

## Геологическое строение и история Долины гейзеров

На рисунке 3 показана упрощенная схема геологического строения бассейна р. Гейзерной. Протекая по восточному краю Узон-Гейзерной вулканотектонической депрессии (расположение ее видно на рис. 1), река врезается в озерные отложения, заполняющие депрессию, а в среднем и нижнем течении прорезает их на всю мощность и вскрывает наиболее древние отложения, относящиеся к ее фундаменту. На карте (рис. 3) показаны отложения разного возраста, объединенные в пять комплексов. Докальдерный комплекс (показан зеленым цветом) объединяет разнообразные породы (преимущественно лавы и туфы андезитового и дацитового состава), сформировавшиеся до образования Узон-Гейзерной депрессии. Эти породы имеют разный возраст - от 40 до 140 тыс. лет.

Следующие два более молодых комплекса (показаны красным и розовым цветом) связаны с образованием Узон-Гейзерной депрессии. Более ранний из бортовой (показан красным цветом) представлен многочисленными дайками, экструзивными телами лавовыми потоками, изменяющимися по составу от лацитов до риодацитов. Примером тел внедрения может быть дайка пик Слияния на левобережье р. Шумной напротив устья р. Гейзерной (фото 34). Большая часть этих тел внедрилась по дуговым трещинам, возникшим по краю вышеназванной депрессии, и сформировала ее борта. Второй комплекс (показан розовым цветом) представлен преимущественно взрывными отложениями - пемзами, бомбовыми туфами, игнимбритами. Его формирование связано с мощными взрывами, которые непосредственно предшествовали образованию вулканотектонической депрессии. Возраст отложений этого комплекса определен радиоуглеродным методом по почве, погребенной под игнимбритами в районе Кроноцкого озера в  $39\,600 \pm 1\,000$  лет (ГИН-1369).

Наиболее молодые отложения, вскрывающиеся в бассейне р. Гейзерной, заполняют Узон-Гейзерную депрессию и частично распространены по ее бортам. Они объединены в два комплекса, которые показаны на рисунке 3 желтым и оранжевым цветами. Первый комплекс (показан желтым цветом) представлен озерными отложениями, которые имеют очень широкое распространение по бортам р. Гейзерной (фото 35). Это, в основном, слоистые пемзовые туфы,



34. Триумфальные ворота в устьевой части Гейзерной - дайка, прорезанная рекой. Вдали дайка пик Слияния

содержащие иногда слои брекчий и конгломератов. Изучение их состава и распространения показало, что в пределах Узон-Гейзерной депрессии существовало несколько озерных бассейнов, которые имели различные очертания и глубины и постепенно смещались к западу и к северу. Общая мощность этих отложений по бортам Гейзерной превышает 400 м. Второй комплекс, относящийся к посткальдерному этапу, представлен лавами, изменяющимися по составу от андезитов до риолитов (показаны оранжевым цветом). Наибольшим распространением пользуются лавы риодацитового состава, которые слагают крупные вулканические постройки, сопки Желтую и Гейзерную в том числе, имеющие центральный купол и распространяющиеся от него в стороны мощные (до 100-150 м) лавовые потоки. Внедрение этих лав произошло уже после

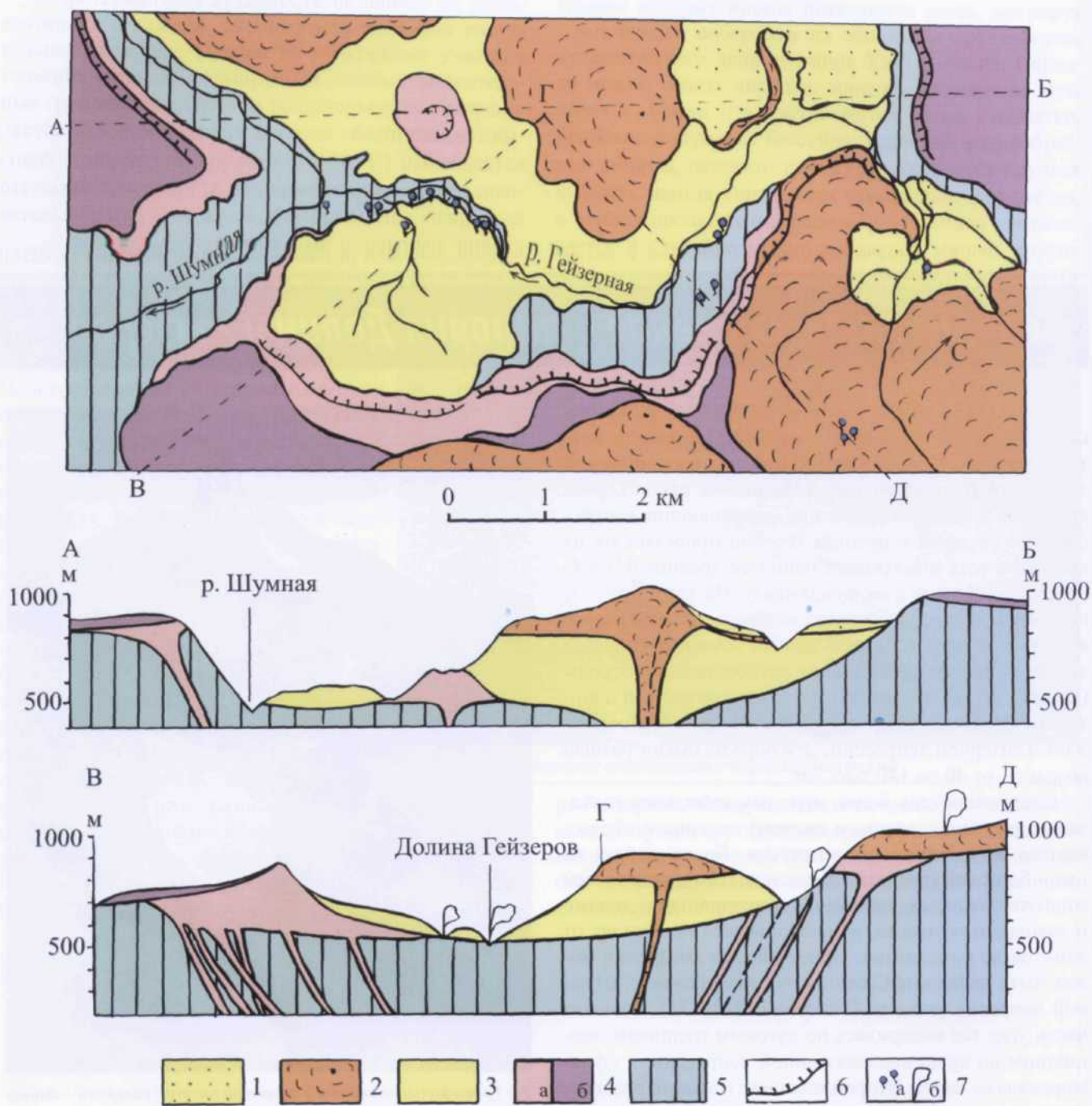


Рис. 3. Схематическая геологическая карта и разрезы бассейна р. Гейзерной:

1 - озерные отложения (возраст 9-12 тыс. лет); 2 - лавы андезитового, дацитового, риодацитового составов; 3 - озерные отложения (возраст 20-35 тыс. лет); 4 - а) взрывные отложения: тефра, пемзы, игнимбриты (возраст 39-40 тыс. лет), б) лавы дацитового, риодацитового составов (бортовой комплекс); 5 - докальдерные отложения (нерасчлененные); 6 - эрозионные уступы, ограничивающие с востока Узон-Гейзерную вулканотектоническую депрессию; 7 - термальные источники: а) на карте, б) на разрезе

формирования основной толщи озерных отложений, и лавы растекались по ровной их поверхности, образуя мощные, обрывистые со всех сторон плато. Абсолютные высоты этих плато сравнялись или даже превысили высоту бортов Узон-Гейзерной депрессии, так что в рельефе она к этому времени перестала существовать как депрессия.

Формирование описанных молодых экструзивных куполов и связанных с ними потоков происходило непосредственно перед и, возможно, в период последнего оледенения, то есть около 15-20 тыс. лет назад.

К этому времени вулканическая деятельность в районе практически прекратилась, депрессия была полностью заполнена озерными отложениями и лавами.

Дальнейшая история района и формирование собственно Долины гейзеров в том виде, в каком мы ее сегодня знаем, связаны с процессами эрозии, размыва описанных выше пород. Эти процессы были, по-видимому, наиболее активны в период отступления ледников последнего оледенения, когда мощные реки, вытекавшие из-под ледников, могли глубоко врезаться в озерные отложения, заполняющие Узон-Гейзерную

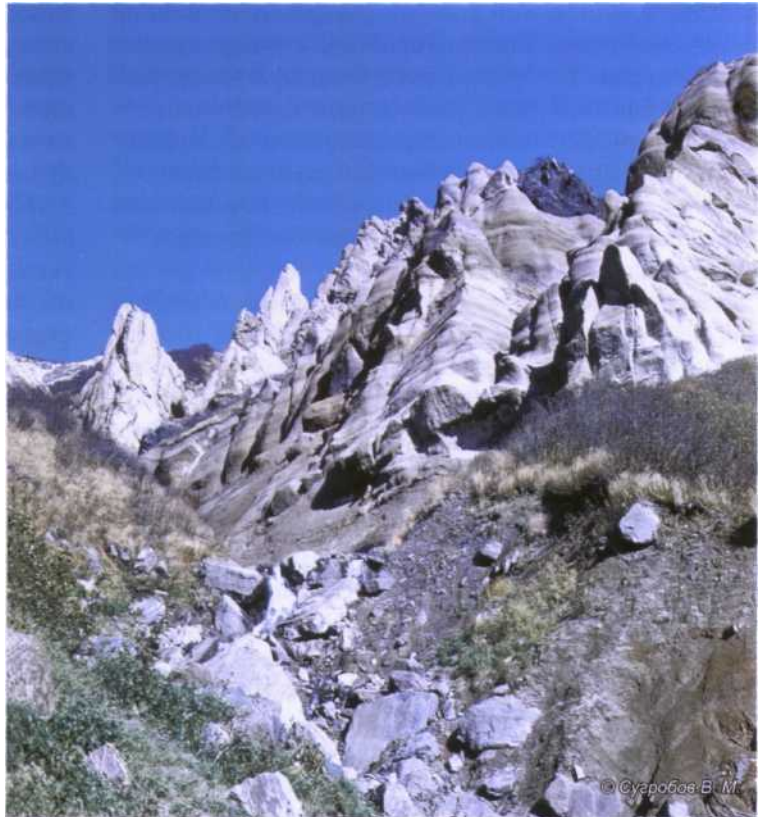
депрессию. Возможно, сыграло роль и заложение новейшей системы разломов северо-северо-восточного простирания, которое произошло в начале голоцена (около 9—12 тыс. лет назад). Эти события привели к тому, что юго-восточный борт депрессии был разрушен и в нем образовался глубокий каньон. Почти все озерные бассейны, существовавшие в пределах Узон-Гейзерной депрессии, были спущены, а по краям ее заложилась глубокие долины рек, которые в настоящее время мы называем Гейзерной и Шумной.

Дольше всего сохранялся небольшой озерный бассейн в северо-восточной части Узон-Гейзерной депрессии. Он сформировался при внедрении экструзивных куполов сопки Гейзерной и Желтой. Лавовые потоки их сомкнулись, и между ними и северным бортом депрессии образовался небольшой обособленный бассейн, который существовал еще в начале голоцена (8-12 тыс. лет назад). Отложения, сформировавшиеся в этом озере, представлены преимущественно шлаковыми туфами, которые поставлялись, по-видимому, начавшим извергаться в это время Южным конусом вулкана Крашенинникова, расположенным в 15 км севернее описываемого района.

К середине голоцена (5-6 тыс. лет назад) р. Гейзерная разрушила южный борт этого бассейна и, продолжая врезаться в толщу озерных отложений, заполняющих Узон-Гейзерную депрессию, приобрела тот облик, который мы видим сейчас - глубокого крутостенного каньона, протягивающегося дугой вдоль восточного борта Узон-Гейзерной депрессии и вскрывающего весь комплекс заполняющих ее отложений.

Термопроявления в средней части долины р. Гейзерной - Верхне-Гейзерное термальное поле - приурочены к лавам докальдерного комплекса, вскрытым на левобережье реки. Озерные отложения, некогда заполнявшие Узон-Гейзерную депрессию, здесь уничтожены эрозией полностью. Ниже Гейзерная течет по озерным отложениям, и в этой части долины крупных термопроявлений нет. Они вновь появляются в нижнем течении, где река прорезает озерные отложения, заполняющие депрессию, и опять вскрывает комплекс локальдерных отложений. В этом месте на протяжении примерно 2,5 км сосредоточена подавляющая часть крупных гейзеров и термальных источников, и именно этот участок известен всем как Долина гейзеров.

Формирование Узон-Гейзерной вулканотектонической депрессии и расположенных в ее пределах и вблизи нее термальных источников связано с существованием на небольшой глубине (10-15 км) в недрах этого района крупного магматического очага. Площадь проекции очага на поверхность, судя по размерам вулканотектонической депрессии, составляет порядка 100 км<sup>2</sup>. На основании наблюдающегося увеличения диаметра кольцевых структур и асимметрии строения их бортов предполагается, что кровля очага погружа-



35. Живописные обрывы пемзовых и шлаковых туфов озерных отложений Жёлтые Скалы - на правом склоне р. Гейзерной

ется в западном направлении. Ее глубина оценивается для восточной части депрессии в 7-8 км, для западной - в 10 км.

В позднем плейстоцене (около 40 тыс. лет назад) произошла общая активизация вулканизма в Курило-Камчатском регионе. В это время во многих районах, где существовали близповерхностные магматические очаги, произошли крупные извержения пирокластического материала. Десятки кубических километров магмы были выброшены в воздух, а над очагами произошли просадки и сформировались вулканотектонические депрессии. Так же образовалась и Узон-Гейзерная депрессия. После крупнообъемных кальдерообразующих извержений магматический очаг в недрах сформировавшейся депрессии не перестал существовать. Вплоть до голоцена, то есть в течение 25-30 тыс. лет, из очага происходили периодические извержения и на поверхность изливались лавы или выбрасывались пемзы, имеющие кислый состав. В то же время количество кислого материала уменьшалось, и это свидетельствовало о постепенном остывании очага.

В начале голоцена (около 9-12 тыс. лет назад) произошла новая активизация вулканизма. На Восточной Камчатке вблизи Узон-Гейзерной депрессии в это время начали формироваться вулканы Кизимен, Крашенинникова, Малый Семячик. В непосредственной близости от депрессии, на ее бортах, в голоцене сформировались шлаковые конусы. Внутри депрессии данная активизация вулканизма никак не проявилась, что может указывать на то, что магматический очаг здесь и в голоцене еще существовал и являлся буфером, препятствующим проникновению к поверхности глубинных базальтовых

расплавов. Они могли достичь поверхности лишь по периферии очага. Вполне вероятно, что периодическое внедрение глубинных высокотемпературных расплавов в близповерхностный магматический очаг в голоцене происходило неоднократно, и очаг продолжает и сегодня сохранять достаточно высокую температуру. Выступая как аккумулятор тепла, он обеспечивает тепловое питание гидротермальных систем Долины гейзеров и кальдеры Узон.

Попробуем в заключении геологического раздела для негеологов представить сухие данные о составе пород, условиях их залегания, разломах, экструзиях и прочих материалах по геологии в виде своеобразной сказки о том, какие процессы привели к появлению Долины гейзеров.

Когда рассказывают о человеке, часто вспоминают, кем были его отец, мать, бабушки, дедушки... Тогда становится более понятной и личность самого человека. Пользуясь этой аналогией, постараемся рассказать, кем были предки (в кавычках, конечно) Долины гейзеров. Надо сказать, что развитие неживой природы, в данном случае - вулканотектонических структур, и развитие биологических видов порой причудливо переплетаются, и между ними можно найти много общего. В частности, те процессы, которые привели в конечном итоге к появлению Долины гейзеров, происходили синхронно с развитием человеческого рода - эволюцией от первых человекообразных обезьян-гоминидов до человека.

Вернёмся назад на 16 млн лет - это не так уж много, если учесть, что возраст нашей Земли - 4-4,5 млрд лет. Так вот, 16 млн лет назад ещё не существовало ни Долины гейзеров, ни Камчатки. Но в то время на Земле произошло несколько замечательных событий. Африка соединилась с Евразией, и на месте разделявшего их океана Тэтис поднялись высокие горы - Альпы, Тавры, Загрос. В это время в той же Африке впервые появились человекообразные обезьяны - та ветвь обезьян, из которой позже появился человек разумный. На востоке Азии в это время уже существовали зачатки Курило-Камчатской островной дуги, и в южной её части именно 16 млн лет назад началось формирование обширной Курильской котловины. Магма устремилась вдоль дуги на север, и если на юге дуги происходили просадки, то на севере в это время начался подъём, всплывание громадного участка Земли, который «вынырнул» из океана и предстал перед нами в виде полуострова. Его мы сегодня и называем Камчаткой. Произошло это 6-8 млн лет назад. Если опять обратиться к истории человека, то в Африке в это время впервые появились гоминиды - ветвь человекообразных обезьян, которая получила название «семейство людей».

В это же время 6-8 млн лет назад в южной части Камчатки, примерно там, где сейчас находятся I. Петропавловск-Камчатский и Елизово, начался рост обширного купола, диаметр которого достигал 100-120 км. Формирование его было связано с диапиром - громадной «каплей» магмы, оторвавшейся от своих глубинных корней. Магма благодаря гидроста-

тическим силам всплывала и подняла перекрывающие ее породы. Этот купол, который в наши дни получил название Налычевский, имеет непосредственное отношение к Долине гейзеров, являясь, если опять перейти на аналогию с историей людей, её, Долины, «прадедушкой».

Примерно 3 млн лет назад на Камчатке начал проявляться мощный наземный вулканизм. В пределах Налычевского купола в это время были сформированы крупные базальтовые вулканы, остатки которых (лавы-плато) сегодня можно наблюдать в верховьях р. Авачи. Прошел ещё миллион лет, и на краю Налычевского купола, к северо-востоку от него, стал формироваться новый крупный вулканический центр - Карымский. Самые древние лавы этого центра датируются в 0,8-2 млн лет. Этот центр можно считать прямым родственником Налычевского купола и, как будет видно дальше, «дедушкой» Долины гейзеров. Развитие его было длительным и сложным, а наиболее яркие и мощные события в нём произошли примерно 150-180 тыс. лет назад, когда в результате грандиозных извержений были выброшены в воздух сотни кубических километров горной породы и сформировались обширные просадки: кальдеры вулканов Половинка, Стена, Соболиный. Надо сказать, что для нас, людей, этот период тоже знаменателен, так как в это время появился на свет первый человек из рода *Homo sapiens*. Длительным и порой драматичным было рождение как новых геологических образований, так и новых биологических видов!

Итак, мы дошли до «дедушки» Долины гейзеров, а кто же был её непосредственным «родителем»? Им можно считать Больше-Семячикский вулканический центр. Он возник на краю Карымского центра к северо-востоку от него и непосредственно продолжил ту ветвь вулканической активности, которая началась ещё 3 млн лет назад на Налычевском куполе. Наиболее древние породы в нём датируются в 300-500 тыс. лет, а кульминация в развитии - прорыв магмы на поверхность и формирование кальдер - произошли здесь около 90-120 тыс. лет назад. В это время впервые начала развиваться вулканическая активность и в районе, где расположена ныне Долина гейзеров. Но это было еще только самое начало формирования на её месте крупного вулканического центра, который мы в настоящее время называем Узон-Гейзерным. Апогей в его развитии наступил около 40 тыс. лет назад - так же, как в своё время в Больше-Семячикском центре, а до этого - в Карымском центре. Здесь произошли крупные извержения пирокластики, вслед за чем сформировалась обширная просадка - Узон-Гейзерная вулканотектоническая депрессия. И опять хочу вернуться к истории человека - именно в это время, 40 тыс. лет назад, по данным палеоантропологов появляется анатомически современный вид человека, то есть наш с вами прямой предок! И, по-видимому, в это же время, около 35-40 тыс. лет назад, в восточной части Узон-Гейзерной депрессии впервые проявилась мощная гидротермальная деятельность, следы которой мы можем обнаружить в настоящее время

на гребнях обрывов, окружающих Долину гейзеров с востока. Но самой Долины гейзеров тогда все ещё не существовало - на её месте плескалось глубокое озеро, постепенно заполнявшееся пемзой и обломками пород, поступавшими сюда при извержениях близлежащих вулканов. И уже совсем недавно (по геологическим меркам), после отступления ледников последнего оледенения - а оно было на Камчатке 20-21 тыс. лет назад - в юго-восточной части Узон-Гейзерной депрессии произошел прорыв ее борта, и озеро было спущено. И, по всей вероятности, 10-12 тыс. лет назад Долина гейзеров приобрела тот вид, который всем нам теперь так хорошо знаком — глубокий каньон, прорезавший толщу озерных отложений, заполнявших некогда обширную Узон-Гейзерную депрессию.

Итак, Долина гейзеров - это не просто рядовое явления, которое может возникнуть везде, где есть

вулканическая деятельность. В ней как бы сфокусировался очень длительный вулканический процесс, протекавший направленно и закономерно на громадной площади, охватывающей всю Восточную Камчатку. И без «прадедушки» - Нальчевского центра, без «дедушки» - Карымского центра, без «отца» - Больше-Семячикского центра не было бы и Долины гейзеров. Это ещё раз подчеркивает её уникальность уже как геологического объекта.

Возможно, неслучайно и то, что процесс её формирования шел параллельно с эволюцией человека. Может быть, у неё, как и у человека, в результате этой эволюции появилось что-то духовное - то, что нас в ней так очаровывает... Как бы там ни было, а Долина гейзеров остается прекрасным и самым притягательным уголком нашего полуострова, и хочется надеяться, что она такой останется навсегда!