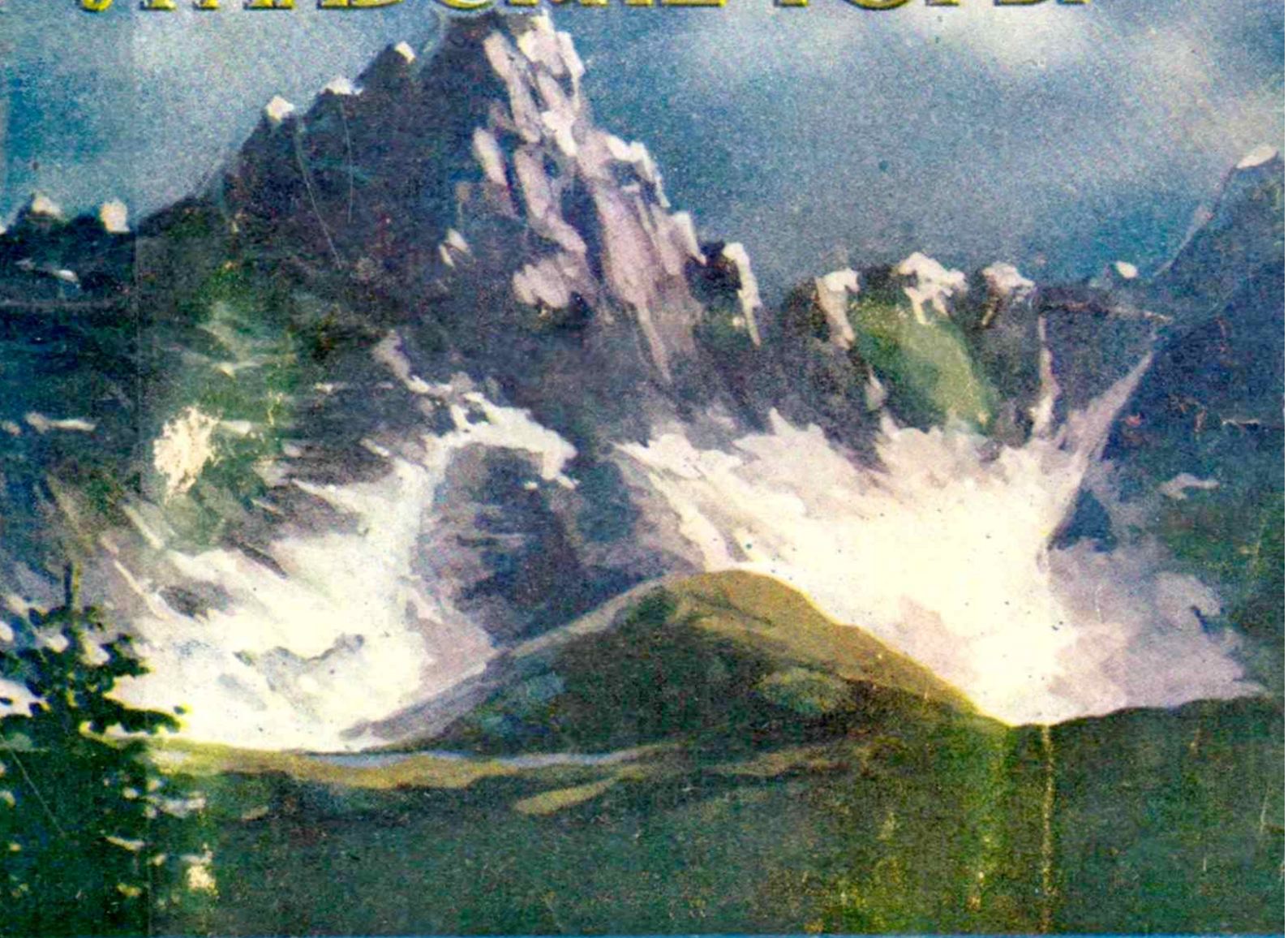


Проф. А.А. МАЛАХОВ

КАК ПРОИЗОШЛИ УРАЛЬСКИЕ ГОРЫ



СВЕРДЛОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Проф. А. А. МАЛАХОВ
Доктор геолого-минералогических наук

КАК ПРОИЗОШЛИ УРАЛЬСКИЕ ГОРЫ

*ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ,
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ*

СВЕРДЛОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1951

*Рисунок на обложке: Вид на один из современных ледников
на Полярном Урале.*

Редактор *Л. Адамова*
Обложка художника *А. Ряудина*
Технический редактор *Л. Носова*
Корректоры *Р. Селянкина* и *М. Ильина*.

Подписанок печати 7/VII 1951 г. Уч.-изд.л. 3,95. Бумага 60×92/«=»
- 1,875 бумажного + 4 вклейки — 4,19 печатж го листа НС 39348.
Тираж 15 000. Заказ № 76. Цена 1 р. 40 к.

5-я типография Росполиграфиздата
при Совете Министров РСФСР Свердловск, ул. Ленина, 47.

Мои друзья и знакомые, представители разнообразных профессий, зная о том, что я геолог, часто задают мне вопросы о происхождении гор, о возрасте земли, о методах поисков полезных ископаемых.

Когда такие беседы возникают с уральцами, то они прежде всего интересуются далеким прошлым Урала, причинами возникновения здесь ценнейших полезных ископаемых. Многие спрашивают: «Правда ли, что на Урале раньше были моря и вулканы? Почему на месте древних морей и огнедышащих гор сейчас мы видим спокойный и плавный рельеф? Как развивались и как произошли Уральские горы?»

На основе этих бесед возникла идея создания небольшой книги; в ней мне хотелось рассказать о главнейших событиях в жизни Урала, остановившись наиболее подробно на тех, которые привели к формированию Уральского кряжа.

Я весьма признателен читателям, высказавшим замечания о первом издании этой книги и натолкнувшим меня своими вопросами на изложение новых материалов по геологии Урала. Во второе издание внесены дополнения, в частности, заново составлены разделы о магматической жизни Урала, о землетрясениях на Урале; значительно расширен список рекомендуемой популярной литературы по геологии и т. д.

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О РАБОТЕ ГЕОЛОГОВ

Можем ли мы, геологи, сказать, что, отвечая на вопрос о происхождении Уральских гор, мы, в настоящее время, с исчерпывающей полнотой освещаем все этапы сложной истории Урала? К сожалению, нет. Отрицательный ответ на этот вопрос не должен казаться странным.

Что было бы, например, если бы мы предложили художнику нарисовать незнакомое ему растение, дав ему лишь два-три обрывка листа и кусочек корня? Конечно, такой рисунок имел бы фантастический вид. Чем больше дали бы мы в руки художника фактов, тем точнее он смог бы восстановить облик растения.

Примерно, в таком же положении находится и геолог, попавший в новый неизученный район. Геолог-съемщик, отправляясь в таежную область, может видеть лишь незначительные выходы горных пород, вскрытых большей частью в редких речных береговых обрывах-обнажениях. В тех местах, где нет обнажений, геологу приходится рыть глубокие ямы—шурфы и траншеи для того, чтобы получить большее количество фактов и на основе их дать первый рисунок — геологическую карту исследованного района.

На геологической карте геолог-съемщик показывает распространение горных пород исследованного района так, как будто бы поверхность его не скрыта от наблюдений буйной растительностью или мощными наносами. На этой карте геолог отмечает все пункты, в которых были встречены залежи или признаки ценных руд.

В особо интересные для промышленности участки, в которых предполагается нахождение полезных ископаемых, по указаниям геолога-съемщика, направляются новые отряды геологов-поисковиков. Геолог-поисковик, закладывая горные выработки и неглубокие скважины, ставит своей задачей не только подтверждение предположений геолога-съемщика, но и установление примерных запасов полезного ископаемого. Кроме того, геолог-поисковик должен дать детальную геологическую карту.

Если исследования, проведенные геологом-поисковиком, удачны, то на участки, где концентрируются полезные ископаемые, идет новый отряд геологов-разведчиков.

Геологи-разведчики располагают прекрасной современной техникой, вплоть до буровых станков, с помощью которых можно бурить породы любой крепости, на глубину в несколько километров. Разведчики точно подсчитывают запасы полезного ископаемого и решают вопрос о передаче месторождения в эксплуатацию.

Большую помощь в работе по выявлению полезных ископаемых и по составлению геологических карт оказывают геофизики. При помощи специальных приборов геофизики могут дать нам примерный ответ на вопрос о том, что располагается на тех или иных глубинах. Приборы, применяемые при таких наблюдениях, довольно сложны. Сложна и расшифровка показаний этих приборов. Так, например, при помощи приборов магнитометров можно изучать распространение магнитных и немагнитных пород, залегающих на больших глубинах. Известно, что в некоторых пунктах земной поверхности стрелка компаса отклоняется от меридиана, образуя, как говорят геофизики, «аномальное поле». Примером такой аномалии является Курская магнитная аномалия. Изучение Курской магнитной аномалии показало, что ненормальное поведение магнитной стрелки обусловлено наличием в этом районе залежей сильно магнитных железных руд.

В приборах, с помощью которых изучается земной магнетизм, магнитная стрелка показывает отклонения, находясь не только в горизонтальном, но и в вертикальном положении. Изучение

этих отклонений позволяет вычислить глубину возмущающего тела.

Геофизики, обычно, кроме исследования магнитных свойств горных пород, изучают возможные аномалии с помощью других методов, основанных на исследовании электропроводности различных слоев земли (при пропускании через эти породы электрического тока), свойств силы тяжести, скорости распространения в различных породах волн, возникающих при взрыве, и т. д.

Так, понемногу, по отдельным крупницам, накапливаются наши знания. Геологи и геофизики шаг за шагом покрывают съемками и разведками все новые и новые площади. В СССР для геологических съемок приняты следующие масштабы: 1 : 1 000 000, или в 1 см 10 км, 1 : 500 000, или в 1 см 5 км, 1 : 200 000, или в 1 см 2 км, 1 : 50 000, или в 1 см 500 м. Более детальные исследования ведутся в районах, богатых полезными ископаемыми.

Размах работы по геологической съемке, ведущейся в СССР, можно показать, например, в таких цифрах: до Октябрьской социалистической революции за пятьдесят лет было изучено около десяти процентов территории России. К 1945 г. съемочными работами покрыто две трети территории Советского Союза.

УРАЛЬСКИЕ РУДОЗНАТЦЫ

В первой половине XVII столетия на Урале начали строить заводы на основе открытий, сделанных рудознатоками — Иваном Шульгиным, Надеем Светешниковым и Василием Стрешневым.

Только сейчас, благодаря трудам историков, изучающих архивы уральских заводов, восстанавливаются имена доселе неизвестных уральских рудознатцев. Засилие иностранцев, характерное для Российской Академии наук XVIII и начала XIX веков, привело к клеветническим утверждениям о том, что из русских ни ученых, ни художников не может быть.

Лауреат Сталинской премии профессор В. В. Данилевский в своей книге «Русская техника» пишет, что чужеземные ученые, обнаружившие на Урале следы древних разработок, не могли поверить, что русский народ, задолго до официального открытия на Урале заводов, не только знал о существовании здесь меди, золота и других полезных ископаемых, но и умел добывать и перерабатывать их. Немецкий ученый Паллас в 1771 году так описывал свои впечатления об этих разработках: «Но кто был оный рудоискательный народ? Может быть парфяне, в историях затерянные? или искусные немцы, происходящие от их поколения, и того ради, как изобретатели рудоисканий, славные?» Иными словами, сей ученый муж считал, что находить и добывать уральские руды могли кто угодно, только не русские.

Между тем, археологи, производя раскопки, убедились, что в стоянках древнего человека по реке Чусовой и в окрестностях Тагила наряду с утварью и оружием находятся и тигли для

плавки металла. Не на Урал, а с Урала шла по древним дорогам и волокам доставка металла.

В архивах донныне хранятся беспристрастные документы о заявках на открытие рудознатцами железных руд, меди, золота, нефти, самоцветов. В этих документах упоминаются имена вогула Матвея Чумпина, открывшего месторождение горы Благодать, Ерофея Маркова, Дмитрия Тумашева и многих других.

Особенно поучительна история открытия на Урале коренного и россыпного золота. Ерофей Марков в 1745 году заявил о находке в окрестностях поселка Пышма плиточки и крупинки, похожих на золото. Ученые обер-штейгеры не нашли ничего на месте, указанном Ерофеем Марковым. В 1747 году пробирный мастер Ермолай Рюмин доказал наличие в этом пункте коренного золота, и с 1748 года в районе Березовска возникли золотые промыслы. В начале XVIII века здесь же была налажена добыча россыпного золота, находящегося в золотоносных песках. Сын мастерового Лев Иванович Брусницын в 1814 году, почти на четверть столетия раньше американских золотоискателей, доказал дешевизну и легкость добычи золота из речных песков. На Урал стали приезжать представители различных стран для обучения мастерству извлечения золота из песков. С Урала посылались специалисты для помощи иностранцам в этом деле. Уральские техники Ковалевский и Бородин, по просьбе египетского вице-короля, в 1847 году обучали египтян способам добычи россыпного золота.

В 1773 году в Петербурге открылась горная школа (ныне Ленинградский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горный институт), вырастившая немало новых рудознатцев. Многие из воспитанников этой первой русской горной школы по окончании обучения стали работать на Урале, умножая богатства своей родины и накапливая все новые и новые факты по геологии Урала.

В России были свои кадры, но царское правительство не верило в силы русского народа, в знания уральских рудознатцев. Только поэтому в середине XIX века в Россию был приглашен английский геолог Р. Мурчисон. Он должен был изучить Европейскую Россию и Урал. Мурчисон со своими двумя сотрудниками в три года составил «Описание Европейской России и хребта Уральского». Несомненно, что без предварительной огромной работы, проделанной русскими учеными, Мурчисон не мог бы в такой короткий срок написать свою книгу. При составлении ее он использовал богатейший, накопленный к тому времени опыт уральских рудознатцев и горных инженеров-уральцев, отдавших ему собранные ими коллекции горных пород и окаменелостей. Сохранились, например, сведения о встрече Мурчисона с горным инженером Богословского горного округа П. Карпинским, отцом нашего крупнейшего геолога Александра Петровича Карпинского. Он отдал Мурчисону коллекции и показал разрезы, где можно было видеть интересные горные породы.

Систематическое и планомерное изучение Урала и его горных богатств было начато во второй половине прошлого столетия по инициативе нашего земляка-уральца Александра Петровича Карпинского. В это время были начаты геолого-съемочные работы в промышленно важных районах Урала. На этих работах выросли крупнейшие представители русской геологии — Е. С. Федоров, Ф. Н. Чернышев, А. А. Штукенберг, А. Краснопольский и многие другие. Эти ученые по праву могут быть названы «могучей кучкой» не только уральской, но и нашей русской геологии.

Отец русской геологии Александр Петрович Карпинский родился на Урале в 1847 году. Двадцатилетним юношей он окончил Петербургский горный институт и сразу же приступил к исследованиям горных богатств Урала. Изучению горных богатств Урала он посвятил всю свою замечательную жизнь, несмотря на большую педагогическую и общественную деятельность на посту президента Академии наук.

Педагогическую деятельность Александр Петрович начал в горном институте в 1868 году. После блестящей защиты диссертации, составленной на уральском материале, А. П. Карпинский был избран профессором по кафедре геологии в Петербургском горном институте и в течение тридцати лет воспитывал молодые кадры геологов.

Ученики Александра Петровича — ученые с мировым именем, вспоминая о лекциях и беседах своего учителя, всегда находят теплые слова, передающие впечатления об этом обаятельном человеке.

Он был прост в обращении. Строгий и прямой во всех принципиальных вопросах, он был бесконечно добрым человеком в лучшем смысле этого слова. К нему приходили с различными вопросами и всегда получали нужные советы. Он всем раздавал свои беспредельные знания. Нет такого вопроса в геологии, в котором бы Александр Петрович не сказал своего слова. Это был подлинный знаток своего дела и творец нового в геологии.

От всех он требовал точности в наблюдениях, правильности истолкования фактов. Всем и каждому он неустанно повторял: «Надо дать правильное, научно достоверное, а не только вероятное решение вопроса».

В то же время он учил, как нужно писать. Он говорил: «Когда автор сам хорошо понимает, что он пишет, то и другие его хорошо понимают, а когда автор и сам не понимает, что он пишет, и другие его не понимают».

Значение Александра Петровича Карпинского в создании русской геологии огромно. Он ввел в геологию единственно правильный, естественно-исторический метод, показав значение этого метода на примере описания геологического прошлого Европейской России и Урала. Замечательно сказал о Карпинском ака-

демик А. Е. Ферсман: «Он первый осветил великую русскую равнину взором географа прошлого и с поразительной ясностью изрисовал те судьбы, которые переживала наша страна в далекие геологические эпохи, показал, как много раз заливалась она морем и как снова торжествовала земля. Сказками прошлого звучали эти знаменитые страницы его трактатов в те времена, когда мало кто решался в смелом полете мысли разгадать прошлые судьбы материков и морей. Дальше и дальше в глубины прошлого уходил его ум; ему уже рисовались и те причины, которые перемещали моря, вздымали континенты, нагромождали горные цепи; в еще более захватывающей картине он говорил нам о том, как дрожала и ломалась русская земля, как рассекались незаметными разломами ее южные окраины, под плодородной пашней погребая старые мощные хребты. И в этих колебаниях земли, среди разломов и рождающихся цепей, его пытливый взгляд особенно обращался к любимому Уралу. Здесь он улавливал среди мощных процессов земли зарождение руд и металлов, угля, железа и драгоценных камней. Тонким спокойным анализом выявлял он эти богатства природы, открывая их трудящемуся человечеству».

Одна из крупнейших заслуг Александра Петровича состоит в создании первой геологической карты России, по образцу которой стали составлять геологические карты во всем мире. Разработанные Александром Петровичем классификация геологических образований и методы нанесения их на карту были приняты в 1880 году международным конгрессом геологов в Болонье и до сих пор сохраняют свою силу.

Александр Петрович сделал крупнейшие открытия в области учения о полезных ископаемых, истории образования горных пород, в учении о древних ископаемых организмах, что создало ему всемирную известность и общее признание.

Член российской Академии наук с 1886 года, бессменный президент Академии наук с 1916 по 1936 год, член многих иностранных академий, Александр Петрович провел всю свою жизнь в неустанном труде.

В 1935 году, за год до своей смерти, он совершил большое путешествие по Северному краю. На одном из месторождений, внимательно слушая геологов, излагавших ему свои взгляды, он сказал: «А мы посмотрим, так ли все это?» И не успели присутствующие оглянуться, как Александр Петрович, со свойственной ему живостью, очутился в шурфе.

Александр Петрович создал целую школу русских геологов. Его ученики, работая на необъятных просторах нашей Родины, завершили и продолжили начатые им дела.

В числе учеников Александра Петровича, работавших по исследованию Урала, мы видим блестящие имена.

Соратник Александра Петровича, академик Феодосий Николаевич Чернышев сразу же по окончании горного института, в

1880 году, приступил к геологической съемке Южного Урала. Неутомимый ученый, он при исследованиях не пользовался в маршруте даже палаткой; Феодосий Николаевич считал, что перевозка ее доставляет много хлопот. Он предпочитал проводить ночи под открытым небом.

Феодосий Николаевич составил новую карту исследованной им территории. Наряду с этим он собрал богатый материал, доказывающий возраст древних отложений. Обобщив этот материал, он создал научные труды по определению возраста древних отложений. Книги его — ценное пособие не только для русских исследователей, но и для геологов всего мира.

Другой ученик Александра Петровича, Евграф Степанович Федоров — создатель основ учения о кристаллах и творец нового метода изучения горных пород под микроскопом. Член народнической организации «Земля и воля», подпольный работник, лично знавший А. Бебеля, Евграф Степанович в 1883 году окончил горный институт, с занесением его имени на мраморную доску. В 1894 году Евграф Степанович приехал на Урал и занялся изучением геологии Богословского горного округа, применив здесь свой метод. Он составил отчет, являющийся классическим трудом по геологии этого округа.

В 1901 году Евграф Степанович был избран адъюнктом Академии наук. Адъюнктами обычно избирали молодых, подающих надежды ученых, и для ученого, пользующегося мировой известностью, это звучало насмешкой.

В ответ на чинимые ему препятствия в организации при Академии наук минералогического института Евграф Степанович подал на имя родственника царя, Константина Романова, президента Академии наук, заявление, в котором выразил возмущение порядком, существовавшим в то время в Академии.

«Такова пропасть в воззрениях, целях, задачах скромных людей науки, подобных мне,— писал в этом заявлении Евграф Степанович,— и господ академиков, важных представителей нашей бюрократии, которая, как своих представителей, выдвигала Биронов, Аракчеевых, Дмитрия Толстого, Плеве. Не могу допустить для себя чести принадлежать к этому сословию, почему и решаюсь всепокорнейше просить Ваше Императорское Высочество дать моему прошению об увольнении из Академии законный ход и считать меня окончательно выбывшим из числа академиков».

В 1919 году Евграф Степанович дал согласие стать членом Академии наук РСФСР.

После Октябрьской социалистической революции ученики Александра Петровича Карпинского, Феодосия Николаевича Чернышева; Евграфа Степановича Федорова начали новый этап изучения геологии Урала. За тридцатилетний период изуче-

ния Урала были открыты новые месторождения полезных ископаемых, составлены детальные и обзорные геологические карты Урала.

Свыше четверти века тому назад на Урале открылась высшая горная школа — Свердловский горный институт, подготовивший уже тысячи рудознатцев. Дело по воспитанию кадров русских геологов, начатое Александром Петровичем Карпинским, успешно продолжается на Урале — в Свердловске. Готовятся квалифицированные кадры геологов в Уральском государственном университете, в Свердловском горном техникуме имени Ползунова, в Алапаевском горном техникуме.

Новые кадры геологов настойчиво работают над выявлением богатств Урала. Кто эти люди, современные уральские рудознатцы? Много ли их? — Имен их не перечислить — их тысячи. Армия советских геологов штурмует Урал.

В первых рядах уральских рудознатцев — знатоки Урала, соратники А. П. Карпинского: академики, лауреаты Сталинских премий, Герои Социалистического Труда.

Ученик Евграфа Степановича Федорова, академик, лауреат Сталинской премии Александр Николаевич Заварицкий, продолжая дело, начатое его учителем, возглавляет исследовательскую работу в области познания рудных месторождений на Урале.

Академик, лауреат Сталинской премии Дмитрий Васильевич Наливкин — создатель школы геологов, изучающей древние горные породы. На основе сделанных им теоретических открытий установлены новые месторождения полезных ископаемых.

Член-корреспондент Академии наук СССР, профессор Иван Иванович Горский — исследователь угленосных отложений Урала. Под руководством Ивана Ивановича составлены сводные геологические карты Урала и многотомные описания уральских богатств.

Лауреаты Сталинских премий Н. А. Коржавин, К. Е. Кожевников, П. М. Есипов, Б. Ф. Тарханеев и многие другие получили высокую правительственную награду за открытия новых месторождений на Урале.

Пешком, на лодке, на оленях, на собаках, на автомобиле, на вездеходах, на аэроплане, в зной и непогоду геологи упорно следуют вперед, подчиняясь единой цели — дать стране новое месторождение или добыть еще один научный факт, который, при коллективном труде геологов, поможет другим сделать открытие.

Как добываются эти факты? Можно было бы много привести примеров, показывающих образцы трудового героизма, выдержки, воли, настойчивости и упорства.

Из уральских геологов особенно выделяется этими качествами старейший геолог Алексей Николаевич Иванов. Сейчас ему 80 лет. Каждый год он ездит в экспедиции, и летом его можно встретить в глухих, таежных уголках Урала, с неизменным рюкзаком на спине, набитым доотказа собранными окаменелостями.

В 1944 году Алексей Николаевич осенью возвращался из экспедиции. Коллекции были уже тщательно упакованы и отправлены в Свердловск. При Алексее Николаевиче оставался только портфель с записями. Эти записи представляли большую ценность для науки. В них были день за днем описаны результаты целого сезона наблюдений. Алексей Николаевич на лодке переезжал реку. На середине реки от неосторожного движения одного из пассажиров лодка наполнилась водой, и все находившиеся в ней, в том числе и Алексей Николаевич, оказались в ледяной воде. Он не стал кричать и звать на помощь, а, крепко стиснув портфель, поплыл к перевернувшейся лодке и, не выпуская из коченеющих рук драгоценных документов, держался за лодку до тех пор, пока не пришла помощь.

Молодой геолог Сергей Геннадьевич Боч до Отечественной войны изучал на Урале движения почв, связанные с промерзанием грунта. Война прервала его исследования. Взяв винтовку, Сергей Геннадьевич пошел на фронт защищать Родину. Зимой, сидя в промерзшем окопе, он обнаружил некоторые закономерности движения промерзших грунтов. Записав в блокнот свои наблюдения, Сергей Геннадьевич вскоре забыл о них, потому что немцы пошли в очередную атаку. Вернувшись с фронта, он в кандидатской диссертации изложил результаты наблюдений над движущимися грунтами и в том числе наблюдения, которые он сделал под огнем противника, на переднем крае обороны.

Прекрасные отзывы о его диссертации были наградой мужественному бойцу-геологу.

Много уже сделано уральскими рудознателями, но еще больше предстоит сделать.

Промышленные ресурсы страны зависят от слаженной работы учеников и последователей отца русской геологии А. П. Карпинского, и немалая роль в этом почетном деле должна принадлежать советским уральским рудознателям.

ИЗВЕСТНО ЛИ ВАМ, ЧТО ТАКОЕ УРАЛ?

В учебниках географии сказано, что Уральский хребет, начинаясь на севере у берегов Карского моря, тянется почти по меридиану до Мугоджарских гор, расположенных к югу от города Орска, имея длину около 2000 километров. Обычно Урал разделяют на три части: северную, среднюю и южную. Северная и южная части Уральского хребта возвышаются над уровнем моря на 1000—1500 и более метров. На Северном Урале, например есть горы до 1800 метров высотой. На вершинах таких гор имеются небольшие действующие ледники. Иную картину представляет Средний Урал. Высоты Уральского хребта снижаются здесь до 300—400—500 метров, и для неискушенного наблюдателя Урал здесь по рельефу почти ничем не отличается от прилегающих к нему Русской и Западно-Сибирской равнин.

Но рассмотрим глубже поставленный вопрос: как представляют себе ученые продолжение Урала на юг и на север?

Если внимательно присмотреться к породам, слагающим Урал, то мы увидим, что на всем протяжении Уральского хребта горные породы смяты в резкие и пологие складки, разломаны трещинами, передвинуты по этим трещинам по вертикали и по горизонтали; среди всех этих пород как бы отдельными гигантскими очагами располагаются участки, состоявшие из застывшей, когда-то расплавленной огненно-жидкой массы или магмы.

Основываясь на сходстве смятых в складки пород, некоторые ученые считают, что Урал простирался на юг через Мугоджарские горы и находящийся южнее их хребет Султан-Уиз-Даг до северных дуг Тянь-Шаня (Александровского хребта).

Что же касается северного продолжения Урала, то по этому вопросу у геологов нет единого мнения. Одна группа ученых предполагает продолжение Урала через хребет Пай-Хой и остров Вайгач на Новую Землю; другие «поворачивают» Урал на полуостров Таймыр; третьи, как бы беря «золотую середину», «топят» Урал в Карском море.

Нет также исчерпывающего ответа и на вопрос о восточных и западных границах Урала.

Некоторые ученые, при обсуждении вопроса о восточной окраине Урала, ограничивали Уральский хребет резким уступом, тянувшимся в меридиональном направлении несколько восточнее города Свердловска. Они говорили, что к востоку от уступа Урал сменяется Западно-Сибирской равниной или низменностью. Другие ученые утверждали, что Урал на восток тянется до Енисея. В доказательство этого положения они приводили факты о наличии в пределах Западно-Сибирской равнины пород, сходных с породами, слагающими Урал. Эти породы сейчас скрыты от наблюдений на большую глубину до 1000—1500 метров, но они в ряде пунктов устанавливаются при бурении глубоких скважин.

Столь же сложным и недостаточно ясным является вопрос о западных границах Урала. Большинство ученых проводит эту границу там, где мы больше не встречаем смятых в складки горных пород. Такая граница на Среднем Урале проходит примерно по водоразделу рек Сылвы и Чусовой.

Выяснением вопроса о границах Урала в настоящее время занимаются многие геологи. Почему же нужно биться над разрешением такого сугубо теоретического вопроса? Какое это имеет значение для народного хозяйства? Ответ на эти вопросы дал один из корифеев нашей науки — академик А. Е. Ферсман: «Уральский хребет — великая геологическая единица нашего Союза — не только сам по себе носитель почти всех химических элементов Менделеевской таблицы, сила и мощь его, кроме того, в тех полосах, которые окаймляют его с запада, с их богатством солей, угля и нефти и полосами с востока, еще не вскрытыми геологической разведкой, но таящими несметные богатства».

Представьте себе, что во время геологических разведок мы найдем в Западно-Сибирской равнине такие участки, где породы, сходные с уральскими, лежат близко от поверхности, а не на глубинах в 1000—1500 метров. В этих участках мы можем предполагать, что встретим все то, чем богат и славен Урал. Следовательно, заниматься решением таких «теоретических» вопросов стоит.

Таким образом, такой простой вопрос, как «Что такое Урал?», еще не решен с достаточной полнотой и обоснованностью. Мы видим большое количество мнений, иногда, кажется, обоснованных, но еще недостаточно проверенных, от проверки которых зависит выявление природных ресурсов нашей страны.

Обилие мнений по различным вопросам геологии Урала не должно нас смущать. Вспомним слова товарища И. В. Сталина, высказанные им в работе «Марксизм и вопросы языкознания». Товарищ И. В. Сталин говорил: «Общепризнано, что никакая наука не может развиваться и преуспевать без борьбы мнений, без свободы критики»¹.

Прежде чем перейти к вопросам, касающимся непосредственно истории развития рельефа Уральских гор, необходимо сообщить несколько сведений общего порядка, чтобы дать представление о возрасте Земли и о тех геологических процессах, которые надо знать, рассматривая прошлое Урала.

О ВОЗРАСТЕ ЗЕМЛИ

«Мы знаем, что земля некогда представляла раскаленную огненную массу, затем она постепенно остыла, затем возникли растения и животные, за развитием животного мира последовало появление определенного рода обезьян, и потом за всем этим последовало появление человека.

Так происходило в общем развитие природы»².

Ученые подсчитали, что Земля имеет почтенный возраст: приблизительно два-три миллиарда лет. Возможно, что при определении возраста Земли ученые ошибаются на сто-двести или триста миллионов лет, но эта ошибка при таких больших цифрах не так уж существенна.

Оценка возраста горных пород производится путем точнейших подсчетов количества свинца и гелия, накопившихся в результате распада радиоактивных элементов. Зная скорость распада, или точнее, полураспада радиоактивных элементов: урана, радия, тория, можно подсчитать возраст горной породы, точно измерив количество свинца и гелия, возникших при радиоактивном распаде. Чем древнее породы, тем больше они содержат гелия и свинца.

Было подсчитано, что оболочка Земли — земная кора — возникла не менее полутора миллиардов лет тому назад. До этого

1 И. Сталин, Марксизм и вопросы языкознания, Госполитиздат, 1950, стр. 31.

2 И. В. Сталин, «Анархизм или социализм?», Соч., т. 1, стр. 311.

Земля переживала стадию звезды: она была в расплавленном огненно-жидком состоянии.

Весь этот огромный промежуток времени ученые для удобства подсчета разбивают на эры или группы, которые, в свою очередь, расчленяют на периоды и на другие более мелкие подразделения.

Эр или групп было пять: архейская, протерозойская, палеозойская, мезозойская и кайнозойская. В переводе эти названия означают: архейская — древнейшая, протерозойская — начало зарождения жизни, палеозойская — эра древней жизни, мезозойская — эра средней жизни и кайнозойская — эра новейшей жизни.

Геохронологическая таблица

Эры и длительность их	Периоды и длительность их	Горообразование
Кайнозойская — около 60 миллионов лет	Четвертичный — около 1 миллиона лет	* ₃ Альпийский революционный цикл
	Третичный — около 59 миллионов лет	
Мезозойская — около 160 миллионов лет	Меловой — около 80 миллионов лет	* Герцинский революционный цикл
	Юрский — около 35 миллионов лет	
	Триасовый — около 45 миллионов лет	
Палеозойская — около 350 миллионов лет	Пермский — около 30 миллионов лет	* Каледонский революционный цикл
	Каменноугольный — около 100 миллионов лет	
	Девонский — около 55 миллионов лет	* * * Каледонский революционный цикл
	Силурийский — около 100 миллионов лет	
Протерозойская — около 500 миллионов лет	Общих подразделений на периоды не имеют	Общие революционные циклы и фазы не установлены
Архейская — около 700 миллионов лет		

З Звездочками показаны некоторые фазы горообразовательных революционных циклов в жизни Земли, имевшие особенно важное значение для формирования Урала

Всю историю Земли мы разделяем на отдельные отрезки или этапы на основании изучения вымерших животных и растений, остатки которых, большей частью в окаменелом состоянии, находятся в различных слоях земли.

Специалисты, изучающие ископаемые органические остатки, с достаточной подробностью установили основные этапы развития животного и растительного мира, существовавшего в отдаленные геологические времена. В учебниках и в популярных книгах приводятся сведения об эволюции органического мира Земли⁴.

На страницах этих книг можно видеть снимки с разнообразных окаменелых раковин моллюсков и остатков кораллов, находимых в различных слоях палеозойской эры (эры древней жизни). К этим же слоям приурочены остатки уродливых рыб, имевших вместо скелета мощные панцири.

Ближе к концу палеозойской эры появились разнообразные гигантские двоякодышащие амфибии и пресмыкающиеся.

Художники по указаниям ученых сумели реставрировать ландшафты, характеризующие жизнь в палеозойских морях и на суше. На суше росли гигантские растения до 30 метров в высоту и до 3 метров в обхвате. Среди буйных зарослей обитали и насекомые — предки тараканов, кузнечиков и клопов, длиной до 70 сантиметров.

Страшные драматические эпизоды разыгрывались между этими необычайными на вид животными, многие из которых были плотоядными. Но наиболее ужасными из этих эпизодов были те, когда в результате изменившихся условий: изменений климата, поднятий и опусканий суши происходило массовое вымирание живых существ. В земных слоях мы находим следы таких вымираний, так называемые «поля смерти», представляющие мощные пласты, состоящие из костей животных. Такое «поле смерти» палеозойских пресмыкающихся было, например, обнаружено нашим ученым В. П. Амалицким в устье рек Сухоны и Юга вблизи города Котлас. Из костеносных пластов этого района доставлены были в музей Академии наук СССР десятки скелетов палеозойских звероподобных пресмыкающихся.

Еще более странный вид имели пресмыкающиеся, жившие в мезозойской эре (эре средней жизни). Вот, например, страшная на вид ящерица с роговым гребневидным наростом на спине. Она имела вес около 50 тонн. Это в 10—12 раз больше, чем вес современного взрослого слона. Длина такой ящерицы достигала 26—27 метров. В Монголии было найдено кладбище окаменелых мезозойских ящеров, были обнаружены даже гнезда яиц, причем многие яйца были с зародышами.

В мезозойскую эру появились и птицы. Они развились из прыгающих ящеров. Вид этих птицеящеров напоминает фантастических драконов.

4 См. список этих книг в конце книги.

Жутко было бы человеку в этом мире, полном химер и фантастических существ. Некоторые писатели в своих произведениях пытались изобразить переживания людей, попавших в такой странный мир. Вспомните фантастические романы академика В. А. Обручева, в которых описаны путешествия людей среди доисторических животных. В этих книгах довольно правдиво даны описания ныне вымершего органического мира.

В борьбе за существование одолели не гигантские ящеры, а млекопитающие. Первые млекопитающие, сходные с современными сумчатыми животными, живущими в Австралии, были величиной не более сурка. Одни из них были травоядными, другие хищными. Из них в кайнозойской эре (эре новейшей жизни) развились те многочисленные формы, которые в процессе эволюции дали современных млекопитающих, вплоть до человекообразных обезьян.

В середине кайнозойской эры (эры новейшей жизни) появился человек. Академиком А. Е. Ферсманом составлена интересная шкала геологического времени. Если мы,— говорил А. Е. Ферсман,— условно все геологическое время приравняем к суткам, то появление человека на такой диаграмме мы отметим за пять минут до полуночи.

Редкие остатки млекопитающих находим в слоях, соответствующих мезозойской эре, но главные находки их мы видим среди слоев кайнозойской эры.

По всем этим ископаемым органическим остаткам мы определяем возраст тех или иных слоев. Геологи специально ищут эти остатки для того, чтобы точно определить относительный возраст геологических напластований, а в связи с этим нарисовать на карте протяженность слоев и содержащихся в них полезных ископаемых.

КАК РОЖДАЮТСЯ ГОРЫ

На геохронологической таблице (см. таблицу, стр. 14) показано подробное расчленение эр на периоды или системы. - Здесь же даны примерные цифры длительности этих периодов.

Особое значение для понимания всех процессов, в результате которых возникают на поверхности земли горные цепи, а крепчайшие горные породы сминаются в сложные складки, имеет изучение фаз складчатости. Эти процессы протекали бурно и в сравнительно короткие отрезки времени. Бурные этапы в жизни Земли обычно сменялись периодами относительного покоя.

В каждом революционном цикле было несколько фаз. В эти фазы и происходили горообразовательные движения. В таблице звездочками показаны лишь те этапы, которые имели существенное значение в формировании Урала. Всего горообразовательных фаз насчитывается больше тридцати.

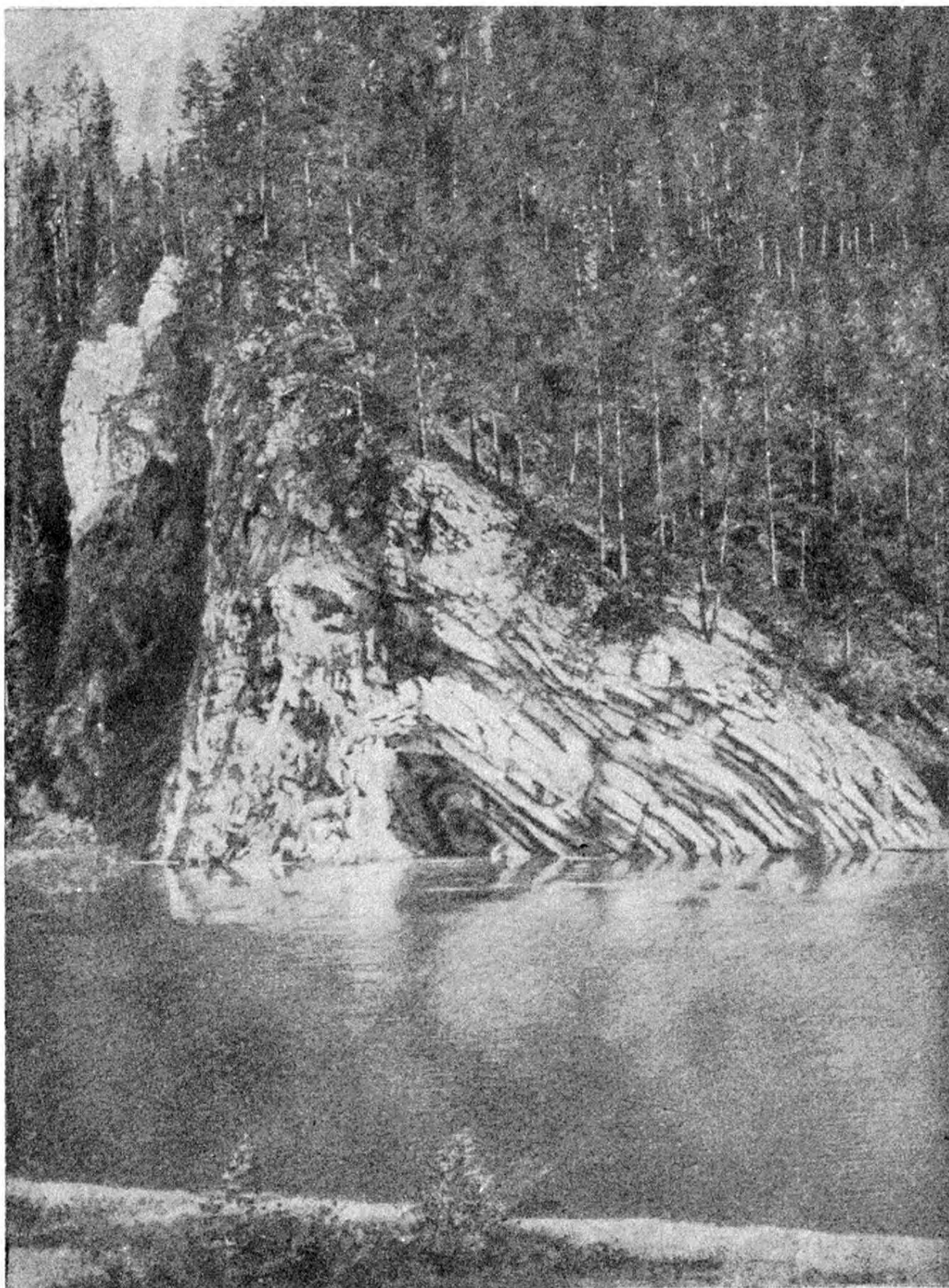


Фото 1. Складки каменноугольных известняков, выходящих в камне Печка, на р. Чусовой.



Фото 2. Небольшие разломы в сланцах, в Нязепетровском районе, по р. Уфе.

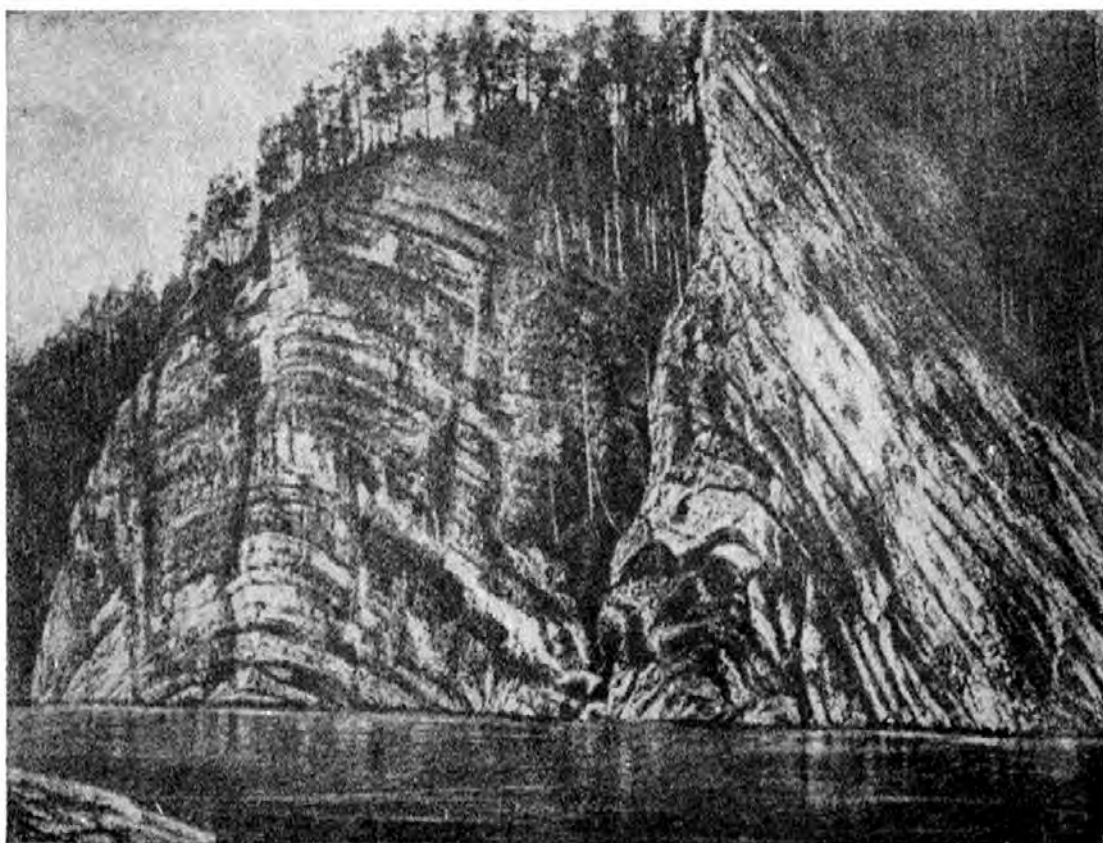


Фото 3. Складки девонских известняков, выходящих в камне Дужном, на р. Чусовой.

Роль и значение сменяющих друг друга революционных и эволюционных этапов в развитии Земли оценил впервые наш великий учёный М. В. Ломоносов, опередивший научную мысль того времени на 150—200 лет. Он говорил, что «такие перемены произошли на свете не за один раз, но случались в разные времена несчетным множеством крат, и ныне происходят и едва ли когда перестанут».

В революционные фазы крепчайшие горные породы сминались в причудливые складки, иногда сопровождавшиеся разломами (см. рис. 1 и фото 1, 2, 3).

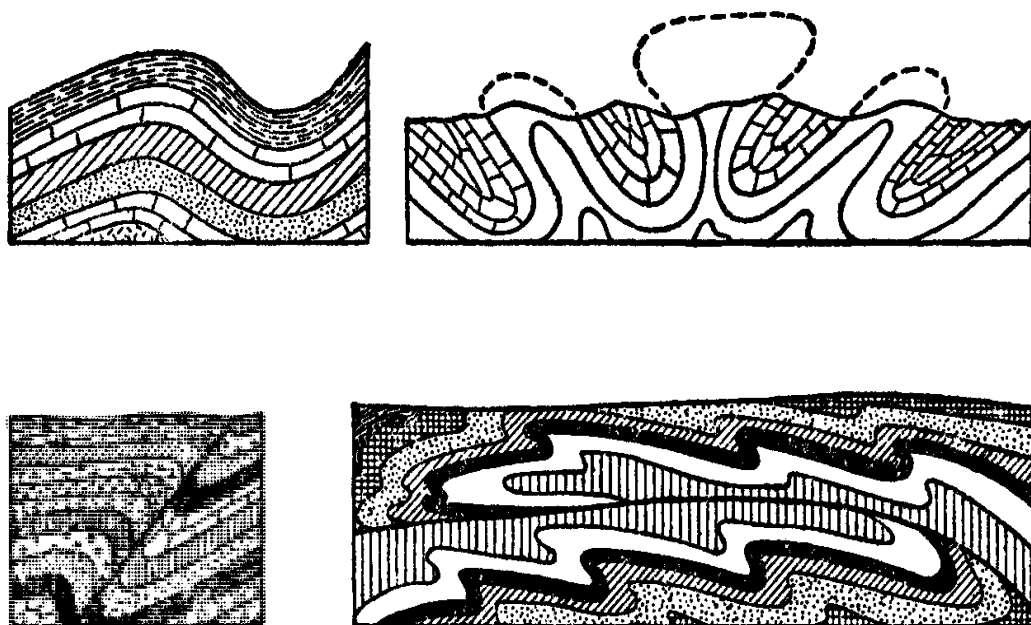


Рис. 1. Такие складки можно видеть в горных областях. Они часто бывают видны в береговых разрезах рек.

По разломам из больших глубин в земную кору внедрялись расплавленные огненно-жидкие массы — магма. Иногда эта магма достигала поверхности и изливалась в виде лавы из вулканических жерл, иногда она, не достигнув поверхности, застывала на глубине. О наличии таких подземных магматических очагов мы очень часто узнаем по жилам и по присутствию глубокоизмененных пород, утративших свой облик под воздействием высокой температуры и газов, которые прорывались сквозь земную оболочку.

На далекой Камчатке отряды советских ученых под руководством академика А. Н. Заварицкого изучают деятельность современных вулканов. Благодаря этим исследованиям наука обогатилась точными знаниями о температуре изливающейся лавы, изучен состав газов, вырывающихся из вулканических жерл, разрешены многие научные вопросы.

Работа, по изучению действующих вулканов опасна. Вот что рассказывают смельчаки, изучавшие камчатские вулканы:

«Еще одно нечеловеческое усилие, и мы вступили на вершину Ключевского вулкана. Перед нами была огромная впадина кратера, где из узкого жерла на дне ежеминутно происходили взрывы. Белый дым заволакивал кратер. От взрывов, казалось, дрожал весь вулкан. Клубы темного, порой белого дыма стремительно взвивались вверх, закрывая Солнце. Тучи пепла и камней, из которых многие отливали яркокрасным цветом, веером вздымались на 200—300 метров вверх и с грохотом возвращались обратно. Забыв усталость и опасности, мы стали спускаться в кратер...

Итти было трудно и опасно. Осторожно нащупывая каждый шаг, мы направились к грохотавшему жерлу. Тянуло подойти ближе и заглянуть внутрь. От острого запаха сернистого газа и хлористого водорода щекотало в носу и першило в горле. Вечерний мрак царил в кратере. Яркая окраска раскаленных камней выступала резче и ярче... На расстоянии 20—30 метров от границы падения камней мы занялись фотосъемкой. В это время раздался страшный грохот. Гигантское облако взвилось вверх и усыпало всю чашу кратера градом раскаленных камней...»

Изучая этот же вулкан, два советских геолога, надев асбестовые костюмы, вскочили на глыбу полузастывшей магмы и, как на плоту, продвигались на ней по расплавленной огненно-жидкой магме. Они поставили своей задачей изучение температуры расплавленной магмы. Забросить термометр в магму не удалось. Рискуя жизнью, они пробили ломом глыбу, на которой стояли, и опустили в образовавшееся отверстие термометр. Температура магмы была свыше тысячи градусов. Измерив температуру, они благополучно перепрыгнули на остывший край кратера.

Академик А. Н. Заварицкий, на основании подсчетов средних объемов лавы и пепла, выброшенных при извержениях, пришел к очень важному выводу, имеющему значение для всех районов распространения вулканических пород. Оказывается, величайший в Европе и Азии вулкан Ключевская сопка (на Камчатке), высотой около пяти километров, сформировался за короткий промежуток времени в пять тысяч лет.

Что представляет застывшая магма?

При изучении ее подвергают химическому анализу, изготавливают тонкие, прозрачные срезы — шлифы для исследования их под микроскопом. Оказывается, что застывшая лава вулкана Ключевской сопки близка по своему строению горным породам, которые можно встретить в окрестностях Свердловска, Тагила, Челябинска и т. д.

Все горные породы магматического происхождения состоят из разнообразных простых и сложных соединений кремния, магния, кальция, натрия, калия и других элементов. Соединения этих элементов образуют минералы, обычно имеющие красивую кристаллическую огранку. Соединения элементов кремния и кислорода

(окисел кремния) составляют, например, минерал кварц или горный хрусталь. Сложное соединение калия, алюминия, кремния, кислорода и водорода составляет слюду. Всего известно свыше двух тысяч разнообразных минералов. Большинство их образовалось при застывании магмы.

Горные породы состоят из сочетаний различных минералов.

Все магматические горные породы разделяют на несколько групп по содержанию в них окислов кремния.

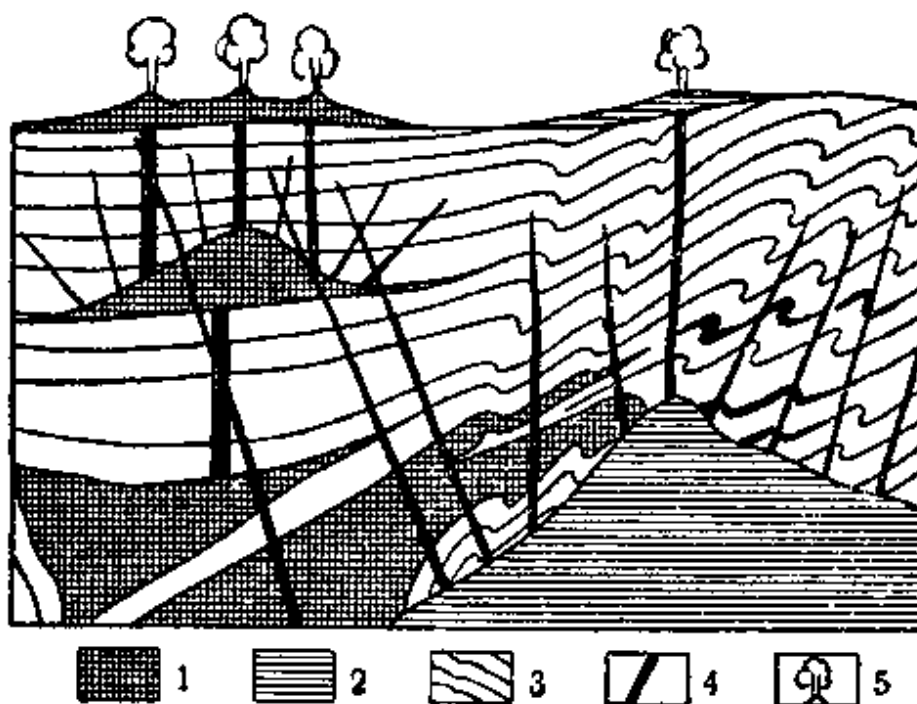


Рис. 2. На этом рисунке показаны внедрившиеся в земную кору (3) магматические очаги (7,2) и отходящие от них жилы (4). Прорываясь на поверхность от таких очагов, расплавленная огненно-жидкая магма дает вулканы (5).

Принято выделять кислые, средние, щелочные, основные и ультраосновные горные породы. Наибольшее количество окислов кремния содержится в кислых породах — гранитах. Наименьшее содержание окислов кремния известно в ультраосновных породах — дунитах и перидитах.

К магматическим очагам обычно бывают приурочены разнообразные полезные ископаемые: золото, платина, железо, медь, хром и многие другие.

Если бы мы разрезали землю на несколько километров вглубь, то увидели бы среди смятых в складки разнообразных пластов застывшие очаги магмы и сложную сеть жил, часто секущих друг друга (см. рис. 2).

После, а иногда и во время смятия горных пород в складки и внедрения огненно-жидких масс, происходили поднятия. Смятые в складки во время поднятий участки земной коры формировались в виде горного кряжа.

КАК УНИЧТОЖАЮТСЯ ГОРЫ

В периоды относительного покоя, между горообразовательными вспышками, повсеместно происходит процесс разрушения гор.

Чтобы понять это, достаточно внимательно взглянуть на окружающую нас природу. Везде мы видим следы действия тех же сил, которые формировали земную кору миллионы лет тому назад, и сейчас, на наших глазах, ведут ту же работу.

Ученые установили, что, например, Финляндия поднимается приблизительно на один метр в столетие, а Голландия постепенно погружается под уровень моря. Жители этой страны вынуждены строить мощные плотины для того, чтобы море не затопило освоенных культурных земель. Иногда поднятие идет сравнительно быстро. Недавно установлено, что Новая Земля за последние триста-четырееста лет поднялась на триста-четырееста метров.

Параллельно с поднятием суши идет процесс ее разрушения. Поднимающиеся участки подтачиваются морским прибоем. Кто когда-либо бывал на морском побережье, тот видел, как дни и ночи морские волны подтачивают берег, разрушая его и унося продукты разрушения в море. На месте прибоя сила воздействия морских волн увеличивается за счет удара о скалистый берег уже разрушенных обломков горных пород. Вдали от берега происходит процесс отложения разрушенных частиц. Так возникают мощные толщи морских осадков.

Не только морской прибой ведет разрушительную работу. Разрушительную работу ведут климат, льды, реки и организмы.

Как может климат воздействовать на горные породы? Простой опыт показывает нам, что если мы вынесем на мороз чугунную бомбу, наполненную водой, то силой кристаллизации воды, превращающейся в лед, чугунная бомба разрывается. В природных условиях вода, попадая в мельчайшие трещинки в горных породах, замерзает при охлаждении ночью и, увеличиваясь в объеме при образовании льда, разламывает и разрушает любую горную породу (см. фото № 5).

Но не только в странах с холодным климатом разрушаются горные породы. В жарких странах, под воздействием палящих лучей солнца вытягивается влага из горных пород. Соли, растворенные в воде днем, при испарении влаги, кристаллизуются. При этом также происходит изменение объема, а это способствует растрескиванию и размельчению горных пород. Ночью соли притягивают из воздуха к себе влагу, днем процесс кристаллизации повторяется вновь.

В пустынных и степных областях огромную разрушительную работу производит ветер.

Тучи пыли и песка переносятся ветром на большие расстояния. Эти явления известны под названием «помехи», «захвата» и «мглы». Ветер, несущий песок и пыль, бороздит и шлифует скалы,

сдувает разрушенные выветриванием обломки горных пород. Движущиеся пески—дюны и барханы — покрывают значительные по размерам участки пустынь.

Столь же разрушительно воздействует на горные породы покров льда. Льды, накапливаясь в горных странах, спускаются в равнины и растекаются на большие площади. Во время движения лед сдирает рыхлый покров, бороздит скалы, отрывает глыбы и переносит все эти разрушенные горные породы на большие расстояния.

Сравнительно недавно — несколько десятков тысяч лет тому назад — льды покрывали значительные пространства Европейской России. Мощность их достигала нескольких километров. Льды распространялись из трех очагов: Швеции и Финляндии, Новой Земли, Северного Урала. Горные породы, известные только в Финляндии и на Кольском полуострове, обнаруживаются в обломках-валунах на Днепре и на Дону. В настоящее время такой мощный ледниковый покров известен в Гренландии. Мощность льда там достигает двух километров.

Большую разрушительную работу ведут реки. При продвижении к морю реки не только переносят разрушенный материал в виде песка, глины, они врезаются в поднимающуюся страну и пропиливают себе глубокие долины (см. фото № 6 и № 7).

Как горные породы разрушаются организмами? Достаточно, например, сказать, что в природе насчитывается свыше двухсот видов лишайников, которые могут развиваться и жить на отполированной поверхности скал. В процессе жизнедеятельности они разрушают и разрыхляют поверхность, подготавливая почву для других растений.

В результате жизнедеятельности различных растений образуется слой разрыхленных горных пород — почва. Эти рыхлые продукты разрушения горных пород легко сносятся, смываются, и процесс разрыхления горных пород начинается сначала.

Обломки горных пород, разрушенные и перенесенные реками, льдами, ветром и т. д., дают начало новым образованиям — осадочным горным породам; к ним принадлежат пески, глины, галечники, известняки. По происхождению среди них различают речные, ледниковые, морские осадки и т. д.

Таким образом, мы видим, что в природе вечно действуют и борются два начала: созидательное — когда в результате горообразовательных процессов на земле возникают складки, образуются глубинные и излившиеся магматические горные породы, поднимаются высочайшие горы, и разрушительное — когда в результате воздействия внешних сил снашиваются горы, разрушаются первозданные горные породы, образуя различного типа обломочные осадки.

Процесс созидания гор протекает относительно быстро, процесс разрушения длится миллионы лет.

НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ УРАЛА В АРХЕЙСКУЮ И ПРОТЕРОЗОЙСКУЮ ЭРЫ

(Или как выглядел Урал 500—600 миллионов лет назад)

Мы не можем пока с достаточной полнотой восстановить начальные этапы развития Урала в архейскую и протерозойскую эры. Геологи, занимающиеся изучением Урала, еще бьются над разрешением этой загадки.

В апреле 1942 года в Свердловске собрались специалисты-геологи, изучавшие свыше двенадцати лет древнейшие толщ Урала. При подведении итогов наших знаний об этих толщах выяснились разногласия между учеными не только по вопросу [®]возрасте архейских и протерозойских толщ Урала, но и по вопросу истории формирования слоев этого возраста.

Так, например, один из специалистов по данному вопросу кандидат геолого-минералогических наук М. И. Тарань считал, что к западу от современного Урала в протерозое располагался горный массив — «Восточные карелиды», откуда сносились осадки в море, находившееся на территории современного Южного Урала. В конце протерозойской эры, по представлениям М. И. Тараня, на месте моря образовались горные цепи, имевшие примерно то же направление, что и горные цепи современного Урала.

Существует, однако, иное мнение о древнем рельефе Урала. Мнение это высказано геофизиками.

При сводке материалов по изучению магнитности пород и свойств силы тяжести по всему Уралу выявилось, что многочисленные аномалии несколько косо, почти в широтном направлении пересекают современный Урал. Направление этих аномалий не совпадает с направлением современных уральских складок.

Геофизики высказали предположение, что эти аномалии показывают нам направление магнитных и немагнитных, а также плотных и менее плотных протерозойских и архейских пород, смятых в складки. Возможно, что эти складки представляют остатки тех горных хребтов, которые были созданы на Урале до отложения палеозойских осадков.

Итак, мы можем сделать первый вывод. Начальные стадии развития уральских гор еще только недавно начали познаваться учеными.

Пока существует два предположения: первое — уральски-протерозойские и архейские горы имели то же направление, что и современные горы, и второе — древние уральские горы располагались косо по отношению к современному Уралу.

Если посмотреть на Урал с точки зрения второго положения, обоснованного геофизиками, то протерозойский Урал простирался, далеко за пределы современного Урала, так, как это показано на рис. 4 (см. стр. 33).

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА

(Отрезок времени 350 миллионов лет)

КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД

В 1931 году к западу от города Медногирска, в районе деревни Кидрясово, геологами были найдены интересные обломки и куски известняка среди пород вулканического происхождения. В кусках известняка оказались окаменелости, сходные с окаменелостями, находимыми вблизи Ленинграда, в слоях, залегающих непосредственно на протерозойских гранитах. Эти окаменелости относятся к кембрийской системе.

Детальное изучение кидрясовских окаменелостей показало нам, что здесь в кембрийский период жили и развивались разнообразные моллюски. Облик этих моллюсков указывает, что они жили в морском бассейне.

Невольно встает вопрос: как же окаменелые остатки этих моллюсков попали в толщу пород вулканического происхождения? Ведь не обитали же эти существа вблизи вулкана, из которого изливалась магма, имевшая температуру около тысячи градусов.

На основании сделанных находок было высказано предположение, что на Южном Урале в кембрийский период существовало море, в котором развивались эти организмы. После того, как были отложены морские осадки, здесь было мощное извержение вулкана. Изливавшаяся магма, при своем движении вверх, захватила куски и глыбы кембрийских пород и вынесла их на поверхность. Часть обломков кембрийских известняков была выброшена в виде вулканических бомб и отложена вместе с вулканическим пеплом.

В ряде пунктов Южного и Среднего Урала на современных геологических картах показаны кембрийские отложения, однако возраст этих отложений еще не везде достаточно доказан.

Очень интересные данные о древнем рельефе Северного Урала докладывал кандидат геолого-минералогических наук К. А. Львов на заседании Уральского геологического общества. К. А. Львов установил, что на Северном Урале в середине кембрийского периода произошли горообразовательные движения, в результате которых там возникли горы меридионального направления, резко отличающиеся от направления гор, возникших в более поздние этапы складкообразования.

Кембрийские осадки в этом древнем горном сооружении сильно изменены. Изучение кембрийских осадков в горных сооружениях показало, что кембрийские уральские горы, после того как они были смяты в складки и приподняты, были разрушены, и на месте этих горных хребтов возникла равнинная страна.

Разрушение кембрийских Североуральских гор произошло сравнительно за «короткий» промежуток времени, примерно в 20—30 миллионов лет.

СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

О том, как развивался Урал в силурийском периоде, еще не так давно, лет пятнадцать тому назад, мы почти ничего не знали. Сейчас благодаря исследованиям, произведенным советскими учеными Н. Н. Дингельштедтом, А. А. Блохиным, А. Н. Ивановым, В. М. Сергиевским и многими другими, нам стало известно большое количество достоверных фактов о силурийском периоде в жизни Урала. Эти факты основываются на многочисленных находках окаменелых организмов, некогда живших в Уральском силурийском море.

На основании собранных исследователями силурийских окаменелых моллюсков сейчас установлено повсеместное наличие на Урале морских осадков большой мощности. Эти осадки отлагались в море, которое захватывало тогда весь Урал. Устанавливается также резкое отличие осадков, накопившихся в восточных участках Уральского силурийского моря, от осадков, накопившихся в западных его частях.

В восточных участках благодаря мощным разломам, происшедшим в земной коре, накапливались, главным образом, вулканические породы. Накопление их шло в море. Происходило подводное излияние магмы, которое сопровождалось выбросами вулканических бомб и осаждением вулканического пепла. Возможно, что местами создавались вулканические острова, подобные тем, которые в настоящее время имеются между Аляской и Камчаткой. Между островами в силурийском море местами откладывались известняки и глины, в них мы сейчас находим окаменелости. Часто известняки и глины переслаиваются с вулканическими породами, и мы, таким образом, можем судить о неоднократных излияниях магмы.

В результате такого типа образования горных пород в Уральском силурийском море накопилась толща осадков, мощностью в несколько километров. Геологи называют ее «зеленокаменной вулканогенной толщей». К зеленокаменной толще Урала приурочено большое количество разнообразных рудных полиметаллических месторождений полезных ископаемых, в том числе медносерных.

Иная географическая обстановка была на западе. Главным ее отличием от только что обрисованной обстановки осадконакопления восточного типа являлось отсутствие вулканической деятельности. На западе осадконакопление шло в нормальном морском бассейне. Граница между этими резко различными типами осадков проходила примерно по современной осевой части Урала (см. рис. 3).

В силурийском периоде мы также отмечаем горообразовательные движения. Лет пятнадцать тому назад геологи считали, что в силурийском периоде на Урале не было горообразования. Об этих неправильных взглядах иронически в одной из своих работ

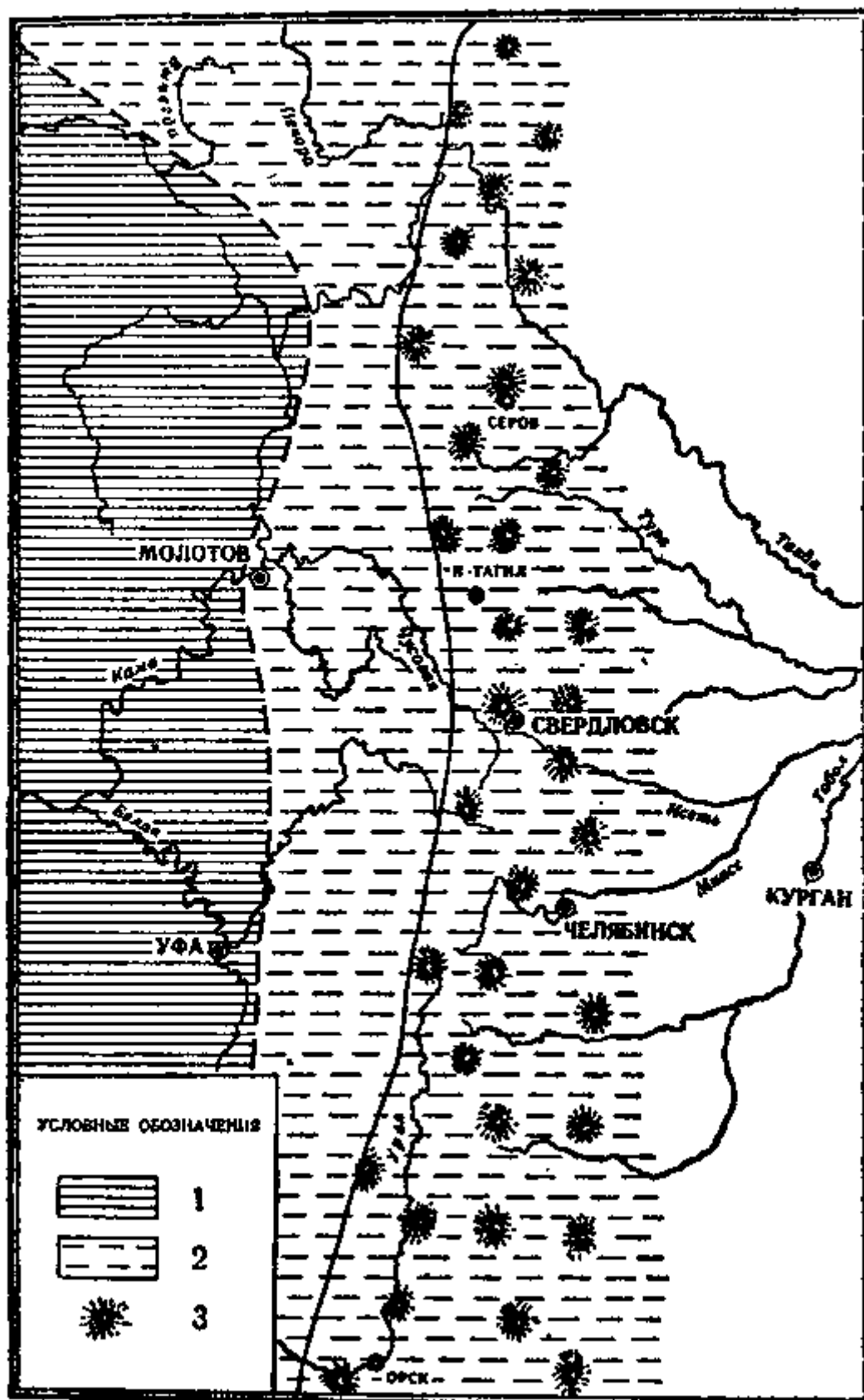


Рис. 3. Таким был Урал около 400 миллионов лет тому назад, в конце силурийского периода. В морском бассейне (2) были подводные излияния вулканов (3). Может быть, кое-где возникали недолговечные вулканические острова, разрушаемые морским прибоем. На западе расстилась невысокая суша (7). Что было на востоке?— Геологи пока не установили.

так писал геолог А. В. Хабаков, один из первых установивший на Урале следы каледонских горообразовательных революций: «Историю уральской складчатой полосы до времени герцинского диастрофизма (складчатости) изображали в виде постепенного, почти непрерывного пульсирующего углубления, огромного прогиба и столь же утомительно спокойного заполнения этого корыта мощными толщами обломочных пород. Будто Урал возник в один прекрасный герцинский день прямо из пены морей».

С этих позиций, о которых пишет А. В. Хабаков, еще и сегодня некоторые геологи рассматривают Урал, считая, что Уральские горы были созданы только в один этап — в конце палеозойской эры.

Между тем, нам важно знать расположение древних горных массивов Урала. Это даст нам ключ к направлению поисков различных полезных ископаемых, содержащихся в древних толщах.

Мы сейчас только грубо приблизительно можем наметить, что древние каледонские (кембрийские и силурийские) горы, располагавшиеся на Среднем и Южном Урале, были ориентированы в меридиональном направлении. Точно же их направление пока еще не установлено (см. рис. 4, стр. 33).

ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

Еще большим количеством фактов мы располагаем о девонском периоде в жизни Урала. Эти факты основаны также на изучении весьма разнообразных окаменелостей. Кроме морских моллюсков, мы часто встречаем среди девонских отложений Урала остатки позвоночных, главным образом рыб. По всем этим остаткам отчетливо распознаем девонские слои.

Общий тип осадконакопления, намеченный в силуре, сохранился и в девонском периоде. На востоке Урала в девонском архипелаге продолжались извержения, в результате которых были созданы также мощные толщи осадков, составляющие верхнюю часть «зеленокаменной толщи».

Во многих местах Урала, в особенности на Южном Урале, отлагались в это время замечательные осадки, из которых позднее были образованы яшмы — красивейшие декоративные камни, которыми так славится Урал.

В западных участках, среди известняков, глины и других пород, накапливались еще более замечательные осадки, так называемые доманиковые породы: пропитанные нефтепродуктами глины и известняки, из которых позднее произошли нефти Второго Баку.

Уральский доманик, судя по исследованиям члена-корреспондента Академии наук СССР Н. М. Страхова, накапливался в морской среде, вблизи устьев крупных рек. В девонском море вместе с илом падали на дно отмершие организмы, главным образом, представители простейших форм.

Процесс накопления больших количеств гнилостного ила —¹ сапропеля, переполненного остатками мельчайших организмов, мы наблюдаем и в настоящее время во многих озерах, в том числе уральских. Из сапропеля искусственно можно получить после перегонки вещества, сходные с нефтепродуктами. Эти опыты были произведены в двадцатых годах нашего столетия академиком Зелинским.

Гнилостный ил девонских морей после своего образования был покрыт новыми осадками. В этих условиях органическая масса перегнивала без доступа воздуха; при разложении возникали углеводороды, из которых состоит нефть. Позднее, во время горообразования, нефть была «выжата» в складки Второго Баку.

Повидимому, в последние стадии девонской жизни Урала¹ произошло новое горообразование. Есть все основания предполагать, что в этот горообразовательный этап возникли на Южном Урале горные цепи северо-восточного направления (см. рис. 4, стр. 33). Но и эти горные сооружения просуществовали недолго на поверхности земли. В конечном итоге они были также разрушены, и к началу каменноугольного периода Урал представлял почти равнинную страну, омываемую с запада морем. Море распростра-^{*}нялось и на весь Средний и Северный Урал.

КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Мы видели, что к началу каменноугольного периода на территории Среднего и Северного Урала было море. Оно просуществовало недолго, и вскоре на месте морского бассейна почти по всему Уралу была сформирована суша. Низменные, заболоченные пространства этой суши омывались морями с востока и с запада. На суше произрастала пышная растительность, родственная современным папоротникам, хвощам. Растения эти были гигантские: 20—30 метров в высоту, но они имели слабо развитую корневую систему. Нередко сильные бури производили опустошения в таких лесах. Накопленный бурелом создавал иногда мощные залежи, которые заносились песком, илом и т. п. Так были образованы первичные залежи каменного угля в Кизеловском, Егоршинском, Полтаво-Брединском районах.

Континентальный период на Урале длился сравнительно не[^]долго. Вскоре весь Урал вновь покрылся морем, и почти повсеместно начали отлагаться известняки.

Любопытные факты, имеющие значение для понимания развития рельефа Урала, отмечают исследователи, работавшие в районе реки Реж. Примерно в среднем течении этой реки в береговых обрывах можно видеть известняки, иногда переполненные крупными окатанными глыбами разнообразных пород. Исследования, произведенные в участках, расположенных к западу от выходов этих пород, показали отсутствие следов горных сооружений для этого отрезка времени развития Урала. Исследователи заклю-

чили, что крупное горное сооружение располагалось восточнее среднего течения Режа: в пределах Западно-Сибирской низменности. Проверить это заключение пока не удастся, так как каменноугольные породы в настоящее время в Западно-Сибирской низменности залегают на больших глубинах под мезозойскими и кайнозойскими осадками.

Во второй половине каменноугольного периода море постепенно освобождало от своего покрова все большие и большие площади восточных участков Урала. А к концу каменноугольного периода оно располагалось только в пределах современного западного склона Урала. Здесь оно соединялось с другим морем, покрывавшим почти всю Европейскую часть СССР.

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

Отложения пермской системы были установлены в начале прошлого столетия русскими учеными. Долгое время установление пермской системы неправильно приписывали английскому геологу Мурчисону. Описывая осадки пермской системы, Мурчисон сделал ряд ошибок, включив в ее состав осадки, принадлежащие каменноугольной системе. Ошибку Мурчисона отметил в конце прошлого столетия академик А. П. Карпинский.

Однако вопросы об отнесении пограничных слоев к той или иной системе и сейчас еще вызывают ожесточенные споры. Если принять точку зрения академика А. П. Карпинского, то на границе между каменноугольной и пермской системами был горообразовательный этап, в результате которого на Урале оформились складчатые горные сооружения, по конфигурации сходные с современными.

Этот горный кряж с запада омывался морем. В море сносились мощные толщи обломочных пород.

Считают, что высота пермских Уральских горных цепей достигала на Среднем Урале 3—4—5 тысяч метров над уровнем моря. Обломочный материал, сносимый с этих горных цепей, отлагался у подножия гор, вдоль всего современного западного склона Урала. Буровыми и геофизическими исследованиями установлено, что мощность обломочных пород, снесенных с «Пермских Уральских альп», достигает полутора тысяч метров.

В конце этого периода вдоль Уральского хребта, в области современного Среднего Урала, в лагунах отлагались мощные толщи каменных и калийных солей.

«Пермские Уральские альпы», так высоко приподнятые над уровнем моря, оказались намного выше той линии, где снег успевает растаивать за лето, поэтому на вершинах гор стали развиваться ледники, местами опускавшиеся к западному пермскому морскому бассейну.

Надо отметить еще одну особенность осадконакопления в пермском периоде: примерно во второй половине этого периода

разрушение и снос обломочного материала на Урале достигли таких пределов, что стали обнажаться глубокие участки древних пород, слагающих Урал. Были, например, обнажены породы, содержащие медь «зеленокаменной вулканогенной толщи» силура и девона, давшие при разрушении материал для накопления так называемых пермских медистых песчаников.

В конце пермского периода Урал вновь пережил горообразовательный этап, во время которого были смяты в складки толщи, накопленные в пермском периоде.

ГЛУБИННЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ УРАЛА

В жаркий летний день тысячи свердловчан обычно отправляются к берегам Шарташского озера. Здесь так приятно отдохнуть, выкупаться, позагорать.

Всеобщее восхищение свердловчан вызывают знаменитые Шарташские Каменные палатки, представляющие эффектные «нагромождения» гранитных плит.

Город Свердловск окружают с востока, севера и юга обширные массивы гранитов. Один из них — Верх-Исетский—тянется далеко на север, до станции Шурала. В пределах этого массива расположен получивший широкую известность камень «Семь братьев», еще более красивый, чем Шарташские Каменные палатки. Летом к камню «Семь братьев» устремляются туристы со всех концов Урала.

Граниты вообще широко распространены на Урале. Их можно встретить к западу от Челябинского парка культуры и отдыха; правда, здесь нет эффектных шиханов, подобных Шарташским Каменным палаткам или камню «Семь братьев». Граниты большей частью скрыты травяным покровом. В редких полузаросших выходах можно видеть те же матрацевидные плиты гранитов.

Наличие в центре Урала, в окрестностях Свердловска и Челябинска, глубинных магматических пород — гранитов является ярким подтверждением тех грандиозных процессов, которые некогда переживал Урал.

Многие миллионы лет тому назад раскаленная огненно-жидкая магма внедрилась в толщу земной коры; затем эта магма медленно остывала, раскристаллизовывалась; после остывания, а возможно, в момент внедрения магмы, воздвиглись высокие горные цепи, позднее уничтоженные в результате совместной геологической деятельности воды, ветра, климатических изменений. Невысокие останцы — Шарташские Каменные палатки представляют остатки разрушенных древних гор.

В последние годы стало традиционным проведение Всесоюзных лыжных соревнований в окрестностях Свердловска, в районе Уктусских гор. Здесь неоднократно вызывала бурные аплодисменты «Хозяйка Уктусских гор»; с лыжных трамплинов взлетали и парили в воздухе лучшие спортсмены страны.

Но не все, повидимому, знают, что под снегом и льдом, под беговыми дорожками и ледяным трамплином в Уктусских горах скрыты глубинные магматические ультраосновные породы, выкристаллизовавшиеся из расплавленной огненно-жидкой магмы. Эти породы также возникли на больших глубинах и после разрушения Уральских гор были вскрыты и выведены на поверхность.

Еще более четкая картина распределения ультраосновных и основных пород вскрывается при исследовании участков, расположенных к западу от Нижнего Тагила. Классические описания геологического строения этих участков даны исследователями Урала Н. К. Высоцким и академиком А. Н. Заварицким. Такие же породы известны на Северном Урале; ими сложены величественные сопки Денежкина камня.

На Южном Урале, между Златоустом и Челябинском, вблизи станции Миасс, расположен известный всему миру Ильменский государственный заповедник. 14 мая 1920 года председатель Совета Народных Комиссаров Владимир Ильич Ленин подписал декрет, в котором говорится: «Ввиду исключительного научного значения Ильменских гор на Южном Урале... Совет Народных Комиссаров постановляет объявить отдельные участки Ильменских гор... Государственным Минералогическим Заповедником, т. е. национальным достоянием, предназначенным исключительно для выполнения научных задач страны».

В Ильменских горах заповеданы камни. Нигде в мире нет участка, равного по научной ценности Ильменским горам. Здесь, как в музее, в многочисленных копиях можно видеть в естественной обстановке ценнейшие и красивейшие минералы. Со всех концов страны летом сюда стекаются туристы, чтобы посмотреть богатства Ильменских гор, чтобы порыться в отвалах копей и взять на память красивый минерал.

В поисках искрящегося при свете «солнечного камня», «лунного камня», просвечивающего холодным голубоватым, тусклым светом, туристы проводят целые дни. Загадочный «еврейский камень», на котором как бы вырезаны письмена, привлекает всеобщее внимание. Всматриваясь в этот камень, хочется разгадать письмена, раскрыть одну из тайн природы... Кажется, вот еще немного, и загадка раскроется.

Посетителей Ильменских гор чарует голубовато-зеленый «амазонский камень» — амазонит. В залах Ленинградского Эрмитажа все восхищаются гигантскими вазами, изготовленными из амазонита. Красивейший поделочный камень был подвергнут на гранильной фабрике длительной обработке. Талантливые мастера — русские скульпторы придали камню совершенную огранку и полировку.

Наши ученые Д. С. Белянкин, А. Н. Заварицкий, А. Е. Ферсман и многие другие раскрыли тайну Ильменских гор. Здесь так же, как и в окрестностях Свердловска, на большой глубине была внедрена магма. Под ее воздействием изменились окружающие

породы. Из магмы возникли щелочные породы — сиениты, миа-скиты, многочисленные жильные породы и т. д. В жилах и в самих горных породах во время медленной раскристаллизации магмы возникли все минералы, создавшие славу Ильменским горам. Остывшие горные породы были затем выведены на поверхность в результате воздействия на поднимающуюся страну тех же внешних сил — воды, климата, ветра и т. д.

С магматическими горными породами, спокойно раскристаллизовавшимися на глубине, а затем выведенными на поверхность, связаны многочисленные полезные ископаемые: черные, цветные, драгоценные металлы, разнообразные нерудные полезные ископаемые. Так возникли месторождения железных руд — гора Благодать, гора Магнитная и многие другие.

В жилах, сопутствующих таким магматическим очагам, находятся золото и драгоценные камни.

26 октября 1842 года в одном из южноуральских приисков в россыпи был найден самородок золота весом 2 пуда, 7 фунтов. 92 золотника. Самородок залегал в рыхлой почве на глубине $4\frac{1}{2}$ аршина от поверхности земли. Исследовавший этот самородок советский минералог В. И. Соболевский определил, что самородок залегал вначале в жиле, а затем после разрушения жилы попал в россыпь. Эта жила была, повидимому, связана с одним из гранитных массивов, развитых в окрестностях прииска.

Другой гигант из группы самородков, найденных на Урале, самородок платины весом 7 килограммов 861,3 грамма был обнаружен в россыпи, располагающейся вблизи выходов ультраосновных пород — дунитов и перидотитов. В этих глубинных породах содержится платина, но извлекают ее обычно из россыпей.

Академик А. Д. Архангельский в своей сводке по геологическому строению СССР писал, что глубинные магматические породы, а также излившиеся вулканические породы зонально располагаются вдоль современного Урала. Главной областью развития этих пород является восточная часть Урала. На Среднем Урале отчетливо выделяются три главнейших зоны: 1) зона основных и ультраосновных пород, расположенная вблизи осевой части современного Уральского хребта; 2) зона вулканических пород силурийского и девонского возраста и 3) зона распространения гранитов. Вторая и третья зона прослеживаются далеко на юг в пределы Южного Урала и Мугоджар.

Изучая глубинные магматические породы Урала, мы всегда задаем себе ряд вопросов: когда произошло внедрение магмы? Один раз внедрилась магма или эти процессы неоднократно повторялись? Отвечая на эти вопросы, мы отчетливо представляем всю сложность их разрешения.

Мы видели, что возраст осадочных горных пород сравнительно легко определяется по окаменелостям. В магме же, конечно, они отсутствуют, так как все горные породы, попавшие в магму, полностью переплавляются. В большинстве случаев определение

возраста пород магматического происхождения производится по соотношениям их с окружающими породами, возраст которых достаточно известен. Так, например, граниты, расположенные к югу и юго-востоку от Свердловска, сильно изменили облик силурийских, девонских и каменноугольных пород. Отсюда делается вывод о пермском возрасте их. Другой пример: окатанные обломки ультраосновных пород встречаются на Среднем Урале среди девонских отложений. Поэтому считают, что эти породы возникли в конце силурийского или в начале девонского периода.

Нам весьма важно знать, какой возраст имеют глубинные магматические породы. Зная их возраст, мы можем ожидать, что в области распространения разновозрастных пород мы можем встретить одинаковый комплекс полезных ископаемых.

Согласно одному из распространенных мнений, глубинные магматические породы Урала разновозрастны. Граниты окрестностей Бердяуша и Троицкий гранитный массив сформулировались в протерозойскую эру. Гранитные массивы окрестностей Свердловска, Челябинска и многие другие внедрялись в пермском периоде. Возможно, что ультраосновные и основные породы Урала также разновозрастны. Этих взглядов, например, придерживается известный исследователь глубинных магматических пород Урала Б. М. Романов.

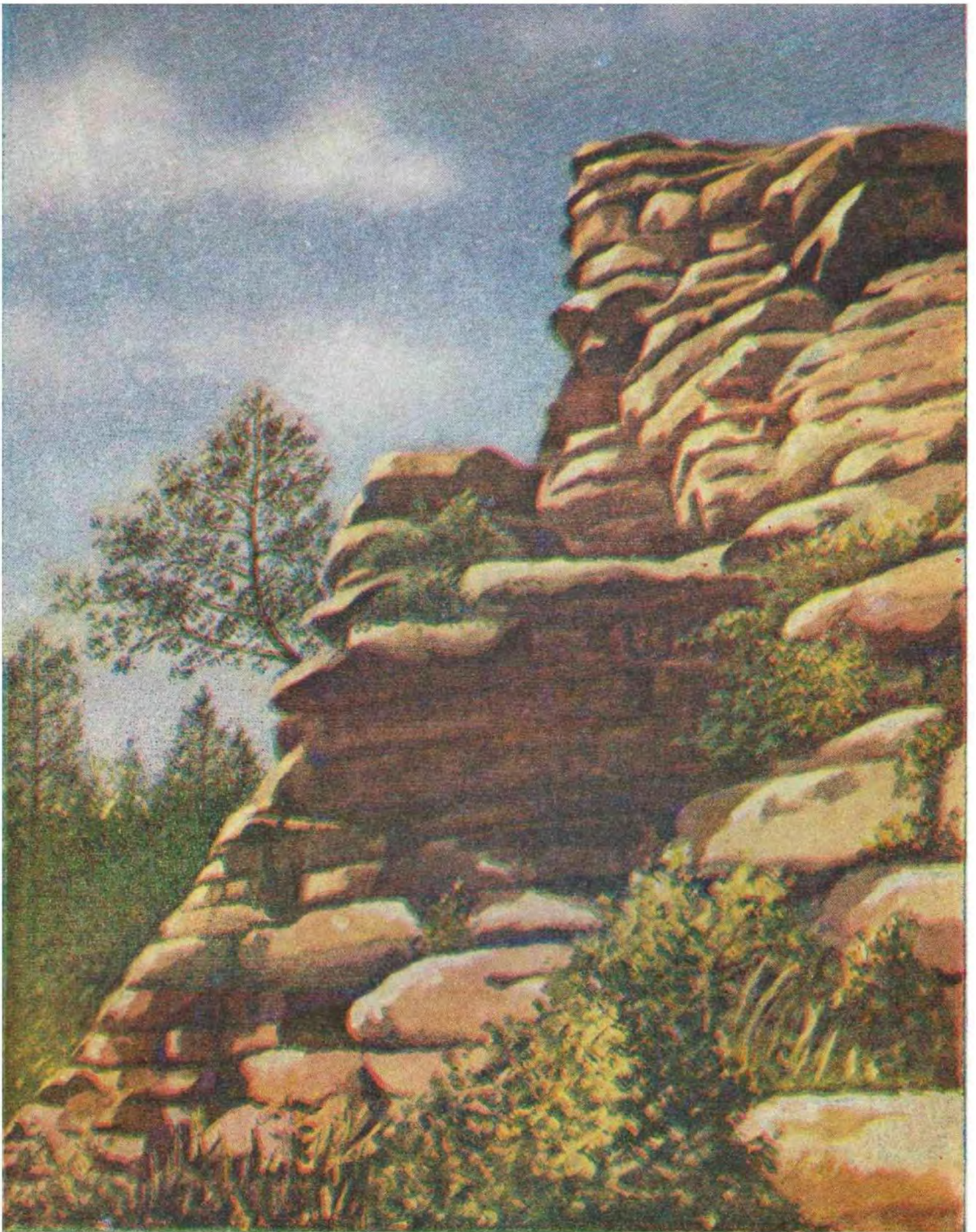
В последнее время устанавливается закономерная связь формирования глубинных магматических пород с революционными фазами в жизни Урала. Считают, что ультраосновные и основные породы связаны главным образом с каледонским и ранними фазами герцинского циклов складчатости. Значительное количество гранитных массивов образовалось в последние фазы герцинского цикла.

НЕКОТОРЫЕ ОБОБЩЕНИЯ И ВЫВОДЫ О ПАЛЕОЗОЙСКОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА УРАЛА

Мы видим, что современные представления о развитии рельефа Урала основаны на фактах, свидетельствующих о значительной роли горообразовательных движений в жизни Урала. Большим достижением наших уральских геологов является установление фактов, подтверждающих, что на Урале имели место отдельные фазы каледонского и герцинского циклов складчатости, во время которых создавались в некоторых участках Урала горные цепи различных направлений (см. рис. 4).

Конечно, это пока только схема, отображающая идею, с которой мы должны подходить к восстановлению картины развития рельефа Урала в палеозое (эра средней жизни). Много еще надо положить труда для того, чтобы восстановить все моменты развития палеозойского уральского рельефа.

Перед уральскими геологами встает сложный вопрос — изучить все детали направления древних складчатых систем и связи пород, слагающих эти системы с разнообразными полезными иско-



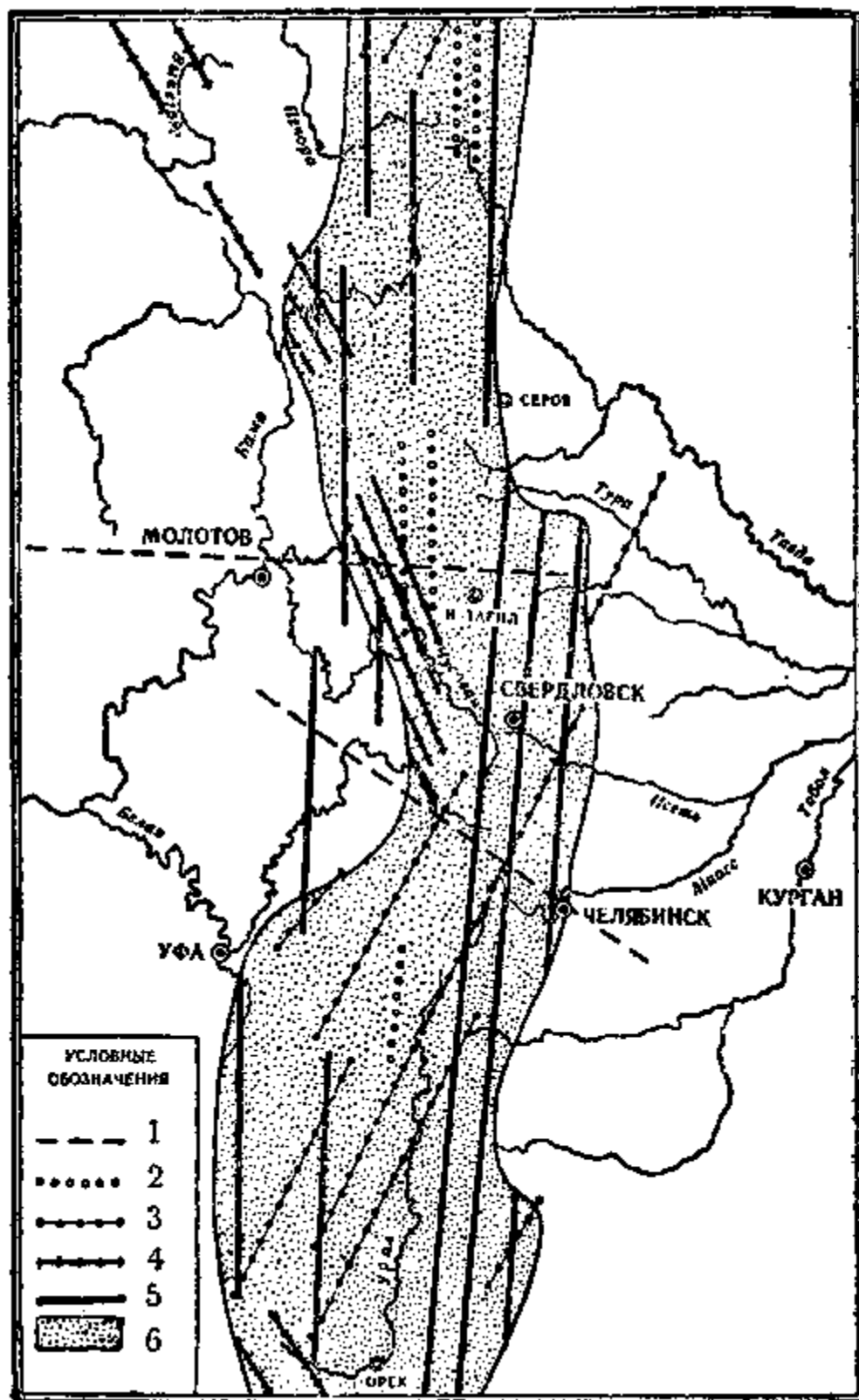


Рис. 4. На рисунке различными линиями показаны направления горных цепей, возникавших на Урале в разное время. Они уничтожались в результате воздействия внешних сил.

Объяснения знаков: 1 — предполагаемые геофизиками направления протерозойских гор; 2 — каледонские горы (кембрийские и силурийские); 3 — раннегерцинские горы (девонские); 4 — среднегерцинские горы (каменноугольные); 5 — позднегерцинские горы (пермские); 6 — точки показаны в тех участках, в которых можно наблюдать остатки палеозойских гор.

паемыми. Если геологами будут разработаны, на основе взглядов академика А. П. Карпинского, подробные палеогеографические карты, на которых будут указаны все сложные моменты формирования Урала (включая сюда осадконакопление, складчатость и последующее изменение осадков под влиянием магматических пород), то, сочетая такие карты с детальными геологическими картами, можно будет создать канву для безошибочных поисков разнообразных полезных ископаемых.

На этих картах должны быть полностью восстановлены не только герцинские и каледонские, но и протерозойские горные цепи, стерты с лица земли сотни миллионов лет тому назад. На них будут отмечены все явления, связанные с магматической деятельностью Урала: очерчены области распространения глубинных, излившихся и жильных пород, показаны ареалы воздействия магмы на окружающую среду, вскрыта связь вулканической деятельности с древними горами. Восстановление древней географии Урала даст нам в итоге новые месторождения железа, меди, угля, нефти, бокситов, золота и т. д.

НАУЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ О РАЗМЕРАХ ГОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГЕРЦИНСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

В начале книги мы затронули вопрос о размерах Урала и о продолжении этой складчатой страны на север и на юг, на запад и на восток. Работами советских геологов, произведенными за последние десятилетия, устанавливаются истинные размеры тех областей, которые были сформированы в виде горных сооружений во время герцинской складчатости.

На рис. 5, составленном по материалам академика А. Д. Архангельского, мы видим, что между двумя монументальными глыбами или платформами — Русской и Сибирской, сложенными в основании монолитными, жесткими породами, неоднократно смятыми в архейской и протерозойской эрах, располагается так называемое Урало-Тянь-Шаньское сооружение. С юга это сооружение обрамлено поясом молодых пород, возникших в результате альпийского горообразования.

Объединение в единое Урало-Тянь-Шаньское сооружение таких участков, как Новая Земля и Таймыр на севере и Казахская складчатая страна и Тянь-Шань на юге, произведено на основании одного главного признака: во всех этих участках проявилась герцинская складчатость.

Для нас, живущих на Урале, особенно интересны области, располагающиеся с востока и с запада от Урала.

Лежащая на восток обширная Западно-Сибирская низменность относится к тем областям, в которых герцинские сооружения нацело разрушены, погружены на различную глубину и погребены под молодыми осадками. Геофизические наблюдения, проведенные во многих участках Западно-Сибирской низменности,

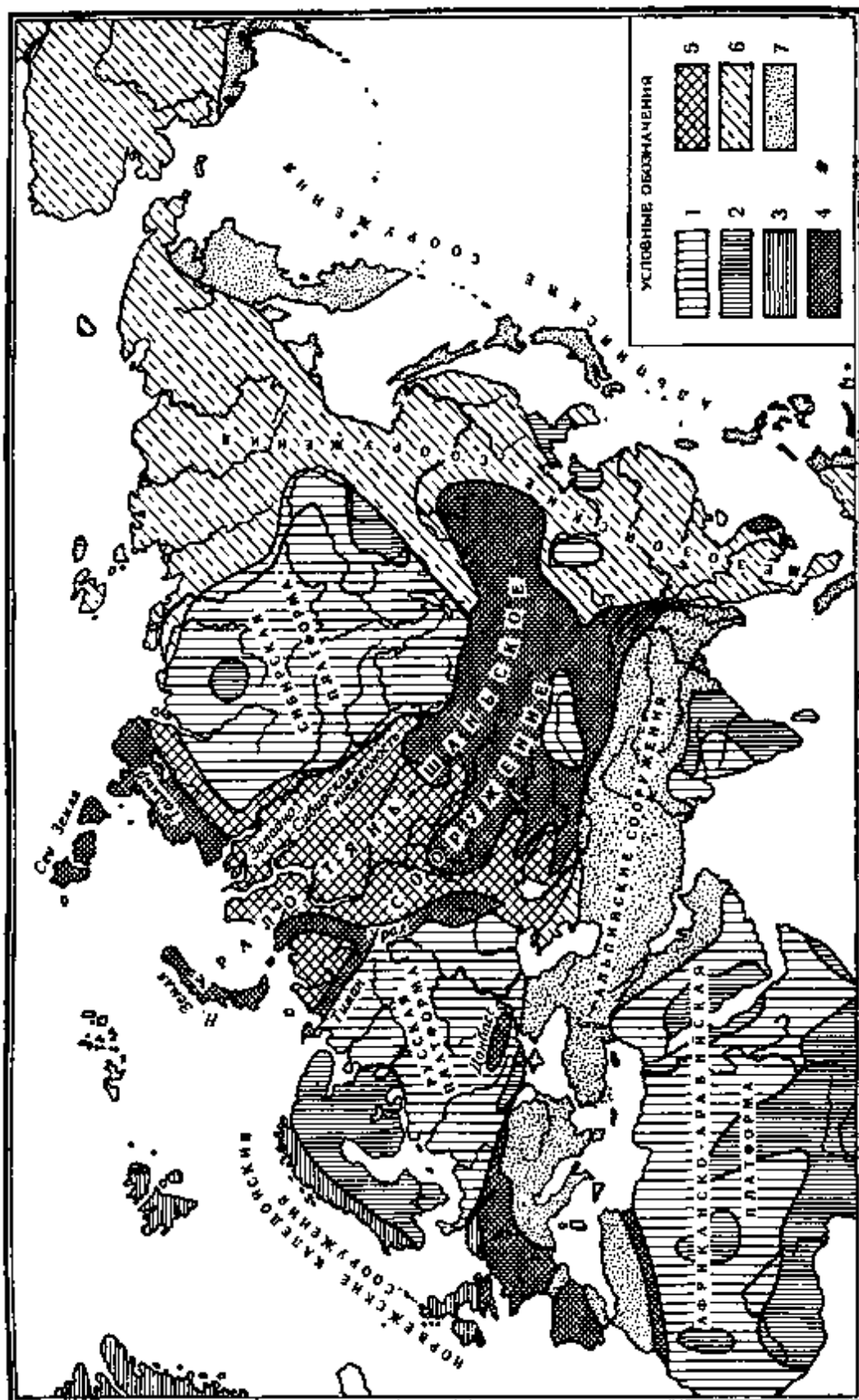


Рис. 5. В конце палеозойской эры в результате мощных горообразовательных движений было создано грандиозное Урало-Тянь-Шаньское горное сооружение. Позднее отдельные части его были разрушены. На рисунке показано, какие размеры занимало это сооружение.

Объясняя знак: 1 и 2 — платформы, созданные до начала палеозойской эры, притом более густой вертикальной штриховкой (2) показаны выходы древних пород на поверхность. Слабы вертикальные штрихи (1) дана в тех местах, где допалеозойские породы залегают под горизонтально лежащими более молодыми осадками; 3 — каледонские горные сооружения; 4 и 5 — палеозойские (герцинские) горные сооружения. Слабая штриховка (5) дана в тех местах, где палеозойские горы впились в старую землю и погребены под более молодыми горизонтально лежащими осадками; 6 — горы, созданные в мезозойской эре; 7 — горы, созданные в результате альпийской складчатости (главным образом в третичном периоде).

показывают нам распределение различных аномалий в основном параллельно Уралу. Это дает право утверждать о продолжении Урала на восток до реки Енисея. Глубокое бурение, проведенное в различных участках Западно-Сибирской низменности, подтверждает этот вывод. Всюду буровые скважины, пройдя мезозойские и кайнозойские отложения, врезаются в герцинские складки. Таким образом, к востоку от Урала располагаются складки, сходные по происхождению и по возрасту с Уральскими и, следовательно, содержат в себе те же богатства, которые известны и на Урале.

На запад Урал простирается недалеко. Однако если бы нам удалось отыскать в этих участках следы погребенного древнего рельефа (каледонского или раннегерцинского), то там можно было бы найти богатые скопления нефти.

РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА УРАЛА В МЕЗОЗОЙСКОЙ ЭРЕ И ТРЕТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

(Отрезок времени свыше 200 миллионов лет)

Оформившиеся к концу палеозойской эры мощные горные сооружения подверглись интенсивному разрушению.

Чтобы разъяснить последние страницы истории развития рельефа Урала и выяснить все главнейшие моменты мезозойской и кайнозойской жизни Урала, около десяти лет тому назад собрался коллектив специалистов. Каждый из этих специалистов возглавлял группу геологов, техников и рабочих.

В результате трехлетней упорной работы этого коллектива была создана и опубликована геоморфологическая карта Урала, на которой условными знаками нанесены разнообразные формы рельефа Урала, сгруппированные по их происхождению⁵.

Значение этой работы огромно. Эта карта является первой в мире сводкой по истории развития рельефа такой обширной территории, как Урал. На многие годы эта карта опередила подобные же исследования, проводимые за границей. В этом большое ведущее теоретическое значение данной работы. Карта представляет громадный практический интерес для работников, добывающих полезные ископаемые.

Каждый из специалистов, работавших по составлению геоморфологической карты Урала ставил своей задачей не только описать существующий рельеф Урала, но и объяснить происхождение этих форм рельефа.

Для понимания истории возникновения рельефа большое значение имеет изучение склонов речных долин и водоразделов.

Пересекая уральские реки, мы видим, что долины этих рек на всем протяжении Урала имеют некоторое сходство между собой.

⁵ Геоморфологией называется такая отрасль геологии, которая занимается изучением вопросов происхождения форм рельефа.

На всех реках имеются большие и маленькие площадки террасы. Террасы располагаются на различной высоте от уреза реки. На каждой реке, вблизи уреза реки, имеется песчаный или каменистый пляж, ежегодно затапливаемый во время весеннего паводка. На поверхности такого пляжа всегда можно видеть принесенные в половодье стволы деревьев и обломки горных пород. На кустарниках и деревьях, растущих на такой площадке, или, как ее называют, пойменной террасе, всегда можно видеть отметки от воздействия льдин, нагромождавшихся во время ледохода. Такая площадка, или терраса, разрабатывается на наших глазах, часто меняя очертания.

Если подняться выше по склону долины, то после небольшого уступа, иногда мало заметного, мы вступаем на обширную площадку — первую надпойменную террасу, обычно не затапливаемую в половодье. Лишь в редкие годы, во время катастрофических половодий, эта площадка заливается водой. К таким площадкам или террасам приурочены поселки, пашни, луга. При рытье колодцев или шурфов, закладываемых на первой надпойменной террасе, можно видеть, что ее рыхлые отложения аналогичны отложениям пойменной террасы. Отсюда можно сделать вывод, что образование и разработка первой надпойменной террасы происходила в таких же условиях, в каких на наших глазах происходит образование пойм. Значит, первая надпойменная терраса разрабатывалась в то время, когда река еще не была врезана так глубоко, как она врезана в настоящее время. Уровень рек при разработке первой надпойменной террасы, следовательно, был значительно выше.

Если подняться еще выше по склону долины, то можно встретить следы более высоких террас, так же отграниченных резкими или пологими уступами. На всех уральских реках можно насчитать до пяти надпойменных террас, разработанных в то время, когда образовались и углублялись современные реки. Шурфы, вырытые на этих террасах, показывают примерно однотипный состав рыхлых отложений, аналогичный составу рыхлых отложений, покрывающих пойменную и первую надпойменную террасы.

Современные методы исследований возраста рыхлых отложений, покрывающих террасы, основаны на изучении и определении под микроскопом тех органических остатков, которые встречаются в этих породах. Микроскопическими исследованиями было подтверждено, что чем выше располагается по склону долины терраса, тем она древнее. Отсюда геоморфологи смогли восстановить шаг за шагом историю возникновения и зарождения долин.

Много трудностей встречается на пути исследователя.

Долина реки может иметь ширину от нескольких десятков метров до десятков километров; и можно себе представить, как трудно приходится исследователю ориентироваться в подсчете террас в широких долинах. Задача исследователя усложняется еще и тем, что встречаются террасы (особенно верхние), очертание кото-

рых в плане не соответствует конфигурации современных рек. В этом случае приходится шаг за шагом проследить направление этих террас и кропотливо восстанавливать их.

Изучение террас и древней речной сети необходимо не только для целей воссоздания картины развития современного рельефа; с рыхлыми отложениями, покрывающими террасы, связаны многочисленные россыпные месторождения разнообразных полезных ископаемых, в том числе благородных металлов. Нанесенный на карту контур древней реки — это путь для тех, кто занят разработкой месторождений россыпных полезных ископаемых.

Еще большую сложность для исследователя представляет изучение водораздельных пространств. В тех районах, где мы имеем высокие горные вершины, исследователи подметили, что высота этих вершин, как правило, более или менее одинакова для каждого участка Урала. Если, исследуя Урал, пересечь его в широтном направлении, то можно видеть закономерную ярусность ландшафта, выражающуюся в наличии трех или четырех ярусно располагающихся вершин водораздельных пространств. Если мысленно соединить эти вершины предполагаемой поверхностью, то мы получим представление о трех или четырех ярусах ландшафтов, один из которых располагается над всеми другими, а два или три яруса водораздельных пространств лежат последовательно ниже, как бы окаймляя верхний ярус рельефа.

Геоморфологи задались целью отобразить эти ярусы ландшафта на общей сводной геоморфологической карте Урала. В ряде мест на ярусах ландшафта были встречены глины, пески и галечники, причем удалось по содержащимся в этих отложениях разнообразным органическим остаткам определить возраст и рыхлых отложений и, следовательно, возраст ярусов ландшафтов.

Обращали ли вы внимание весной на странный зеленовато-желтый цвет тонкой пленки, покрывающей некоторые лужи? Если исследовать состав этой пленки под микроскопом, то мы увидим громадное количество остатков пыльцы, сдуваемой ветром при массовом цветении растений. Размер каждого пыльцевого зерна редко превышает 3—4 сотых миллиметра. В каждом препарате можно насчитать тысячи таких пыльцевых зерен.

Процесс отложения пыльцы растений так же, как и сейчас, происходил миллионы и десятки миллионов лет тому назад. Исследуя под микроскопом различные образцы, можно по многочисленным пыльцевым зернам установить состав растительности минувших эпох. Кроме пыльцы растений, в этих пластах мы встречаем остатки костей различных животных, а в слоях четвертичного периода и остатки древней культуры человека.

Все это детально изучалось. О находках органических остатков, найденных на различных ярусах ландшафтов, написаны многочисленные труды.

Это была кропотливая работа. Много жарких споров было у исследователей о возрасте тех или иных ярусов ландшафтов, не

все еще вопросы решены окончательно, но общая схема истории развития уральского рельефа все же была намечена.

Оказалось, что самые верхние ярусы ландшафта соответствуют наиболее древним формам рельефа. Нижние ярусы ландшафтов соответственно отвечают более «молодым» формам.

Изучение террас и ярусно расположенных ландшафтов в сочетании с изучением других форм рельефа, возникших в результате деятельности моря, подземных вод, озер, ледников в т. д., позволило еще более уточнить отдельные моменты истории развития уральского рельефа.

ТРИАСОВЫЙ И ЮРСКИЙ ПЕРИОДЫ

С начала триаса шло разрушение Урала. В разрушительную работу включились все внешние силы: работа климата, работа рек, работа временных потоков и т. п. Не принимало участия в этой разрушительной деятельности только море. Триасовый и юрский периоды могут считаться в основном континентальными.

Только вблизи южных окраин Урала в триасовом периоде располагались лагуны, представляющие заливы огромного моря находившегося в пределах современного Кавказа, Крыма, Каспийского и Черного морей. В этих лагунах шел замечательный процесс осадконакопления: здесь отлагались соли бора.

В конце юрского периода вдоль восточного и западного склонов полого приподнятого Северного Урала расположены были небольшие заливы. Следы этих заливов наблюдаются в бассейне реки Печоры и по рекам Сосьве и Лобве.

Триасовых осадков на Урале сохранилось немного, но зато на Русской платформе на значительных пространствах залегают обломочные породы, содержащие органические остатки триасового периода. Среди обломков, составляющих эти породы, встречаются только частицы, принесенные с Урала. В них можно распознать и уральские яшмы, и породы «зеленокаменной толщи» и другие.

Отдельные вопросы развития уральского триасового и юрского рельефа помогли нам осветить геологи, занимающиеся разведкой угольных месторождений. Имена некоторых из них — лауреатов Сталинской премии П. М. Есипова, Б. Ф. Тарханеева и др. — знает вся страна.

Крупнейшие ученые нашей страны — академик А. П. Карпинский и профессор А. Н. Криштофович — изучили растительные остатки, встречающиеся в этих углях. Им удалось установить, что растения, давшие мощную угольную толщу, принадлежат к числу форм, живших в конце триасового и в начале юрского периодов. Было установлено также, что тип угленакопления этого времени был примерно сходен с типом угленакопления каменноугольного периода. Угленосные триасово-юрские осадки располагались в сравнительно узких впадинах. Не исключена возможность, что эти впадины залегали между какими-то хребтами..

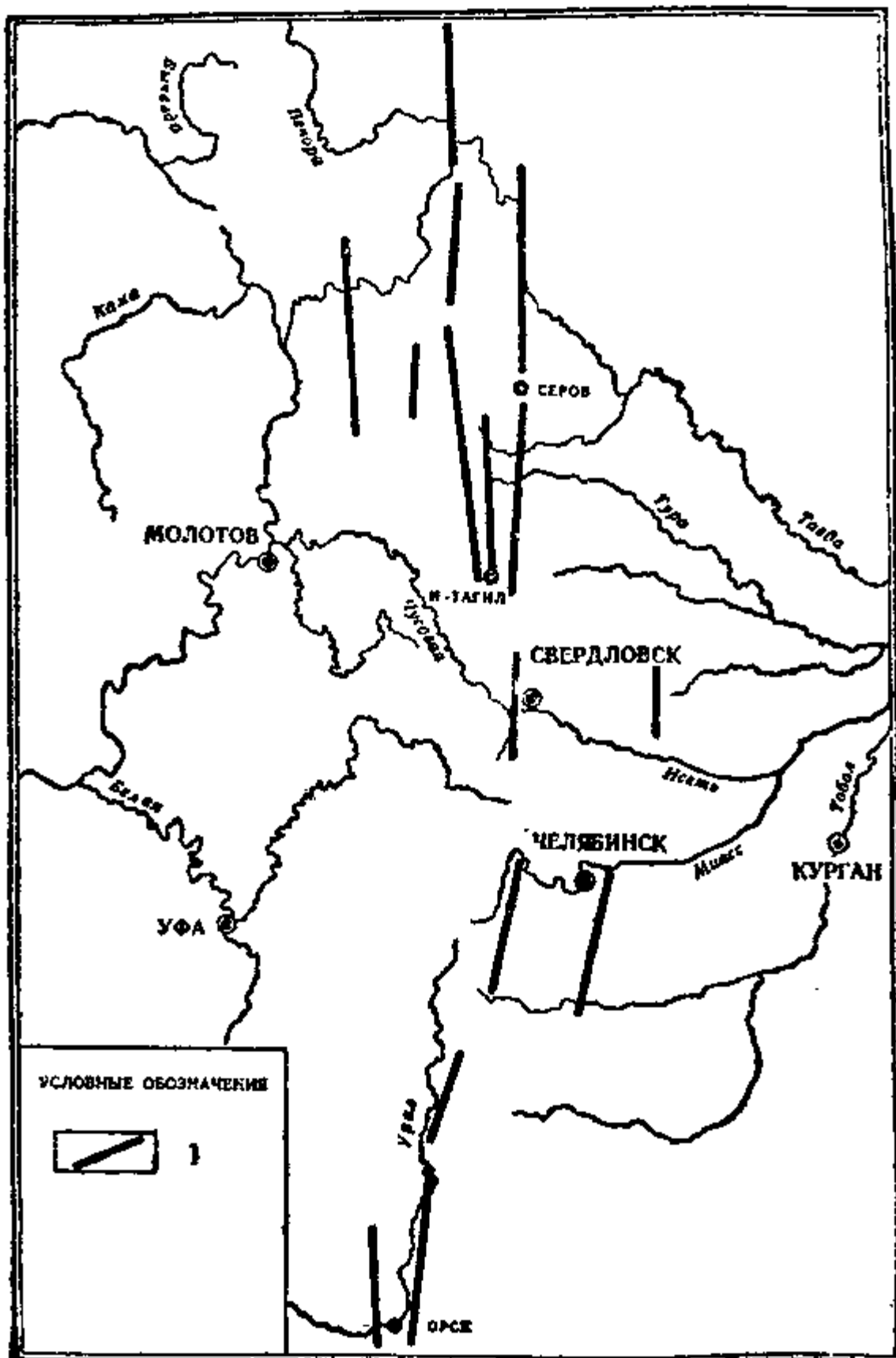


Рис. 6. Может быть, в триасовом, может быть, в юрском периоде произошли разломы по тем направлениям, которые показаны на этой схеме линиями (7). К некоторым из этих разломов позднее (в меловом и третичном периодах) приспособилась речная сеть.

А. В. Хабаков, изучавший триасовые и юрские отложения на Южном Урале, пришел к выводу, что доюрский (триасовый) рельеф Урала представлял почти равнину. На этой равнинной приподнятой поверхности в неглубоких впадинах залегали образования, называемые корой выветривания.

Кора выветривания представляет продукт разрушения разнообразных горных пород. Граниты, например, при выветривании дали сначала дресву, а затем были превращены в глины. Из известняков получились разноцветные глины. Такие же глины произошли и из вулканических пород.

При выветривании всех этих пород произошло естественное обогащение рыхлых продуктов теми полезными ископаемыми, которые содержались в разрушающихся породах, поэтому в коре выветривания часто встречаются промышленные скопления ценнейших полезных ископаемых.

А. В. Хабаков установил, что древний равнинный рельеф и кора выветривания покрыты глинами, песками и галечниками, содержащими растительные остатки юрского возраста.

Если проследить эту равнинную поверхность по всему Уралу, то оказывается, что она переходит на самый верхний ярус ландшафтов. Иными словами, все самые высокие вершины Урала (имеющие в настоящее время, высоту 1500—1800 метров) были заложены в конце триасового и юрского периодов. У нас нет оснований считать, что в триасе и в юре в этих пунктах были такие же возвышенности. Они образовались позднее, в результате целого ряда поднятий. В триасовый же и юрский периоды на месте Урала располагалась равнинная безжизненная слабо приподнятая над окружающей местностью пустыня. Кое-где уцелели сред этой пустыни отдельные невысокие возвышенности. В долинах между возвышенностями существовали оазисы растительности.

Некоторые сведения мы имеем о наличии слабых горообразовательных движений юрского периода. Нам известно, что угленосные юрские отложения были смяты в пологие складки после того, как они были накоплены. Параллельно со складчатостью происходили разломы и надвигания отдельных глыб на другие глыбы (см. рис. 6). Возможно, что такие же разломы происходили не только в восточном Предуралье, но и на Урале; позднее к этим разломам приурочилась древняя речная сеть.

МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

Однажды в музей Свердловского горного института принесли необычный образец. Он был похож на обломок окаменелой кости, но отличался от костей известных нам животных своими размерами и формой. Специалисты определили, что этот обломок принадлежал задней конечности крупного водоплавающего пресмыкающегося — плезиозавра.

Известно, что плезиозавры жили в меловом периоде. Они имели длинную шею, очень маленькую голову, короткое туловище, небольшой хвост. Конечности их были похожи на лапы моржа. В длину эти пресмыкающиеся достигали шести метров. Обломок кости был найден на одном из участков Горного Урала.

Подобные находки, наряду с общим обликом осадков, а также органические остатки говорят о том, что в меловом периоде вдоль восточного склона Урала располагалось море. В этом бассейне, однако, не происходило такого мощного осадконакопления, какое мы отмечаем в палеозойских морях. Граница моря проходила на Среднем Урале несколько восточнее Свердловска.

Такое же море было и на западном склоне Урала. Особенно хорошо изучены осадки западно-уральского мелового моря в северном и южном Предуралье. Неизвестно пока, было ли море в средней части западного Предуралья. Правда, меловые окаменелые моллюски найдены в окрестностях гор. Красноуфимска, однако слои, заключающие эти органические остатки, были позднее (в четвертичном периоде) переотложены и перемыты.

Соединялись ли западное и восточное меловые моря? Ученые установили, что на Южном Урале они соединялись. Возможно, что они соединялись и на Среднем Урале. Высказано предположение о том, что в районе современных рек Тагила и Серги был морской пролив, но это предположение еще мало обосновано.

Если такое соединение было, то этот среднеуральский морской меловой пролив мог быть приурочен к пятой террасе современных рек Тагила и Серги. Если это предположение правильно, то высота Среднего Урала была в меловом периоде не более 50—100 метров (от уровня мелового моря), т. е. уже в меловом периоде Средний Урал был значительно ниже Северного и Южного Урала (см. рис. 7).

Пятая терраса Среднего Урала соответствует по времени началу формирования среднего яруса ландшафтов, наблюдаемых на Северном и Южном Урале.

Отлагались ли осадки на сравнительно слабо приподнятом меловом Уральском хребте? Исследованиями доказано наличие континентальных меловых осадков, так называемой «беликовой толщи», частично еще, возможно, относящейся к юре. На Среднем Урале с беликовой толщей связаны месторождения железных руд.

Некоторые исследователи утверждают, что вообще с меловым периодом была связана эпоха рудообразования и накопление (в морских водоемах) залежей железа.

Среди образований мелового периода, развитых в западных участках Северного Урала, мы встречаемся с вулканическими породами. 70—80 миллионов лет тому назад вблизи современных верховий некоторых печорских рек располагались вулканы. Находимые здесь породы характеризуют последнюю вспышку вулканизма на Урале.

ТРЕТИЧНЫЙ ПЕРИОД

Жителям города Свердловска трудно представить на наших широтах субтропический климат. Однако, примерно, такой же климат, какой сейчас характерен для Кавказа, был здесь несколько десятков миллионов лет тому назад, в третичном периоде. Многочисленные остатки растений, находимые в третичных осадках, подтверждают этот факт.

В начале третичного периода восточное море имело примерно те же размеры, что и в меловом периоде. Но оно просуществовало недолго.

Интересны органические остатки этого моря. Наряду с различными моллюсками мы встречаем в осадках третичного моря обломки зубов акул. Акулы в массе обитали в этом теплом море.

В конце третичного периода восточное море распалось на лагуны и озера. Некоторые из озер, возможно, существуют в донине.

К западу от Урала в третичном периоде располагалась суша. На суше, лежащей к западу от невысокого Уральского хребта, так же как и на самом хребте, повсеместно отлагались континентальные осадки: огнеупорные глины, пески и галечники. Эти осадки на Среднем Урале, подчеркивая конфигурацию некоторых современных рек, находятся в их долинах на той же пятой террасе, что и меловые слои. Такие осадки, например, развиты во реке Чусовой.

В некоторых участках Южного Урала среди третичных континентальных осадков встречаются залежи торфа и бурого угля.

Надо заметить, что не везде третичные осадки приурочены к долинам современных рек. На восточном склоне Урала мы часто встречаем речные третичные осадки на водоразделах современных рек.

Геоморфологическими исследованиями, произведенными на восточном склоне Урала, установлены меридиональные долины образованные третичной речной сетью.

В конце третичного периода произошло новое поднятие всего Уральского хребта. Это обусловило перераспределение речной сети. Местами размер этих новых поднятий достигал 100 и более метров.

После того, как поднялся Урал, начался новый этап врезания рек. Конфигурация рек этого времени стала точно соответствовать направлению течения современных рек.

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ О РАЗВИТИИ РЕЛЬЕФА УРАЛА В МЕЗОЗОЕ И В ТРЕТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

Два этапа характерны для мезозойской эры и третичного периода Урала. В первом этапе совершенно был разрушен герциевский Урал. Время этого разрушения совпадает с триасовым и юрским периодами.

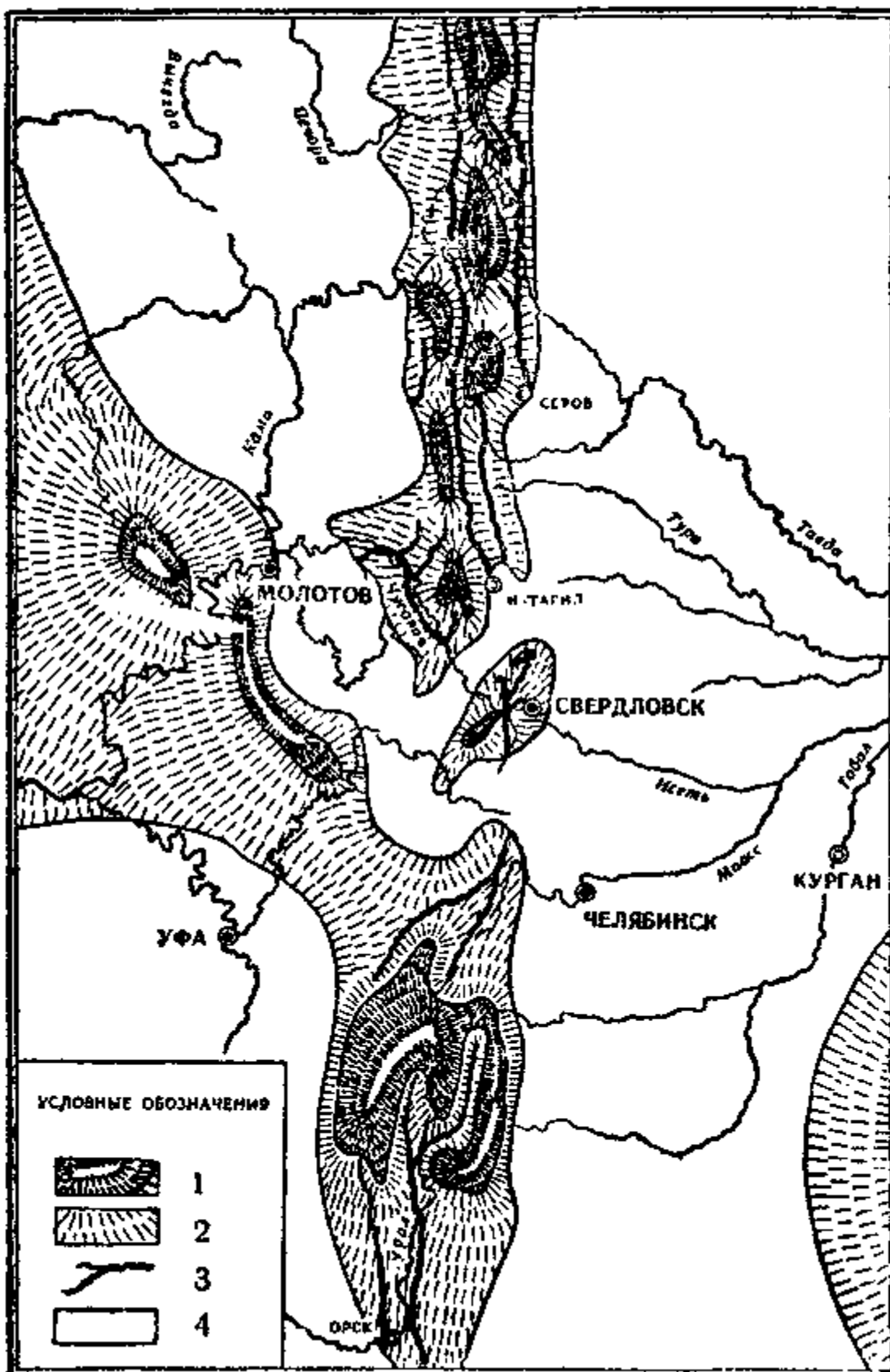


Рис. 7.

Примерно так выглядел Урал в конце мезозойской эры, когда начал формироваться средний ярус уральского ландшафта

Объяснения знаков: 1— остатки возвышенностей, приподнятых еще в триасовом и в юрском периодах (верхний ярус ландшафта); 2 — невысокая суша; 3— реки; 4— море.

Во втором этапе, охватывающем меловой и третичный периоды, началось медленное поднятие выравненной страны. Параллельно с поднятием шло и ее расчленение. В это время начала закладываться и речная сеть. Не сразу реки приняли те очертания, которые они имеют сейчас. Лишь к концу третичного периода наметилась современная гидрографическая сеть.

ПОСЛЕДНИЕ СТРАНИЦЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕТОПИСИ УРАЛА — ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЕГО РЕЛЬЕФА В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

(Отрезок времени в один миллион лет)

Суровым был Урал в четвертичном периоде. Да и не только Урал, почти вся Европейская часть СССР и север Сибири были охвачены оледенением. Льды с вершин хребтов, из островов полярного моря, с вершин Скандинавских гор, с Полярного Урала спускались на равнины Европейской России, хороня под своим покровом все живое.

Мертвая ледяная пустыня была всюду, куда напоздали ледники.

Южной границей максимального продвижения льдов считают линию, проведенную из северной Германии к окрестностям Киева и к среднему течению Дона.

Были в четвертичном периоде и потепления. Ледники тогда отступали далеко на север. Вновь оживала природа. Но потепления были кратковременны. Вскоре наступало новое похолодание, и льды опять наступали на Русскую равнину и Урал. Таких оледенений было не менее трех. Во всяком случае, на Северном Урале сохранились следы двух оледенений.

Вдоль края ледников произрастала скудная, чахлая растительность, сходная с растительностью современных тундр. Когда ледник отступал, вслед за ним продвигалась к северу и зона тундр.

Тундровая растительность была пищей для большинства животных, обитавших в приледниковых пространствах. К таким животным относятся мамонт, северный олень, волосатый носорог и другие.

Как же ученым удалось установить условия обитания животных, живших несколько десятков тысячелетий тому назад? Как удалось, например, узнать, чем они питались?

В начале текущего столетия один из ученых, путешествуя по Сибири, был удивлен тем, что собаки, на которых экспедиция совершала свой путь, отказывались принимать пищу. Вечером они куда-то убегали от лагеря и возвращались сытыми. Проследив путь собак, ученый установил, что они обнаружили труп гигантского животного, прекрасно сохранившегося в пластах вечной мерзлоты. Раскопки показали, что зверь этот — мамонт. Он

пролежал во льдах десятки тысячелетий. Вечная мерзлота сберегла мамонта для нас так, как будто он погиб совсем недавно.

Сохранились все внутренности мамонта, мясо и шкура. Мамонт имел длинные коричнево-рыжие волосы, покрывавшие всю его шкуру, за исключением хобота.

С большими трудностями, в специальных повозках-ледниках труп зверя был доставлен в Петербург и помещен там в музей. Мясо и внутренности мамонта заспиртовали. Они и сейчас хранятся в Ленинградском зоологическом музее.

В желудке мамонта были обнаружены остатки пищи. Исследование их показало, что мамонт питался тундровой растительностью.

О том, что межледниковые периоды были короткими, подтверждают исследования разреза четвертичных отложений, расположенного по реке Оке, вблизи гор. Лихвина. Там, между двумя слоями, переполненными ледниковыми валунами, соответствующими двум ледниковым периодам, были встречены тонкослойные образования, называемые ленточными глинами.

В ленточных глинах микроскопически тонкие слои глины чередуются со столь же микроскопически тонкими слоями, в которых наблюдается обилие зерен песка.

Как могли образоваться такие глины? Наблюдая жизнь любого озера, мы можем увидеть, что летом в такое озеро, вместе с водой, стекающей с берегов, приносится большое количество песчаного материала. Оседая на дно, этот песчаный материал дает тонкий слой песка. Зимой, когда озеро сковано льдом, обломочный материал в него не попадает. За длительный зимний период на дно озера оседает только та муть, те мелкие глинистые частички, которые находились в воде во взвешенном состоянии. Значит, каждая пара слоев — глинистый и песчаный — отлагается в один год.

В лихвинском разрезе, в толще ленточных глин общей мощностью около десяти метров, оказалось свыше десяти тысяч пар таких прослоек. Следовательно, для отложения этих межледниковых слоев потребовалось свыше десяти тысяч лет.

Этот своеобразный геологический календарь дает нам примерное представление о длительности некоторых геологических процессов. К сожалению, он не дает нам представление об абсолютном времени, но позволяет ориентироваться в относительном геологическом летоисчислении.

Однако не только льды определили окончательное формирование современного уральского рельефа. Мы видели, что реки, пропиливая долины, значительно изменяли облик этой страны. За сравнительно короткий промежуток времени — в один миллион лет — реки-углубились на сто-двести метров, создав широкие речные долины. На наших глазах продолжается этот процесс, приводящий к образованию пойменной террасы.

В осадках, покрывающих террасы, довольно часто встречаются органические остатки растений, животных, остатки древней культуры и деятельности человека.

Кроме деятельности льда и проточной воды, процесс разрушения Урала идет невидимо для наших глаз глубоко под землей. На Урале встречаются подземные реки. Часто можно встретить грандиозные пещеры, образовавшиеся в результате деятельности подземных вод. Деятельность подземных вод приводит к постепенному разрушению поверхностного слоя примерно толщиной в четыреста-пятьсот метров. Подземные воды как бы подготавливают некоторые слои к дальнейшему быстрому разрушению, когда Урал поднимется еще выше.

ФОРМИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ, ЗАХВАЧЕННЫХ ОЛЕДЕНЕНИЕМ

Не только на вершинах Североуральских гор, но и на некоторых вершинах Южного Урала находят следы оледенений.

Лед, располагаясь на вершинах гор, вел длительную работу, расщепляя и откалывая осколки крепчайших горных пород. На таких вершинах геологическая деятельность льда сказалась прежде всего в образовании циркообразных углублений. Кое-где можно видеть корытообразные долины. Их когда-то выпахали ледники.

Очень часто на Урале по склонам гор или в долинах рек встречаются так называемые каменные моря и каменные реки, представляющие хаотическое нагромождение обломков крупных и мелких глыб, часто сползающих и движущихся по склонам.

Каменные моря и каменные реки были образованы в условиях преобладающего ледникового выветривания и вечной мерзлоты. Они также являются свидетелями древних оледенений, бывших на Урале.

Во время оледенений накапливались глины с крупными и мелкими обломками горных пород. Эти породы были принесены льдами. Следы их можно видеть на больших пространствах Большеземельной тундры, в бассейне реки Печоры и вдоль восточного склона Северного Урала.

На Урале отмечается два оледенения. Южной границей древнего сплошного ледяного покрова, а также горных ледников, считают линию, проходящую примерно вдоль 60° северной широты, хотя по этому вопросу также имеется много других мнений.

Последнее оледенение имело меньшие размеры (см. рис. 8). На вершинах Уральских гор существовали небольшие ледники. С запада довольно близко к Северному Уралу подходили льды, надвинувшиеся из Швеции и Финляндии. Возможно, что

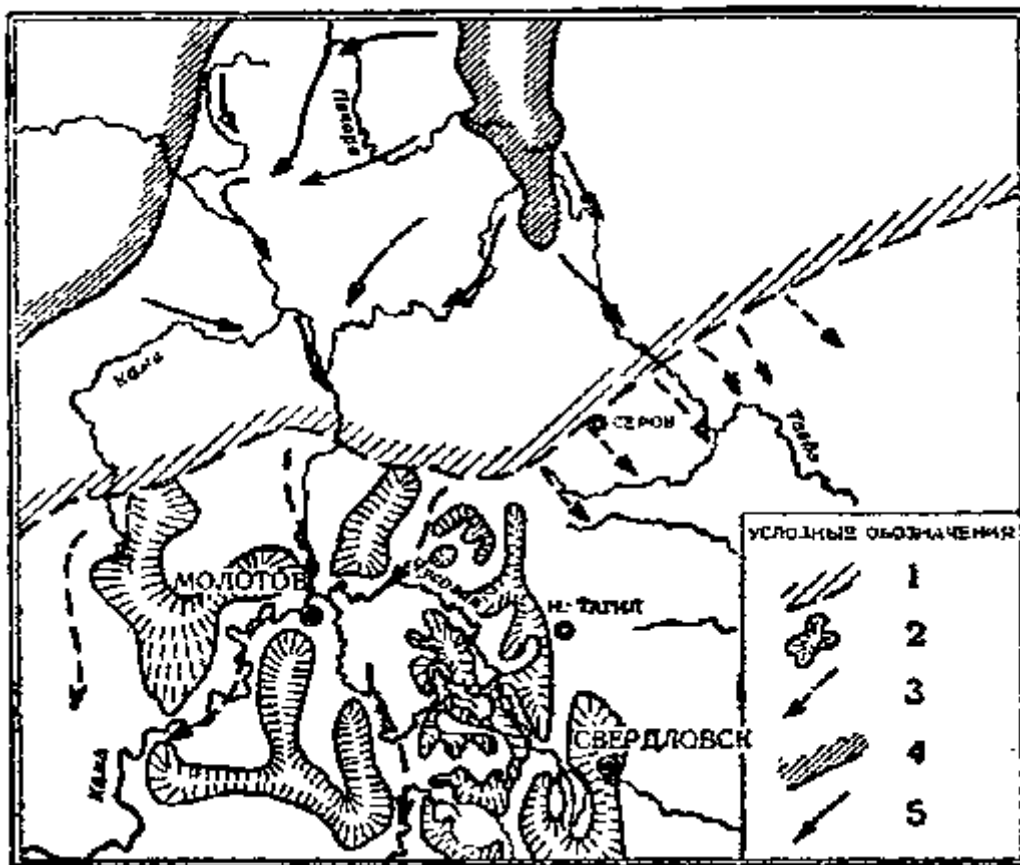


Рис. 8. Так представляют себе некоторые ученые формирование Среднего и прилегающих к нему частей Северного Урала во время оледенений в четвертичном периоде.

Объяснения знаков: 1— край ледника, древнего (первого) оледенения; 2 — возвышенные участки Среднего Урала и прилегающих к нему частей Русской платформы; 3 — направления водных потоков, вытекавших при отступлении древнего (первого) ледника в период формирования нижнего яруса ландшафта или четвертой надпойменной террасы; 4— край ледников второго оледенения, располагавшихся на Урале и в Предуралье во время формирования второй надпойменной террасы. Льды в западной части надвинулись из Скандинавии; 5 — предполагаемое направление водных потоков, вытекавших при отступлении ледника второго уральского оледенения.

в это же время на вершинах некоторых гор Южного Урала развивались также небольшие ледники.

В настоящее время такие небольшие леднички имеются на вершине горы Сабля на Северном Урале.

ВРЕЗАНИЕ РЕК, ОБРАЗОВАНИЕ ТЕРРАС И ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА УРАЛА

Для всего Урала характерной чертой развития рельефа в четвертичном периоде является общее поднятие. Об этом поднятии мы можем судить по глубоким долинам, образованным в четвертичном периоде.

Так, например, по реке Уфе и ее притокам, в окрестностях Красноуфимска можно видеть следующие террасы:

Пятая надпойменная терраса — сложена третичными осадками; высота ее от современного уреза реки 120—150 метров.

Четвертая надпойменная терраса — в основании сложена третичными осадками, а сверху древнечетвертичными; высота ее от современного уреза реки 70—80—100 метров.

Третья надпойменная терраса — сложена среднечетвертичными осадками; высота ее от современного уреза реки 30—35 метров.

Вторая надпойменная терраса — сложена также среднечетвертичными осадками; высота ее от современного уреза реки 15—20 метров.

Первая надпойменная терраса — сложена молодыми четвертичными осадками; высота ее над современным урезом реки 8—10 метров.

Пойменная терраса — сложена современными осадками; высота ее над современным урезом реки 3—5—7 метров.

В пределах Урала эти высоты несколько изменяются, причем это изменение высот касается, главным образом, террас третьей, четвертой и пятой.

Из приведенного простого перечня только средней высоты террас реки Уфы можно увидеть глубину того вреза, который проделали реки в четвертичном периоде, начиная с момента формирования четвертой надпойменной террасы. Мы видим внушительную цифру — за миллион лет реки врезались на сто метров, или за сто лет на один сантиметр.

А какова скорость движения в год? Простой подсчет дает цифру, равную десятой доле миллиметра! Какая же часть этой десятой доли миллиметра падает на один день? Бесконечно малая величина, неощутимая даже тончайшими приборами.

Вот почему нам часто бывает трудно понять те геологические процессы, которые происходят на земле. За нашу короткую жизнь мы не замечаем больших изменений в лице земли. Мы понимаем всю грандиозность их, лишь изучая результаты работы тех геологических факторов, вследствие бесконечно-длительного действия которых происходят великие геологические перемены.

Приведенные цифры дают нам представление только о средней скорости врезания рек. В отдельные этапы эта скорость была несколько большей, в другие этапы она замедлялась. Мы подмечаем, что при относительно большой скорости движения страны вверх реки интенсивно врезаются вглубь. В этапы относительного покоя реки начинают расширять свои долины. Исследователь видит, что чем шире терраса, тем более длительным был относительный покой.

Академик В. А. Обручев — старейший геолог нашей страны предложил выделить все научные данные о новейших движениях земной коры в особую науку — неотектонику, или иначе новейшую тектонику.



Фото 4. Водопад на р. Шате, в окрестностях г. Сухой Лог.



Фото 5. Выветрелые кварциты на вершине горы Таганай, около г. Златоуста.

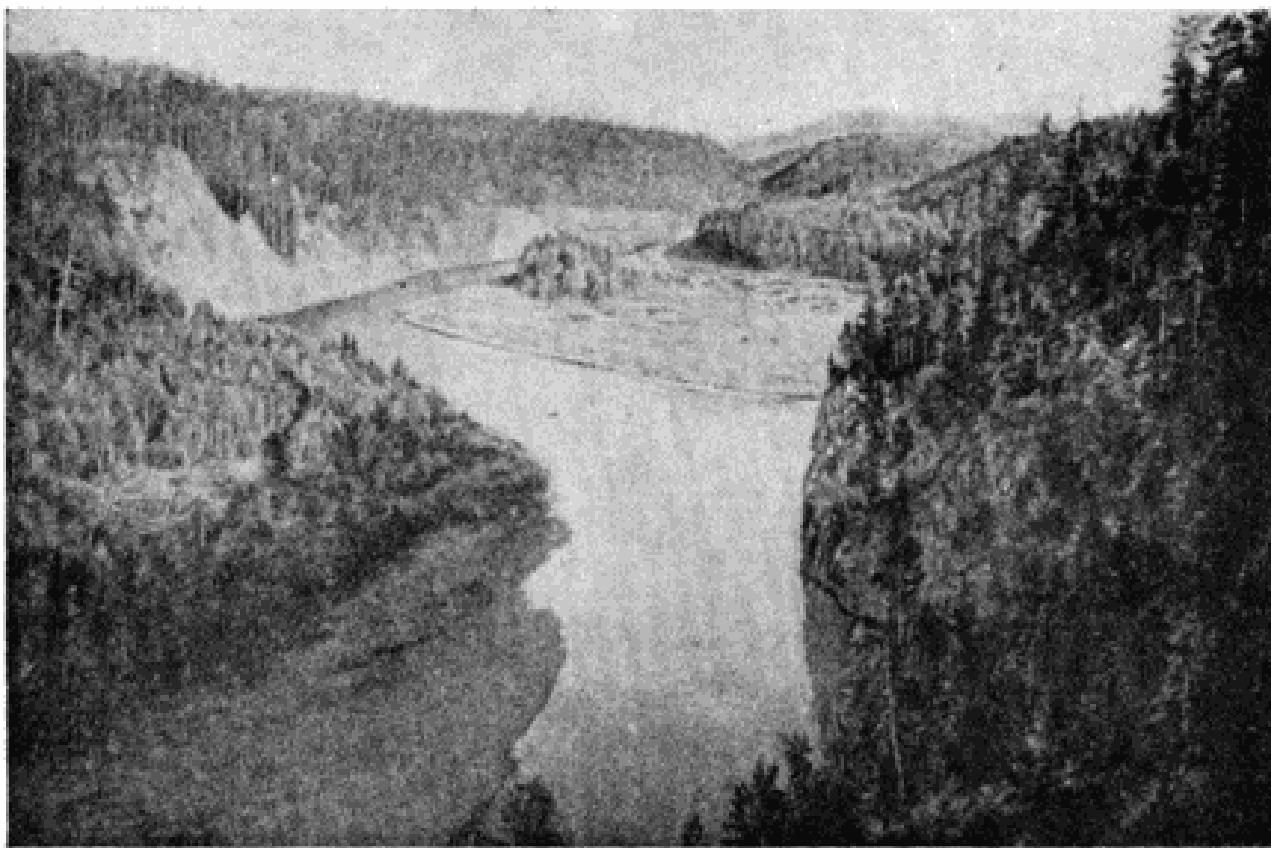


Фото. 6. Долина, разработанная р. Сосьвой. В излучине реки видны пойменная и первая надпойменная террасы.

Сводных работ по неотектонике Урала еще пока не составлено, но отдельные, отрывочные сведения имеются в достаточном количестве.

При производстве неоднократных точных геодезических измерений в окрестностях города Кизела было замечено, что в отдельных участках каждый раз получают различные данные о высоте некоторых пунктов. Изменения эти ничтожны, но все же заметны. Один из пунктов за шесть лет приподнялся на 15 сантиметров.

Такие же изменения высотных отметок известны и в других районах Урала. Объяснить эти изменения неточностью работы геодезистов нельзя. Обычно в работе геодезистов допустимы значительно меньшие погрешности. Остается предположение, что эти изменения связаны с общими новейшими движениями, происходящими на Урале.

Не только при производстве геодезических исследований можно подметить новейшие тектонические движения. Иногда эти движения бывают настолько сильными, что отмечаются всеми жителями.

17 августа 1914 года в 9 часов утра в Екатеринбурге (Свердловске) был слышен подземный гул и ощущались сильные колебания почвы. Все геофизические обсерватории нашей страны и обсерватории многих иностранных государств отметили это землетрясение. Землетрясение охватило огромный район. Оно ощущалось в Нижнем Тагиле, Кургане, Челябинске, Красноуфимске, Лысьве... Центр землетрясения находился в окрестностях станции Билимбай. Очевидцы рассказывают, что во время землетрясения предметы, висящие на стенах, сильно раскачивались. Некоторые здания получили легкие трещины. В городе Кунгуре очевидцы насчитали пять толчков. Наиболее сильные смещения почвы произошли в первые две минуты после начала землетрясения.

Начиная с 1788 года по 1939 год, сообщает научный сотрудник Свердловской обсерватории З. Г. Вейс-Ксенофонтова, на Среднем Урале было зарегистрировано 40 землетрясений. Все эти землетрясения не имели большой силы. Наибольшие разрушения выражались в образовании трещин в каменных постройках, в падении дымовых труб и т. д. Разрушение дымовых труб отмечалось во время землетрясения в районе реки Тобола в 1904 году (13 февраля) и в селе Нючпас (землетрясение, происшедшее 13 января 1939 года). Трещины в зданиях произошли в городе Ишиме во время землетрясения 29 января 1849 года. 15 января 1931 года, сообщают очевидцы, в Добрянске «дома шатались, открывались и закрывались двери». В этом же пункте 26 мая 1867 года около 7 часов 30 минут утра было отмечено сильное землетрясение, сопровождавшееся подземным гулом, похожим на раскаты отдаленного грома. Особенно оно было заметно в домах. На заводском пруду колыхалась вода.

Естественно, возникает вопрос — можно ли ожидать на Урале более сильные землетрясения? Все геологи отрицательно отве-

чают на этот вопрос. Мы видели, что Урал является древней складчатой страной. Главнейшие горообразовательные движения закончились здесь свыше 200 миллионов лет тому назад.

Новейшие движения на Урале приводят только к слабым подвижкам. Причиной этих движений являются медленные вековые колебания земной коры, в результате которых происходят незначительные поднятия или опускания отдельных участков Урала.

Неоднородность строения Урала приводит к тому, что в местах контакта различных пород могут произойти при колебательных движениях небольшие разломы и сдвиги, вызывающие содрогание почвы. В конечном итоге, в результате таких движений в течение геологической жизни страны произойдут и происходят изменения направления течения рек, спуск озерных водоемов и т. д.

На водоразделах многих уральских рек мы находим следы древней речной сети, не совпадающей с современной. Их можно видеть на междуречьях в бассейнах рек Чусовой, Тагила, Урала и многих других. Все эти несовпадения древних и современных русел легко объяснимы тектоническими движениями.

Река Урал в своем верхнем течении на участке к югу от деревни Уразово в недавнем прошлом покинула свою хорошо разработанную долину и устремилась на юг, промыв себе новое русло. Изменение направления течения реки Урал было вызвано вздыманием, центр которого располагался южнее деревни Уразово.

В этом же районе можно видеть близкое расположение верховий рек Урала и Уя. Река Уй течет на восток, вливая свои воды в реку Тобол. Река Урал принадлежит к Каспийскому водосборному бассейну. Водораздел между этими двумя реками не выражен в рельефе. В области водораздела располагается обширное выравненное пространство, окаймленное со всех сторон невысокими холмами. Когда находишься на водоразделе рек Урала и Уя, то создается впечатление, что это выравненное пространство было некогда дном обширного озера. Изучение отложений, вскрытых в невысоких обрывах по берегам рек, подтверждает это предположение. Данный озерный бассейн был в недавнем прошлом спущен реками. Наклон местности, возникший от куполообразного вздымания, обеспечил прорыв и спуск вод. В своем движении на восток река Уй пропилила крепчайшие горные породы, слагающие хребет Малый Ирындык. Река Урал нашла путь на юг.

Такие изменения в направлении течения рек, спуск озерных водоемов, перехват рек из одной системы в другую — обычное явление на Урале. Все эти явления имеют в основе новейшие тектонические движения.

К вопросам геологической хронологии террас, так сказать, геологического календаря мы можем подойти различными путями. Вот, например, в устье Чусовой, в окрестностях деревни Левшино.

учеными было найдено свыше десяти древних поселений человека, расположенных на первой надпойменной и пойменной террасах.

В трудах советских археологов А. Шмидта, Н. Прокошева и других, посвященных описанию левшинских стоянок, приведены детальные материалы о том, какие остатки материальной культуры человека были найдены здесь.

Среди орудий были обнаружены изделия из бронзы и камня, глиняные сосуды. В одной из стоянок сохранился даже тигелек для плавки руды.

По найденным бронзовым орудиям ученые сумели легко определить возраст поселений. Те из поселений, которые расположены на пойменной террасе, имеющей 7—8 метров высоты, были заложены, примерно за 3—4—5 тысяч лет до наших дней.

Стоянки же, расположенные на первой надпойменной террасе 10—12 метров высотой, существовали приблизительно 6—7 тысяч лет до наших дней.

Проведя несложные арифметические подсчеты, мы увидим, что эти данные о возрасте террас могут нам несколько уточнить скорость врезания рек. Эта скорость, примерно, будет равной трем сантиметрам в столетие.

Такие же стоянки людей «бронзового века» открыты на Урале в окрестностях Нижнего Тагила и в некоторых других пунктах. Все они приурочены к пойменной и первой надпойменной террасам, и одинаковое высотное расположение их подтверждает наши выводы о скорости формирования рельефа.

Еще более интересные остатки деятельности древнего человека были найдены вблизи устья Чусовой, в стоянке Талицкой. Геоморфологи спорят между собой о приуроченности этой стоянки к той или иной террасе, потому что истинное положение «культурного слоя» несколько нарушено оползнями. По видимому, эта стоянка была приурочена к третьей надпойменной террасе. Может быть, она располагалась на второй надпойменной террасе.

Под микроскопом в породах слоев, подстилающих стоянку (по изучению остатков пыльцы растений), было установлено, что древний растительный мир был довольно сходным с современным. Здесь были обнаружены остатки травянистой растительности, остатки древесных растений — сосны, кедра, ольхи, ивы и др.

В то же время были найдены многочисленные обломки костей животных — остатки от охоты первобытных людей. Специалист по исследованию костей вымерших четвертичных животных проф. В. И. Громов установил, что в то время на Урале обитали северные олени, лошади, лисицы, волки, песцы, зайцы, а также мамонты и носороги. Жизнь этих животных свидетельствует о близости ледника, так как здесь встречаются обитатели тундр.

В слое, содержащем кости животных, обнаружены угольки. Значит, человек того времени умел пользоваться огнем.

Любопытны остатки инвентаря, среди которого встречаются изделия из костей северного оленя с несложным орнаментом, каменные орудия, ножевидные пластинки, резцы, ударные орудия и т. п.

По определению проф. В. И. Громова культура Талицкой стоянки относится к каменному веку.

Трудно сказать, сколько! тысячелетий отделяют нас от жизни этих людей. Может быть 50, может быть 100 тысяч лет. Ученые еще не разработали геохронологической шкалы для ранних этапов жизни человека.

Посмотрим другой тип остатков на речных террасах Урала и Предуралья.

На четвертой и второй террасах Камы, в окрестностях города Молотова, часто можно встретить среди глин и песков крупные валуны разнообразных уральских горных пород. До сих пор можно слышать споры среди ученых о происхождении этих валунов. Одни говорят, что валуны были принесены в половодье на льдинах, другие утверждают, что здесь был ледник, третьи доказывают, что эти валуны были принесены талыми водами, вытекавшими у края ледника.

В последние годы как будто бы накапливается больше доводов в пользу последней из высказанных точек зрения. Если считать водно-ледниковое происхождение валунов, то четвертая и вторая надпойменные террасы были сформированы во время, соответствующее ледниковым периодам, главным образом, в этапы отступления льдов.

С этой точки зрения становятся понятными имеющиеся в средней части западного Предуралья широкие выравненные пространства, наблюдаемые на четвертой надпойменной террасе. Эти выравненные пространства некоторыми исследователями описываются под названием нижнего яруса ландшафта. Возможно, что в это время формировался также нижний ярус ландшафта и восточного склона Урала (см. рис. 8, стр. 47).

К сожалению, на четвертой надпойменной террасе не сохранились органические остатки. Многочисленные поиски пыльцы растений не дают четких указаний о возрасте рельефа. Они утверждают только принадлежность к четвертичной системе верхней части осадков, образующих в западном Предуралье эту террасу.

Что же касается второй надпойменной террасы, то там во многих пунктах Урала было встречено большое количество разнообразных органических остатков, из которых наиболее характерными являются кости мамонта и носорога. Эти органические остатки подтверждают предположение о формировании данной террасы во время второго оледенения.

На базе изучения всех террас, наблюдаемых на Урале, мы приходим к выводу о следующей схематической картине формирования речных долин в четвертичный период.

Первый этап — окончание формирования четвертой надпойменной террасы, заложенной еще в конце третичного периода. Реки Среднего и Южного Урала разрабатывали эту террасу в условиях близости ледника. В западном Предуралье эту террасу окончательно сформировали талые воды, вытекавшие вблизи края ледника.

Второй этап — подъем Урала, местами на 50—100 метров. Этот подъем обеспечил образование уступа между четвертой и третьей надпойменными террасами. В дальнейшем началась разработка площадки третьей надпойменной террасы. Изучение органических остатков этой террасы подтверждает, что она формировалась в межледниковый период. На Урале и в Предуралье этот этап характеризуется обилием озер.

Третий этап — также начался с поднятия Урала. Урал был приподнят еще на 10—20 метров. Во второе оледенение начала разрабатываться площадка второй надпойменной террасы.

Четвертый этап — новое поднятие на 7—10 метров. После вреза рек стала формироваться первая надпойменная терраса.

Льдов в это время не было, но климат Урала был довольно суровым.

Пятый этап — врез и разработка пойменной террасы. Началось постепенное потепление климата. Этот этап еще не закончен.

РАЗРУШИТЕЛЬНАЯ, ПОДТАЧИВАЮЩАЯ РАБОТА, ИДУЩАЯ ПОД ЗЕМЛЕЙ

Все уральцы слышали о знаменитой Кунгурской ледяной пещере. Те, кто посещал эту пещеру, могут без конца рассказывать о чудесных сказочно-красивых картинах, виденных ими под землей, в гротах, носящих поэтические названия: «Бриллиантовый грот», «грот Данте», грот «Руины Помпеи», «Эфирный», «Титанический».

Вот выдержки из таких описаний: «Бриллиантовый грот». В нем большой сводчатый потолок усыпан снеговыми кристаллами. От света факелов кристаллы переливались всеми цветами радуги, как будто бы грот сплошь состоял из самоцветных камней: бриллиантов, рубинов, изумрудов, аметистов. Никакая самая изощренная фантазия не могла бы создать такого причудливого великолепия, такого изящества и ювелирного совершенства, как это сделала природа...» «...Участок «Бриллиантового грота» — «Мраморные ворота». Грозно нависли огромные плиты, окруженные самоцветами снежных кристаллов. Глубокие трещины и расселины прорезали породу...» «Полярный грот». Ледяные колонны сходятся в готические арки... «Грот Данте». Мрачные своды огромного черного грота. Кругом хаос черных скал. Под ногами каменные барьеры. Ниши. Провалы...»

Как и когда образовалось это чудеснейшее создание природы? Член Российской Академии наук академик Иван Лепехин,

посетивший в 1772 году Кунгурскую ледяную пещеру, писал: «Происхождение сей пещеры толковать пространно так же нет нужды. Всяк из короткого описания ясно видит, что она водному элементу начало свое долженствует».

В этих кратких словах нашего талантливого ученого содержится правильная мысль о прохождении пещеры. Вода, циркулируя по трещинам, промыла себе путь в известняках и гипсах, образовав все эти чудесные гrotы и пещеры.

В окрестностях Кунгура много подобных пещер. Наиболее примечательные из них: Подкаменная, Бабкинская, Заиренская, Пиликинская, Штопор, Басинская.

Образование этих пещер, повидимому, относится к четвертичному периоду. Тот факт, что устье Кунгурской ледяной пещеры расположено на уровне первой надпойменной террасы, дает основание относить время ее образования к позднечетвертичному периоду.

Не все, однако, формы рельефа, образовавшиеся в результате геологической деятельности подземных вод, вызывают восхищение. При разработке полезных ископаемых, главным образом угольных, эти формы рельефа, называемые карстовыми, создают большие затруднения. Для того, чтобы обеспечить возможность нормальной проходки одной из шахт, надо было в карстовые пустоты спустить целые поезда цемента, песку, глины, опилок, трепелу.

По исследованиям специальной карстовой станции, имеющейся в городе Кизеле, карст в виде подобных пустот распространяется в толще известняков вглубь от поверхности земли на 400—500 метров.

В некоторых случаях карстовые полости и карстовые пустоты бывают полезны человеку. Иногда в таких грандиозных пустотах и трещинах на глубинах, в складках известняка, содержатся залежи нефти. В этих случаях геологи специально разыскивают закарстованные породы, чтобы увеличить запасы нефти.

Все моменты геологической деятельности подземных вод еще недостаточно выяснены для Урала. Известны, например, реки, уходящие под землю. Точные планы этих подземных рек еще не составлены, хотя пункты, в которых они уходят под землю и появляются вновь на поверхность, нам достаточно хорошо известны.

Вот, например, река Вижай, приток Вильвы, уходит ниже Пашийского завода под высокий обрыв и течет 9 километров под землей, используя для своего подземного русла какую-то громадную полость. Реки Кишерка, Малая Свадебная, Аспа, Глухая и многие другие на отдельных участках своего пути протекают под землей.

Часто под землей в закарстованных районах своды пустот обрушиваются. Тогда на поверхности создаются большие и мел-

кие провалы. В результате такого провала образовалось Суксунское озеро.

Провалы создают на поверхности земли явления, сходные с явлениями землетрясений. Такие землетрясения отмечались в Кунгурско-Кишертском районе в июле 1915 года, в июле 1923 года, в июне 1925 года и т. д. Конечно, эти землетрясения ничего общего не имеют с теми гигантскими разрушительными землетрясениями, которые возникают при горообразовательных движениях.

Мелкие провалы на поверхности земли, наблюдаемые в закарстованных местах, представляются в виде небольших воронок. Исследователи, обнаружив такие воронки, безошибочно определяют закарстованные пространства.

Геологическая деятельность подземных вод проходила во все периоды развития Урала. При разработке некоторых месторождений полезных ископаемых встречается так называемый «мертвый» или «погребенный» карст, в котором все пустоты, полости и воронки заполнены разнообразными рыхлыми обломочными породами.

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ О РАЗВИТИИ РЕЛЬЕФА УРАЛА В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

Таким образом, в четвертичном периоде произошло омоложение Уральского рельефа. Медленные вековые колебания отдельных участков Урала, сопровождавшиеся иногда слабыми землетрясениями, способствовали интенсивной работе рек, льда и выветривания. Реки врезались в земную кору на различную глубину, в среднем равную 100—200 метрам. Перемещение центров поднятий и опусканий вызвало перестройку речной сети. Поднимавшиеся водораздельные пространства, а в северных участках обширные области, были захвачены оледенением. Морозное выветривание приводило к разрушению крепчайших горных пород. Наступавшие льды производили гигантскую разрушительную работу. При отступании льдов, происходившем в результате общих потеплений, талые воды выносили далеко за пределы Урала обломки разрушенных горных пород. При своем движении эти воды расширяли и углубляли долины.

Под землей интенсивную разрушительную работу вели подземные воды.

Все эти процессы привели к тому, что сглаженная, выравненная горная страна в некоторых своих частях приняла сравнительно «молодой» облик. Особенно это относится к Северному Уралу и к некоторым участкам Южного Урала, где часто наблюдается островершинный «молодой» горный ландшафт.

Сравнительно слабые движения, наблюдаемые на Среднем Урале, привели к разработке иного типа ландшафта, близкого по своему облику к ландшафту Европейской части СССР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы видим сложность общего хода развития уральского рельефа. Два крупных этапа наметилось в развитии рельефа Урала. Первый этап, охватывающий сотни миллионов лет, начался в архейской эре и закончился к началу мезозойской эры. В начале этого этапа были сформированы горные цепи почти широтного направления. Образование их относится к отдаленнейшим эпохам жизни Урала — архейской и протерозойской эрам. Но созданные в это время горные цепи были уничтожены, и на месте их стали накапливаться мощные толщи разнообразных пород.

В палеозойской эре неоднократно в этот этап сжимались в складки горные породы. Каледонское горообразование привело к формированию горных цепей меридионального направления. В середине и в начале герцинской революции возникли горы, тянущиеся в северо-восточном и в северо-западном направлениях. Но и эти горы были сравнительно быстро стерты с лица земли. Первый этап закончился грандиозной революцией в жизни Земли, во время которой создано было Урало-Тянь-Шаньское горное сооружение, простирающееся от Ледовитого океана до западного Китая.

В периоды отдельных революций, а также в этот заключительный цикл складкообразования, неоднократно поднимались из недр земли расплавленные огненно-жидкие массы. Они либо застывали вблизи от поверхности, либо катастрофически изливались из многочисленных вулканических жерл.

Большинство уральских месторождений разнообразных полезных ископаемых было сформировано в магматических очагах, в контактовых участках магмы и вмещающих пород или в жильных телах. С осадочными палеозойскими горными породами также связаны полезные ископаемые, такие как уголь, нефть, железо и др.

Во второй этап, начавшийся в мезозое, преобладали разрушительные силы, действовавшие наряду с медленными поднятиями и погружениями отдельных участков Урало-Тянь-Шаньского сооружения. Вода, ветер, солнце, мороз — вот что разрушило величественное Урало-Тянь-Шаньское сооружение.

«Есть в сердце земном иное неизмеримое могущество, которое по временам заставляет себя чувствовать на поверхности и коего следы повсюду явствуют, где дно морское на горах, на дне морском горы видим», — так говорил о созидании гор великий Ломоносов. На горах, в пределах приподнятого Урала, следы древних морей находятся повсеместно.

Под морскими осадками мезозойских и третичных морей была погребена значительная часть Урало-Тянь-Шаньского горного сооружения. Сейчас на месте этой части горных сооружений располагается гигантская Западно-Сибирская равнина — самая идеальная равнина на всем земном шаре.

Иными словами, то, что мы видим сейчас, т. е. современный Урал, есть незначительная часть некогда великой горной страны, разрушенной около двухсот миллионов лет тому назад, отдельные участки которой были «омоложены» и приподняты на разную высоту.

В конце этого второго этапа — в четвертичном периоде — окончательно сформировался современный облик Уральских гор. Реки, льды, подземные воды и многие другие факторы из внешних сил закончили формирование современного Уральского хребта.

Приподняв и вскрыв глубоко лежавшие пласты, отложившиеся сотни миллионов лет тому назад, великие силы природы создали современный облик Урала и помогли человеку в отыскании разнообразнейших залежей полезных ископаемых.

В то же время, в разрушенных горных породах, перенесенных или оставшихся после разрушения на месте, сконцентрировались некоторые полезные ископаемые, такие, например, как золото и платина.

Не все еще мы знаем об Урале. Об этом свидетельствует обилие мнений, имеющих у геологов по различным вопросам развития Уральского хребта. Но общая схема, общая канва главных моментов жизни Урала, воссозданная в результате кропотливого труда армии советских геологов, ясно намечает нам путь дальнейшего познания Урала, а в связи с этим — познания уральских богатств.

Следопыты земли, читая прошлое, как на «машине времени», экскурсируют из одной геологической эпохи в другую. Геолог, вооруженный знаниями, добытыми современной наукой, сквозь дымку тысячелетий угадывает прошлое Земли и, восстанавливая грандиозную картину мироздания, познает законы распределения в земле ее чудесных даров: золота, железа, меди, драгоценных камней.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Популярная литература по Уралу

Анфиногенов А. А., Путеводитель по р. Чусовой, Уралогиз, 1931.

Варсанофьева В. А., Происхождение Урала и его горных богатств, изд. Советская Азия, 1934.

Воробьев В. А., Чусовая, Путеводитель, Огиз, 1932.

Горчаковский П. Л., История развития растительности Урала, Свердловгиз, 1949.

Л е д о м с к и й И. В., Путешествие по ледяной пещере на Урале, Москва, 1937.

Наливкин Д. В., Геологическая история Урала, Свердловск, 1943.

Сальников К. В., В глубине веков, Свердловгиз, 1949.

Ферсман А. Е., Урал — сокровищница Советского Союза, Профиздат, 1937.

2. Книги и статьи о корифеях русской геологии

Белянкин Д., Петрографическое наследство академика А. П. Карпинского, Известия Академии наук СССР, серия геологическая, № 4, 1937.

Болдырев А., Работы А. П. Карпинского в области учения о месторождениях полезных ископаемых, Записки Минералогического общества, № 1, 1937.

Борисяк А., Академик Карпинский в палеонтологии, журн. Природа, № 10, 1936.

Вестник Академии наук СССР, № 7, 1936 г. (Статьи о А. П. Карпинском, составленные В. Вернадским, И. Губкиным, Н. Зелинским, А. Иоффе, В. Кржижановским, Н. Курнаковым, А. Терпигоревым, Е. Толмачевой-Карпинской, А. Чураковым, Д. Щербаковым).

Грехов В., Выдающиеся уральцы и исследователи Урала, Свердловск, 1939.

Карпинский А., Речь, посвященная характеристике Ф. Н. Чернышева. как геолога. Материалы для геологии России, т. XXVIII, 1916.

Комаров В. Л., А. П. Карпинский и ботаника, журн. Советская ботаника, № 6, 1936.

Криштофович А. Н., А. П. Карпинский, как палеоботаник, журн. Природа, № 10, 1936.

Личков Б., Карпинский и современность, Москва, 1946.

Люди русской науки, Сборник, т. I, 1948.

Наливкин Д. В., А. П. Карпинский и Урал, журн. Природа, № 10, 1936.

Памяти А. Е. Ферсмана. Бюллетень Московского общества испытателей природы, № 1, 1946.

Перна Э., Труды Ф. Н. Чернышева в области географии Урала, Известия русского географического общества, вып. VIII, 1914.

Прасолов Л., А. П. Карпинский и почвоведение, журн. Техника, 1936.

Ферсман А. Е., Автобиография, журн. Огонек, № 8, 1927.

Ферсман А. Е., Рассказы о науке и ее творцах, 1946.

Х а б а к о в А. В., Ломоносов и геологические науки, журн. Природа, № 9, 1940.

Х а б а к о в А. В., Очерки по истории геолого-разведочных знаний в России, ч. 1, Москва, 1950.

Шафрановский И. И., Федоров Е. С., великий русский кристаллограф., изд. Советская наука, 1945.

3. Книги по общим вопросам геологии

Астапович, О землетрясениях в Туркмении и их причинах, 1949.

Бублейников Ф. и Щербаков Д., Замечательные геологические явления нашей страны, 1941.

Бублейников Ф., Рассказы о Земле, Детгиз, 1944.

Варсанофьева В. А., Жизнь гор, изд. Советская Азия, 1939.

Варсанофьева В. А., Происхождение и строение Земли, Госгеол-издат, 1945.

Варсанофьева В. А., Как люди узнали, что было на Земле миллионы лет назад, 1949.

Горшков Г. П., Землетрясения на территории Советского Союза, Гиз географической литературы, 1949.

Горшков Г. П., Землетрясения, изд. 3, Гиз, 1949.

Громов В. И., Из прошлого Земли, Гиз, 1949.

Дружинин А. К., Животный и растительный мир прошлого Земли, Госгеолиздат, 1947.

Заварицкая Е. П., Вулканы, изд. 3, Гиз, 1949.

Н е ч а е в А. П., Что говорят камни, Гиз, 1926.

Нечаев А. П., Работа ветра и моря, Главная редакция научно-популярной и юношеской литературы, 1936.

Обручев В. А., Образование гор и рудных месторождений, изд. 2, Академии наук СССР, 1942.

Обручев В. А., Основы геологии, Госгеолиздат, 1947.

Павлов А. П., Вулканы, землетрясения, моря и реки, Москва, 1948.

Савельев Л., Следы на камне, Москва, 1940.

Соболевский В. И., Замечательные минералы, Госгеолиздат, 1949.

Федорович Б., Лик пустыни, Госкультпросветиздат, 1948.

Ф е р с м а н А. Е., Руководство к собиранию минералов, 1920.

Ферсман А. Е., Цвета минералов, изд. Академии наук СССР. 1936.

Ферсман А. Е., Занимательная минералогия, изд. 5, Детгиз, 1937.

Ферсман А. Е., Воспоминания о камне, Москва, 1940.

Ферсман А. Е., Геология и война, изд. Академии наук СССР, 1943.

Шубников А. В., Как растут кристаллы, изд. Академии наук СССР, 1936.

Яковлев А. А., Жизнь на Земле, изд. ГОНТИ, 1941.

Яковлев А. А., Богатства недр Советского Союза, 1946.

Яковлев А. А., Минералогия для всех, изд. Академии наук СССР, 1947.

4. Романы, повести и рассказы по общим вопросам геологии

Ефремов И., Звездные корабли, 1948.

Ефремов И., Белый рог, 1948.

Ефремов И., На краю Ойкумены, 1949.

Обручев В.А., Плутония.

Обручев В.А., Земля Санникова.

Обручев В.А., Золотоискатели в пустыне, 1949г

ОГЛАВЛЕНИЕ

Несколько слов о работе геологов	3
Уральские рудознатцы	5
Известно ли вам, что такое Урал?	11
О возрасте Земли	13
Как рождаются горы	16
Как уничтожаются горы	20
Начальные этапы развития Урала в архейскую и протерозойскую эры (Или как выглядел Урал 500—600 миллионов лет назад)	22
Палеозойская эра (Отрезок времени в 350 миллионов лет)	23
Кембрийский период	23
Силурийский период	24
Девонский период	26
Каменноугольный период	27
Пермский период	28
Глубинные магматические породы Урала	29
Некоторые обобщения и выводы о палеозойском этапе развития рельефа Урала	32
Научные материалы о размерах горных сооружений герцинской складчатости	34
Развитие рельефа Урала в мезозойской эре и третичном периоде (Отре- зок времени свыше 200 миллионов лет)	35
Триасовый и юрский периоды	38
Меловой период	40
Третичный период	42
Некоторые выводы о развитии рельефа Урала в мезозое и в третич- ном периоде	42
Последние страницы геологической летописи Урала — история развития его рельефа в четвертичном периоде (Отрезок времени в один миллион лет)	44
Формирование горных областей, захваченных оледенением	46
Врезание рек, образование террас и органический мир четвертично- го периода Урала	47
Разрушительная, подтачивающая работа, идущая под землей	53
Некоторые выводы о развитии рельефа Урала в четвертичном периоде	55
Заключение	56
Рекомендуемая литература	58