаются в озеро. При этом диаметр его 160 м и глубина 1,6 м не изменяются.

**Карстовые мосты и арки.** Карстовыми арками называют узкие и высокие скальные останцы карстующихся пород со сквозными зияющими отверстиями, которые образовались в результате значительного обрушения свода карстовой пещеры.



Небольшие карстовые арки иногда можно увидеть в Жигулёвских горах. Похожие образования встречаются и по берегам Волги. Они образованы волноприбойной деятельностью водохранилищ и достаточно эфемерны (рис. 4.20).

Значительная карстовая арка расположена в средней части правого склона оврага Шелудяк между пос. Моркваши и Бахилова Поляна. Представляет собой скальный останец с отверстием у основания. Образовалась она путем разрушения подземной полости, ориентированной вдоль оврага и заложенной по трещинам напластования пород. Размеры хода были невелики, что является типичным для пещер Самарской Луки. Судя по расположению скальных выступов, скорее всего, это фрагмент привходовой части полости. Высота останца 7 м, ширина 4 м, толщина 1,5 м. Размеры сквозного отверстия  $1,8 \times 0,7$  м, протяженность отверстия 1,5 м. Сечение отверстия удлиненной, наклонной, изометричной формы.



*Рис. 4.20. Волноприбойная арка в Жигулях*

Описание Малорязанского карстового моста встречалось в самарской краеведческой литературе под названиями «Эрозионный мост» или «Пещера Арфа». Расположен он также на Самарской Луке в 1,5 км ниже по течению от пос. Малая Рязань в начале приустьевой части небольшого оврага, выходящего через 50 м к берегу Саратовского водохранилища (рис. 4.21). Ширина входа 13 м, высота 5,5 м. Высота скального свода над входом 4 м. Таким образом, портал входа полностью



Рис. 4.21. Малорязанский карстовый мост

перекрывает сечение оврага. Вглубь массива на 12 м идет, чуть сужаясь, просторный восходящий коридор. Полы его покрыты щебнем и глыбами известняка. Далее следует восходящий провальный колодец сечением 6×4 м, глубиной 4 м, который является вторым входом в пещеру. В левом углу у первого входа есть небольшой тупиковый лаз протяженностью 8 м, ориентированный параллельно основному ходу. Общая протяженность пещеры 29 м. Амплитуда 11 м. Площадь пола 168 кв. м. Объем полости 370 куб. м. Происхождение пещеры можно представить следующим образом. Поверхностные воды, собираемые верховьями оврага, расширяли и углубляли его русло, а часть их отводилась по трещинам на глубину, образуя поддолинное течение. Последнее образовывало подземную полость с выходом к Волге. Но сила поверхностного водотока превосходила силу подземного. Ручей врезался в скальные породы, образовав водопад, который начал рушить своды



полости. Полость начала разрушаться от входа к дальней части и разрушилась бы вся, если бы не образовался провал в месте максимального поглощения поверхностных вод. Так образовалась скальная перемычка над тальвегом оврага. В настоящее время постоянный поверхностный водоток иссяк. Он появляется только во время весеннего половодья и потихоньку расширяет дальнюю часть провала.

#### 4.1.3. МАКРОФОРМЫ

**Карстовые котловины.** Замкнутые понижения поперечником от 100 м и глубиной 5-10 и более метров называют котловинами. Форма в плане обычно изометричная, часто осложненная впадающими отвержками или оврагами.

Округлая котловина, имеющая название «Большой провал», размерами 300×200 м и глубиной 10 м с озером на дне находится на Сыртовой равнине у пос. Падовка (рис. 4.17).



Рис. 4.22. Провалы на склоне карстовой котловины у пос. Сырейка

Изометричная котловина размерами 200×100 м с многочисленными оврагами и отвержками располагается близ пос. Сырейка. Дно котловины плоское, местами заболоченное. В северной части днища

имеется русло временного водотока, приводящего к понорному входу, за которым находится пещера Новая. Кроме того, склоны и днище котловины осложнены провалами (рис. 4.22).

Ряд других карстовых котловин Сок-Самарского междуречья описан А.И. Отрешко. Он называет их полями, что, на наш взгляд, является неверным. Самой большой из них (500×500 м) является котловина, расположенная в районе Казачьего леса (рис. 4.23). Она представляет собой бессточное понижение, образованное на пересечении устьев нескольких оврагов. Форма изометричная, дно неровное, с большим количеством воронок, многие из которых понорные [81].



*Рис. 4.23. Аэрофотоснимок карстовой котловины  
в районе Казачьего леса*

**Овраги и лога, исчезающие водотоки.** К оврагам относятся долины V-образного сечения с крутыми обрывистыми обнаженными склонами. Они распространены на участках покрытого и закрытого карста и в зависимости от размеров подразделяются на малые (промоины и отвержки) размерами 10-100 м и большие (собственно овра-

ги) размерами более 100 м. Образуются за счет других карстовых форм, изменяя и усложняя их форму (например «хвостатые воронки»). Развитие оврагов осуществляется путем эрозионной деятельности дождевых и талых вод, которые размывают рыхлые отложения на склонах воронки, а разрушенным материалом постепенно «заиливают» ее.

Лога или балки – долины с пологими задернованными склонами. Протяженность их различная, до километра и более, профиль корытообразный. Борта и днища логов осложнены разнообразными воронками, верховья и склоны изрезаны молодыми оврагами, по тальвегу чаще всего расположен вторично врезанный овраг с руслом временного водотока, заканчивающийся у понорной воронки или котловины. Развитие этих суходолов осуществляется за счет атмосферных вод и ручьев, питающихся родниками из зоны верховодки, а отводясь через поноры на глубину, вода образует подземный сток и, соответственно, выщелачивание.

Для примера приведем описание карстовых логов для покрытого карбонатного карста у пос. Троицкое и карбонатно-сульфатного у пос. Сырейка.

Верховья карстового лога в первом районе (рис. 4.8, 4.9) на протяжении 400 м осложнены молодыми, растущими оврагами. Далее лог увеличивается в ширину (до 150 м) и глубину (до 15 м) и через 300 м приводит к котловине диаметром 150 м. Последняя имеет на дне периодически открывающийся понор, куда устремляется русло временного ручья. Если понор закрыт, то водой наполняется близлежащее болотце. Ниже котловины лог уменьшается до ширины 70 м и глубины 4 м.

Через 150 м по тальвегу вновь появляется русло временного водотока, которое через 400 м приводит к удлиненной блюдцеобразной воронке размерами 70×40 м и глубиной 4 м. На дне воронки – болотце. Через 100 м после воронки четкий контур лога заканчивается постоянным карстовым озером. Далее следует слабо заметная в рельефе балка.

Один лог у пос. Сырейка (рис. 4.7, 4.24) в верховьях имеет ширину 70-80 м. По тальвегу расположено русло сезонного водотока, которое через 400 м исчезает в правом борту (вход в понорную пещеру Усовская). Далее на протяжении 100-200 м лог полностью суходолен. Ниже опять появляется русло временного водотока, которое через 500 м вновь исчезает под правым склоном лога (понор Аврора). В этом месте сам лог значительно увеличивается в размерах, достигая ширины 150 м. Ниже, через 50-100 м, следует группа карстовых воронок, одна из которых понорная, а другая, расположенная в устье лога, – временное озеро. Далее к р. Падовке продолжается пологая задернованная балка.



*Рис. 4.24. Аэрофотоснимок карстового поля у пос. Сырейка*

А.И. Отрешко отмечает на территории Самарской области много сухих русел и исчезающих рек [81]. В верховьях р. Сок между Старо-

Вечкановым и Камышлой по левобережью в нижней части оврагов теряется ряд ручейков. Изобилует исчезающими реками и междуречье Чапаевки и Большого Иргиза (Сухая Вязовка, Овсянка, Чагра и другие более мелкие речки).

А.С. Барков описывает карстовые овраги и лога Самарской Луки [8]. По оврагам здесь, как правило, нет выходов грунтовых вод. Даже после сильных дождей овраги остаются сухими. Если весной в овраге появляется вода, то она держится лишь в пониженных участках и исчезает, образуя чередование участков русла с водой и без воды. В верховьях Ширяевской долины находится несколько понорных воронок. Самая крупная из них – диаметром 20 м. В эту воронку весной устремляются потоки воды. Расход потока в момент наблюдения составлял 1400 л/с. Вода исчезала в воронке с большой скоростью, причем на поверхности ее было замечено вращательное движение. Ниже воронки овраг был совершенно сух, но имел следы прежней воды. Вода, стекающая весной с прилегающих склонов Елгушинского оврага в карстовую воронку озера Елгуши, перетекает через него и впадает в соседнюю воронку. Ниже дно оврага сухое.

#### **4.2. ПОДЗЕМНЫЕ КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ**

Подземными полостями называют пустоты в горной породе размерами от 0,5 м. Они подразделяются на естественные и искусственные. В настоящей работе рассматриваются только естественные подземные полости.

Классификация естественных подземных полостей Самарской области (табл. 4.4) выполнена на основе классификаций, разработанных Дублянским и Андрейчуком [37, 38]. В основу ее положено выделение групп, классов, подклассов и видов полостей. Типы выделяются по антропогенному признаку (естественные и искусственные), классы – по источнику энергии полостеобразующих процессов (эндогенному, экзогенному), подклассы – по характеру перемещения вещества, а виды – по основному процессу, приводящему к образова-

нию полости. В природе, естественно, имеются и более сложные полигенетические образования. Они относятся к смешанным видам (коррозионно-гравитационный, суффозионно-коррозионно-абразионный и т. д.).

*Таблица 4.4*

**Классификация подземных полостей Самарской области**

| Тип          | Класс      | Подкласс       | Вид            |
|--------------|------------|----------------|----------------|
| Естественные | Экзогенные | Гипергенные    | Гравитационные |
|              |            | Флювиогенные   | Эрозионные     |
|              |            |                | Абразионные    |
|              |            | Карстогенные   | Коррозионные   |
|              |            | Суффозиогенные | Суффозионные   |

Естественные полости образованы различными природными процессами. Экзогенный класс объединяет полости, образованные экзогенными геологическими процессами. Гипергенные полости образуются в результате процессов в приповерхностной части Земли. Здесь выделен гравитационный вид (например, колодец Седьмое небо, относящийся к пещерной системе Братьев Грее, представляет собой закарстованную трещину бортового отпора и является гравитационно-коррозионным). Флювиогенные полости образованы деятельностью поверхностных вод. Абразионные среди них связаны с волноприбойной силой Куйбышевского и Саратовского водохранилищ (таких полостей много, однако в настоящее время описаны Задельный и Молодецкий гроты, а также несколько небольших пещер в районе пос. Печёрск и г. Октябрьск). Эрозионные полости представлены небольшими нишами и гротами вымывания, расположенными в оврагах у русел временных водотоков. Карстогенные полости связаны с собственно карстовыми процессами. Наиболее значительными являются система Братьев Грее и Серноводская. Суффозионные полости образуются путем механического выноса слабосвязан-

ных пород. У пос. Смолькино, Черemoховка, Передовой известны пещеры, заложенные на контакте палеоценовых песков и песчаников. Рыхлый песок вымывается, оставляя полости, полы и своды которых выполнены крепкими песчаниками.

#### **4.2.1. ПОЛОСТИ, НЕДОСТУПНЫЕ ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Недоступные для прохождения человека полости можно подразделить на вскрытые и невскрытые на дневной поверхности.

Невскрытые полости фиксируются дистанционно (геофизическими методами), визуально (в горных выработках) и по провалам инструмента при бурении скважин.

При изучении буровыми скважинами и подземными горными выработками Волго-Усинского водораздела выделяются древние полости в пермских отложениях, заполненные карстовой брекчией, глиной, песчано-глинистым материалом, песчаником [123]. В частности, отмечается грандиозный лабиринт подземных карстовых полостей, заполненных глиной, вскрытых в Печёрских и Первомайских штольнях. Размеры полостей – от нескольких сантиметров до 20-30 м при высоте до 3-3,5 м.

Н.В. Родионов отмечает полости в верхнекаменноугольных и пермских отложениях в северной части Самарской Луки. В одной из ширяевских штолен вскрыта крупная вертикальная полость диаметром около 2 м и высотой более 3 м. Имеются также многочисленные горизонтальные полости, созданные растворением пород вдоль трещин напластования, длина их до 1,5 м, высота до 0,8 м [92].

А.Ф. Якушева сообщает, что открытые пустоты в глубине карстового массива, отмечаемые обычно при бурении провалами бурового инструмента по восточной части Самарской Луки и Сокольным горам, имеют относительно небольшое распространение и размеры отдельных пустот по вертикали, как правило, не превосходят 0,3-0,6 м, изредка увеличиваясь до 1-2 м [137].

Автором настоящей работы по результатам бурения зафиксированы полости, заложенные на контактах известняков и гипсов верхнеказанских отложений, размерами до 2 м в пределах карстовых участков у пос. Водино.

Геологами Куйбышевской ГГЭ при бурении поисковых скважин на гипс в 2007 г. в районе карстового участка Троицкое в интервале 57,0-64,7 м и 63,0-65,0 м встречены полости на контакте известняков и гипсов.

В массиве Соколых гор изучены полости, вскрытые сокскими штольнями. Одна из них представляет собой пещеру протяженностью 30 м, заложенную по закарстованной вертикальной тектонической трещине.

О существовании полостей в нижней части палеозойского разреза Самарской области опубликованной информации мало, и лишь только А.В. Ступишин сообщает о провалах бурового инструмента в фаменских отложениях верхнего девона у пос. Ойкино (северо-восток области) на глубине 1249 м [123].

Полости, вскрытые на дневной поверхности, представлены разнообразными крупными кавернами и трещинами на скалах и непреодолимыми понорами на дне карстовых форм. Многие из них имеют усиленную тягу воздуха. На стенках некоторых трещин наблюдаются натеки кальцитово-коры. Определенная часть трещин в различной степени заполнена вторичным материалом (глины, доломитовая мука, щебень, глыбы).

#### **4.2.2. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПЕЩЕРЫ**

Ниже следует описание естественных пещер Самарской области, учтенных в результате работ Самарской спелеологической комиссии за период с 1997 по 2011 гг. В процессе работы учитывались в основном пещеры протяженностью более 10 м. Пещеры менее 10 м учитывались только тогда, когда описания их публиковались в литературе до начала составления наших каталогов.



На 01.01.2011 г. в описываемом регионе насчитывается 103 пещеры общей протяженностью 3792 м и общим объемом 10286 м<sup>3</sup> (рис. 4.25, табл. 4.5). По количеству и суммарной протяженности Самарская область занимает лидирующее положение в Поволжье, однако по сравнению с уральскими, кавказскими или сибирскими регионами эти параметры весьма малы.

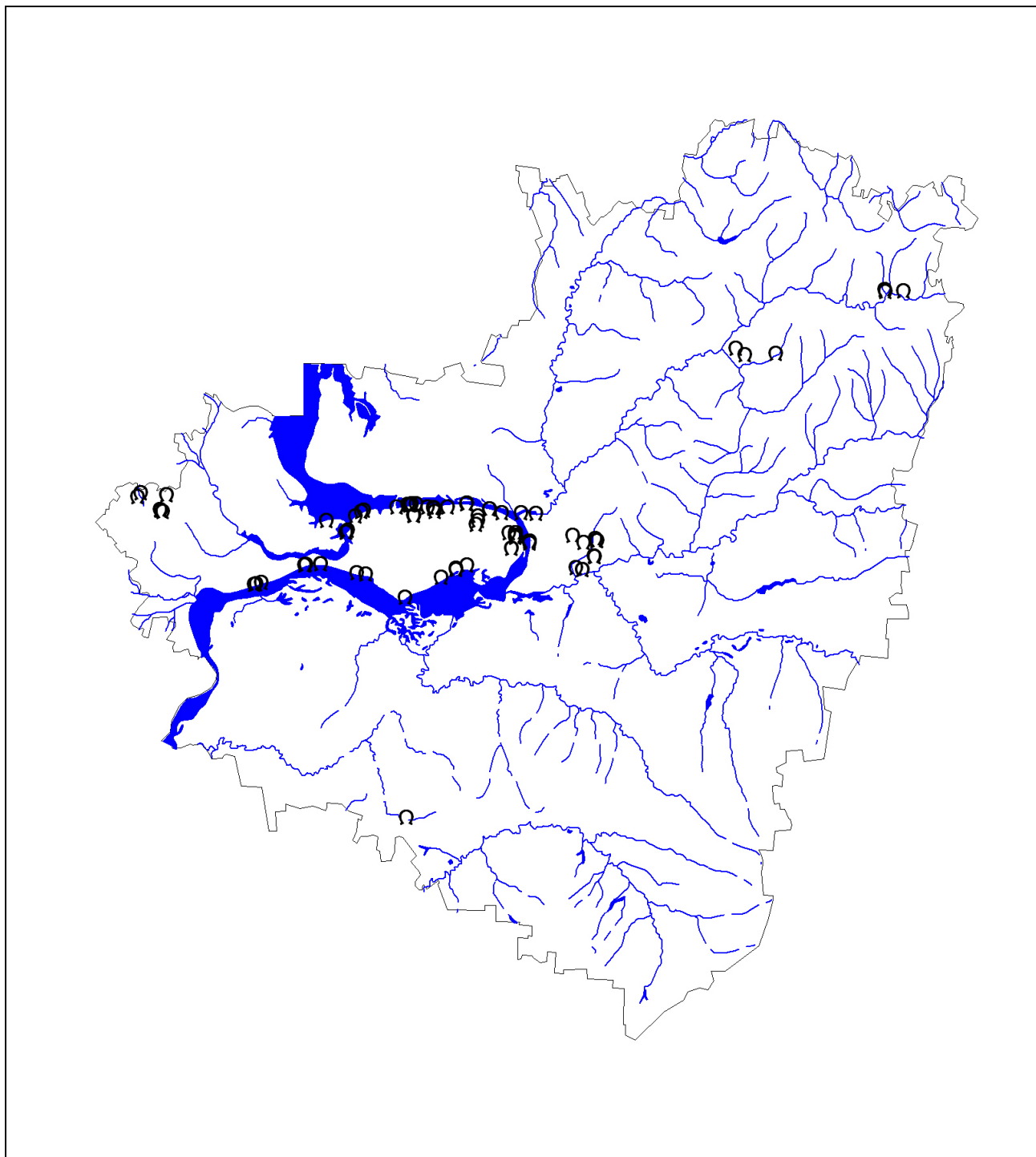
Распределение пещер на территории Самарской области весьма неравномерно (табл. 4.6). Максимальное их количество известно в Волжском, Ставропольском, Кинельском и Сызранском районах.

В орографическом отношении большая часть пещер расположена в Предволжье (72 объекта), в том числе на Самарской Луке – 55 пещер. В Заволжье расположен 31 объект, в том числе на Высоком Заволжье – 30 пещер. Таким образом, более половины пещер (53 %) находится на сравнительно небольшой территории Самарской Луки.

Неравномерное распределение пещер связано с недостаточностью спелеологического изучения периферийных частей областной территории и с особенностями геологического и геоморфологического строения (большую часть территории занимают долины Волги, Сока, Самары, Сыртовая равнина и Общесыртовая возвышенность, перекрытые рыхлыми отложениями).

**Распространение и развитие пещер.** По протяженности в соответствии с классификацией Г.А. Максимовича (1963 г.) зарегистрировано 2 значительных (более 500 м), 96 небольших (500-10 м) и 5 малых (менее 10 м) пещер. Протяженность 13 объектов превышает 50 м. Среди них: система Братьев Грее (700 м), Серноводская (580 м), Литке (130 м), Печёрская (95,5 м), Липовая (83,5 м), Правая Волга (70 м), Золотая (65 м), Усовская (63 м), Девичьи слёзы (56,4 м), Софьино-2 (55,5 м), Гнилая (55 м), Степана Разина (52 м), Богатырь (51 м).

Наиболее глубокая и амплитудная – система Братьев Грее (31 м). Из субвертикальных пещер самая глубокая – карстовый колодец Мечта (15 м).



*Рис. 4.25. Схема расположения естественных пещер*

**Естественные пещеры Самарской области по состоянию на 01.01.2011 г.**

| <b>№</b> | <b>Название</b>   | <b>Длина,<br/>м</b> | <b>Последняя дата исследования,<br/>фамилии авторов</b>  |
|----------|-------------------|---------------------|----------------------------------------------------------|
| 1        | Шелехметский грот | 11.5                | Ваняшкин, 1976                                           |
| 2        | Вторая у Софьино  | 55.5                | Ваняшкин, 1977                                           |
| 3        | Серноводская      | 580.0               | Букин и др., 2000                                        |
| 4        | Малиновая         | 36.0                | Бортников, Клемешин, Червяцова, 1999                     |
| 5        | Медвежья          | 44.0                | Бортников, Метёлкин, Чижов, 1998                         |
| 6        | Труба             | 16.5                | Бортников, Пудовкин, 1998                                |
| 7        | Вованова          | 25.0                | Бортников, Клемешин, 1999                                |
| 8        | Новая             | 40.0                | Бортников, Пудовкин, 1998                                |
| 9        | Отшельника        | 12.0                | Бортников, Метёлкин, 1998                                |
| 10       | Барсучья          | 18.0                | Бортников, Метёлкин, 1998                                |
| 11       | Речка             | 40.0                | Букин, Бизяева, Шмелькова, 1971                          |
| 12       | Колодец Мечта     | 15.0                | Букин, Кузнецова, 1976                                   |
| 13       | Хозяйка           | 11.0                | Бортников, Седых, 1998                                   |
| 14       | Автомобильная     | 11.0                | Бортников, Седых, 1998                                   |
| 15       | Грот Васильевский | 9.0                 | Шпаткаускас, 1974                                        |
| 16       | Вобла             | 25.0                | Шпаткаускас, 1974                                        |
| 17       | Колодец Вишневый  | 5.0                 | Букин, Алексеев, 1975                                    |
| 18       | Печёрская         | 95.5                | Бортников, Клемешин, Бортникова, 2002; Базилевский, 2003 |
| 19       | Литке             | 130.0               | Букин, Дичинский, Кострыгин, Сидоренкова, Люлюкина, 1975 |
| 20       | Золотая           | 65.0                | Букин, Гольдяев, Баранов, Васильев, Хаустов, 1974        |
| 21       | Лисья             | 33.0                | Бортников, Пудовкин, Метелкин, 1996                      |
| 22       | Первая у Софьино  | 13.0                | Бортников, Миронович, 1998                               |
| 23       | Змеиная           | 10.0                | Шпаткаускас, 1974                                        |

| <b>№</b> | <b>Название</b>            | <b>Длина,<br/>м</b> | <b>Последняя дата исследования,<br/>фамилии авторов</b>            |
|----------|----------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 24       | Падовская                  | 30.0                | Бортников, Халилулин, 2008                                         |
| 25       | Камышлинская<br>сквозная   | 15.0                | Пудовкин, Миронович, Шафигова, Зибрин, 1998                        |
| 26       | Стрельненская              | 29.0                | Бортников, Якубсон, Червяцова, 2000                                |
| 27       | Система Братьев Грее       | 700.0               | Бортников, Макаренкова, Скосырева, Резниченко, Апрятин и др., 2010 |
| 28       | Подгорская-1               | 13.0                | Бортников, Червяцова, 1999                                         |
| 29       | Подгорская-2               | 11.0                | Бортников, Червяцова, 1999                                         |
| 30       | Комариный провал           | 14.5                | Бортников, Пудовкин, Бортникова, 1997                              |
| 31       | Пещера Степана Разина      | 52.0                | Бортников, Якубсон, 2000                                           |
| 32       | Макарова дыра              | 42.0                | Букин, Дичинский, 1973                                             |
| 33       | Обкан                      | 30.0                | Колесников, Кутырёв, Дичинский, 1973                               |
| 34       | Усовская                   | 63.0                | Бортников, Червяцова, Седых, Беляков, 2000                         |
| 35       | Богатырь                   | 51.0                | Букин, Дичинский, Привольнев, 1973                                 |
| 36       | Орлиная                    | 10.0                | Каталог памятников природы<br>Куйбышевской области, 1986           |
| 37       | Большой Ширяевский<br>грот | 13.0                | Бортников, Пудовкин, Морозова, Шамарина, 1997                      |
| 38       | Каменная чаша              | 11.0                | Бортников, Пудовкин, 1997                                          |
| 39       | Казачья                    | 22.0                | Бортников, Пудовкин, 1998                                          |
| 40       | Верхний грот               | 34.0                | Букин, Бизяева, Сизов, 1971                                        |
| 41       | Усинская                   | 17.0                | Букин, 1972                                                        |
| 42       | Тайник                     | 16.0                | Букин, 1973                                                        |
| 43       | Богатырь-2                 | 10.0                | Букин, 1973                                                        |
| 44       | Склеп                      | 14.0                | Бирюков, 1977                                                      |
| 45       | Ежа                        | 17.0                | Бирюков, 1977                                                      |

| <b>№</b> | <b>Название</b>       | <b>Длина,<br/>м</b> | <b>Последняя дата исследования,<br/>фамилии авторов</b> |
|----------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|
| 46       | Крестовая             | 12.0                | Букин, Кутырёв, Кузнецова, 1972                         |
| 47       | Лесная                | 18.0                | Алексеев, Гурьянов, Кудряшов, 1976                      |
| 48       | Берёзовая             | 12.7                | Алексеев, Гурьянов, 1976                                |
| 49       | Гнилая                | 55.0                | Бортников, Червяцова, 2000                              |
| 50       | Сосна                 | 11.0                | Алексеев, Гурьянов, Кудряшов, 1976                      |
| 51       | Колодец Жигули        | 9.0                 | Алексеев, Гурьянов, Кудряшов, 1976                      |
| 52       | Старосемейкинская     | 31.0                | Бортников, Яковенко, 1995                               |
| 53       | Светин грот-1         | 16.5                | Бортников, Якубсон, Резниченко, 2009                    |
| 54       | Долгожданная          | 49.0                | Бортников, Клемешин, 2004                               |
| 55       | Нижний грот           | 23.0                | Букин, 1971                                             |
| 56       | Якушкинский провал    | 6.0                 | Бортников, Метелкин, 1997                               |
| 57       | Колодец Серноводский  | 11.0                | Букин, 1975                                             |
| 58       | Песчаная-1            | 32.0                | Бортников, Пудовкин, Гуров, 1996                        |
| 59       | Смолькинская          | 20.0                | Бортников, Пудовкин, Гуров, 1996                        |
| 60       | Змейка                | 22.0                | Бортников, Долинин, Бумба, Зарипов, 1996                |
| 61       | Липовая               | 83.5                | Бортников, Пудовкин, 1997                               |
| 62       | Малая Медвежья        | 7.0                 | Громов, 1957                                            |
| 63       | Косуля                | 6.0                 | Громов, 1957                                            |
| 64       | Неприятная            | 7.5                 | Громов, 1957                                            |
| 65       | Сосковая              | 6.0                 | Громов, 1957                                            |
| 66       | Пещера сокских штолен | 30.0                | Бортников, Бортникова, Червяцова, 1998                  |
| 67       | Февральская           | 15.0                | Бортников, Белоусов, 2000                               |
| 68       | Манумбо               | 14.0                | Червяцова, Якубсон, 2000                                |

| <b>№</b> | <b>Название</b>               | <b>Длина,<br/>м</b> | <b>Последняя дата исследования,<br/>фамилии авторов</b>         |
|----------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 69       | Грот Миллениума               | 18.0                | Бортников, Червяцова, Хаустова, 2000                            |
| 70       | Грот Птичий                   | 27.7                | Козимиров, Ефимова, Гришаенко, Лебедев, Ременюк, Тимофеев, 2001 |
| 71       | Карман                        | 30.0                | Бортников, Бортникова, 2001                                     |
| 72       | Лбищенский грот-1             | 11.00               | Бортников, Клемешин, Бортникова, 2002                           |
| 73       | Малорязанский карстовый мост  | 29.00               | Бортников, Клемешин, Бортникова, 2002                           |
| 74       | Печёрский грот-1              | 12.00               | Бортников, Клемешин, Бортникова, 2002                           |
| 75       | Печёрский грот-2              | 20.50               | Бортников, Клемешин, Бортникова, 2002                           |
| 76       | Грозовая                      | 21.00               | Бортников, Седых, 2003                                          |
| 77       | Озёрная                       | 17.00               | Бортников, Чижев, Базилевский, 2003                             |
| 78       | Печёрская-2                   | 16.00               | Седых, Чижев, 2004                                              |
| 79       | Уркина                        | 29.00               | Бортников, Якубсон, 2004                                        |
| 80       | Кальцитовая                   | 29.00               | Бортников, Якубсон, 2004                                        |
| 81       | Пещера у красного ба-<br>кена | 12.00               | Бортников, Якубсон, Червяцова, 2004                             |
| 82       | Морквашинская                 | 19.50               | Бортников, Якубсон, 2004                                        |
| 83       | Задельная                     | 24.50               | Бортников, Якубсон, 2004                                        |
| 84       | Молодецкий грот               | 18.0                | Бортников, Пудовкин, 2005                                       |
| 85       | Задельный грот                | 22.00               | Бортников, Пудовкин, 2005                                       |
| 86       | Кучадыр                       | 22.40               | Айтасова, Романова, Бортников, Якубсон, 2005                    |
| 87       | Правая Волга                  | 70.00               | Козимиров, Мазиллов, 2006                                       |
| 88       | Язык                          | 14.00               | Бортников, Халилулин, 2008                                      |
| 89       | Каменная изба                 | 19.00               | Бортников, Якубсон, Жеребко, Романова, Седых, 2006              |

| <b>№</b> | <b>Название</b>                    | <b>Длина,<br/>м</b> | <b>Последняя дата исследования,<br/>фамилии авторов</b> |
|----------|------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|
| 90       | Каменная изба-2                    | 12.60               | Бортников, Якубсон, Жеребко, Романова, Седых, 2006      |
| 91       | Передовая-2                        | 11.30               | Бортников, Якубсон, 2006                                |
| 92       | Стилла                             | 11.5                | Бортников, Жеребко, Романова, Тарахтиенко, 2006         |
| 93       | Женечка                            | 21.5                | Бортников, Мамонова, Скосырева, 2007                    |
| 94       | Анюточка                           | 11.6                | Бортников, Мамонова, Скосырева, 2007                    |
| 95       | Катюшин грот                       | 11.7                | Бортников, Мамонова, Скосырева, 2007                    |
| 96       | Степана Разина                     | 22.8                | Букин, Иванцов, Букина Е., 2006                         |
| 97       | Грот «Волчий»<br>(«Вонючий»)       | 14.8                | Букин, Букина Е., Букина Т., Иванцов, 2006              |
| 98       | Девичьи слёзы<br>(Девичьи слёзы-1) | 56.4                | Бортников, Макаренкова, Мамонова, Скосырева, 2007       |
| 99       | Девичьи слёзы-2                    | 24.7                | Бортников, Макаренкова, Мамонова, Скосырева, 2007       |
| 100      | Танюша                             | 27.7                | Бортников, Мамонова, Смотрова, Апрятина, Некрасов, 2008 |
| 101      | Светин грот-2                      | 14.0                | Бортников, Якубсон, Резниченко, 2009                    |
| 102      | Красноглинская                     | 40.0                | Алешков, Казадаев, Наумов, 2009                         |
| 103      | Морквашинская сквозная             | 18.0                | Бортников, Якубсон, Макаренкова, 2010                   |

По литологии вмещающих пород пещеры распределяются следующим образом:

– заложенные в карбонатных породах (известняки, доломиты, карстовая брекчия) – 68 объектов (общая протяженность 2194 м). Наиболее протяженная – система Братьев Грече (700 м);

- в сульфатных породах – 15 (909 м). Наиболее протяженная – Серноводская (580 м);
- на контакте карбонатных и сульфатных пород – 13 (513,5 м). Наиболее протяженная – Литке (130 м);
- в терригенных породах (песчаники) – 7 (176 м). Наиболее протяженная – Девичьи слёзы (56 м).

*Таблица 4.6*

**Распределение пещер по административным районам  
Самарской области (на 01.01.2011)**

| <b>Административный район</b> | <b>Количество пещер</b> |
|-------------------------------|-------------------------|
| Сергиевский                   | 7                       |
| Камышлинский                  | 3                       |
| Сызранский                    | 13                      |
| Шигонский                     | 1                       |
| Ставропольский                | 36                      |
| Волжский                      | 19                      |
| Кинельский                    | 11                      |
| Пестравский                   | 1                       |
| г.о. Жигулёвск                | 2                       |
| г.о. Октябрьск                | 3                       |
| г.о. Самара                   | 7                       |

По литологии и возрасту вмещающих горных пород (табл. 4.7) большинство пещер приурочено к верхнекаменноугольным (18 %), нижнеказанским (16 %) и нижнепермским (13 %) карбонатным породам. Наиболее протяженные пещеры образованы в сульфатных (Серноводская), карбонатных (система Братьев Гриве) и карбонатно-сульфатных (максимальная средняя протяженность для всей группы) породах верхнеказанского яруса. Наиболее крупные пещеры заложены в карстовой брекчии нижнеказанского яруса (максимальный сред-



ний и удельный объем для всей группы). Это наглядно иллюстрирует высказывание многих исследователей, что карстовая брекчия хорошо карстуется в настоящее время. Показательно, что псевдокарстовые пещеры в палеоценовых кварцевых песчаниках имеют немалые среднестатистические размеры и объемы.

Таблица 4.7

**Распределение естественных пещер Самарской области  
по литологии и возрасту вмещающих пород**

| Литология и геологический<br>индекс горных пород |                  | Кол-во<br>учтенных<br>пещер,<br>шт. | Средние морфометрические<br>параметры |                          |                                   |
|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                                  |                  |                                     | Длина,<br>м                           | Объем,<br>м <sup>3</sup> | Удельный<br>объем, м <sup>2</sup> |
| Гипс P <sub>1</sub> ts-st                        |                  | 8                                   | 23,3                                  | 43,8                     | 2,3                               |
| Гипс P <sub>2</sub> g                            | с Серноводской   | 7                                   | 103,1                                 | 113,8                    | 1,8                               |
|                                                  | без Серноводской |                                     | 20,3                                  | 34,4                     | 1,7                               |
| Гипс, мергель P <sub>2</sub> ss                  |                  | 13                                  | 39,5                                  | 63,3                     | 2,3                               |
| Карстовая брекчия P <sub>1</sub> ts-st           |                  | 13                                  | 26,6                                  | 73,1                     | 2,5                               |
| Карстовая<br>брекчия P <sub>2</sub> kl           | с Грее           | 17                                  | 68,7                                  | 309,0                    | 6,6                               |
|                                                  | без Грее         |                                     | 29,3                                  | 187,7                    | 6,6                               |
| Известняки, доломиты P <sub>2</sub> ss           |                  | 2                                   | —                                     | —                        | —                                 |
| Известняки, доломиты C <sub>3</sub> db-ng        |                  | 19                                  | 18,4                                  | 23,1                     | 1,3                               |
| Известняки, доломиты C <sub>3</sub> dr           |                  | 5                                   | 12,1                                  | 93,1                     | 4,9                               |
| Известняки, доломиты P <sub>2</sub> kl           |                  | 3                                   | 13,1                                  | 17,2                     | 1,2                               |
| Известняки, доломиты P <sub>1</sub> ts-st        |                  | 9                                   | 21,3                                  | 67,9                     | 2,2                               |
| Песчаники P <sub>1</sub> sr                      |                  | 7                                   | 25,1                                  | 75,8                     | 2,1                               |

В рельефе пещеры расположены на разных гипсометрических уровнях в интервалах высот от 28 до 300 м (табл. 4.8). Большая часть пещер является вскрытыми (84 %). Входы в них расположены на абсолютных отметках 28-300 м. Наибольшее распространение получили

пещеры, расположенные на отметках 100-140 м (24 объекта) и 140-200 м (23 объекта). В интервалах 28-40 и 40-60 м сконцентрирован основной объем пещерных пустот. Понорных пещер 17. Их входы расположены в днищах поверхностных карстовых форм с абсолютными отметками 50-180 м.

Направления большинства пещер не соответствуют региональной тектонической трещиноватости пород. В основном они ориентированы перпендикулярно или параллельно склонам и долинам магистральных водотоков, подчиняясь экзогенной трещиноватости (трещины зоны выветривания, горизонтальные трещины отслаивания и вертикальные трещины бокового отпора). По тектоническим трещинам заложены единицы: Обкан и Карман на Самарской Луке, а также скских штолен, Золотая, Софьино-1, Серноводская на Высоком Заволжье. Однако пещеры хорошо соответствуют тектоническим структурам и 86 из них заложены на крыльях положительных структур Жигулёвско-Самаркинской системы валов. Кроме этого, пещеры зафиксированы в пределах Серноводско-Шунгутского, Байтуганского и Каргалинского валов Южно-Татарского свода. Заслуга тектонических движений в данном случае заключается в подъеме и выводе на поверхность карстующихся горных пород.

Относительная оценка возраста самарских пещер проводится по оценке гипсометрической расположенности, возрасту рельефа и палеонтологическим находкам.

Наиболее древняя палеофауна среднеплейстоценового возраста была найдена О.Н. Бадером в погребенной пещере Ширяевская-1 (пещерный медведь, шерстистый носорог, северный олень, бизон) [3] и М.Э. Ноинским в пещере Богатырь (шерстистый носорог) [73]. И.М. Громов и А.В. Таттар обследовали 14 навесов, гротов и пещер, где была найдена фауна верхнеплейстоцен-голоценового возраста [35, 36, 124].

Таблица 4.8

**Распределение естественных пещер Самарской области  
по геоморфологическим элементам и гипсометрическим уровням**

| <b>Тип и расположение пещер</b>                                                                                                                   | <b>Интервал, абс. отм.</b> | <b>Кол-во, шт.</b> | <b>Средний объем, м<sup>3</sup></b> | <b>Суммарный объем, м<sup>3</sup></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Понорные, расположенные на пологих водораздельных склонах                                                                                         | 50-180                     | 17                 | 84                                  | 1589                                  |
| Вскрытые, расположенные на крутых водораздельных склонах, нивальный колодец и пещеры, вскрытые провалами на водоразделах и водораздельных склонах | 28-39,9                    | 16                 | 178                                 | 2844                                  |
|                                                                                                                                                   | 40-59,9                    | 7                  | 482                                 | 3374                                  |
|                                                                                                                                                   | 60-79,9                    | 4                  | 57                                  | 114                                   |
|                                                                                                                                                   | 80-99,9                    | 1                  | 12                                  | 12                                    |
|                                                                                                                                                   | 100-139,9                  | 24                 | 61                                  | 1270                                  |
|                                                                                                                                                   | 140-199,9                  | 23                 | 18                                  | 358                                   |
|                                                                                                                                                   | 200-300                    | 11                 | 66                                  | 725                                   |

Все спелеологические участки Самарской области лежат на денудационной равнине, сформированной в плиоценовое и отчасти олигоценовое время [131]. Возраст рыхлых делювиальных отложений, перекрывающих карстующиеся горные породы на Высоком Заволжье и палеоценовые песчаники на Приволжской возвышенности, средневерхнеплейстоценовый. Таким образом, возраст понорных и вскрытых псевдокарстовых пещер оценивается как голоценовый (не более 10 тыс. лет назад). Формирование их продолжается и в настоящее время. Возраст остальных пещер сопоставляется с возрастом речных террас Волги и Сока (пойма и I надпойменная терраса на 18-40 м – голоценовый и верхнеплейстоценовый, II терраса на 40-80 м – среднеплейстоценовый, III терраса 80-156 м – нижнеплейстоценовый). Наибольшее развитие получили образования, расположенные на уровне первой террасы (табл. 4.8). Пещеры с высотными отметками входа более 100-140 м наиболее древние. Однако существует ги-

потеза (в настоящее время не подтвержденная фаунистически), что некоторые вскрытые пещеры, находящиеся на отметках 150-180 м, могут быть приурочены к базису эрозии и абразионному уровню акчагыльского моря.

**Стадии развития и морфология пещер.** Происхождение и стадии развития пещер определили их морфологическое строение. По происхождению они подразделяются на четыре типа: понорные (17 объектов), вскрытые провалами (19 объектов), источники (66 объекта) и один нивальный колодец.

Все изученные объекты находятся в зоне аэрации выше уровня карстовых вод. Понорные пещеры находятся в канальной стадии развития подзоны подвешенных вод. Нивальный колодец образован под влиянием замерзания и оттаивания атмосферных вод. Остальные пещеры находятся в обвальном-цементационной стадии древних зон горизонтальной циркуляции или подзон подвешенных вод.

В соответствии с классификациями К.А. Горбуновой, Н.Г. Максимович, Ю.И. Берсенёва и других исследователей пещеры подразделяются на простые и сложные [12, 34].

К простым относятся малые и небольшие образования, представляющие преимущественно одну элементарную подземную полость (лаз, ход, коридор, камера, зал, колодец). Лаз определяется как удлиненная подземная форма шириной и высотой менее 1 м. Ход – удлиненная форма шириной и высотой 1-3 м. Коридор – удлиненная форма шириной и высотой более 3 м. Камера – изометричная подземная форма площадью до 10 м<sup>2</sup>. Зал (грот) – изометричная форма площадью более 10 м<sup>2</sup>.

Сложные – это значительные пещеры, объединяющие множество элементарных подземных полостей.

Для каждого типа были выделены подтипы, различающиеся между собой формой (гrotовые, линейные, извилистые, перистые, ветвистые, сетчатые).

Общее представление о морфологии самарских пещер дает табл. 4.9. Ниже приведено краткое описание разных типов пещер.

Таблица 4.9

## Морфологическая классификация пещер Самарской области

| Тип                                   | Подтип  |            | Кол-во пещер | Элементарные полости |     |         |        |     |
|---------------------------------------|---------|------------|--------------|----------------------|-----|---------|--------|-----|
|                                       |         |            |              | Лаз                  | Ход | Коридор | Камера | Зал |
| Вскрытые провалами и пещеры-источники | Простые | Гротовые   | 18           |                      |     |         | 3      | 15  |
|                                       |         | Линейные   | 15           | 4                    | 4   | 7       |        |     |
|                                       |         | Извилистые | 20           | 12                   | 4   | 4       |        |     |
|                                       |         | Перистые   | 18           | 17                   | 1   |         |        |     |
|                                       |         | Ветвистые  | 13           | 11                   | 2   |         |        |     |
|                                       | Сложные | Ветвистые  | 1            |                      |     |         |        |     |
| Понорные                              | Простые | Гротовые   | 3            |                      |     |         |        | 3   |
|                                       |         | Линейные   | 3            | 3                    |     |         |        |     |
|                                       |         | Извилистые | 10           | 10                   |     |         |        |     |
|                                       | Сложные | Сетчатые   | 1            |                      |     |         |        |     |
| Колодцы                               |         |            | 1            |                      |     |         |        |     |
| Всего                                 |         |            | 103          |                      |     |         |        |     |

**Пещеры, вскрытые провалами, и пещеры-источники.** Гротовые представляют в плане округлый или изометричный зал, соединенный с поверхностью небольшим горизонтальным или вертикальным провальным лазом. Заложены они в карбонатных и сульфатных (единичный случай) горных породах карбона и перми. Пещера Богатырь (рис. 4.27) начинается узким лазом (в сечении 0,5×0,8 м), который опускается вертикально вниз и выводит в большой зал длиной 14 м, шириной 7 м, высотой 3 м. С восточной части к залу примыкают еще два зала, один из которых имеет овальную форму (длина 8 м,

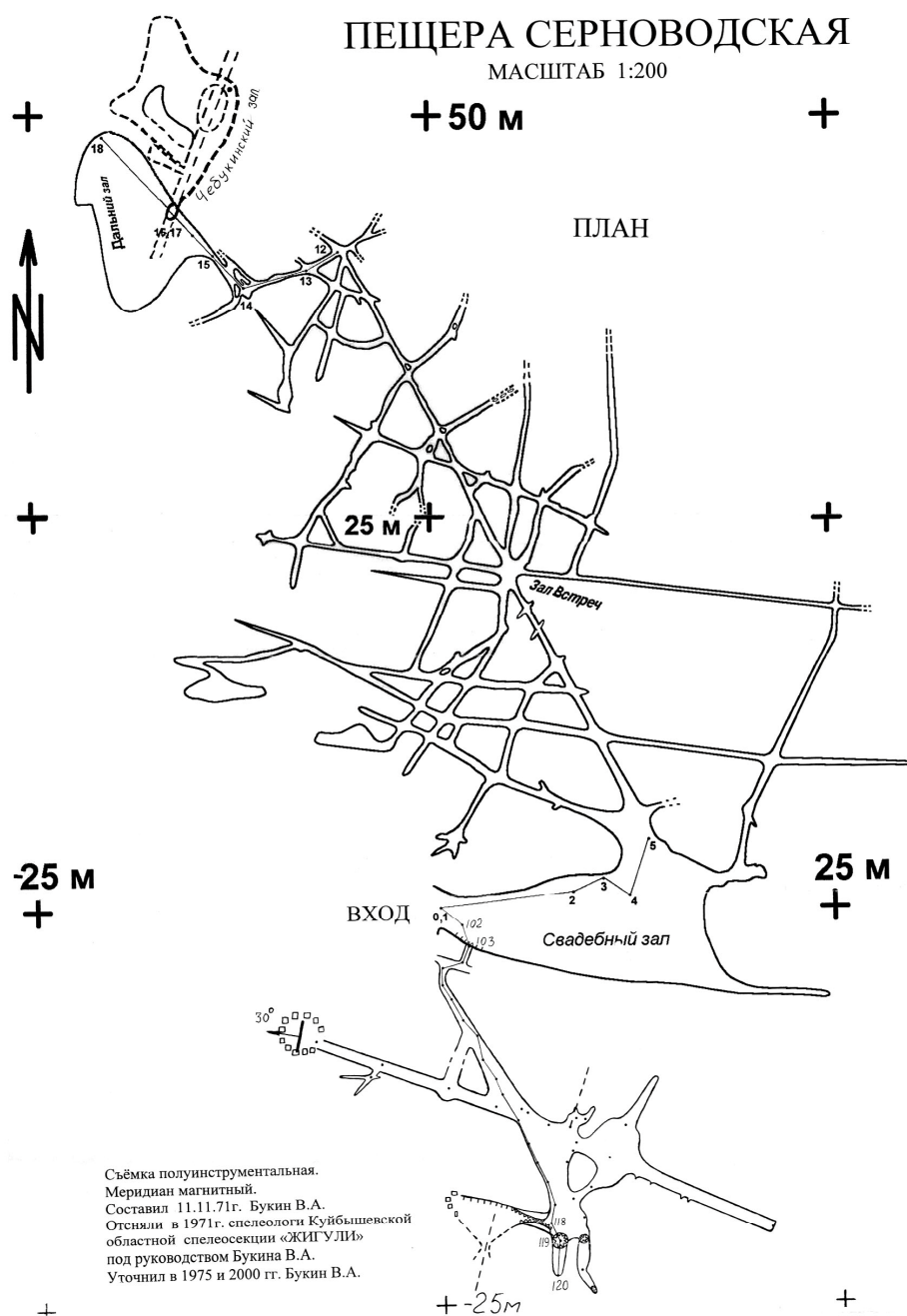
ширина 6,5 м, высота 2,5 м), другой прямоугольный, низкий (длина 7 м, ширина 4 м, высота 1,8 м) [13].

*Линейные* пещеры встречены в гипсах и известняках верхне- и нижеказанского яруса. Представляют они собой в основном одну раскрытую провальным входом трещину (тектоническую или бортового отпора), в различной степени заполненную обвальными отложениями. Полости имеют небольшую (редко до 1 м) ширину и достаточно большую (до 5-8 м и более) высоту. Верхние и дальние части трещин заканчиваются непроходимыми щелями или завалами. Полы выполнены обвальными-глыбовыми отложениями. Примером является пещера Первая у Софьино (рис. 4.27).

*Извилистые* пещеры представляют собой изогнутый лаз или коридор (Шелехметский грот, Сосковая).

*Перистые* пещеры (Карман (рис. 4.28), Обкан сокских штолен) представляют одну основную прямую или коленообразную тектоническую трещину, осложненную на поворотах небольшими тупиковыми ответвлениями.

*Ветвистые* – наиболее распространенный подтип пещер, встречающийся в карбонатных и терригенных породах. Примерами являются Медвежья, Стрельненская и др., пещера Медвежья (рис. 4.27) представляет собой прямолинейный привходовой лаз длиной 3 м, сечением хода 0,7 м, который переходит в камеру овальной формы длиной 5 м и высотой 1,5 м. Далее, за небольшим расширением в западном направлении, следует прямолинейный ход с прямоугольным сечением, который выводит в очередную камеру размерами 2×2,5 м и высотой до 1 м. В северной части пещеры расположена система лазов и камер, практически полностью занесенная почвенно-глинистыми отложениями (высота ходов – до 0,5-0,7 м). Морфология подземных полостей позволяет характеризовать ее как пещеру-источник, выработанную напорными водами.



## РАЗРЕЗ-РАЗВЁРТКА И СЕЧЕНИЯ ХОДА



Рис. 4.26. Пещера Серноводская (по В.А. Букину, 2002 г.)

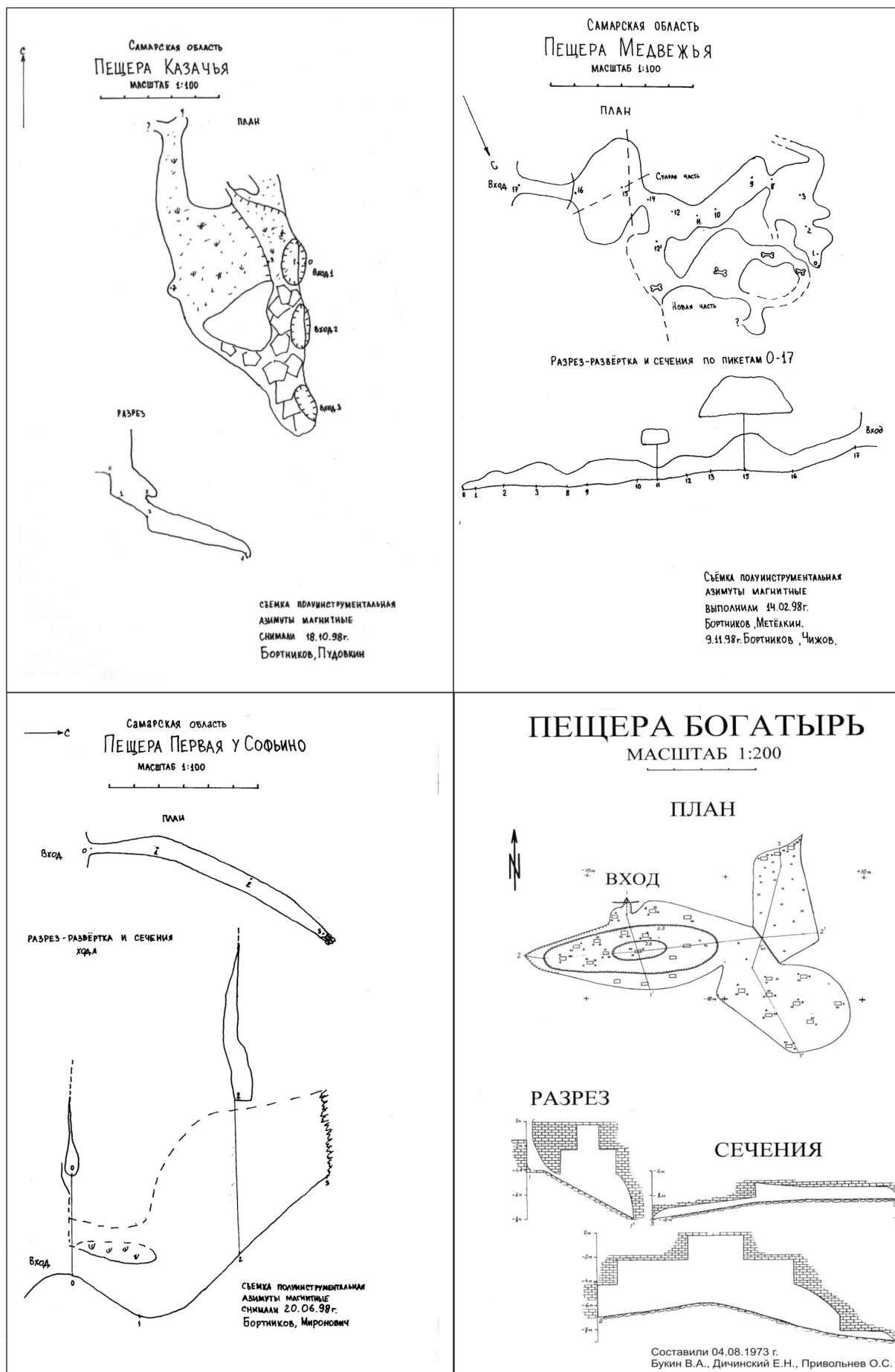


Рис. 4.27. Пещеры Казачья, Медвежья, Первая у Софьино, Богатырь



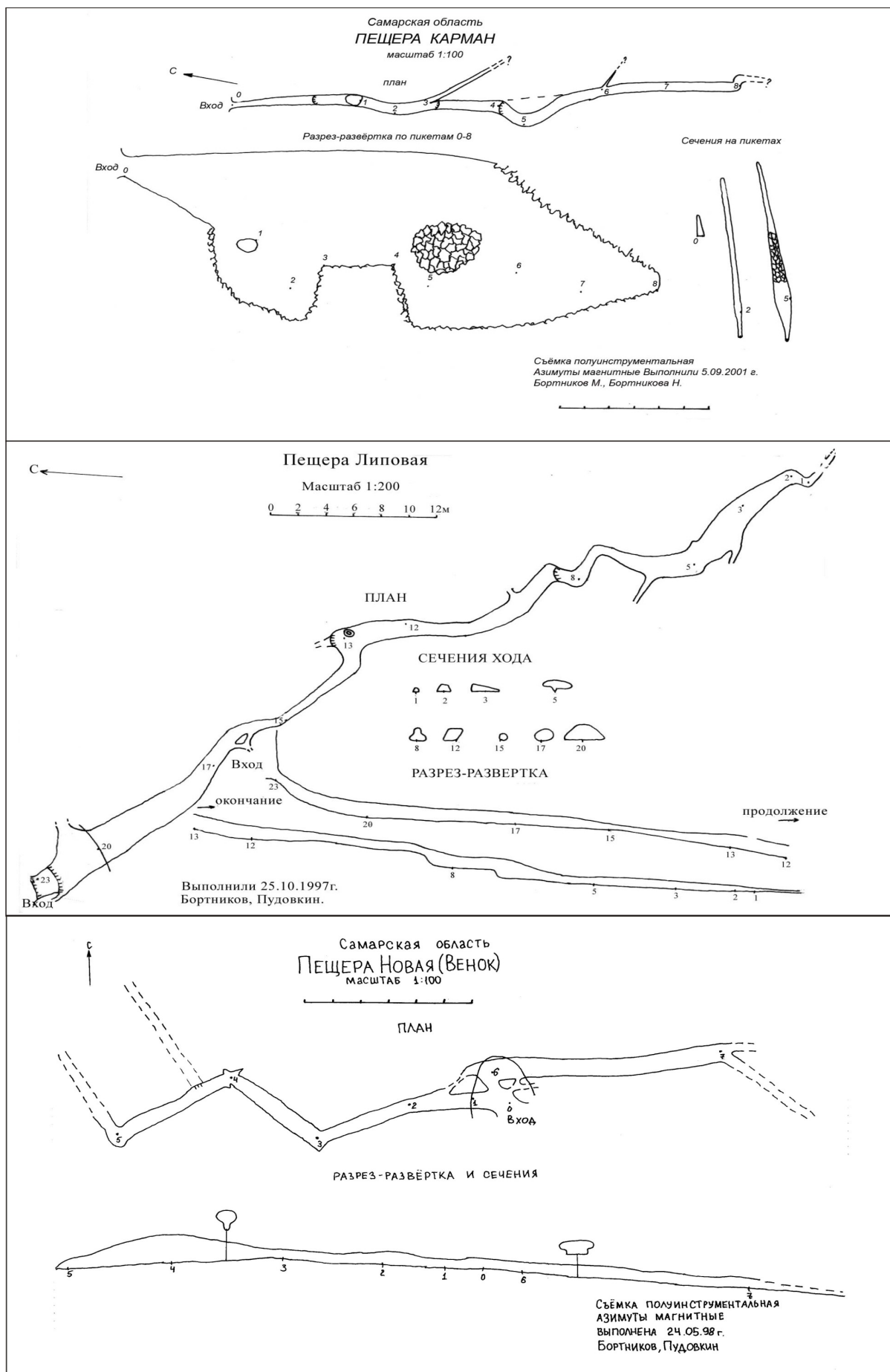


Рис. 4.28. Пещеры Карман, Липовая, Новая

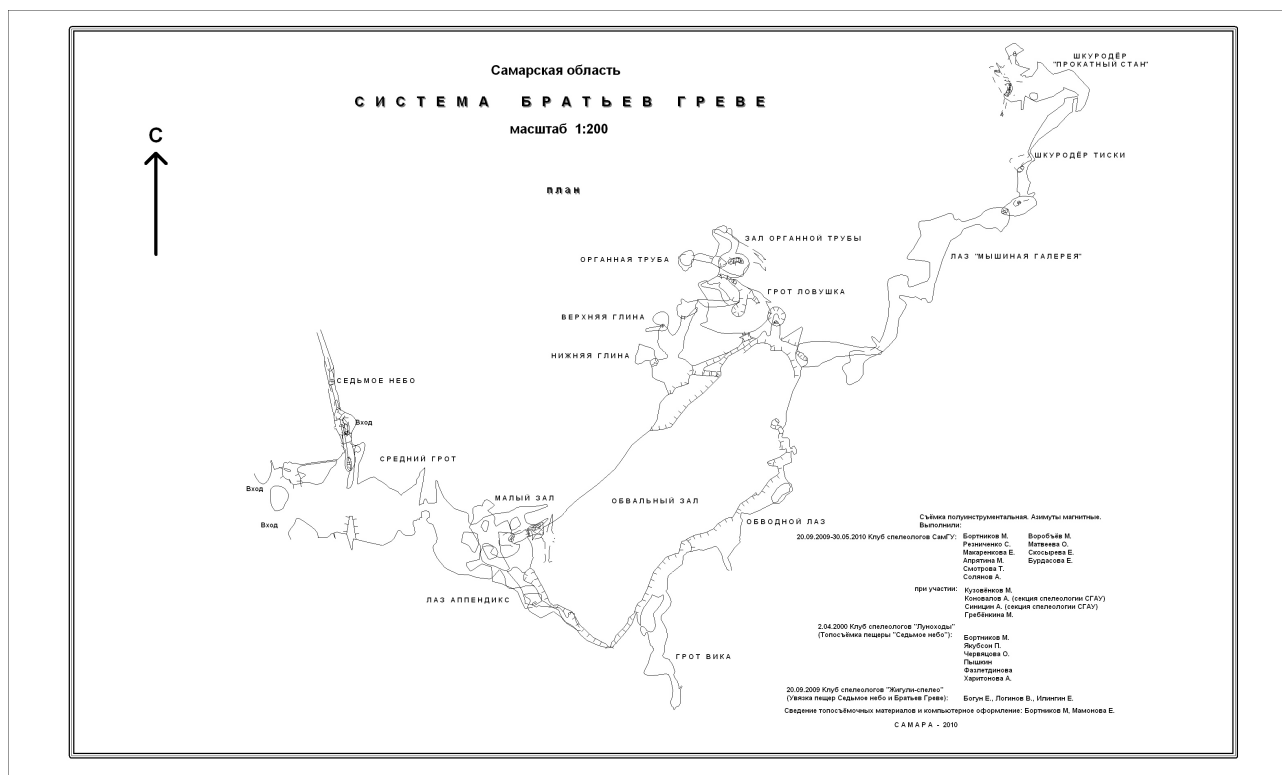


Рис. 4.29. Система Братьев Гриве

Наиболее сложной пещерой-источником является система Братьев Гриве. Она образована в результате присоединения к основной пещере колодца Седьмое небо. Система Братьев Гриве (рис. 4.29) – ветвистое образование, заложенное в нижеказанской карстовой брекчии. Представляет сложное чередование объемных обвалных залов, ходов и лазов, удлиненных по направлению течения Волги и образованных по системам трещин бортового отпора. Большое количество обвалных отложений в пещере позволяет думать о воздействии на нее местных или отзывных землетрясений.

**Понорные пещеры** заложены в днищах поверхностных карстовых форм. Они являются поглотителями современных поверхностных вод. Среди них *гrotовые* образования редки. Учтено 3 объекта. Образование их связано с подмывкой и обрушением по напластованию привходовой части понора с образованием обширного грота. В дальних частях грота возможны небольшие ответвления (Казачья (рис. 4.27), Грот Волчий).

*Извилистые* (или речные) пещеры характерны для карбонатно-сульфатных пород верхнеказанского яруса, сложенных гипсами и мергелями. Они представляют слабонаклонные, меандрирующие или, редко, спиралевидные лазы и ходы средней шириной и высотой порядка 0,5-1 м. В период снеготаяния или обильных дождей по дну их течет ручей. Если пещера не справляется с расходом воды, то она затопляется, иногда превращая привходовую карстовую воронку в озеро. Примерами такого класса являются пещеры Литке, Липовая (рис. 4.28), Речка, Усовская, Тайник, Хозяйка.

*Линейные* пещеры представлены системами интенсивно закарстованных коленообразных трещин. В некоторых случаях трещины расширены до ходов средним сечением порядка 1×1 м, иногда осложнены обвальными привходовыми гrotами. Представителями этого класса являются пещеры Золотая и Новая. Пещера Новая (рис. 4.28) заложена в гипсах и представляет систему пересекающихся трещин двух направлений. Трещины средней части пещеры расширены до лазов сечением 0,8×0,6 м (иногда 1×1 м), дальние части заканчиваются непреодолимыми щелями.

К наиболее сложному подтипу относится пещера Серноводская (рис. 4.26). Определить ее можно как понорную, лабиринтовую, сетчатую, гrotово-трещинную (система разноориентированных, взаимопересекающихся трещин-лазов, осложненных обвальными гrotами и гrotами-расширениями на пересечении трещиноватости).

***Нивальный колодец*** Мечта (рис. 4.30) находится на водораздельной поверхности Белой горы в Жигулях. Полость заложена в сульфатных породах верхнепермского возраста. Диаметр входного отверстия достигает 4 м, на дне колодца эти размеры уменьшаются до 1 м. Конфигурация сечения изменяется от скругленного прямоугольника вверху до лепестковидного внизу. Глубина колодца составляет 15 м,

ниже этой отметки он сужается, превращаясь в непреодолимую щель. Генезис пещеры предварительно можно определить как нивально-коррозионный.

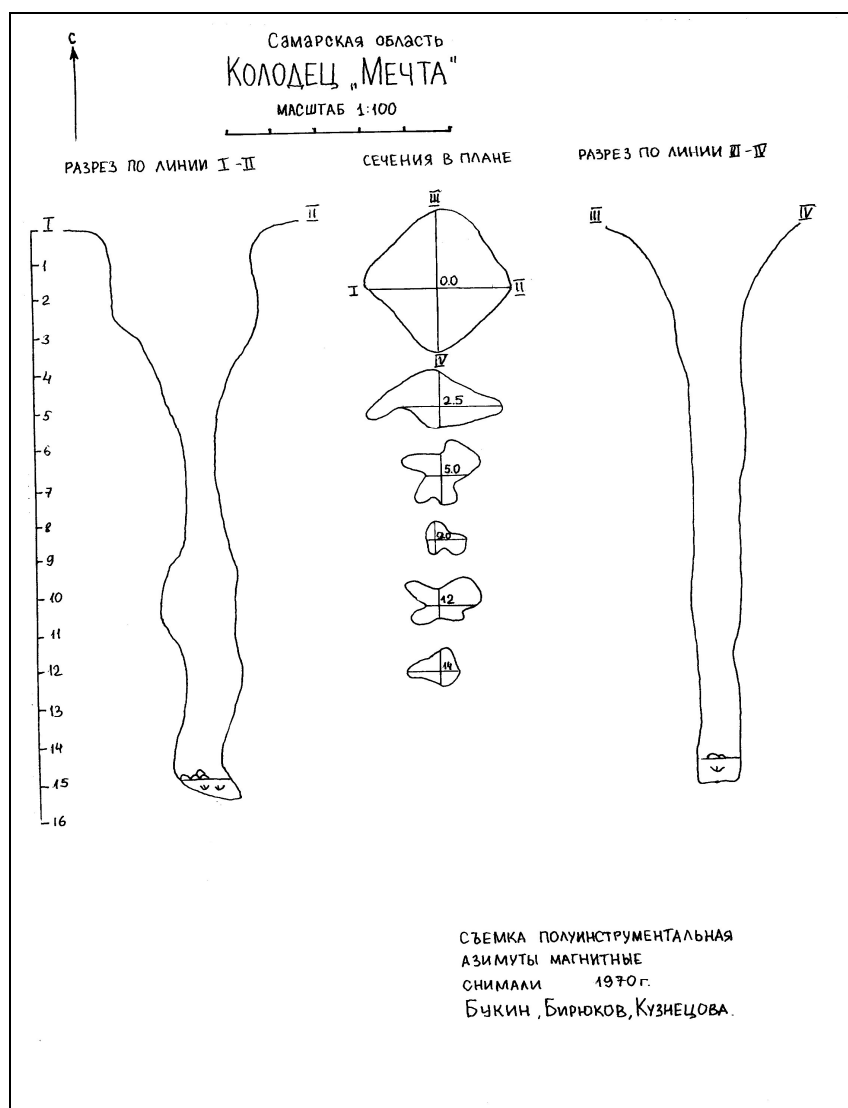
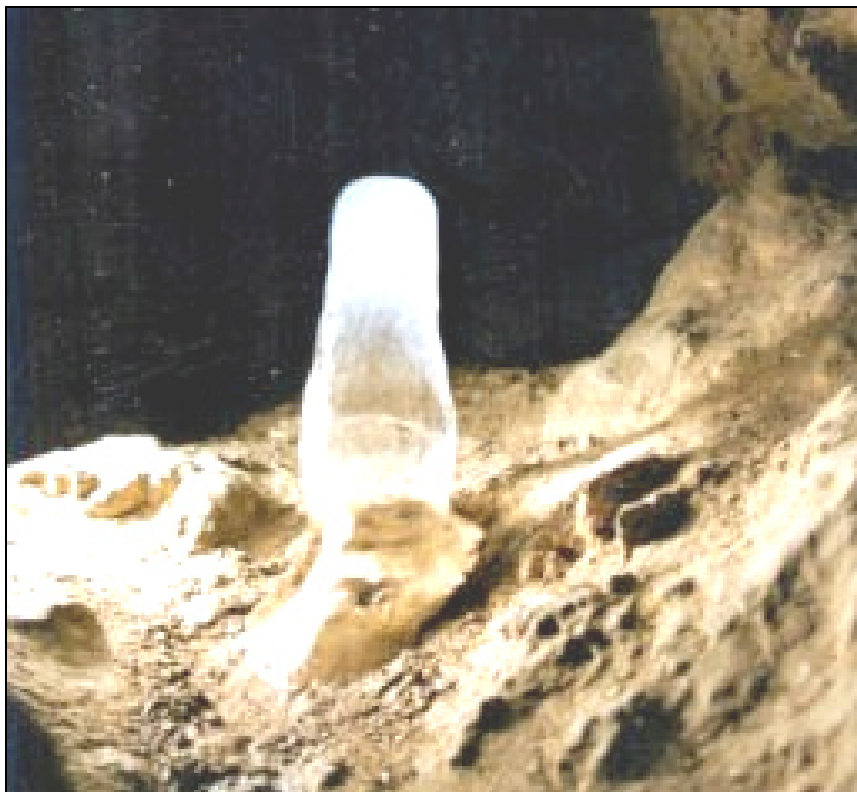


Рис. 4.30. Колодец Мечта

**Пещерные отложения.** Согласно классификации В.Н. Андрейчука, в Самарской области выделяется две группы пещерных отложений: естественные и искусственные. В группе естественных выделяется три класса – гидрогенные, гравитационные и биогенные. В группе искусственных – два класса: антропогравитационные и антропогенные [1].



*Рис. 4.31.* Ледяной сталагмит в пещерной системе Братьев Грeve



*Рис. 4.32.* Кристалл льда в пещерной системе Братьев Грeve

**Гидрогенные отложения** (отложения пещерных вод) подразделяются на три вида: водные коррозионные и механические, водно-хемогенные, водно-криогенные.

*Водные коррозионные и механические* объединяют отложения подземных потоков и инфильтрационных вод. Они представлены песчанистыми, суглинисто-глинистыми, галечнико-гравийными и щебнисто-обломочными образованиями. В Самарской области распространены в понорных пещерах. Во вскрытых пещерах суглинисто-глинистый материал часто заполняет трещины, а иногда и все пространство ходов, образуя погребенные полости. Возраст отложений – от поздней юры в пещере Печёрский грот-1 до современных в понорных пещерах.

*Водно-хемогенные* отложения представлены образованиями инфильтрационных вод. К ним относятся доломитовая мука и натечные образования. Доломитовая мука широко распространена в пещерах, сложенных карбонатными породами. Например, дальние части Нижнего грота заполнены ею полностью. Натечные кальцитовые образования редки. В естественных пещерах наблюдаются небольшие, маломощные фрагменты кальцитовой коры на стенах полостей (Липовая, Усовская) и сталактиты-соломинки размерами до 2 см (Печёрская).

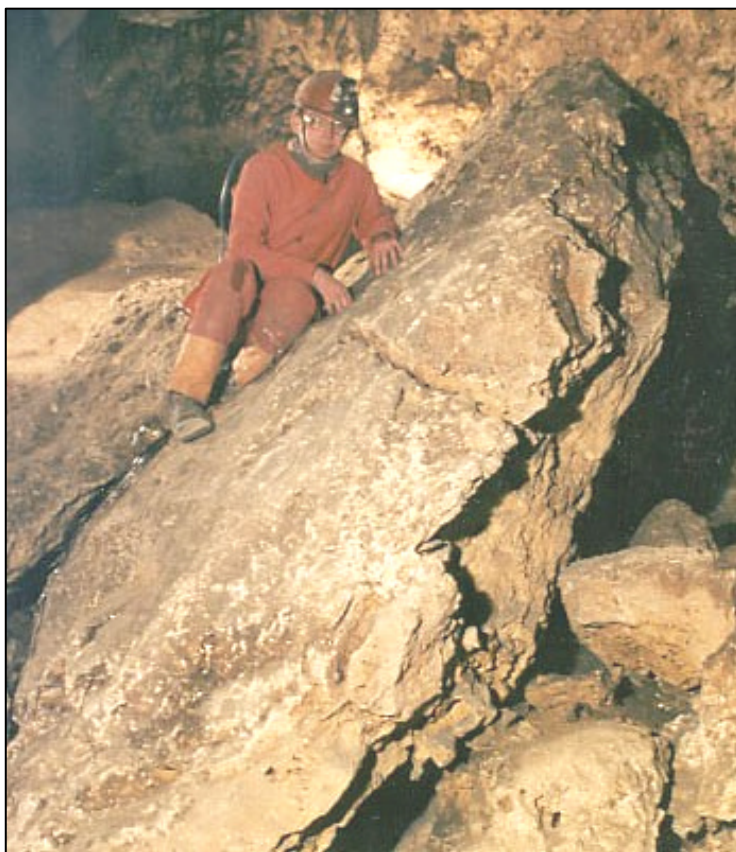


Рис. 4.33. Обвальные отложения в пещерной системе Братьев Грече

*Водно-криогенные отложения* связаны с деятельностью инфильтрационных и конденсационных вод в морозный период. Обра-

зования представлены инеем, кристаллами льда и ледяными натеками (рис. 4.31). Большинство естественных пещер имеют незначительные входы, практически полностью переметаемые снегом. Наиболее распространен иней на привходовых сводах. Все виды водно-криогенных отложений присутствуют в пещере Братьев Грее (наиболее представительны ледяные кристаллы, рис. 4.32).

**Гравитационные отложения** представлены накоплениями обрушившихся и осыпавшихся пород на полу пещер в виде конусов, осыпей, покровов и хаотического нагромождения глыб и обломков. Наиболее представительны гравитационные отложения в обвальных известняковых пещерах Братьев Грее (рис. 4.33), Богатырь, Степана Разина, Старосемейкинская, Верхний и Нижний грот, Змейка. Но в общем встретить гравитационные отложения можно практически во всех пещерах.

**Биогенные отложения** (отложения пещерных организмов) подразделяются на экскремационные и тафоноционные. Первые – это гуано летучих мышей и экскременты организмов, вторые – костные, древесные, растительные остатки и гумус. Наиболее распространены биогенные отложения в пещерах Самарской Луки (табл. 4.10).

Первые находки ископаемой фауны в пещерах Самарской области были сделаны М.Э. Ноинским во время обследования пещеры Богатырь. Здесь были найдены кости черепа бурого медведя (*Ursus arctos* Lin.) и зуб носорога [73].

В 1950 г. зоолог Куйбышевского заповедника Е.М. Снигирёвская передала ленинградским зоологам около 2 тысяч костей мелких позвоночных грызунов, собранных в метровой толще пещеры на Сосковой горе (район пос. Бахилова Поляна). Эти находки побудили к организации в 1951 г. экспедиции ЗИН АН СССР под руководством И.М. Громова.

На Самарской Луке было обследовано 14 навесов, гротов и пещер, где было собрано более 22 тысяч костных останков. Работы велись на нескольких участках близ пос. Бахилова Поляна, Липовая Поляна, Шелехметь, в Ширяевском и Молебном оврагах.



Максимальная мощность отложений отмечена в пещерах Богатырь-2 и Медвежья. В первой – 1 м, во второй шурф глубиной 1,4 м не достиг коренных пород. В остальных пещерах мощность отложений составила от 0,1 до 0,7 м. Наибольшее количество костного материала было собрано в пещерах: Неприятная (более 1000 штук), Косуля (более 1000), Шелехметский грот (более 1000), Отшельника (более 1200), ниша Двойная (более 1700), навес Кривой (2700), скальный карниз у Шелехмети (3100).

Среди находок: погадки сов, кости птиц, насекомоядных, грызунов, летучих мышей, хищных, парнокопытных. В пещерах Большая и Малая Медвежья, Барсучья были найдены кости бурого медведя. В Шелехметском гроте при шурфовке на глубине 0,7 м встречен «культурный горизонт» – зола и угли костра. Накопление остатков И.М. Громов связывает с жизнедеятельностью хищных птиц (филин, сова, неясыть) и животных (волк, лисица, барсук) [35, 36].

Наиболее древняя ископаемая фауна верхнеплейстоценового возраста найдена в пещерах: Большой Ширяевский грот, Отшельника, Малая Медвежья, Большая Медвежья, Шелехметский грот, навес 2 во втором Малиновом овраге. В остальных пещерах встречена фауна голоценового возраста [35].

Образование пещер автор связал с этапом карстовой деятельности на эрозионном уровне Волги, существовавшем в хвалынское время.

По работам И.М. Громова в 1954 г. Ленинградским педагогическим институтом организована вторая экспедиция под руководством А.В. Таттара. Ее цель – детальное обследование и шурфовка пещер, имеющих большую мощность отложений. Основные раскопки проводились в пещере Богатырь-2, кроме того, был опоискован навес Козий, расположенный в районе пос. Зольное. Подробное описание, графические приложения и результаты проведенных работ опубликованы в сборнике статей Ленинградского педагогического института [124].

Отложения пещеры Богатырь-2 до глубины 0,25 м представлены коричневато-серыми грунтами, состоящими из растительных и животных остатков. Далее до глубины 1,5 м залегают светло-



коричневые с красноватым оттенком суглинки. Ниже сероватая известковистая супесь, щебень и глыбы известняка, в которых раскоп был остановлен. В пещере собрано 10694 экземпляра костного материала, представляющего 51 вид птиц, 3 вида насекомоядных, 1 вид летучих мышей, 23 – грызунов, 5 – хищников.

Таблица 4.10

**Палеонтологические находки в пещерах Самарской области**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Название пещеры</b>  | <b>Виды костных находок<br/>и их количество</b>                                                      | <b>Возраст<br/>находок</b>          |
|------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                | Богатырь                | Челюсти, части черепа, другие костные остатки бурого медведя, зуб носорога                           | Плейстоцен – голоцен                |
| 2                | Большой ширяевский грот | 574 костей 20 видов грызунов, кости зайца, погадки неясности                                         | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 3                | Неприятная              | Более 1000 костей 18 видов грызунов, кости лисицы                                                    | Средний голоцен                     |
| 4                | Малая медвежья          | 510 костей 16 видов грызунов, кости бурого медведя, лисицы, неясности, филина                        | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 5                | Косуля                  | Более 1000 костей 16 видов грызунов, кости филина                                                    | Верхний голоцен                     |
| 6                | Отшельника              | Более 1000 костей 16 видов грызунов, кости филина                                                    | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 7                | Медвежья                | Около 100 костей 15 видов грызунов, кости бурого медведя, лоса, волка, барсука, зайца, куницы, сурка | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 8                | Барсучья                | Бурый медведь, лось, волк, грызуны                                                                   | Верхний голоцен                     |
| 9                | Сосковая                | 918 костей 19 видов грызунов, кости волка, лисицы, совы                                              | Средний голоцен                     |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Название пещеры</b>               | <b>Виды костных находок<br/>и их количество</b>                                                                                                          | <b>Возраст<br/>находок</b>          |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 10               | Навес № 2 во втором Малиновом овраге | 259 костей 10 видов грызунов, барсук                                                                                                                     | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 11               | Шелехметский грот                    | Более 1000 костей 14 видов грызунов, кости и погадки сов, филина, неясны. Культурный горизонт                                                            | Верхний плейстоцен – нижний голоцен |
| 12               | Ниша двойная                         | Более 1500 костей 14 видов грызунов, кости лисицы, кости и погадки филина                                                                                | Верхний голоцен                     |
| 13               | Навес Кривой                         | 2500 костей 18 видов грызунов и птиц, кости ежа, филина                                                                                                  | Средний голоцен                     |
| 14               | Большой шелехметский грот            | Более 3000 костей 17 видов грызунов                                                                                                                      | Верхний голоцен                     |
| 15               | Богатырь-2                           | 606 костей птиц 51 вида, 16 видов грызунов, 10694 костей 32 видов млекопитающих, среди которых барсук, горностай, ласка, лисица                          | Верхний плейстоцен – голоцен        |
| 16               | Навес Козий                          | 98 костей 23 видов птиц, 1510 костей 21 вида млекопитающих, среди которых горностай, ласка, куница                                                       | Верхний голоцен                     |
| 17               | Ширяевская-1                         | 1649 костей 37 видов, среди которых сурок, волк, лисица, песец, пещерный медведь, шерстистый носорог, северный олень, бизон, хорь степной, барсук, птицы | Плейстоцен – голоцен                |
| 18               | Липовая                              | Бурий медведь                                                                                                                                            | Верхний голоцен                     |
| 19               | Стрельненская                        | Заяц беляк, кошка домашняя                                                                                                                               | Верхний голоцен                     |

Самые древние находки – кости верхнеплейстоценового суслика – позволили оценить возраст пещеры.

Подводя итоги работ, А.В. Таттар поддерживает взгляды И.М. Громова о путях накопления костных остатков, происхождении и возрасте пещер Жигулёвских гор.

Интерес представляют результаты работ за 1968-1971 гг. жигулевского отряда Северной палеолитической экспедиции под руководством О.Н. Бадера. Этим коллективом были проведены раскопки в погребенной пещере Ширяевская-1. Здесь было собрано 1699 экземпляров костных останков плейстоценового фаунистического комплекса, представленного 10 видами животных. Наиболее значительными являются кости пещерного медведя, шерстистого носорога, сайги, бизона, песца и северного оленя. О.Н. Бадер отмечает, что соотношение видов говорит о том, что пещера долгое время служила убежищем для пещерных медведей (1184 кости, принадлежащие 23 особям) [3].

**Антропогенные отложения** – это материальные остатки жизни и деятельности доисторического и современного человека. Древние культурные слои встречены в пещерах Братьев Гриве и Шелехметский грот.

Особенно представительны находки в пещере Братьев Гриве, позволяющие отнести ее привходовой грот к стоянке бронзового века. Первое посещение пещеры археологами относится к 1924 г. А в 1968 г. начинаются планомерные исследования. Работы проводила Северная палеолитическая экспедиция под руководством О.Н. Бадера, а в 1970 г. – под руководством Г.И. Матвеевой. В результате работ были собраны металлические, каменные и костяные изделия. Среди них: бронзовый нож, рыболовные крючки, застёжки, бляшки, костяные наконечники для стрел, иглы, блесна, кремневые ножевидные пластины и наконечники для стрел. Найденные предметы, по мнению археологов, являются охотничье-рыболовным инвентарем и характеризуют пещеру как кратковременную стоянку охотников и рыбаков. Отсутствие обычной на стоянке керамики позволяет

предположить использование ее в качестве жертвенного места или святилища [20].

В Самарской области имеются находки останков человека. В пещере Медвежья были собраны кости таза, ребер, нижней челюсти. По определению самарского антрополога А.А. Хохлова, они принадлежали женщине средних лет. Возраст костных останков оценивается порядка 300 лет. Кости были затащены в пещеру хищными животными.

**Водопроявления.** Водопроявления, зафиксированные в самарских пещерах, подразделяются на естественные конденсационные, инфильтрационные, инфлюационные и искусственные.

Вода в виде тончайших конденсационных пленок и капель на стенах и сводах пещер наблюдается очень часто. Причины ее возникновения связаны с переходом водяного пара, находящегося во влажном воздухе пещер, в жидкое состояние под влиянием пониженной температуры. В зимнее время за счет этого образуются ледяные кристаллы (пещера Братьев Грече и др.)

В результате просачивания поверхностных атмосферных вод по трещинам и порам горных пород во многих пещерах отмечается инфильтрационный капеж. Большинство влаги поглощается рыхлыми отложениями пола, но изредка за счет капежа образуются небольшие лужицы (пещера Малиновая). В зимнее время за счет этих водопроявлений вырастают ледяные натечные образования (пещера Братьев Грече и некоторые другие).

Естественные пещеры понорного типа во время половодья, весеннего снеготаяния и летних ливней поглощают поверхностные водотоки. Таким образом, можно говорить об инфлюационных водопроявлениях, являющихся наиболее значительными. При максимальных расходах воды пещеры либо отдельные их части могут полностью затапливаться. Паводки нарастают довольно медленно и не опасны при посещении человеком пещер, так как имеется достаточно времени на эвакуацию. Когда поверхностный водоток истощается, в пещерах

остаются лужицы, самая крупная из которых находится в дальней части пещеры Золотая и имеет площадь 2-3 м<sup>2</sup>.

К искусственным водопрооявлениям относятся подтопления пещер во время паводков на водохранилищах, затопленные пещеры, озера и сифоны в пещерах, вызванные подъемом воды при создании водохранилищ.

Во время паводка на Саратовском водохранилище подтопляются и затопляются все пещеры, имеющие высотные отметки входа не более 35 м (Обкан, Макарова дыра, Печёрский грот-2 и др.). Пещера Обкан в конце апреля – начале мая во время максимального стояния воды в водохранилище на одну-две недели полностью затопляется. В последующем вход становится доступным, но вода в пещере стоит до тех пор, пока водохранилище не войдет в свой нормальный уровень.

В 2004 г. были найдены гроты и пещеры, полностью затопленные водами Куйбышевского водохранилища. Наиболее крупная пещера протяженностью около 10 м обследована под горой Лепёшка (Самарская Лука). Расположена она на абсолютной отметке 40 м, находящейся на глубине 13 м.

Озера известны в пещерах Печёрская и Озёрная. Они образовались путем подтопления этих пещер водами Саратовского водохранилища. Озеро в Печёрской (рис. 4.34) имеет размеры 3×4 м. Его уровень совпадает с уровнем Саратовского водохранилища. Вода прозрачная, замутнение спадает быстро за счет небольших подводных течений. Подводная часть представляет собой глухой сифон. Протяженность основного подводного хода 5 м. Он приводит к глыбовому завалу, за которым находится куполообразная камера. В дальней части камеры расположены трещины, непреодолимые для спелеоподводника. Общая протяженность подводных ходов 8,5 м, глубина 4 м. Размеры водоема в пещере Озёрная составляют 7×5 м, протяженность подводной части 2 м, глубина 4 м.



*Рис. 4.34. Озеро в пещере Печёрская*

**Микроклимат.** Информацию о микроклиматических исследованиях самарских пещер можно почерпнуть у М.В. Сергеева, Л.П. Шпатскаускас, А.Н. Иванова, В.А. Букина, Н.Е. Пудовкина, М.П. Бортникова, О.Я. Червяцовой [110, 111, 112, 113, 114, 115].

В соответствии с температурным режимом пещеры Самарской области подразделяются на теплые и холодные. В первых средняя температура воздуха выше, а во вторых – ниже, чем среднегодовая на поверхности [38]. Среднегодовая температура для Самарской области принята за  $+4^{\circ}$  [54].

Холодных пещер шесть: Братьев Гроте (средняя температура  $+3^{\circ}\text{C}$ ), Нижний грот ( $+4^{\circ}\text{C}$ ), Берёзовая ( $+0,5^{\circ}\text{C}$ ), Гнилая ( $+1,5^{\circ}\text{C}$ ), Сосна ( $+1,5^{\circ}\text{C}$ ), Манумбо ( $+0,5^{\circ}\text{C}$ ). Низкие температуры обусловлены, прежде всего, усиленной тягой воздуха.

Остальные пещеры – теплые. Они подразделяются (для теплого времени года) на пещеры с температурой воздуха ниже, чем на поверхности (в данное время), и с одинаковой температурой с поверхностью.

Температура, соответствующая поверхности, зарегистрирована в одной пещере – Большом ширяевском гроте. Он имеет просторный вход, полностью освещен, тяги воздуха нет, поэтому температура его соответствует поверхности. В зимнее время полностью промерзает.

В остальных полостях термометры показали от +4,5 до +17,5 °С при температуре на поверхности от +16 до +24 °С. Здесь наблюдается четкая зависимость понижения температуры от привходовых частей к дальним. В привходовых частях разброс температур от +8,5 до +17,5 °С, в средних – от +5 до +14,5 °С, в дальних – от +4,5 до +16 °С. Относительно низкими (менее +10 °С) средними температурами характеризуются 37 % исследованных пещер (Серноводская, Большая Медвежья, Золотая, Старосемейкинская и др.). Основные части в них обособлены от привходовых границей раздела температур. Здесь, как правило, наблюдается усиленный ток воздуха. В дальних частях, куда не попадает солнечный свет и воздух с поверхности, круглый год сохраняется низкая положительная температура. Подземные своды в зимнее время не промерзают.

Небольшие горизонтальные пещеры, не обладающие сильной тягой, имеющие один большой или несколько входов, а в глубине объемные формы, способные пропускать теплый воздух с поверхности, характеризуются повышенными (более +10 °С) температурами. В зимнее время они полностью промерзают (Усинская, Каменная чаша, Богатырь-2 и др.).

**Биоспелеология.** Согласно схеме биоспелеологического районирования, предложенной Я.А. Бирштейном и С.И. Левушкиным, территория Самарской области входит в северную умеренную зону, спелеофауна которой относительно бедна и малоспецифична. Биоспелеологическими исследованиями в самарских пещерах занимались А.В. Метёлкин [64], В.П. Вехник [23, 24] и другие.

Изучению пещерной растительности до последнего времени почти не уделялось внимания, а имеющиеся данные весьма скудны.

Для животного мира характерны троглофильные, троглоксенные и тихотроглобионтные формы. Троглобионтные формы не характерны.

**Членистоногие** представлены классами паукообразных, многоножек, насекомых.

*Пауки* как троглоксены и тихотроглобионты в пещерах встречаются редко (Каменная Чаша, Богатырь-2, Седьмое небо). Предпочи-

тают привходовые, сухие части. *Сороконожки* – скорее всего тихо-троглобионтные животные, встречены в двух понорных пещерах (Золотая, Усовская). *Насекомые* представлены чешуйчатокрылыми и двукрылыми. Из чешуйчатокрылых наиболее распространены бабочки троглоксены: совки (*Scoliopteryx*) и павлиний глаз (*Inachis*). Они встречаются во многих пещерах, имеющих затемненные части. Двукрылые как троглоксены представлены комарами (встречаются в большом количестве практически во всех пещерах) и иногда мухами (Каменная Чаша, Лбищенский грот).

***Позвоночные*** представлены классами птиц и млекопитающих.

*Птицы* из отрядов голубиных, воробьиных и совиных как троглоксены используют для гнездовий труднодоступные, привходовые части пещер. Гнездо голубей (*Columbiformes*) было встречено в пещере Птичий грот, гнездо ласточки (*Oscines*) было встречено в пещере Макарова Дыра. Часто в пещерах можно наблюдать гнездовья и продукты жизнедеятельности филинов (*Bubo bubo*) – погадки, перья, кости мелких грызунов и насекомоядных. *Млекопитающие* представлены отрядами рукокрылых, грызунов и хищников, являющихся троглоксенами. Наиболее представителен отряд рукокрылых. В летнее время летучие мыши встречены в пещерах: Речка, Печёрская, Большой ширяевский грот, Ежа, Берёзовая, Гнилая, Старосемейкинская, Карман, Печёрская-1. В пещерах Братьев Гроте и Серноводская, часто посещаемых людьми и оставляющих там остатки продуктов питания, появляются представители семейств мышиных (*Muridae*) и крыс (*Rattus*). Из хищных животных в пещерах встречены лисицы и барсуки. Посещения лисиц (*Vulpes vulpes*) и их логова зафиксированы в пещерах Речка, Стрельненская, Склеп, Крестовая, хотя по костным остаткам вероятно пребывание их и в других пещерах. В отложениях многих пещер зафиксировано большое количество костей грызунов, птиц, домашних кошек, рыбы. Продукты жизни и деятельности, а также встречи барсуков (*Meles meles*) были отмечены в пещерах Малиновая, Медвежья и Стрельненская.



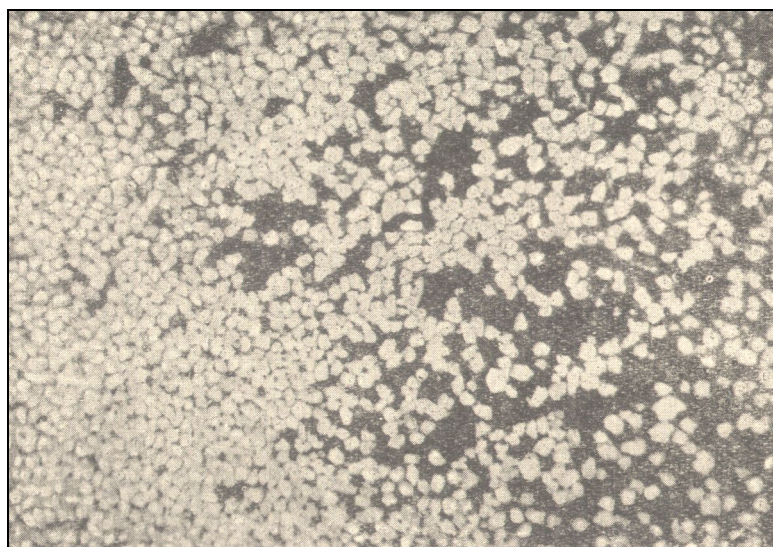
## 5. ПРОДУКТЫ ОБЪЕМНОГО РАЗРУШЕНИЯ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД

В известковистых доломитах, доломитизированных известняках, загипсованных карбонатных породах, т. е. породах неоднородного минералогического состава, карстовый процесс принимает своеобразные формы и направление, отличающиеся от обычных форм карста в однородных по минералогическому составу и структуре породах. В развитии этих форм большую роль играют не только растворение породы, но и процессы разрушения, сопровождающиеся изменением ее минералогического состава, структуры и физических свойств. В таких породах карстовый процесс имеет как бы объемный характер, захватывая всю массу породы и межтрещинные ее промежутки [91]. К продуктам объемного разрушения карстующихся пород относится доломитовая мука и карстовая брекчия. Эти образования давно известны на территории Самарской области и изучались многими специалистами. Мы приводим здесь результаты этих исследований потому, что эти отложения значительным образом влияют на карсто- и пещерообразование описываемого региона.

*Доломитовая мука (доломитовый песок)* является продуктом разрушения сахаровидных [8], кристаллически зернистых [69], известковистых доломитов, обладающих часто большой (до 30-40 %) пористостью и значительной трещиноватостью [109]. Это рыхлая до сыпучей масса (рис. 5.1), имеющая вид муки или песка [28], микроскопически представляющая собой скопление ромбоидальных, неправильно-угловатых и округлых зерен различной величины – от 0,05 до 0,25 мм [69] и состоящая преимущественно из доломита и меньшей части кальцита [91]. Состав образцов доломитовой муки приведён в табл. 5.1. Иногда в доломитовой муке встречаются останцы первичной породы размерами 30×12 см. Строение их неоднородное: плотная центральная часть к периферии становится более пористой и рыхлой, постепенно переходящей в муку [109].

**Состав доломитовой муки из отложений Самарской Луки**  
(по Родионову, 1958 г.)

| № п/п | Доломит | Кальцит | Нерастворимый остаток | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-------|---------|---------|-----------------------|-------------------------------|
| 1     | 81,0    | 12,0    | 6,91                  | 0,59                          |
| 2     | 87,0    | 13,0    | 6,91                  | 0,59                          |



*Рис. 5.1. Зерна доломитовой муки под микроскопом*  
(по Н.В. Родионову, 1958 г.)

Залегают доломитовая мука часто близ поверхности в виде прослоев, линз, гнезд, карманов и имеет мощность до первых десятков метров. Она может заполнять трещины и полости в горной породе. Наиболее распространена в верхнекаменноугольных и нижнепермских отложениях; местами, например в районе Яблоневого оврага (Самарская Лука), ею сложена вся верхняя зона ассельского яруса [69]. В осадках казанского яруса доломитовая мука с примесью обломочного материала слагает повсеместно элювиально-делювиальные слои над карбонатными породами.

Образование доломитовой муки связано с различием в скорости растворения породообразующих минералов – доломита и кальцита с преимущественным растворением и выносом кальцита. При неравномерном растворении породы инфильтрационными водами пористость ее постепенно увеличивается и создается своеобразная губчатая

структура. Вынос кальцита вызывает увеличение пористости и нарушение связи между частицами породы. Разрушение сопровождается растворением и выносом 35-40 % его первоначального объема, причем большая часть породы (60-65 %) остается на месте в виде продуктов разрушения [91]. Если свободного кальцита в исходной породе было более 40-50 %, то доломитовая мука, образующаяся из нее, может уже и не заполнять весь объем, занимаемый ранее породой, – над ней будут свободные полости (пустоты) различных размеров [109].

Находящаяся в естественном состоянии, перекрытая почвенно-растительным слоем или суглинками, доломитовая мука в переувлажненном состоянии превращается в своеобразный плавун, из которого вода выносит частицы породы [123]. С суффозионным выносом доломитовой муки техногенными водами в Самарской области связаны неравномерные осадки зданий и сооружений, техногенно-суффозионные провалы.

Наряду с процессом выщелачивания кальцита можно наблюдать и обратную картину – процесс отложения вторичного кальцита, приводящий к уплотнению и упрочнению выветрелых пород с постепенным превращением их в прочную скальную породу. Некоторые виды кристаллически зернистых «песчаниковых» доломитов представляют собой доломитовую муку, сцементированную вторичным кальцитом [109].

А.В. Ступишин (1967 г.) сообщает о существовании в природе прослоев известковой муки. Образуется она на значительной глубине от поверхности (от 110 до 200 м) в условиях почти полного отсутствия движения минерализованных вод. В ее состав входят: CaO (30,4-54,04 %), MgO (0,84-19,72 %), SO<sub>3</sub> (0,12 %), н.о. (0,42-4,1 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO<sub>3</sub> (0,5-0,78 %), п.п.п. (44,2-44,8 %). Хотя автор отмечает, что, возможно, она образовалась и техногенным путем в результате бурения выветрелых прослоев известняка [123].

*Карстовая брекчия (брекчевидные доломиты)* представляет собой весьма плотную породу, состоящую из беспорядочно перемешанных, угловатых (без признаков окатанности), различных по величине и форме обломков доломита, плотно слежавшихся и сцементи-

рованных кальцитом, кремнем или асфальтом [72]. Размеры обломков до 40 см и более. Состоят они часто из выветрелых, мучнистых доломитов, промежутки между которыми заполнены доломитовой мукой. В цементе брекчии имеются прожилки доломита, кальцита и кремнистого вещества, а также небольшие включения зеленоватой глины, вероятно, остаточного происхождения [93]. Химический состав некоторых образцов приведен в табл. 5.2.

Иногда кроме доломита (он, как правило, доминирует) заполнителем могут быть известняки, глины, мергель, доломитовая мука. Каверны могут быть заполнены кристаллическим кальцитом [137]. В некоторых случаях цемент карстовой брекчии составляет ничтожно малую часть, иногда он имеет значительное развитие. Часто при выветривании наполнитель целиком разрушается (рис. 5.2). Порода уже состоит из одного цемента и приобретает ноздреватую текстуру и вид туфообразной ноздреватой массы [72].



*Рис. 5.2. Карстовая брекчия*

Тела карстовой брекчии имеют формы гнезд, штоков, столбов всевозможных размеров – от метра до многих десятков метров [72]. В кровле небольших гнезд была замечена некоторая нарушенность перекрывающих пород, затухающая кверху. В разрезах по простира-

нию наблюдается, что слоистые породы внезапно обрываются, замещаясь на некотором протяжении брекчевидными породами (как бы «столбами брекчий»), а далее видно вновь нормальное строение [137]. В толще брекчий иногда можно наблюдать «останцы» первичной слоистой породы. Например, в пещере Братьев Грее останец размерами 1,5 м состоит из тонкоплитчатого скрытокристаллического доломита.

Брекчевидные породы приурочены, главным образом, к пермским (к нижнепермским и нижеказанским) отложениям, однако они отмечены и в каменноугольном разрезе. Мощность их в составе нижнепермской толщи Волго-Усинского водораздела составляет 12-25 м [93, 69].

Таблица 5.2

**Химический состав верхнепермских брекчевидных доломитов Самарской Луки, % (по Ноинскому (1905 г.) и Родионову (1972 г.))**

| Тип породы                              | $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ | $\text{CaCO}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{Al}_2\text{O}_3$ | н.о. |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|------|
| Пористый доломит (наполнитель)          | 99,77                                | 1,49            | 0,64                                                 |      |
| Плотный доломит (наполнитель)           | 99,39                                | 0,6             | 0,1                                                  |      |
| Твердый доломит (наполнитель)           | 97,84                                | 2,37            | 0,17                                                 |      |
| Доломит средней твердости (наполнитель) | 98,6                                 | 1,59            | 0,23                                                 |      |
| Среднеизвестковистый доломит (цемент)   | 67,3                                 | 26              |                                                      | 6,6  |
| Слабоизвестковистый доломит (цемент)    | 83,7                                 | 16,3            |                                                      |      |

По поводу происхождения карстовой брекчии среди исследователей в свое время разгорелись жаркие споры. М.Э. Ноинский, впервые изучивший эти породы, определил, что они образовались благодаря обвалам кровли гипсовых пещер [72]. В.Б. Татарский считает,

что в материалах М.Э. Ноинского отсутствуют доказательства существования гипса в пермских отложениях. А.В. Ступишин присоединяется к последнему исследователю, считая, что основной путь образования брекчевидной породы шел посредством обрушения карбонатных прослоев (преимущественно доломитов) в подземные карстовые полости. Эту идею поддерживает и В.Л. Либерович, считая, что здесь происходило выщелачивание крупнокристаллических известняков, и добавляя, что преобладающий размер (2-7 см) обломков пермских брекчий объясняется тем, что в пачках переслаивания преобладающая мощность доломитовых прослоев также составляет 2-7 см, т. е. брекчии возникли за счет разламывания таких прослоев. Точку в данном вопросе ставит Н.В. Родионов. Обработав результаты геологических исследований на Волго-Усинском водоразделе, автор отмечает, что в разрезе верхней части пермских отложений встречены небольшие (до 1-2 см) прослой гипсов. По результатам химических анализов содержание гипса в нижнепермских отложениях составляет до 23 %. Подземные воды, фильтрующиеся через Волго-Усинский водораздел, имеют сульфатно-магниевый состав и минерализацию 1,39 г/л; это говорит о том, что здесь продолжается выщелачивание прослоев гипса и ангидрита [93].

Время образования брекчевидных доломитов большинство исследователей связывает с карстом, развивавшимся с конца пермского времени и первую половину мезозоя (т.н. доюрским карстом).

## 6. ПАЛЕОКАРСТ

Палеокарстом называют древний карст, подвергшийся тектоническому погружению и в настоящее время перекрытый более молодыми горными породами.

Палеокарст поволжского региона наиболее полно освещен в работах А.В. Ступишина. Для палеозойского времени он выделяет шесть эпох карстообразования, проходившего в фаменское, турней-

ское, визейское, сакмаро-артинское, кунгурское и верхнепермское время. В мезокайнозойское он выделяет нижнемезозойский палеокарст и неоген-четвертичный неокарст. Ниже мы приводим дополнения и уточнения к работам предыдущего исследователя, касающихся территории Самарской области [117, 119, 123].

Большая часть (75-80 %) фанерозойского разреза Поволжья сложена растворимыми породами, образованными в морских и лагунно-морских условиях, и в течение геологической истории был ряд эпизодов, когда они вследствие подъемов суши выводились на дневную поверхность и подвергались карстовым процессам. Эти эпизоды зафиксировали себя стратиграфическими перерывами. Наиболее значительные перерывы осадконакопления происходили в палеозойское время, в нижнем и среднем карбоне, в перми и на границе палеозоя и мезозоя. В мезозое и начале кайнозоя морские условия начали меняться на континентальные, и к концу эоцена море полностью покинуло изучаемую территорию (за исключением акчагыльской трансгрессии, захватившей в виде эстуариев только долины Волги и наиболее крупных притоков). В континентальных условиях возобновлялись процессы карста; таким образом, в Самарской области кроме современной выделяются еще шесть крупных эпох карстообразования: нижнекаменноугольная (турнейская), среднекаменноугольная (башкирско-московская), пермская, триасово-юрская (добатская), эоцен-плиоценовая (доакчагыльская) и плиоцен-четвертичная. Каждая эпоха, в свою очередь, подразделяется на этапы. Наиболее полно изучены этапы плиоцен-четвертичной эпохи.

Ранние эпохи карста фиксируются в разрезе повышением пористости и кавернозности карбонатных пород. Каверны в основном выполнены кальцитом, гипсом и ангидритом. Более поздние эпохи определяются наличием погребенных карстовых форм и присутствием в разрезе доломитовой муки, карстовой брекчии и глинистого заполнителя карстовых пустот.

***Нижнекаменноугольная эпоха карста.*** По данным М.И. Фадеева, в конце турнейского времени на территории Самарского Повол-



жья существовал сравнительно узкий лагунного типа водоем, известный под наименованием Камско-Кинельской впадины, а за его пределами простиралась слабо всхолмленная гумидная равнина приморья, на которой широко был распространен карст, связанный с отложениями верхнего девона (преимущественно фаменского яруса). Представлены они карбонатными и частично сульфатными породами: органогенными, пелитоморфными и кристаллическими известняками с прослоями кристаллически зернистых доломитов и ангидритов. В настоящее время породы содержат открытые трещины и каверны, на отдельных участках обладают высокой пористостью (до 24 %) [127]. Комплекс этих пород характеризуется как основной поглощающий горизонт девона [44].

***Среднекаменноугольная эпоха карста*** началась в конце башкирского и закончилась в начале московского времени. В это время происходил значительный подъем территории, особенно в южной части Бузулукской впадины. Закарстованности подверглась верхняя часть визейского, серпуховский и нижняя часть башкирского яруса. Представлены они известняками и доломитами органогенными, органогенно-обломочными, кристаллическими. Породы трещиноватые, пористо-кавернозные, иногда брекчевидные. Пористость – от 13 до 30 %. По пустотам выщелачивания и трещинам отмечается вторичный кальцит, ангидрит, иногда халцедон. Комплекс пород серпуховского яруса является поглощающим горизонтом [44].

***Пермская эпоха карста*** захватывает артинское, кунгурское и уфимское время. Континентальные условия с жарким и засушливым климатом существовали на западе и северо-западе областной территории, на востоке и юго-востоке находился морской бассейн с повышенной соленостью вод. По данным А.В. Ступишина, карстовые процессы затронули отложения верхнего карбона и нижней перми на глубину 150 м [123].

***Триасово-юрская (добатская) эпоха карста*** проходила с начала триаса до средней юры (до наступления батской трансгрессии). В это время практически вся территория Самарской области находилась



в условиях континентального режима с теплым и влажным климатом. Интенсивной закарстованности подвергся весь разрез пермских отложений. Палеорельеф и карстопроявления того времени хорошо изучены на Волго-Усинском водоразделе и Самарской Луке А.С. Барковым, О.И. Тихвинским, Н.И. Соколовым, А.Ф. Якушевой, А.В. Ступишиным, Н.В. Родионовым и др. Подклассы карста – от голого до покрытого. Выделено два этажа: верхний с мощностью 35 м (приурочен к отложениям казанского возраста) и нижний с мощностью 20 м (приурочен к отложениям нижнепермского возраста). Результатом карстовых процессов явилось образование в разрезе отложений доломитовой муки, карстовой брекчии и глин серого и голубовато-серого цвета (переволокские глины).

В морфологическом отношении исследователи выделяют поверхностные и подземные формы карста. Поверхностные формы были представлены каррами, воронками, карстовыми озерами, останцами и котловинами (полями) размерами до 1×2 км с глубиной до 20 м, осложненными наложенными воронками. Подземные формы представлены колодцами глубиной до 6 м и горизонтальными полостями размерами от нескольких сантиметров до 20-30 м при высоте до 3-3,7 м. Среди глинистых отложений, заполняющих карстовые пустоты, встречены стволы деревьев и многочисленные остатки, в том числе споры и пыльца нижнемезозойской растительности: плаунов (*Lycopodium*), папоротников (*Osmunda*, *Gleichenia*, *Acrostichum*, *Dipteris*, *Pteridium*, *Schizaeaceae*, *Tripartita* (Mal.), *Leiotriletes*), древнехвойных (*Cycas*, *Ginkgo*, *Podocarpus*, *Pinus*, *Piceae*, *Tsuga*, *Cedrus*, *Trachytriletes* (Naum).

**Эоцен-плиоценовая (доакчагыльская) эпоха карста.** На границе мела и палеогена в Среднем Поволжье начинаются обширные поднятия, которые вызывают регрессию моря. В конце эоцена море полностью покидает территорию Самарской области. К началу плиоцена тектонические движения, вызванные альпийским орогенезом, достигают своего максимума. Волга врезалась в коренные породы до абсолютной отметки –290 м, то есть более чем на 300 м. К этому времени относится

образование Жигулёвской дислокации и Жигулёвских гор. Региональное поднятие территории сопровождалось усиленной эрозионной деятельностью и по мере обнажения палеозойских пород – возобновлением карстовой активности, которая продолжалась до акчагыльской трансгрессии. Исследованиями доакчагыльского карста занимались А.Ф. Якушева, Г.В. Обедиентова, А.И. Отрешко, Е.А. Никитин и др.

Карстовым разрушениям этого времени подверглись отложения от средней перми до среднего карбона. Расположение погребенных карстовых форм и продуктов разрушения пород (доломитовая мука и карстовая брекчия) доакчагыльского карста хорошо отличается от других карстовых эпох по приуроченности к склоновым частям одновозрастных речных палеодолин. Мощность закарстованной зоны определяется базисом эрозии этих рек и достигает 496 м. В разрезе выделяется несколько зон закарстованных пород. Количество их не является постоянным и обычно насчитывает от 8 до 12 [79, 80, 81].

***Плиоцен-четвертичная эпоха карста*** подразделяется на пять этапов: акчагыльский, эоплейстоценовый, бакинский, хазарский, ено-таевско-сарпинский. Отличаются они друг от друга интенсивностью и продолжительностью карстовых процессов.

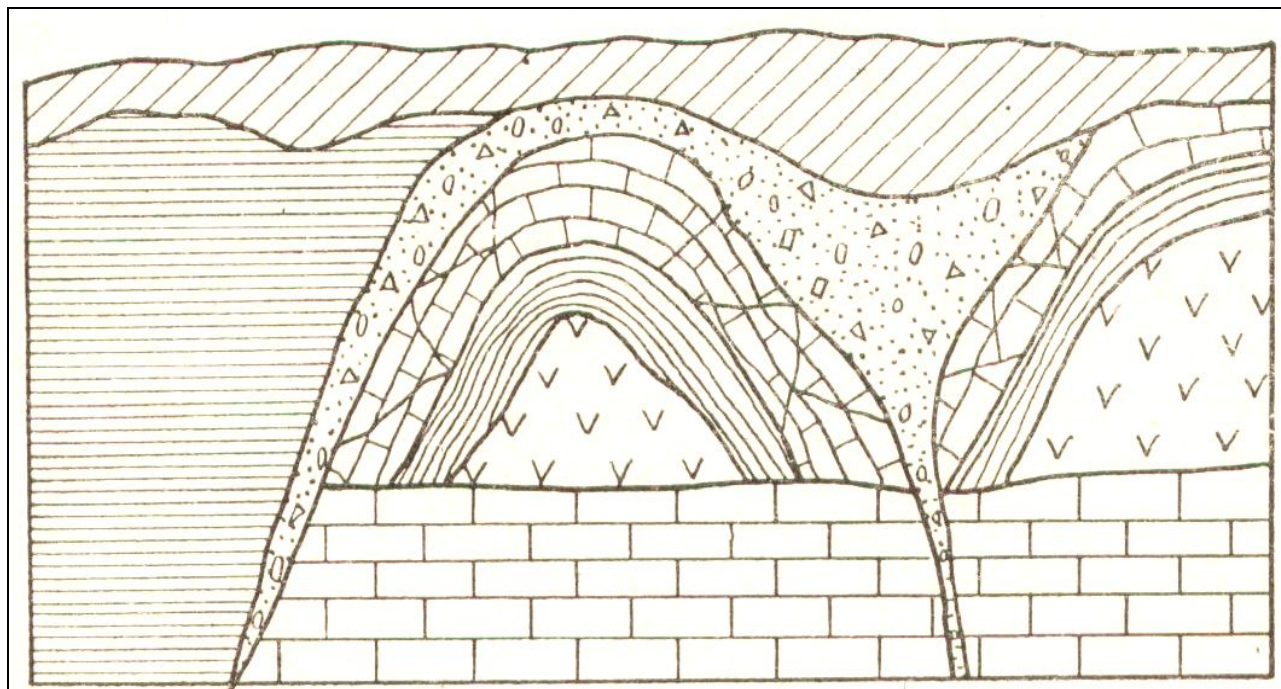
В акчагыльское время произошла ингрессия моря. Эрозионная долина Волги, крупных притоков и закарстованные зоны предыдущих эпох были погребены под терригенными отложениями, по данным некоторых авторов, до абсолютной высоты 180 м [112]. Однако выше этой отметки развитие карстовых процессов не исключается. Например, по данным Г.Б. Обедиентовой, на Самарской Луке и в Сокольных горах на высотах 150-218 м до настоящего времени сохранилась абразионная площадка уровня акчагыльского моря [74]. Над абразионным уступом на высотах 150-180 м наблюдаются вытянутой полосой скопления скал, в которых встречаются гроты и пещеры. Происхождение некоторых из них можно связать с зонами разгрузки подземных вод и абразионной деятельностью моря, а возраст возможно сопоставить с акчагыльским.

Эоплейстоценовый этап сопровождался карстовыми процессами на ограниченных возвышенных площадях, не вовлеченных в аккумулятивный процесс накопления озерно-элювиальных отложений, представленных желто-бурыми и коричневато-бурыми суглинками и глинами. Базис эрозии выходил на абсолютную отметку 0 м [112].

Неоплейстоценовые этапы карста сопоставляются с временами образования волжских террас и циклами оледенений Восточно-Европейской равнины. Наиболее наглядно эти этапы рассмотрены А.Г. Лыкошиным на примере изучения закарстованного разреза в Коптевом овраге у г. Самары [62]. Здесь наблюдается переслаивание пермских доломитов и гипсов. Пласт гипса мощностью в несколько метров расчленен эрозией на отдельные останцы куполообразной формы, пространство между которыми заполнено обвальнокарстовыми отложениями. Останцы перекрыты слабо изогнувшимися слоями глин, благодаря чему создается подобие антиклинальных структур с гипсовым ядром. В поперечном разрезе размеры этих «структур» достигают нескольких десятков метров. Здесь же были встречены крупные, размером до 50 м, карстовые воронки, заполненные четвертичными глинами. В современном рельефе эти карстовые формы не выражены (рис. 6.1).

Анализ геологических условий разреза показывает, что развитие карста происходило в два этапа. На первом этапе, более длительном (захватившем бакинское время и усилившемся в лихвинское межледниковье хазарского времени), карстовый процесс распространился на большую глубину и захватил нижнепермские гипсы. Коптева оврага тогда не существовало, и береговой массив дренировался Волгой. После этого в связи с образованием высокой аккумулятивной террасы хазарского возраста и этапов днепровского и московского оледенений (когда Самарская область входила в перегляциальную зону) произошло затухание карста и заполнение воронок глиной. Последующая эрозия микулинского межледниковья енотаевско-сарпинского времени вызвала образование Коптева оврага и оживление карста, развитие которого было связано с интенсивной инфильт-

рацией поверхностного стока. Этому способствовало то, что в эпохи оледенений прилегающее к оврагу водораздельное пространство покрылось многометровой толщей глин и суглинков. В придолинной зоне эти глины были смыты и сохранились лишь в глубоких воронках. Судя по ориентации останцов гипса относительно склона оврага, основными путями развития карста в них являлись трещины бортового отпора.



*Рис. 6.1. Погребенные карстовые формы в Красноглинском районе г. Самары (по А.Г. Лыкошину, 1968 г.)*

По данным Е.А. Никитина, базис эрозии карста лихвинского межледниковья хазарского времени находится на абсолютной отметке 60 м. Базис эрозии карста микулинского межледниковья енотаевско-сарпинского времени находится на отметке 40 м [112].

## 7. ПСЕВДОКАРСТ

Псевдокарстовыми называют виды экзогенных или эндогенных процессов, проявления которых схожи с карстовыми [125]. На территории Самарской области к проявлениям псевдокарста относятся термокарстовые и суффозионные формы.

**Термокарст** – физический (термический) процесс, приводящий к разрушению рыхлых оттаивающих пород, содержащих подземный лед, и образованию просадочных (блюдцеобразных понижений, воронок, котловин) и провальных форм поверхности.

В долине Волги на II надпойменной террасе между пос. Приволжье, Обшаровка и Безенчук наблюдаются блюдцеобразные понижения, имеющие название «майтуги». Подробное их описание и изучение провел Е.А. Никитин в 2000 г. Здесь выделяется более 300 мелких майтуг размерами 60-200 м (преобладающие размеры 100-200 м) и глубиной 0,5-3,6 м (рис. 7.1), но встречаются и крупные формы размерами до 10 км и глубиной до 5 м. Для всех понижений характерны круглая форма в плане, плоское дно, склоны небольшой крутизны, валы, окаймляющие понижения. В настоящее время многие майтуги заболочены.

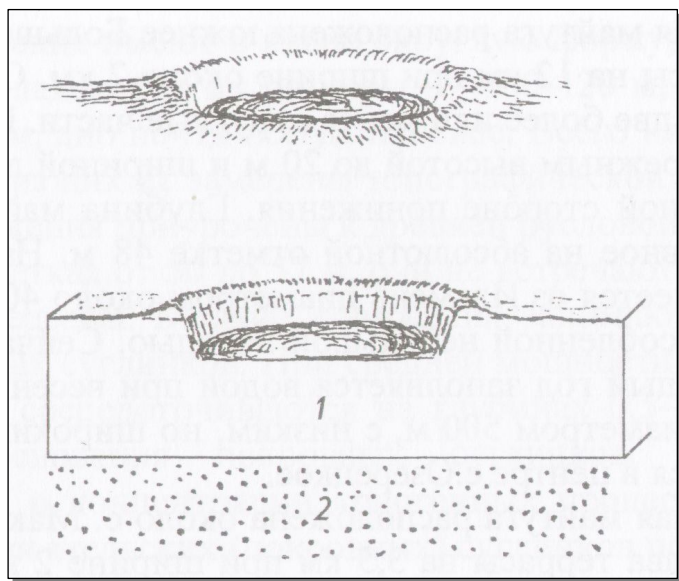


Рис. 7.1. Строение термокарстовых  
поверхностных форм  
(по Е.А. Никитину, 2002 г.)

Время образования майтуг сопоставляется с существованием перегляциальной зоны, в которой находилась территория Самарской области в эпохи днепровского и московского оледенений. Происхождение связано с наледями, образованными за счет близкого залегания грунтовых вод. При вытаивании наледей оставалось бессточное блюдце.

**Суффозия** – процесс фильтрационного и эрозионного разрушения дисперсных пород подземными водами. Наиболее полно суффозионные процессы в Поволжье описал А.В. Ступишин. В Самарской области суффозионные проявления наблюдаются в песках речных террас, в песках и песчаниках палеоцена и в делювиальных суглинках [123].

*Суффозионная пещера в делювиальных суглинках.* В районе пос. Богдановка (Сыртовое Заволжье, Нефтегорский район) на крутом задернованном водораздельном склоне в 2002 г. обнаружена сквозная пещера в делювиальных верхне-среднеплейстоценовых суглинках. Полость заложена по тальвегу небольшого овражка. Протяженность пещеры 5 м, высота и ширина – от 0,7 до 1,5 м. Над пещерой овражек выполаживается, а по окончании подземного тоннеля вновь принимает свою прежнюю форму. Разработка стен полости проходит во время весеннего снеготаяния, когда по овражку течет ручей.

В других районах Самарской области по тальвегам оврагов, сложенных рыхлыми отложениями, иногда встречаются небольшие промоины в виде мостов и арок, но все они достаточно эфемерны, так как быстро разрушаются.

*Суффозионные понижения в аллювиальных песках.* А.В. Ступишин наглядно описал проявления суффозии в аллювиально-эоловых дюнных песках Марийского Полесья [123]. Подобные проявления имеются и в Самарской области на полях развития аллювиальных отложений. Большие скопления песков и супесей на второй надпойменной террасе наблюдаются в долине р. Уса у пос. Муранка; в долине р. Волга на Самарской Луке у пос. Новинки; между г. Тольятти, пос. Узюково и пос. Курумоч; в долине р. Самары у пос. Красносамарское и Борское. Пески и супеси мелкозернистые, коричневатожелтые, местами глинистые, реже уплотненные. Проявления представлены воронками и западинами разных размеров. В некоторых имеются болотца или озера. Б.И. Ванюхин сообщает, что размеры некоторых западин в районе пос. Курумоч достигают 500 м и имеют глубину от 0,5 до 5 м. Упоминание о подобных формах имеется у В.А. Николенко.

*Суффозионные проявления в отложениях палеоцена.* На Приволжской возвышенности песчаные отложения слагают водораздельные поверхности, где также встречаются карстоподобные проявления. Основное их сосредоточение и разнообразие находится в верх-



нем течении р. Уса у пос. Гремячий, Черemoховка, Передовой. Здесь находятся выходы палеоценовых слоев, представленных переслаиваниями песков и песчаников, причем в приповерхностных условиях залегают плотные песчаники, которые ниже подстилаются прослоями песка. На водораздельном плато у пос. Гремячий нами зафиксировано два поля суффозионных проявлений площадью по 0,5 км<sup>2</sup>. Диаметр воронок и провалов от 2 до 15 м, глубина до 5 м. Многие воронки имеют открытые поноры. На одном поле две соседние воронки сообщаются подземным лазом (пещера Песчаная-1, протяженность 32 м). В этом же районе известна пещера Смолькинская (протяженностью 20 м), вход которой находится у подножия скального выступа на водораздельном склоне. Пещера также заложена на контакте песков и песчаников.



*Рис. 7.2. Привходовой грот пещеры Девичьи слёзы*

Наиболее примечательна пещера Девичьи слёзы, расположенная у пос. Передовой (рис. 7.2). Ее привходовой свод представляет скальный выступ-водопад высотой 4,1 м в тальвеге оврага. Подземная по-

лость заложена на контакте сливных песчаников и белого мелкозернистого песка. Выше сливных песчаников – опоки. Пещера представляет собой обширный привходовой грот шириной 20 м, высотой до 3,4 м, длиной до 8 м. В правой части грота начинается ход шириной до 3 м, высотой до 1,5 м и длиной 18 м. В конце ход сужается до лаза и заканчивается завалом.

Всего в этом районе учтено семь псевдокарстовых пещер.

## **8. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАРСТ**

Карстовые явления распространены в Сызранском, Шигонском, Безенчукском, Ставропольском, Волжском, Красноярском, Кинельском, Красноармейском, Пестравском, Сергиевском, Исаклинском, Клявлинском, Камышлинском и Шенталинском административных районах Самарской области.

По предварительным данным территория Самарской области в общем считается относительно устойчивой. В естественных природных условиях здесь фиксируется намного меньше, чем 0,01 провал на 1 км<sup>2</sup>. Однако в практике освоения закарстованных территорий нередки случаи, когда карстовый процесс заметно активизируется под воздействием техногенных факторов. Техногенными (антропогенными, искусственными) называют карстовые явления, вызванные или усиленные человеком.

Различные виды хозяйственной деятельности могут по-разному влиять на карст. В Самарской области на основе существующих классификаций выделен ряд направлений деятельности человека, связанных с использованием естественных ресурсов и природной среды карстовых районов: сельскохозяйственная, горнопромышленная, гидротехническая, селитебная, промышленная и коммуникационно-транспортная [33].

**Сельскохозяйственная** деятельность связана с орошаемым земледелием и пахотой земель. Провалообразование имело место на по-



лях Сергиевского, Кинельского и Красноармейского районов. По словам местных жителей, в 80-х гг. прошлого века северо-западнее пос. Сергиевск во время вспашки провалился трактор. Провал в Красноармейском районе у пос. Каменный Брод произошел в 1995 г. Диаметр провала 8 м, глубина 2 м. Провал на пахотном поле в Кинельском районе в 1 км западнее пос. Сырейка произошел в 1994 г. Диаметр провала 8,5 м, глубина 2,5 м.

**Горнопромышленная деятельность** связана с добычей полезных ископаемых.

Разработка Первомайского месторождения битуминозных доломитов в Сызранском районе была затруднена, а позже вовсе прекращена из-за проявлений палеокарста. Карбонатный разрез здесь сильно расчленен полостями, выполненными глиной, песком, брекчией, обломками обрушенной породы. Закарстованность достигает местами 20 %, что сильно осложняло проходку штолен, вызывая необходимость дополнительного крепления сводов. Из-за карста признана нерентабельной и разработка карбонатного сырья Печёрского месторождения [123]. В настоящее время над подземными выработками этих месторождений также происходят провалы.

**Гидротехническая деятельность** связана с сооружением плотин, созданием и эксплуатацией водохранилищ.

В основании сооружения Сызранской плотины на р. Сызранке развит мощный комплекс верхнекаменноугольных известняков и доломитов. Трещиноватость и закарстованность отложений представляли большую угрозу с точки зрения фильтрации воды из водохранилища. В качестве противофильтрационных мероприятий здесь были применены цементация основания и устройство завесы для плотины [136].

В правобережных частях Куйбышевского и Саратовского водохранилищ в районе Самарской Луки коренной берег долины образован карбонатными породами. В верхней части эти породы находятся в зоне аэрации, а в нижней заключают водоносный горизонт со свободной поверхностью, который дренируется Волгой и Усой.

В настоящее время за счет подземного стока из Куйбышевского водохранилища на участках Волго-Усинского водораздела, за счет повышения уровня грунтовых вод и за счет абразионной деятельности наблюдается активизация карстовых процессов.

Волго-Усинский водораздел представляет собой узкую гряду, сложенную известняково-доломитовой толщей перми и карбона. Приуроченный к ней основной водоносный горизонт в естественных условиях залегал в осевой части водораздела на глубине от 60 до 150 м. Превышение его уровня над урезом Волги составляло в межень 12-13 м, а над урезом Усы – около 16 м. При наполнении Куйбышевского водохранилища в долине Усы образовался глубокий залив с абсолютными отметками 53 м, а волжский склон водораздела оказался в нижнем бьефе плотины. Позднее в связи с наполнением Саратовского водохранилища уровень нижнего бьефа был поднят с 20 до 28 м. В связи с хорошей водопроницаемостью пород и большим перепадом гидростатических напоров (около 25 м) установившийся режим подземных вод в пределах водораздела сформировался довольно быстро.

В настоящее время колебания уровня подземных вод обуславливаются изменениями уровней воды в водохранилищах. Депрессионная поверхность имеет односторонний уклон, в результате чего существует фильтрационный поток, направленный из залива Куйбышевского водохранилища в верхний бьеф Саратовского водохранилища.

Общая величина фильтрации через водораздел оценивается в 42 м<sup>3</sup>/сек. Кроме этого наблюдается увеличение минерализации подземных вод. В районе пос. Образцово, Переволоки до затопления водохранилища подземные воды были гидрокарбонатно-кальциевыми с повышенным содержанием натрия. Минерализация их не превышала 6-8 мг-экв, сухой остаток – 0,2-0,3 г/л. Начиная с 1956 г. минерализация достигает 14 мг-экв и более с ясно выраженным преобладанием в воде сульфатов магния и кальция. Подобная картина изменения состава подземных вод наблюдается не только на Волго-Усинском во-

доразделе, но и в районе ГЭС у г. Жигулёвска. Повышение минерализации, по данным Н.В. Родионова, связано с растворением гипсоносных пород, находившихся ранее в зоне аэрации [93]. Визуально активизация карстовых проявлений фиксируется на всех берегах водохранилищ, сложенных растворимыми породами. В прибойной зоне в районах Волго-Усинского водораздела и пос. Первомайский, Усолье, Малая Рязань, Лбище, Винновка, Жигули распространено большое количество ниш, гротов и пещер. Максимально протяженная пещера Печёрская (95,5 м) расположена на Волго-Усинском водоразделе. До образования водохранилищ о таком большом количестве подземных форм исследователями не сообщалось. Информации о карстовых провалах по берегам водохранилищ мало. Известно сообщение В.Н. Зайонца о провале 1954 г. в 7 км западнее устья Усы. Параметры провала 200×90 м при глубине 25 м. Это самый большой из зафиксированных провалов Самарской области.

**Селитебная, промышленная и коммуникационно-транспортная** деятельность – это строительство и эксплуатация зданий, сооружений, эксплуатация автомобильных, железных дорог и трубопроводов.

В соответствии с существующими методическими рекомендациями по изучению экзогенных процессов для населенных пунктов Самарской области определены три категории подверженности карстовым процессам:

II – населенные пункты, частично подверженные активному воздействию карста и требующие принятия мер безопасности (перенос, защита) для этой части;

III – населенные пункты, полностью или частично находящиеся в зоне возможного воздействия карста и требующие проведения мер безопасности профилактического характера;

IV – населенные пункты, для оценки воздействия на которые требуется проведение детальных инженерно-геологических исследований.

Таблица 8.1

## Оценка подверженности населенных пунктов воздействию карста

| Административный район | Населенный пункт | Категория |
|------------------------|------------------|-----------|
| Сызранский             | Сызрань          | II-IV     |
|                        | Новообразцовое   | IV        |
|                        | Октябрьск        | IV        |
|                        | Первомайский     | IV        |
|                        | Печёрское        | IV        |
|                        | Переволоки       | IV        |
| Шигонский              | Подвалье         | IV        |
|                        | Новодевичье      | IV        |
|                        | Климовка         | IV        |
|                        | Белогорск        | IV        |
|                        | Усолъе           | IV        |
| Ставропольский         | Жигули           | IV        |
|                        | Яблоневый Овраг  | IV        |
|                        | Жигулёвск        | IV        |
|                        | Моркваши         | IV        |
|                        | Бахилова Поляна  | IV        |
|                        | Бахилово         | IV        |
|                        | Зольное          | IV        |
|                        | Солнечная Поляна | IV        |
|                        | Богатырь         | IV        |
|                        | Ширяево          | IV        |
|                        | Винновка         | IV        |
|                        | Ермаково         | IV        |
|                        | Лбище            | IV        |
|                        | Малая Рязань     | IV        |
| Волжский               | Самара           | II-IV     |
|                        | Петра Дубрава    | IV        |
|                        | Новокуйбышевск   | III-IV    |
|                        | Чапаевск         | IV        |
| Красноярский           | Новосемейкино    | IV        |
|                        | Водино           | IV        |

| <b>Административный район</b> | <b>Населенный пункт</b> | <b>Категория</b> |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Кинельский                    | Алексеевка              | III-IV           |
|                               | Сырейка                 | IV               |
|                               | Бугры                   | IV               |
|                               | Усть-Кинельский         | IV               |
|                               | Советы                  | IV               |
| Сергиевский                   | Серноводск              | II-IV            |
|                               | Сергиевск               | III-IV           |
|                               | Пионер                  | IV               |
|                               | Антоновка               | IV               |
|                               | Спасское                | IV               |
|                               | Успенка                 | IV               |
|                               | Ровный                  | IV               |
|                               | Студёный ключ           | IV               |
|                               | Старое Якушкино         | IV               |
| Исаклинский                   | Ново-Якушкино           | IV               |
|                               | Мало-Микушкино          | IV               |
|                               | Ново-Ганькино           | IV               |
|                               | Ганькин Матак           | IV               |
|                               | Исаклы                  | IV               |
| Клявлинский                   | Подгорный Дол           | IV               |
|                               | Старые Сосны            | IV               |
| Камышлинский                  | Чулпан                  | IV               |
|                               | Камышла                 | IV               |
|                               | Буз-Баш                 | IV               |

Как видно из табл. 8.1, карстовым и техногенно-карстовым процессам наиболее подвержены крупные города – Сызрань, Самара, Серноводск.

Причины, вызывающие активизацию карста, следующие:

- повышение агрессивности подземных вод; изменение химического состава, вызванное загрязнением отходами промышленных предприятий;

- длительная откачка подземных вод для водоснабжения, образование депрессионных воронок;

– вскрытие карстующихся пород в процессе строительства (рытье траншей, котлованов и других выработок);

– наличие промышленных предприятий с «мокрыми» технологическими процессами, в силу различных причин не соблюдающих режим и технологию производства;

– нарушение режима регулировки стоков воды при эксплуатации коммуникаций, обильные поливы садовых участков, газонов и т. д.

Приведем примеры влияния техногенно-карстовых процессов в крупных городах.

В г. **Сызрани**, по данным С.Т. Солдаткина, известно техногенно-суффозионно-карстовое поле в районе улицы Троекуровской. Здесь зарегистрировано 80 поверхностных форм диаметром до 25 м. Большинство воронок образовано за счет утечек из водонесущих коммуникаций. За 1994-1995 гг. зарегистрировано 10 активных карстовых форм (образование новых провалов, боковая эрозия старых воронок). Участок относится ко II категории устойчивости (0,1-1,0 провал в год на 1 км<sup>2</sup>).

В г. **Самаре** карстовые поля, отдельные воронки, провалы и связанные с карстом деформации зданий зафиксированы в Железнодорожном, Октябрьском, Промышленном, Кировском, Красноглинском районах. Карстуются преимущественно карбонатно-сульфатные отложения верхней казани, хотя в северных и северо-восточных частях города имеются выходы верхнего карбона и нижней перми. Выделяются закарстованный Волго-Орловский водораздел, сокский, волжский, самарский и орловский водораздельные склоны. По волжскому склону карстовые проявления фиксируются от ул. Осипенко до устья р. Сок, по сокскому склону – от устья р. Сок до пос. Старосемейкино. Волго-Орловский закарстованный водораздел расположен севернее ул. Ташкентской. Самарский склон представляет несколько обособленных участков: южнее ул. Клинической и Верхнекарьерной, между пр. Юных Пионеров и Карла Маркса и в районе лесопарка.

По количеству провалов на территории города Самарским ТИСИЗом в 1985 г. выделены участки от II до V категории устойчивости.

Ниже приведено краткое описание некоторых наиболее карстоопасных участков.

Большое сосредоточение естественных и техногенных карстовых форм зарегистрировано на Волго-Орловском водоразделе, в районе дачных массивов Верхние и Нижние Дойки. Здесь верхнеказанские отложения представлены переслаиванием глин, известняков и гипсов. Мощность перекрывающих отложений, сложенных элювиально-делювиальными суглинками с щебнем известняков и мергелей, колеблется от 2 до 13-23 м. Зарегистрировано более сотни карстовых форм – воронки, провалы, карстовые озера, лога. Преобладают блюдцеобразные и чашеобразные воронки, большей частью задернованные, поноры единичные. Техногенно-карстовые провалы происходят вследствие интенсивного полива и утечек из канализационного коллектора, проходящего через дачные участки. Диаметры провалов – от 1 до 29 м, глубина до 20 м. Участок относится ко II категории устойчивости (0,1 провала в год на 1 км<sup>2</sup>).

Пос. Управленческий находится в Красноглинском районе на Волжском склоне. Здесь карстуются пермские доломиты, известняки и гипсы. Над этими породами часто залегает доломитовая мука. Мощность делювиальных отложений – от 0 до 20 м. Территория поселка спланирована и интенсивно застроена. По литературным данным, естественные поверхностные карстопроявления имели диаметр 1-40 м и глубину 0,9-6 м. Техногенно-карстовые провалы зарегистрированы диаметром 2-15 м и глубиной до 5 м. Деформации зданий (жилые дома по ул. Крайней, школа № 127, столярный цех ДОК, некоторые цеха в промзоне и т. д.) образуются за счет суффозионного выноса доломитовой муки, в результате утечек из водонесущих коммуникаций. На карстоопасных участках определены от II до V категории устойчивости (до 0,8 провала в год на 1 км<sup>2</sup>).

Участок «Соколы горы» расположен в Промышленном районе, на волжском водораздельном склоне с абсолютными отметками 29-57 м в районе бывшей одноименной базы отдыха. Здесь под техногенными грунтами залегают суглинки и глины с включением дресвы и щебня карбонатных пород мощностью от 0 до 8 м. Ниже, до глубины 17 м, находятся слои доломитовой муки с щебнем и обломками доломитов, а далее – окремнелые известняки. На участке зафиксировано 12 воронок – удлиненных, округлых, чашеобразных и конусообразных. Большая часть воронок спланирована. Самая большая конусообразная воронка была диаметром 25 м, глубиной 6 м. В 1977 г. она засыпана мусором, дерном. На ее месте построены клуб, танцевальная площадка и асфальтовая дорожка. Все объекты были деформированы. Кроме этого на участке зафиксированы другие деформации строений, а в южной части базы отдыха происходили техногенно-карстовые провалы.

Участок «Толевый-Речной» расположен в Железнодорожном районе на самарском склоне, между улицами Ново-Урицкой, Карьерной, Промышленности. Карстуются казанские известняки и гипсы. На большей части территории над этими породами также залегают доломитовая мука и делювиальные суглинки с щебнем карбонатных пород. Мощность перекрывающих отложений – от 0 до 20 м. Зафиксировано более пятидесяти карстопроявлений (котловины, воронки, провалы, деформации жилых и производственных зданий). Естественные воронки большей частью спланированы. Провалы в основном техногенно-карстового характера, диаметром 1-20 м и глубиной 1-0 м. Деформации зданий (школа №18, цеха завода трансформаторов, жилые дома и надворные постройки по ул. Доменной, Долинной, Манежной, Чапаевской, Карьерной, Трехгорной, Луганской, Иртышской и др.) вызваны утечками из водонесущих коммуникаций. Из-за многочисленных провалов и деформаций зданий в 1962 г. жители некоторых домов по ул. Долинной были отселены. На участке определены II-III категории устойчивости (0,05-1 провал в год на 1 км<sup>2</sup>).



Участок «Лесопарк» находится в Кировском районе (самарский склон) и территориально принадлежит лесопарку им. 60-летия Советской власти. В геологическом строении под почвенно-растительным слоем залегают делювиальные глины с щебнем карбонатных пород, а с глубины 2-15 м – верхнеказанские известняки. Естественные карстовые формы – одиночные с плотностью 2 воронки на 1 км<sup>2</sup>. Воронки чашеобразные диаметром до 17 м и глубиной до 3 м. О провалах информации нет. На участке определены от III до V категории устойчивости.

В пос. *Серноводск* на топопографических планах зафиксированы единичные естественные спланированные воронки. По фондовым материалам до 50-х годов XX века, т. е. до времени строительства крупных сооружений, карстовые процессы не проявлялись. В настоящее время в той или иной степени все многоэтажные здания (или территории около них), расположенные на косогорах, деформированы. Здесь происходят техногенно-карстовые провалы и деформации зданий, вызванные утечками из водонесущих коммуникаций или регулировкой уровня воды в водоемах. Провалы зафиксированы в районах улиц Вокзальной, Московской, Луначарского, а также на территории санатория «Сергиевские минеральные воды». Деформации жилых домов происходят по ул. Калинина.

В апреле 1959 г. у корпуса санатория «Сергиевские минеральные воды» по траншее канализации образовался провал диаметром 5,5 м и глубиной 8-9 м. Провал диаметром 2,5 м, глубиной 12 м, связанный с регулированием воды в Серном пруду (Парковое отделение санатория) образовался в 1994 г. В 2001 г. зафиксированы значительные деформации стен и фундамента 80-квартирного жилого дома, связанные с суффозионным выносом доломитовой муки за счет утечек из водонесущих коммуникаций. Территория карстоопасных участков пос. Серноводск отнесена к III категории устойчивости (0,05-0,1 провал в год на 1 км<sup>2</sup>), по другим данным – ко II категории (0,57 провала в год на 1 км<sup>2</sup>). Эти цифры намного превышают естественную интенсивность карста в регионе.

Под пристальным вниманием службы путей Куйбышевской железной дороги находятся два других карстоопасных участка (перегоны между станциями Толевая и Школьная, Энергетик и Алексеевка). В связи с частыми провалообразованиями здесь ограничена скорость движения поездов. Один из последних значительных провалов произошел в 2001 г. у станции Толевая. Причиной возникновения провала были аварийные промышленные стоки к полотну железной дороги из коммуникаций близлежащего предприятия.

В указанных районах необходимо проводить противокарстовые мероприятия: карстологические исследования, устройство защиты зданий и сооружений. Для оценки карстоопасности при учете требований СП 11-105-97 в Самарской области необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- наличие и мощность доломитовой муки, муки со щебнем и прослоями исходных пород;
- наличие локальных понижений в кровле казанского яруса, погребенных и спланированных карстовых форм;
- наличие и мощность гипсов, залегающих под перекрывающими отложениями или под небольшими слоями карбонатных пород;
- удаленность от имеющихся карстовых форм.

## **9. КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **9.1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СХЕМЫ РАЙОНИРОВАНИЯ**

Вопросы районирования карста Русской равнины отражены в работах А.А. Крубера, А.Ф. Якушевой, Н.А. Гвоздецкого, Г.А. Максимовича, Н.В. Родионова. А.В. Ступишин (1967 г.) подготовил общий обзор этих работ и на этой базе создал схему районирования Среднего Поволжья [123]. В 1979 г. А.Г. Чикишев опубликовал схему районирования карста Русской равнины [134]. Его идеи использовали в 1993 г. В.Н. Дублянский и А.Б. Климчук при составлении схемы

карстово-спелеологического районирования, которая до настоящего времени является общепринятой.

Карст как один из видов экзогенных процессов рассматривался при инженерно-геологическом [30] и геоморфологическом районировании [131] Поволжья.

Районирование отдельных карстовых участков и всей территории Самарской области отражено в фондовых работах А.С. Баркова, А.И. Отрешко, Н.Н. Соловьёвой, в многочисленных инженерно-геологических отчетах.

Обобщая данные предыдущих исследователей, можно обратить внимание на то, что районирование карста всегда основывается на трех направлениях: тектоническом, литологическом и физико-географическом.

## **9.2. ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Предлагаемое карстово-спелеологическое районирование Самарской области (рис. 9.1, табл. 9.1) положено на геотектоническую основу, которая определяет литолого-стратиграфическое, геоморфологическое и гидрогеологическое строение территории. Основные таксоны районирования (страна, провинция, область, округ) расположены в границах структур, выделенных на тектонических картах и схемах. Таксономические единицы низкого порядка (район, участок, подучасток) выделены по литолого-стратиграфическим, геоморфологическим, гидрогеологическим и другим признакам.

Страны соответствуют наиболее крупным тектоническим элементам: платформам и складчатым зонам. Восточно-Европейская карстово-спелеологическая страна соответствует границам самого крупного тектонического элемента – Восточно-Европейской платформы. Провинции повторяют границы главных надпорядковых структур. На платформах к ним относятся щиты, синеклизы и антеклизы плит.

Наиболее крупная Волго-Уральская карстово-спелеологическая провинция соответствует границам одноименной антеклизы. Впервые ее выделил А.В. Ступишин [123]. Области соответствуют границам

структур и групп структур I порядка. На плитах это своды, впадины, седловины, авлакогены, крупные прогибы и т. д. Округа выделяются в границах структур II порядка. Тектоническое строение восточной части Русской платформы отображено в монографии Р.О. Хачатряна [129]. Предлагаемые таксоны выделены в границах по этой работе.

Районы в пределах округов орографически соответствуют междуречьям, и границы их проводятся по руслам основных магистральных рек. Участки определяются площадями карстующихся пород, геоморфологическими элементами (водораздельное пространство, склон, речная долина) и наличием карстовых и спелеологических форм. Подучастки являются частью участков с поверхностными и (или) подземными формами одинакового генезиса.

Самарская область расположена в пределах Волго-Уральской провинции Восточно-Европейской карстово-спелеологической страны. В границах провинции выделены карстово-спелеологические области Жигулевско-Пугачевского свода (ЖПС) и Кузнецкой седловины (I), Южно-Татарского свода (ЮТС) и Сокской седловины (II), Мелекесской впадины (III), Бузулукской впадины (IV). По структурам II порядка выделяются восемь округов. Самаралукский округ (I.1) соответствует Самаралукской вершине ЖПС в границах Жигулёвско-Самаркинской системы валов, Покровский (I.2) – Покровской вершине и юго-восточному склону ЖПС, Богородско-Обшаровский (I.3) относится к одноименной вершине ЖПС. Сокско-Шешминский округ (II.4) соответствует наложенной тектонической структуре – Сокско-Шешминской системе валов, Большекинельский (II.5) и Шенталинский (II.6) округа находятся в пределах одноименных систем валов и зон поднятий, Сокский округ (II.7) соответствует границам Сокской седловины. Ставропольский округ (III.8) относится к Мелекесской впадине. Спелеологические округа согласно определенным орографическим признакам подразделены на 12 районов. Для Самаралукского округа определено 5 районов, для Покровского – 2 района, для Сокско-Шешминского – 3 района, для Ставропольского – 2 района. Необходимо заметить, что для территорий, где нам неизвестны

The map illustrates the distribution of water bodies in the Krasnodar Krai territory. It features a network of rivers and streams, with specific areas highlighted in blue. The labels indicate different categories and sub-categories of water bodies, such as 8.A.1, 8.A.2, 8.A.3, 9.B, 9.A.3, 9.A.2, 9.A.1, 9.Б, 10.A.1., 10.A.2., 10.A.3., 10.A.4., 10.A.5., 10.B., 10.Б.1., 10.Б.2., and 11. The map also shows the coastline and major rivers.

160

Карстово-спелеологическое районирование Самарской области (по состоянию на 01.01.11)

| Область                                      | Округ                | Район                  | Индекс | Класс карста                | Мощность перекрывающих отложений, м | Площадь карстовых пород, м <sup>2</sup> | Мощность карстовой толщи, м | Зоны аэрации, м | Кол-во (общая протяженность, м) пещер |
|----------------------------------------------|----------------------|------------------------|--------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Волго-Уральская провинция                    |                      |                        |        |                             |                                     |                                         |                             |                 |                                       |
| 8. Мелекес-ской впадины                      | А. Ставропольский    | 1. Приволжский         | 8.А.1. | Псевдо                      | 125-400                             | —                                       | —                           | —               | 7(176)                                |
|                                              |                      | 2. Сенгилеевский       | 8.А.2  | Мел                         | 0,5-400                             | 230,7                                   | ~80                         | —               | —                                     |
|                                              |                      | 3. Волго-Кондурчинский | 8.А.3  | Псевдо                      | 125-400                             | —                                       | —                           | —               | —                                     |
| 9. Южно-Татарского свода и Сокской седловины | А. Сокско-Шешминский | 1. Сокско-Ярский       | 9.А.1  | Карб., сульф., карб.-сульф. | 0-400                               | 1169                                    | 160                         | —               | 3(83)                                 |
|                                              |                      | 2. Кинельско-Ярский    | 9.А.2  | Карб., сульф., карб.-сульф. | 0-200                               | 772                                     | 140                         | —               | 7(743)                                |
|                                              |                      | 3. Черемшан-Шешминский | 9.А.3  | Карб.                       | 0-50                                | 642                                     | 160                         | —               | —                                     |
|                                              | Б. Большеки-нельский |                        | 9.Б    | Карб.                       | 0,5-200                             | 1                                       | ~100                        | —               | —                                     |
|                                              | В. Шенталинский      |                        | 9.В    | Карб.                       | 5-140                               | 4                                       | ~15                         | —               | —                                     |
|                                              | Г. Сокский           |                        | 9.Г    | Карб.                       | 0-250                               | 0,3                                     | ~60                         | —               | —                                     |

| Область                                                 | Округ                     | Район              | Индекс | Класс карста       | Мощность перекрывающих отложений, м | Площадь карстовых пород, м <sup>2</sup> | Мощность карстовой толщи, зоны аэрации, м | Кол-во (общая протяженность, м) пещер |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| 10. Жигулёвско-Пугачёвского свода и Кузнецкой седловины | А. Самаролукский          | 1. Кашпирский      | 10.А.1 | Карб.              | 1-300                               | 21                                      | 40                                        | –                                     |
|                                                         |                           | 2. Волго-Усинский  | 10.А.2 | Карб.              | 0-300                               | 65,7                                    | 80                                        | 9(314)                                |
|                                                         |                           | 3. Усольинский     | 10.А.3 | Карб.              | 0-340                               | 100                                     | 180                                       | 1(10)                                 |
|                                                         |                           | 4. Жигулёвский     | 10.А.4 | Карб., сульф.      | 0-25                                | 781                                     | 350                                       | 55(1103)                              |
|                                                         |                           | 5. Самарский       | 10.А.5 | Карб., карб-сульф. | 0-100                               | 278                                     | 250                                       | 20(1332)                              |
|                                                         | Б. Покровский             | 1. Чапаевский      | 10.Б.1 | Карб.              | 0,5-381                             | 37                                      | 90                                        | –                                     |
|                                                         |                           | 2. Каменносыртовый | 10.Б.2 | Карб.              | 0,4-416                             | 102                                     | 100                                       | 1(30)                                 |
|                                                         | В. Богородско-Обшаровский |                    | 10.В   | Псевдо             | 25-100                              | –                                       | –                                         | –                                     |
| 11. Бузулукской впадины                                 |                           |                    | 11     | Псевдо             | 200 – более 400                     | –                                       | –                                         | –                                     |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Самарской области распространен тип карста умеренного питания грунтовых вод. Подтип карста равнинный, платформенный, при горизонтально и полого залегающих карстующихся породах.

По составу карстующихся пород выделены классы карста: карбонатный, сульфатный, карбонатно-сульфатный и меловой. Карбонатный и карбонатно-сульфатный карст, связанный с отложениями верхнего карбона, нижней перми и мела, имеет ограниченное распространение на Приволжской возвышенности и в Сокольных горах. Отложения казанского яруса и связанные с ними классы карста широко распространены как в Предволжье, так и на Высоком и Сыртовом Заволжье. Псевдокарстовые явления в Самарской области представлены термокарстом и суффозией.

Отличительным свойством карстующихся отложений является их большая литологическая и фациальная изменчивость как по площади, так и по вертикали разреза. Карбонатные карстующиеся породы часто перемежаются с некарстующимися и сильно пористыми породами, доломитовой мукой. Сульфатные и карбонатно-сульфатные отложения переслаиваются с некарстующимися глинами, песчаниками, глинистыми мергелями, доломитовой мукой. Эти факторы замедляют развитие карста в регионе.

По степени обнаженности пород, генезису и составу перекрывающих отложений в Самарской области выделяются подклассы карста: голый, задернованный, покрытый, закрытый, перекрытый, покрытый вторичный, бронированный и палеокарст. Наиболее типичны подклассы покрытого, закрытого, перекрытого, бронированного и палеокарста.

В Самарской области встречаются поверхностные карстовые формы: воронки, провалы, котловины, озера, овраги и лога, карстовые мосты и арки. Среди подземных форм различаются полости и пещеры.

Морфологические особенности и генезис подземных и поверхностных проявлений в значительной степени определяются условиями



движения поверхностных и подземных вод, зависят от классов и подклассов карста, от положения карстового участка в рельефе местности и факторов техногенеза.

На 01.01.2011 в регионе насчитывается 103 естественных пещеры общей протяженностью 3792 м. По их количеству и суммарной протяженности Самарская область занимает лидирующее положение в Поволжье.

За всю историю геологического развития проходило семь крупных эпох карстообразования: нижнекаменноугольная (турнейская), среднекаменноугольная (башкирско-московская), пермская, триасово-юрская (добатская), эоцен-плиоценовая (доакчагыльская), плиоцен-четвертичная и современная.

В Самарской области выявлены следующие направления деятельности человека, связанные с использованием естественных ресурсов и природной среды карстовых районов: горнопромышленная, гидротехническая, селитебная, промышленная, коммуникационно-транспортная, сельскохозяйственная. Наиболее подвержены карстовым и техногенно-карстовым процессам города Сызрань, Самара, Серноводск. Причины, вызывающие активизацию карста, следующие:

- изменение химического состава и повышение агрессивности подземных вод, вызванное загрязнением их отходами промышленных предприятий;
- длительная откачка подземных вод для водоснабжения, образование депрессионных воронок;
- вскрытие карстующихся пород в процессе рытья траншей, котлованов и других выработок;
- наличие промышленных предприятий с «мокрыми» технологическими процессами, в силу различных причин не соблюдающих режим и технологию производства;
- нарушение режима в результате неправильной регулировки стоков воды, эксплуатации коммуникаций, обильные поливы садовых участков, газонов и т. д.;
- орошаемое земледелие и пахота земель.

Предполагая единство геологической структуры и форм рельефа, карстово-спелеологическое районирование Самарской области положено на геотектоническую основу, которая определяет литолого-стратиграфическое, геоморфологическое и гидрогеологическое строение территории. Основные таксоны районирования (страна, провинция, область, округ) расположены в границах структур, выделенных на тектонических картах и схемах. Таксономические единицы низкого порядка (район, участок, подучасток) выделены по литолого-стратиграфическим, геоморфологическим, гидрогеологическим и другим признакам. Для каждого района определена интенсивность карста. В целом для Самарской области интенсивность карста различна – от слабой до очень сильной.

Дальнейшие задачи самарского карстоведения, на наш взгляд, должны быть следующими:

- путем мониторинга карстовых участков определить чистую, природную интенсивность карстовых процессов;
- определить химическую денудацию по разным карстовым районам;
- детально изучить динамику подземных вод в карстующихся толщах;
- изучить влияние трещиноватости на развитие карстовых процессов, особенно на северо-востоке областной территории;
- составить структурную и литологическую карту поверхности карстующихся пород Самарской области;
- создать базы данных по разным карстовым формам;
- составить современные карты карстоопасности для административных районов, находящихся на закарстованной территории;
- составить современные карты карстоопасности для населенных пунктов: Самары, Новокуйбышевска, Сызрани, Сергиевска, Серноводска, Жигулёвска;
- организовать постоянное ведение мониторинга карстовых процессов, в том числе по берегам Куйбышевского и Саратовского водохранилищ;
- разработать территориальные строительные нормы по инженерным изысканиям на закарстованной территории Самарской области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андрейчук В.Н.* Генетическая классификация отложений карстовых пещер / В.Н. Андрейчук // Изучение уральских пещер. – Пермь, 1992. – С. 95-98.
2. *Арджеванишвили С.А., Баталова Е.К., Репина Н.П.* Курорт «Сергиевские минеральные воды» / С.А. Арджеванишвили, Е.К. Баталова, Н.П. Репина. – Куйбышев, 1982. – 72 с.
3. *Бадер О.Н.* Ширяевские пещеры в Жигулях / О.Н. Бадер // Краеведческие записки. – Вып. 3. – Куйбышев, 1975. – С. 39-48.
4. *Барков А.С.* Геоморфологический очерк / А.С. Барков // Инженерно-геологические исследования для Волгостроя. – М.-Л., 1934. – С. 22-38.
5. *Барков А.С.* Изучение карста на Самарской Луке / А.С. Барков // Водные богатства недр земли на службе социалистическому строительству. I Всесоюзный гидрогеологический съезд. – Л.-М., 1933. – С. 3.
6. *Барков А.С.* Карст Восточно-европейской равнины / А.С. Барков // Труды I Всесоюзного географического съезда. – М., 1933. – С. 130-155.
7. *Барков А.С.* Карст Русской равнины / А.С. Барков // Вопросы географии. – М., 1957. – С. 151-172.
8. *Барков А.С.* Карст Самарской Луки / А.С. Барков // Землеведение. – Т. 34. – Вып. 1-2. – М., 1932. – С. 1-25.
9. *Барков А.С.* Карстовые явления в районе Самарской Луки / А.С. Барков // Гидротехническое строительство. – М., 1931. – С. 10-15.
10. *Барков А.С.* Трещиноватость палеозоя и ее выражение в геоморфологии Самарской Луки в связи со строительством Волгостроя / А.С. Барков // Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии. Ч. III. – М., 1934. – С. 55-82.
11. *Барков А.С., Соколов Н.* Трещиноватость палеозоя и ее выражение в геоморфологии Самарской Луки / А.С. Барков, Н. Соколов // Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии. Ч. III. – М., 1933. – С. 76-83.

12. *Берсенёв Ю.И.* Терминологическая характеристика карстовых форм и вопросы классификации карстовых полостей Дальнего Востока / Ю.И. Берсенёв. – Владивосток, 1988. – 28 с.
13. *Бирюков А.Г., Бутырина К.Г.* Пещеры Самарской Луки / А.Г. Бирюков, К.Г. Бутырина // Пещеры. – Пермь, 1981. – С. 49-54.
14. *Бирюков А.Г., Бутырина К.Г.* Пещера Серноводская. Пещеры / А.Г. Бирюков, К.Г. Бутырина // Пещеры. – Пермь, 1981. – С. 121-123.
15. *Бортников М.П.* История изучения карста и пещер Самарской области / М.П. Бортников // Краеведческие записки. Вып. IX. – Самара, 2000. – С. 236-242.
16. *Бортников М.П.* Геология Самарской области: учеб. пособие / М.П. Бортников, под ред. В.В. Гусева. – Самара, 2010. – 112 с.
17. *Букин В.А.* Выявление и обследование пещер – первый этап организации их охраны / В.А. Букин // Проблемы выявления, исследования и охраны памятников природы. Тезисы участников научной конференции. – М. – Воронеж, 1983. – С. 20.
18. *Букин В.А.* Историко-археологическая значимость пещер Поволжья / В.А. Букин // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов. – Тбилиси, 1978. – С. 238.
19. *Букин В.А.* Пещеры / В.А. Букин // Волжское раздолье. – Куйбышев, 1978. – С. 59-68.
20. *Васильев И.Б.* Остатки бронзового века в пещере Братьев Гриве / И.Б. Васильев // Краеведческие записки. Вып. III. – Куйбышев, 1975. – С. 84-92.
21. *Васильев И.Б.* Поселение Лбище на Самарской Луке и некоторые проблемы бронзового века Среднего Поволжья / И.Б. Васильев // Вопросы археологии Урала и Поволжья. – Самара, 1999. – С. 66-114.
22. *Васильев П.* О пещере близ пригорода Алексеевка / П. Васильев // Самарские губернские ведомости. – № 40. – 1860.

23. *Вехник В.П.* Абсолютные оценки численности рукокрылых на зимовках в Жигулёвском заповеднике / В.П. Вехник // Териофауна России и сопредельных территорий. – М., 2003. – С. 73.

24. *Вехник В.П., Пантелеев И.В.* О необычной зимовке сониполчка (*Glis glise*) в Жигулях / В.П. Вехник, И.В. Пантелеев // Бюллетень «Самарская Лука». – Самара, 1996. – С. 245-246.

25. *Гвоздецкий Н.А.* Карст. Вопросы общего и регионального карстоведения / Н.А. Гвоздецкий. – М., 1954. – 531 с.

26. *Гвоздецкий Н.А.* Карст. Природа мира / Н.А. Гвоздецкий. – М., 1981. – 214 с.

27. *Гвоздецкий Н.А., Лаптева Н.Н., Ступишин А.В., Торсуев Н.П.* Проблемы карста Русской равнины / Н.А. Гвоздецкий, Н.Н. Лаптева, А.В. Ступишин, Н.П. Торсуев // Карст равнинных территорий Европейской части СССР. – Казань, 1974. – С. 3-28.

28. Геологический словарь. Том 1, 2. – М., 1973. – 445 с.

29. Геология СССР. Т. XI. Поволжье и Прикамье / Под ред. А.В. Сидоренко. – М., 1967. – 700 с.

30. Гидрогеология СССР. Том XIII. Поволжье и Прикамье / Под ред. А.В. Сидоренко. – М., 1970. – 800 с.

31. *Голод В.М.* Рекомендации по выявлению, учету, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы / В.М. Голод. – М., 1984. – 50 с.

32. *Горбунова К.А.* Карстоведение. Вопросы типологии и морфологии карста: учеб. пособие по спецкурсу / К.А. Горбунова. – Пермь, 1985. – 88 с.

33. *Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г.* Карст и пещеры Пермской области / К.А. Горбунова, В.Н. Андрейчук, В.П. Костарев, Н.Г. Максимович. – Пермь, 1992. – 200 с.

34. *Горбунова К.А., Максимович Н.Г.* В мире карста и пещер / К.А. Горбунова, Н.Г. Максимович. – Пермь, 1991. – 120 с.

35. *Громов И.М.* Верхнеплейстоценовые грызуны Камско-Куйбышевского Поволжья / И.М. Громов // Тр. зоологического института АН СССР. Т. XXII. – М.-Л., 1957. – С. 132-143.

36. *Громов И.М.* Верхнечетвертичные грызуны Самарской Луки и условия захоронения и накопления их остатков / И.М. Громов // Тр. зоологического института АН СССР. Т. XXII. – М.-Л., 1957. – С. 113-131.
37. *Дублянский В.Н., Андрейчук В.Н.* Спелеология (терминология, связи с другими науками, классификация полостей) / В.Н. Дублянский, В.Н. Андрейчук. – Кунгур, 1989. – 33 с.
38. *Дублянский В.Н., Андрейчук В.Н.* Терминология спелеологии / В.Н. Дублянский, В.Н. Андрейчук. – Екатеринбург, 1991. – 202 с.
39. *Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А.* Красная пещера. Опыт комплексных карстологических исследований / В.Н. Дублянский, Б.А. Вахрушев. – М., 2002. – 190 с.
40. *Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н.* Карст мира / В.Н. Дублянский, Г.Н. Дублянская. – Пермь, 2007. – 331 с.
41. *Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н.* Карстование. Ч.1. Общее карстование: учеб. пособие / В.Н. Дублянский, Г.Н. Дублянская. – Пермь, 2004. – 308 с.
42. *Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н., Лавров И.А.* Классификация, использование и охрана подземных пространств / В.Н. Дублянский, Г.Н. Дублянская, И.А. Лавров. – Екатеринбург, 2001. – 195 с.
43. Жемчужина Жигулей / Сост. С.Е. Кузьменко. – Куйбышев, 1978. – 156 с.
44. Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Волго-Уральской области. Т. V. Куйбышевское Поволжье / Тр. Ин-та геол. и разработки горючих ископаемых (Волжское отделение). – М., 1973. – 296 с.
45. *Залесский Б.В., Санина Е.А.* Исследования дифференцированной пористости карстовых пород Самарской Луки. / Б.В. Залесский, Е.А. Санина // Тр. ИГЕМ. Вып. 3. – М., 1958. – С. 15-23.
46. *Засодимский П.* Живописная россыпь. Т. VIII. Ч. 1. / П. Засодимский. – М., 1901. – 100 с.
47. *Захаров А.С.* Пещеры / А.С.Захаров // Сокровища волжской природы. – Куйбышев, 1972. – С. 102-107.

48. *Захаров А.С.* Рельеф Куйбышевской области / А.С. Захаров. – Куйбышев, 1971. – 86 с.

49. *Зверева В.А.* Условия развития карста и опыт промышленного и гражданского строительства в г. Куйбышеве / В.А. Зверева // Тез. докл. к совещанию по обобщению опыта научно-исследовательских изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений в районах распространения карста. – Горький, 1965. – С. 122.

50. *Иванов А.М., Поляков К.В.* Геологическое строение Куйбышевской области / А.М. Иванов, К.В. Поляков. – Куйбышев, 1960. – 80 с.

51. История, достижения и проблемы геологического изучения Самарской области / Сб. науч. тр., посв. 300-летию геологической службы России. – Самара, 2000. – 362 с.

52. Каталог государственных памятников природы Куйбышевской области. – Куйбышев, 1990. – 100 с.

53. Каталог памятников природы Куйбышевской области. – Куйбышев, 1986. – 100 с.

54. Климат Куйбышева. – Л., 1983. – 224 с.

55. *Колобов Н.В.* О климатическом районировании территории Среднего Поволжья / Н.В. Колобов // Климат Среднего Поволжья. – Казань, 1968. – С. 224-238.

56. *Кротов П.Н.* Озеро Елгуши на Самарской Луке / П.Н. Кротов // Изв. Рус. географ. общ. Т. 29. – М., 1893. – С. 165-168.

57. *Кузин Н.И., Проферансов Ю.Н.* Карст и трещиноватость Самарской Луки / Н.И. Кузин, Ю.Н. Проферансов // Инженерно-геологические изыскания для Волгостроя. – М., 1934. – С. 39-48.

58. *Лаптев Ф.Ф.* Агрессивное действие воды на карбонатные породы, гипсы и бетон / Ф.Ф. Лаптев // Тр. Спецгео. Вып. 1. – М., 1939. – С. 12-25.

59. Легенда Средневожской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000. Объяснительная записка / Гл. ред. В.П. Кириков. – 2-е изд. – Н. Новгород, 2005. – 50 с.

60. *Лемберский Л.М., Юрыгина В.В.* Агроклиматический справочник по Куйбышевской области / Л.М. Лемберский, В.В. Юрыгина. – Л., 1956. – 200 с.

61. *Лепехин И.И.* Дневные записки путешествия доктора академии наук, адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1768 и 1769 гг. Ч I, II / И.И. Лепехин. – СПб., 1771.

62. *Лыкошин А.Г.* Карст и гидротехническое строительство / А.Г. Лыкошин. – М., 1968. – 183 с.

63. *Максимович Г.А.* Основы карстоведения. Т.1, 2. / Г.А. Максимович. – Пермь, 1963. – 530 с.

64. *Метелкин А.В.* Биоспелеологические исследования Самарской области / А.В. Метелкин // Бюл. «Самарская Лука» № 9/10. – Самара, 1999. – С. 225-230.

65. Методические рекомендации по проведению специального инженерно-геологического обследования территорий / Под ред. М.М. Максимова, А.И. Шеко. – М., 1997. – 64 с.

66. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов / Под ред. А.И. Шеко, В.С. Круподёрова. – М., 1984.

67. *Митрошенкова А.Е.* К истории изучения карста Самарской области / А.Е. Митрошенкова // Самарский край в истории России. – Самара, 2001. – С. 246-249.

68. *Митрошенкова А.Е., Матвеев В.И.* К изучению закономерности формирования растительного покрова провальных карстовых воронок Самарской области / А.Е. Митрошенкова, В.И. Матвеев // Бюл. «Самарская Лука» № 9/10. – Самара, 1999. – С. 143-151.

69. *Муравьёв И.С., Ермошкин Н.В., Шуликов Е.С.* Верхнекаменноугольные и нижнепермские отложения Самарской Луки / И.С. Муравьёв, Н.В. Ермошкин, Е.С. Шуликов. – Казань, 1983. – 127 с.

70. *Небритов Н.Л.* Краткая история добычи и изучения меди Среднего Поволжья и Западного Приуралья / Н.Л. Небритов // Краеведческие записки. Вып. XI. – Самара, 2003. – С. 127-139.



71. *Николаев С.В.* Некоторые результаты изучения трещиноватости пород Самарской Луки / С.В. Николаев // Тр. ИГЕМ. Вып. 13. – М., 1958. – С. 24-32.

72. *Ноинский М.Э.* О происхождении «брекчевидного известняка» Самарской Луки / М.Э. Ноинский // Тр. Общ. естествоиспытателей при Казанском университете. Т. XXXIX. Вып. 5. – Казань, 1905. – С. 3-23.

73. *Ноинский М.Э.* Самарская Лука. Геологическое исследование / М.Э. Ноинский // Тр. Общ. естествоиспытателей при Казанском университете. Т. XXXIX, XIV. Вып. 4-6. – Казань, 1905. – 350 с.

74. *Обедиентова Г.В.* Из глубины веков. Геологическая история и природа Жигулей / Г.В. Обедиентова. – Куйбышев, 1988. – 216 с.

75. *Обедиентова Г.В.* Происхождение Жигулевской возвышенности и развитие ее рельефа / Г.В. Обедиентова // Тр. Инст. географии АН СССР. Т. 8. – М., 1953. – С. 25-73.

76. *Обедиентова Г.В.* Происхождение современного рельефа Самарской Луки / Г.В. Обедиентова // Проблемы физической географии. – М., 1951. – С. 85-104.

77. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Куйбышевской области масштаба 1:1000000 / Сост. А.Ф. Андреев, К.И. Белова и др. – М., 1986. – 187 с.

78. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Куйбышевской области масштаба 1:1000000. Геологический фонд РСФСР / Под ред. Н.П. Чекмарёва. – М., 1974. – 203 с.

79. *Отрешко А.И.* К вопросу о связи глубинного карста в верхнепалеозойских отложениях Куйбышевского Заволжья с последующими движениями земной коры / А.И. Отрешко // Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья. Сб. 2. – Уфа, 1968. – С. 170-172.

80. *Отрешко А.И.* Карст верхнепалеозойских отложений и некоторые вопросы гидрогеологии и инженерной геологии в Поволжье и Предуралье / А.И. Отрешко // Гидрогеология и инженерная геоло-

гия Среднего Поволжья. Тр. Геол. института. Вып. 17. Сб. 1. – Казань, 1967. – С. 156-164.

81. *Отрешко А.И.* Некоторые особенности поверхностного и глубинного карста Куйбышевского Заволжья / А.И. Отрешко // Изв. Всесоюзн. географ. общ. Т. 97. Вып. 3. – М., 1965. – С. 283-287.

82. *Отрешко А.И.* Особенности карста междуречья притоков Сока и Самары / А.И. Отрешко // Изв. Всесоюзн. географ. общ. Т. 92. Вып. 4. – М., 1962. – С. 329-330.

83. *Паллас П.С.* Путешествие по разным местам Российского государства / П.С. Паллас. Ч. II. Кн. 1. Изд. 2. – СПб., 1770. – 350 с.

84. *Полевой В.С.* Опыт применения комплексных геофизических исследований для изучения карста в районе Волго-Усинского водораздела / В.С. Полевой // Региональное карстоведение. – М., 1961. – С. 15.

85. Почвы Куйбышевской области. – Куйбышев, 1984. – 392 с.

86. Природа Куйбышевской области / Сост. М.С. Горелов, В.И. Матвеев, А.А. Устинова. – Куйбышев, 1990. – 464 с.

87. Противокарстовая защита объектов строительства. Мат. Всесоюзн. научно-техн. совещ. 4-7 сентября 1990 г. / Под ред. Г.А. Дружинина. – Куйбышев, 1990. – 170 с.

88. *Прохоров С.П.* Характеристика инженерно-геологических условий долины р. Усы и Волго-Усинского водораздела / С.П. Прохоров // Инженерно-геологические изыскания для Волгостроя. – М., 1934.

89. Решение совещания по классификации платформенных структур. – Л., 1963. – 16 с.

90. *Рогозин И.С., Киселёва З.Т.* Оползни Ульяновского и Сызранского Поволжья / И.С. Рогозин, З.Т. Киселёва. – М., 1965. – 160 с.

91. *Родионов Н.В.* Инженерно-геологические исследования в карстовых районах при устройстве малых водоемов, гражданском и промышленном строительстве / Н.В. Родионов. – М., 1958. – 183 с.

92. *Родионов Н.В.* Карст Европейской части СССР, Урала и Кавказа / Н.В. Родионов. – М., 1963.

93. *Родионов Н.В.* Новые данные о карсте Волго-Усинского водораздела / Н.В. Родионов // Карст в карбонатных породах. – М., 1972. – С. 122-130.

94. *Родионов Н.В.* Опыт инженерно-геологического изучения доломитовой муки в р-не строительства Куйбышевской плотины на р. Волге / Н.В. Родионов // Тр. Моск. геологоразв. инст. Т. 24. – М., 1946.

95. Родники Самарской области / Под ред. В.Н. Довбыша. – Самара, 2002. – 531 с.

96. *Рощевский Ю.К.* Народная проза Самарской Луки / Ю.К. Рощевский. – Тольятти, 2002. – 360 с.

97. *Русских А.В., Иванов А.Д.* Пещеры и карстовые озера Волго-Вятского края / А.В. Русских, А.Д. Иванов. – Н. Новгород, 1992. – 87 с.

98. *Садовников Д.Н.* Жигули и Усолье на Волге / Д.Н. Садовников // Беседа. Т. XI. – М., 1872. – С. 50-70.

99. Самарская летопись. Очерки истории Самарского края с древнейших времен до начала XX в. / Под ред. П.С. Кабытова, Л.В. Храмова. В 2-х кн. – Самара, 1993. – 219 с.

100. *Селивановский Б.В.* Карст Среднего Поволжья / Б.В. Селивановский // Уч. зап. КГУ. Т. 112. Кн. 8. – Казань, 1952.

101. *Селивановский Б.В., Каштанов С.Г.* Карст Среднего Поволжья / Б.В. Селивановский, С.Г. Каштанов // Вопр. геоморфологии Среднего Поволжья. Уч. зап. КГУ. Т. 121. – Казань, 1961.

102. *Селивановский Б.В., Каштанов С.Г.* О карстовых процессах и карстовых формах рельефа Среднего Поволжья / Б.В. Селивановский, С.Г. Каштанов // Региональное карстоведение. – М., 1961.

103. *Семёнов М.П.* Основные инженерно-геологические вопросы и проблемы Большой Волги / М.П. Семёнов. – М.-Л., 1934.

104. *Семёнов М.П.* Роль гидрогеологии в разрешении проблемы Волгостроя / М.П. Семёнов // Водные богатства недр земли на службе социалистическому строительству. I Всесоюзн. гидрогеологический съезд. – М.-Л., 1933.

105. *Семёнов М.П.* Сводное заключение / М.П. Семёнов // Инженерно-геологические изыскания для Волгостроя. – М., 1934. – С. 120-152.

106. *Сергеев М.В.* Закрепление Сергиевских минеральных источников / М.В. Сергеев // Горный журнал. – М., 1911.

107. *Соколов Д.С.* Карст района Куйбышевского водохранилища / Д.С. Соколов // Опыт и методика изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий крупных водохранилищ. Ч. 1. – М., 1959. – С. 143-171.

108. *Соколов Д.С.* Основные условия карста / Д.С. Соколов. – М., 1962. – 320 с.

109. *Соловьёв Н.В.* Исследования по вопросу происхождения доломитовой муки в районе строительства Куйбышевской плотины / Н.В. Соловьёв // Докл. АН СССР. Нов. сер. Т. XXX. Вып. 6. – М., 1941. – С. 519-521.

110. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. – Самара, 1998. – 82 с.

111. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. Вып. 2. – Самара, 2002. – 94 с.

112. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. Вып. 3. – Самара, 2004. – 154 с.

113. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. Вып. 4. – Самара, 2007. – 129 с.

114. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. Вып. 5. – Самара, 2009. – 110 с.

115. Спелеология Самарской области. Сб. статей Самарской спелеологической комиссии / Гл. ред. М.П. Бортников. Вып. 6. – Самара, 2011. – 112 с.

116. *Станкевич Е.Ф., Ступишин А.В.* Некоторые аспекты изучения карста в Среднем Поволжье / Е.Ф. Станкевич, А.В. Ступишин // Материалы к геологии Волго-Камского края. – Казань, 1978. – С.113-119.

117. *Ступишин А.В.* Карбонатный карст Среднего Поволжья / А.В. Ступишин // Карст в карбонатных породах. – М., 1972. – С.115-121.

118. *Ступишин А.В.* Карст Поволжья / А.В. Ступишин // Типы карста в СССР. – М., 1965. – С. 27-32.

119. *Ступишин А.В.* Методика изучения древнего и глубинного карста в областях платформенных структур (Среднее Поволжье) / А.В. Ступишин // Методика изучения карста. Вып. 4. Палеокарст и карст. – Пермь, 1963. – С. 3-18.

120. *Ступишин А.В.* Нижнемезозойский карст и основные черты его развития (на примере Самарской Луки) / А.В. Ступишин // Ученые записки КГУ. Т. 115. Кн. 10. – Казань, 1955. – С. 135-136.

121. *Ступишин А.В.* О некоторых вопросах из области геологии Волго-Усинского перешейка Самарской Луки в связи с задачами практического изучения карста / А.В. Ступишин // Итоговая конференция за 1962 г. Секция географических и геолого-минералогических наук. – Казань, 1963.

122. *Ступишин А.В.* Основные итоги в изучении карста Среднего Поволжья / А.В. Ступишин // Уч. зап. Казанского университета. Т. 120. Вопросы геоморфологии Среднего Поволжья. – Казань, 1961.

123. *Ступишин А.В.* Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья / А.В.Ступишин. – Казань, 1967. – 291 с.

124. *Таттар А.В.* Фауна млекопитающих и птиц из верхнечетвертичных отложений пещер верхнего Дона и Жигулей и условия ее существования / А.В. Таттар // Уч. зап. ЛГПИ. Факультет естествознания и географии. Т. 179. – Л., 1958. – С. 20-30.

125. *Тимофеев Д.А., Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З.* Терминология карста / Д.А. Тимофеев, В.Н. Дублянский, Т.З. Кикнадзе. – М., 1991. – 260 с.

126. *Успенская А.А.* Физико-географическое описание Куйбышевского заповедника (рельеф, геологическое строение, почвы). Военно-топографический очерк Куйбышевского заповедника, состав-

ленный группой сотрудников заповедника в 1943 г / А.А. Успенская // Самарская Лука. №3. – Самара, 1992. – С. 223-237.

127. *Фадеев М.И.* Роль карста в формировании нефтяных месторождений в карбонатных породах карбона Куйбышевского Поволжья / М.И. Фадеев // Докл. АН СССР. Т. 134. №3. – М., 1960. – С. 662-665.

128. *Форш Н.Н.* Пермские отложения. Уфимская свита и казанский ярус / Н.Н. Форш // Волго-Уральская нефтеносная область. Тр. ВНИГРИ. Нов. сер. Вып.92. – Л., 1955. – 156 с.

129. *Хачатрян Р.О.* Тектоническое районирование и нефтегазоносность Волжско-Камской антеклизы / Р.О. Хачатрян. – М., 1979. – 172 с.

130. *Чернов А.А.* О карсте Самарской Луки и его опасности для утечки воды при устройстве плотины через Волгу / А.А. Чернов // Инженерно-геологические исследования для Волгостроя. – М.-Л., 1934. – С. 49-119.

131. Четвертичные отложения, геоморфология и новейшая тектоника Среднего и Нижнего Поволжья (объяснительная записка к карте масштаба 1:500000) / Под ред. Ф.И. Ковальского. Ч. I и II. – Саратов, 1982. – 164 с.

132. *Чикишев А.Г.* Карст Среднего Поволжья / А.Г. Чикишев // Землеведение. Т. 12. – М., 1977.

133. *Чикишев А.Г.* Пещеры на территории СССР / А.Г. Чикишев. – М., 1973. – 137 с.

134. *Чикишев А.Г.* Проблемы изучения карста Русской равнины / А.Г. Чикишев. – М., 1979. – 304 с.

135. *Шарапова Е.Г.* Использование подземного карста и трещин для закачки сточных вод нефтепромыслов в районе Самарской Луки / Е.Г. Шарапова // Специальные вопросы карстоведения. – М., 1962.

136. *Якушева А.Ф.* Карст и гидротехническое строительство / А.Ф. Якушева // Карстоведение. Вып. 4. – М., 1948. – С. 3-14.

137. *Якушева А.Ф.* Карст палеозойских карбонатных пород на Русской платформе / А.Ф. Якушева // Уч. зап. МГУ. Т. 3. Вып. 136. – М., 1949. – С. 55-109.

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование иллюстрации</b>                                                                                                                                                                              | <b>Стр.</b> |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.1              | Пётр Симеон Паллас (портрет с интернет-сайта «Свободная энциклопедия Википедия» ru.wikipedia.org)                                                                                                            | 6           |
| 1.2              | Михаил Эдуардович Ноинский (фотография из книги «Стратиграфия СССР. Пермская система». – М., 1966. – 536 с.)                                                                                                 | 8           |
| 1.3              | Александр Сергеевич Барков (фотография из книги Н.Г. Хлоповой «Александр Сергеевич Барков». – М.: Изд. Московского университета, 1961. – 64 с.)                                                              | 10          |
| 1.4              | Алексей Иванович Отрешко (фотография из книги «Почетная книга НИИГеолнеруд», Казань)                                                                                                                         | 13          |
| 1.5              | Александр Владимирович Ступишин (фотография из книги В.И. Мозжерина, Е.Д. Кожеватова, Н.П. Торсуева «Александр Владимирович Ступишин, 1912-1992 гг.». – Казань: Изд. Казанского университета, 2004. – 16 с.) | 15          |
| 1.6              | Виктор Александрович Букин (фотография М.П. Бортникова)                                                                                                                                                      | 17          |
| 2.1              | Литолого-стратиграфический разрез карстующихся отложений Самарской области                                                                                                                                   | 22          |
| 2.2              | Схема распространения карстующихся отложений в Самарской области                                                                                                                                             | 23          |
| 2.3              | Суммарное количество осадков в летний и зимний период по Самарской области (иллюстрация из книги «Природа Куйбышевской области». – Куйбышев, 1990 г.)                                                        | 46          |
| 2.4              | Схема гидрологического районирования Самарской области (по данным Куйбышевской ГГЭ)                                                                                                                          | 48          |
| 3.1              | Классификация карста Самарской области                                                                                                                                                                       | 56          |
| 3.2              | Схема типизации карста                                                                                                                                                                                       | 57          |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование иллюстрации</b>                                                                                                          | <b>Стр.</b> |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.1              | Схема распространения карстовых воронок                                                                                                  | 63          |
| 4.2              | Задернованные воронки с высыпками щебня у пос. Водино (фотография М.П. Бортникова)                                                       | 66          |
| 4.3              | Скальные выходы в понорной воронке у пос. Серноводск (фотография М.П. Бортникова)                                                        | 67          |
| 4.4              | Понор на дне карстовой воронки у пос. Советы (фотография М.П. Бортникова)                                                                | 68          |
| 4.5              | Схема распространения провалов на территории Самарской области                                                                           | 70          |
| 4.6              | Карстовое поле в районе пос. Серноводск                                                                                                  | 71          |
| 4.7              | Карстовое поле Игонев дол в районе пос. Сырейка                                                                                          | 71          |
| 4.8              | Карстовое поле в районе пос. Троицкое                                                                                                    | 72          |
| 4.9              | Центральная часть карстового поля у пос. Троицкое (фотография В. Пылявского)                                                             | 72          |
| 4.10             | Карстовый провал у пос. Водино (фотография М.П. Бортникова)                                                                              | 74          |
| 4.11             | Суффозионно-карстовый провал с образованием озера на дачном массиве Верхние Дойки (г. Самара) (фотография М.П. Бортникова)               | 77          |
| 4.12             | Суффозионно-карстовый провал у автотрассы Москва – Уфа (фотография М.П. Бортникова)                                                      | 78          |
| 4.13             | Техногенно-карстовые провалы по трассе канализационного коллектора (дачный массив Верхние Дойки, г. Самара) (фотография М.П. Бортникова) | 79          |
| 4.14             | Техногенно-суффозионный провал в Самаре (фотография М.П. Бортникова)                                                                     | 81          |
| 4.15             | Схема расположения постоянных карстовых озер                                                                                             | 85          |



| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование иллюстрации</b>                                                                                           | <b>Стр.</b> |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.16             | Озеро на карстовом поле у пос. Троицкое (фотография М.П. Бортникова)                                                      | 86          |
| 4.17             | Карстовое озеро Большой Провал в Пестравском районе (фотография М.П. Бортникова)                                          | 87          |
| 4.18             | Карстовое озеро Серноводское-1 (фотография М.П. Бортникова)                                                               | 88          |
| 4.19             | Голубое озеро (фотография М.П. Бортникова)                                                                                | 88          |
| 4.20             | Волноприбойная арка в Жигулях (фотография с интернет-сайта <a href="http://oldsamara.samgtu.ru">oldsamara.samgtu.ru</a> ) | 90          |
| 4.21             | Малорязанский карстовый мост (фотография В. Клемешина)                                                                    | 91          |
| 4.22             | Провалы на склоне карстовой котловины у пос. Сырейка (фотография М.П. Бортникова)                                         | 92          |
| 4.23             | Аэрофотоснимок карстовой котловины в районе Казачьего леса (фотография из архива Куйбышевской ГГЭ)                        | 93          |
| 4.24             | Аэрофотоснимок карстового поля у пос. Сырейка (фотография из архива Куйбышевской ГГЭ)                                     | 95          |
| 4.25             | Схема расположения естественных пещер                                                                                     | 101         |
| 4.26             | Пещера Серноводская (по В.А. Букину, 2002 г.)                                                                             | 114         |
| 4.27             | Пещеры Казачья, Медвежья, Первая у Софьино, Богатырь                                                                      | 115         |
| 4.28             | Пещеры Карман, Липовая, Новая                                                                                             | 116         |
| 4.29             | Система Братьев Грече                                                                                                     | 117         |
| 4.30             | Колодец Мечта                                                                                                             | 119         |
| 4.31             | Ледяной сталагмит в пещерной системе Братьев Грече (фотография В. Белоусова)                                              | 120         |
| 4.32             | Кристалл льда в пещерной системе Братьев Грече (фотография В. Белоусова)                                                  | 120         |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование иллюстрации</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>Стр.</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.33             | Обвальные отложения в пещерной системе Братьев Грее (фотография В. Белоусова)                                                                                                                                                       | 121         |
| 4.34             | Озеро в пещере Печёрская (фотография В. Клемешина)                                                                                                                                                                                  | 129         |
| 5.1              | Зерна доломитовой муки под микроскопом (фотография из книги Родионова Н.В. «Инженерно-геологические исследования в карстовых районах при устройстве малых водоемов, гражданском и промышленном строительстве. – М., 1958. – 183 с.) | 133         |
| 5.2              | Карстовая брекчия (фотография М.П. Бортникова)                                                                                                                                                                                      | 135         |
| 6.1              | Погребенные карстовые формы в Красноглинском районе г. Самары (иллюстрация из книги Лыкошина А.Г. «Карст и гидротехническое строительство». – М., 1968. – 183 с.)                                                                   | 143         |
| 7.1              | Строение термокарстовых поверхностных форм (иллюстрация из книги Никитина Е.А. «Плейстоценовые отложения и образование рельефа Самарской области». – Самара, 2002. – 120 с.)                                                        | 144         |
| 7.2              | Привходовой грот пещеры Девичьи слёзы (фотография Е. Макаренковой)                                                                                                                                                                  | 146         |
| 9.1              | Схема карстово-спелеологического районирования                                                                                                                                                                                      | 160         |

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение .....                                                        | 3   |
| 1. История карстологических исследований .....                        | 5   |
| 2. Условия развития карста.....                                       | 20  |
| 2.1. Карстующиеся горные породы.....                                  | 20  |
| 2.2. Поровая и трещинная проницаемость .....                          | 41  |
| 2.3. Движущаяся вода .....                                            | 45  |
| 2.4. Химический состав и растворяющая способность карстовых вод... 51 |     |
| 3. Классификация карста.....                                          | 53  |
| 4. Морфология карста.....                                             | 61  |
| 4.1. Поверхностные карстовые формы .....                              | 62  |
| 4.1.1. Микроформы .....                                               | 62  |
| 4.1.2. Мезоформы.....                                                 | 62  |
| 4.1.3. Макроформы .....                                               | 92  |
| 4.2. Подземные карстовые формы .....                                  | 96  |
| 4.2.1. Полости, недоступные для прохождения человека.....             | 98  |
| 4.2.2. Естественные пещеры .....                                      | 99  |
| 5. Продукты объемного разрушения карстующихся пород.....              | 132 |
| 6. Палеокарст.....                                                    | 137 |
| 7. Псевдокарст.....                                                   | 143 |
| 8. Деятельность человека и ее влияние на карст .....                  | 147 |
| 9. Карстово-спелеологическое районирование самарской области .....    | 157 |
| 9.1. Существующие схемы районирования.....                            | 157 |
| 9.2. Принципы выделения закарстованных территорий.....                | 158 |
| Заключение.....                                                       | 163 |
| Список литературы.....                                                | 166 |
| Список иллюстраций.....                                               | 178 |

*Научное издание*

*БОРТНИКОВ Михаил Петрович*

**Карст Самарской области**

Редактор *Г.В. Загребина*  
Компьютерная верстка *В.В. Прокопова*  
Выпускающий редактор *Е.В. Абрамова*

Подп. в печать 28.05.12  
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. п. л. 10,69. Уч.-изд. л. 10,6.  
Тираж 50 экз. Рег. № 22/12

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
443100 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии  
Самарского государственного технического университета  
443100 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8