

С.С. Гудымович, А.К. Полиенко

УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области прикладной геологии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 130301 «Прикладная геология» и 130302 «Технологии геологической разведки»

2-е издание

Издательство
Томского политехнического университета
2010

УДК 550.8.02(075.8)

ББК 26.3я73

Г93

Гудымович С.С.

Г93 Учебные геологические практики: учебное пособие по
общегеологической и геологосъёмочной практикам для студентов
заочного отделения / С.С. Гудымович, А.К. Полиенко. – Томск:
Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 153 с.

Пособие содержит сведения по экзогенным геологическим процессам и созданным ими формам рельефа и отложениям применительно к Западной Сибири, программы их описания, методические указания по работе с компасом и системами GPS, ведению маршрута, определению горных пород и описанию обнажений, составлению геологической карты и сопровождающей её графики.

Пособие предназначено для студентов заочного отделения ИГНД всех направлений и специальностей и имеет целью обеспечить самостоятельное прохождение геологических практик.

УДК 550.8.02(075.8)

ББК 26.3я73

Рецензенты

Доктор геолого-минералогических наук, профессор ТГУ

В.П. Парначёв

Доктор геолого-минералогических наук, профессор ТГАСУ

В.Е. Ольховатенко

Кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией
гидрогеологии ТО ФГУП «СНИИГГИМС»

В.Г. Иванов

© Гудымович С.С., Полиенко А.К., 2010

© Томский политехнический университет, 2010

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие является составной частью учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД) «Учебная геологическая практика». Оно предназначено, в основном, для студентов заочного обучения и призвано помочь им в прохождении учебных геологической и геологосъемочной практик *при минимальном общении с преподавателем или полностью самостоятельно*.

Исходя из этого, пособию придан справочный характер, чтобы студент, в случае отсутствия других источников, нашел в нем ответы на все вопросы, которые поставит перед ним прохождения практики. В пособии рассмотрены как результаты современных физико-геологических процессов и элементы геологического строения, которые могут встретиться в маршрутах, так и методы их полевого изучения и документации, а также составление геологической графики и содержание отчетов по практикам.

Данное учебное пособие ориентировано на прохождение обеих практик в окрестностях г. Томска. Поэтому его содержание опирается на томские материалы. Но это не исключает использование (по аналогии!) пособия при прохождении учебных геологических практик в любом другом районе.

1. МЕТОДОЛОГИЯ УЧЕБНЫХ ОБЩЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНОЙ ПРАКТИК

В процессе проведения **первой учебной общей геологической практики** необходимо постоянно осуществлять два взаимосвязанных подхода к изучению материала. С одной стороны, необходимо знакомить студентов непосредственно с действием *современных геологических процессов*, которые в настоящее время изменяют ландшафт и создают свежие рыхлые отложения. Особенно ценны в этом отношении наблюдения, сделанные сразу или даже во время сильных ливней, ветров, волноприбоя, паводков и т.д. С другой стороны, все изучаемые природные объекты – формы рельефа, виды рыхлых четвертичных отложений, минеральные ассоциации, различные горные породы, элементы геологической структуры и т.д. следует рассматривать как *документы соответствующих геологических процессов* (как экзогенных, так и эндогенных), действующих в настоящее время и в особенности действовавших в недалёком геологическом прошлом. В конечном итоге у студентов должны

создаваться (в продолжение основной задачи курса «Общая геология») правильные мировоззренческие представления о геологических процессах и чёткие *пространственно-временные* модели их действия на основе реальных полевых наблюдений. *Описание геологических процессов, главным образом современных и их результатов составляет содержание отчёта по первой общей геологической практике.*

Вторая учебная геологосъёмочная практика методологически преследует цель: *выявление и описание геологического строения* района практики с фиксацией результатов в виде стандартного *геологического отчёта* (с обязательными главами: «Физико-географический и экономический очерк», раздел «Геологическое строение района» с главами «Стратиграфия», «Интрузивный магматизм», «Тектоника» и «История геологического развития»), сопровождающегося необходимой графикой. Как минимум, карта фактического материала, это: *геологическая карта, стратиграфическая колонка, геологический разрез.*

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЛАНДШАФТА, ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ТОМСКА

Город Томск располагается на юго-востоке Западно-Сибирской равнины в лесной зоне. Текущая с юга на север на протяжении нескольких десятков километров р. Томь делит окрестности г. Томска на две части.

Водораздельная равнина правобережья имеет абсолютные отметки до 200 и более метров. Визуально она воспринимается как идеально ровная, но на геоморфологических картах показывается как пологоувалистая. Из форм мезо– и микрорельефа отметим наличие суффозионных просадок и котловин.

Левобережье (Обь-Томское междуречье) заметно ниже. Его отметки (на широте г. Томска) не превышают 150 м. Рельеф его плоско-равнинный заболоченный, а на поверхности II-ой и III-ей надпойменных террас, переработанных ветром, – ложбинно-грядовый.

Флювиальный рельеф (гидрография) района представлен долинами р. Томи и её притоков.

Главная артерия гидросети района – р. Томь имеет ширину до 400 метров. Её долина шириной на уровне высокой поймы – I-ой надпойменной террасы 3-5 км резко асимметрична по закону Бэра – её правый борт, возвышающийся над руслом до 50 м (максимальное

относительное превышение рельефа в окрестностях г. Томска) и подмываемый во время половодий, крутой вплоть до скальных отвесных утёсов, тогда как левый борт, представленный тыловыми швами II-ой и III-ей террас, выражен плохо и в маршрутах может быть пропущен.

Склоны долины осложнены серией надпойменных террас. Вопрос о количестве террас спорен. По максимальному счёту непосредственно в г. Томске и его ближайших окрестностях некоторыми авторами выделяются низкая и высокая пойма и пять надпойменных террас. С другой стороны, высокая пойма и I-я надпойменная терраса зачастую сливаются в один уровень, а IV-я и V-я террасы в рельефе не выражены и представляют собой площади распространения кочковской свиты эоплейстоцена. Таким образом, более правильной представляется точка зрения о наличии под Томском поймы, высокой поймы – I-ой надпойменной террасы, составляющих основную часть дна современных долин, наиболее чётко выраженной II-ой (почтамтско-университетской) террасы и хуже, но всё-таки выраженной с явным тыловым швом III-ей надпойменной террасы, на которой находится Белое озеро. Все террасы врезанные.

Долины правых притоков р. Томи – рек (с юга на север) Тугояковка, Басандайка, Ушайка, Бол. Киргизка в плане подразделяются на две части.

В нижнем течении они образуют субпараллельную, ориентированную на З-С-З сеть и резко врезаны на глубину 40-50 м до коренных пород фундамента, обнажающихся в нижней части склонов долин и на перекатах. Их поперечные профили в этой части более узкие и глубокие, крутосклонные, местами асимметричные – правые борта заметно круче, чем неяснотеррасированные левые. Скорее всего, это связано с «соскальзыванием» рек к северу в результате косоного поднятия всей территории.

В верхнем течении долины в плане образуют параллельно-дендритовую сеть, врезанную на глубину не более 20-30 м, и уже не достигают пород фундамента. Поперечные профили долин мелкие и широкие, склоны долин более пологие и плавно сочленяются с водораздельной поверхностью.

На более низком левобережье долины притоков р. Томь – р.р. Ум, Чёрная, Кисловка образуют чёткую параллельную сеть, ориентированную на северо-восток, поскольку наследуют древние ложбины стока, по которым в среднеплейстоценовое – начале позднеэоплейстоценового времени осуществлялся сброс вод

подпрудного Обского моря-озера на юго-запад. Глубина вреза долин – не более 10-20 м. Склоны их очень пологие, явно выражены только в самой нижней части. Дно долин занято заболоченной молодой низкой поймой.

В геотектоническом отношении окрестности г. Томска, как и весь юго-восток Западно-Сибирской равнины, принадлежат к самой юго-восточной части плиты Западно-Сибирской эпигерцинской (мезозойской) платформы. Непосредственно в окрестностях г. Томска (лучше всего по правому борту долины р. Томи у Лагерного Сада) наглядно видно классическое двухэтажное строение платформы.

Нижний структурный этаж – фундамент сложен отложениями ранне–среднекаменноугольного возраста, подразделяющимися на более древнюю глинистосланцевую лагерносадскую свиту визейского яруса – C_{1lg} и залегающую выше с постепенным переходом сланцево-алевролитно-песчаниковую басандайскую свиту серпуховского яруса нижнего – башкирского яруса среднего карбона – C_{1-2bs} . Суммарная мощность свит достигает более 1500 м*.

Эти отложения в составе северо-восточной части Колывань-Томской структурно-фациальной зоны в конце герцинского цикла тектогенеза предположительно на рубеже среднего и позднего карбона были смяты в напряжённые крутосклонные, вплоть до вертикальных и опрокинутых, линейные складки северо-северо-восточного простирания, а в поздней перми–раннем триасе прорваны поперечными дайками долеритов и затронуты до- и последайковой гидротермальной минерализацией, выразившейся в околодайковом ороговиковании каменноугольных отложений и появлении слабозолотоносного, очень рассеянного тонкопрожилкового, местами штокверкового окварцевания.

Складчатый герцинский фундамент после длительного перерыва в осадконакоплении с резким угловым и денудационным несогласием был перекрыт залегающим субгоризонтально осадочным чехлом.

Основание чехла составляет мощная – до нескольких десятков метров каолинистая кора глубокого химического выветривания мел-палеогенового возраста. Выше с перерывами в осадконакоплении и эрозионными несогласиями последовательно залегают озёрные глины с лигнитом новомихайловской свиты – P_{3nm} , озёрно-аллювиальная существенно песчаная лагернотомская свита – P_{3lt} , аллювиальная галечно-гравийно-песчаная кочковская свита эоплейстоценового

* - Более подробное описание стратиграфии дочетвертичных отложений окрестностей г. Томска см.[2,3]

возраста – E кс, озёрная (приледниковые подпрудные моря-озёра) глинистая тайгинская свита – Q_{I-II}tg.

Разрез заканчивается покровной субаэралью толщей лёссовидных суглинков – saQ_{III-IV}, последнее время выделяемых в еловскую свиту – L III–IV el. Эту толщу следует описать особо. Толща распространена на равнинах и предгорьях юга Западной Сибири. Её покровный характер выражается в том, что она, венчая разрез четвертичных отложений (выше её только почва) на водораздельных пространствах, не только сплошным плащём перекрывает последние, но спускается и на склоны и на высокие, начиная с III-ей, надпойменные террасы. По составу это светло-желтовато-серые неслоистые или с неясной грубой горизонтальной слоистостью суглинки с вертикальной столбчатой отдельностью, определяющей отвесный характер их обнажений. Генезис суглинков комплексный. В условиях холодной степи первичные отложения эоловой пыли элювиальным процессом переводились в суглинки, которые местами на склонах перерабатывались делювиальным и пролювиальным процессами и приобретали наклонную и косую слоистость. Временные, быстро высыхающие озёрки оставляли после себя маломощные линзы тонкослоистых глин. В периоды потепления и увлажнения климата накопление суглинков сменялось почвообразованием. В целом, образовывались толщи «холодных» суглинков с прослоями «тёплых» почв.

Более подробно описание ландшафта и геологического строения окрестностей г. Томска см. [2, 3].

Из современных экзогенных физико-геологических (географических) процессов, действующих в окрестностях г. Томска, наиболее наглядно представлены следующие.

1. *Выветривание.* Физическое и химическое выветривание, почвообразование.

2. *Склоновые.* На фоне наиболее распространённых обычных залесённых дефлюкционных (делювиальных по широко распространённой, но неправильной терминологии) склонов местами хорошо выделяются гравитационные с образованием у основания скальных обнажений коллювиальных щебенистых осыпей; оползневые, оплывинные и суффозионные с образованием характерных суффозионных цирков, бугристо-западинного рельефа, «пьяного леса», оползневых и оплывинных языков, напользающих на дно долин.

3. *Флювиальные*. Все стадии оврагообразования, осложняющего местами склоны долин; донная и боковая эрозия русел современных рек с образованием, соответственно, коренных и глыбово-галечных перекаатов по руслам и отвесных скальных и сложенных рыхлыми толщами обрывов в основании склонов долин и уступов террас; аккумулятивное переформирование русловых форм рельефа и отложений – кос, осередков, прирусловых отмелей, аккумулятивное формирование зачаточных и продолжение формирования низких пойм.

4. *Эоловые*. Совсем недавно (в конце неоплейстоцена–начале голоцена) закреплённый растительностью (сосновый бор) бугристо-западинный и ложбинно-грядовый рельеф II-ой и III-ей надпойменных террас (на левобережье р. Томи в пос. Тимирязево и на правобережье южнее с. Вершинино).

5. *Озёрно-болотные*. Различные виды пойменных и водораздельных, в том числе боровых озёр и болот, их отложения и эволюция.

6. *Мерзлотные* (криогенные, в областях распространения многолетней мерзлоты). На севере Томской области на водораздельных пространствах и на II-ой и более высоких террасах могут сохраниться реликтовые мерзлотные мезо– и микроформы рельефа – полигональные грунты, бугры пучения, термокарстовые просадки и др.

Подробную программу описания этих физико-геологических процессов и их результатов в виде форм рельефа и генетических типов отложений – см. раздел 3.1.

3. ПРОГРАММА ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ВО ВРЕМЯ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Выше (см. разд. 2) приведено краткое описание физико-геологических процессов и геологического строения окрестностей г. Томска. В других районах всё это может быть проще (например, на подавляющей части Западно-Сибирской равнины, где в редких обнажениях в нижней части склонов долин видны только горизонтально залегающие аллювиальные отложения низких террас и пойм рек и совсем редко – более древние породы чехла) или разнообразнее и сложнее – горное обрамление юга Сибири (Кузнецкий Алатау, Алтай), юг Красноярского края с их полным набором разновозрастных осадочных, вулканогенных и метаморфических пород, смятых в сложные складки и прорванных многочисленными интрузиями. Но всегда такое описание представляет собой результат, суммирование

многолетних наблюдений, сделанных не одним поколением географов и геологов в разные годы, начиная ещё с конца XIX века.

Из сказанного вытекает один общий совет студентам, проходящим практику, *особенно в процессе выполнения самостоятельных маршрутов: не стесняйтесь того, что до Вас всё (или почти всё) уже было описано, почувствуйте себя первопроходцем, наблюдайте всё так, словно до Вас этого никто не видел, а если видел, то не разобрался. При таком подходе Вам будет гораздо интереснее и в маршрутах, и при составлении отчёта по практике.*

3.1. ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕЙСТВИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ЛАНДШАФТА)

Изучение и последующее описание в отчёте ландшафта удобнее всего делать по отдельным физико-геологическим процессам в соответствии с традиционным содержанием курса «Общая геология» и названиями глав, посвящённых тому или иному конкретному процессу в составе подраздела «Динамическая геология». *Поэтому, и в процессе прохождения практики, и при составлении отчёта по ней у студента под рукой должен быть один из базовых учебников по Общей геологии [1,7,9,13].*

В принципе, в соответствии с разделами динамической геологии, в том или ином районе могут проявиться экзогенные процессы в виде геологической деятельности: а) выветривания, б) склоновых процессов, в) ветра, г) поверхностных проточных вод (временных и постоянных), д) подземных вод, в том числе карстовые и суффозионные явления, е) озёр и болот, ж) снега и льда, з) долголетней мерзлоты; при наличии соответствующих материалов могут быть описаны также геологическая деятельность моря, вулканов, землетрясений.

Деятельность любого из перечисленных процессов в природе представлена специфическими формами рельефа и отложениями, им формируемыми. По каждому процессу следует сначала описать расположение на местности, внешний вид, размеры, строение, стадию развития (зачаточные, активно развивающиеся, зрелые, отмирающие) форм рельефа и генетический тип, состав, строение, мощность рыхлых отложений, созданных и создаваемых описываемым процессом. Подводя итоги, нужно оценить общий характер, направленность, скорость, интенсивность действия процесса и попытаться спрогнозировать его действие на будущее, особенно в случаях, если

действие этого процесса угрожает хозяйственной деятельности человека.

Набор процессов может быть разным в зависимости от специфики и географического положения района. Но, в общем случае, практически в любом районе можно видеть действие и результаты *выветривания, склоновых процессов, деятельности поверхностных проточных вод (линейных водотоков)*.

В частности, выше (гл. 2.) при характеристике ландшафтных условий окрестностей г. Томска было приведено перечисление и очень краткая характеристика действующих здесь современных физико-геологических процессов. Ниже приводится более подробная программа наблюдений при описании этих и других экзогенных процессов, которой следует руководствоваться при полевых работах (в маршрутах) и при составлении отчёта по практике.

3.1.1. Выветривание

Характер выветривания напрямую зависит от климата и во вторую очередь от состава и строения исходных выветривающихся минералов и горных пород. В целом, описывая выветривание, нужно указать, какие виды выветриваний действуют в районе, как идёт процесс выветривания на различных горных породах, на различных элементах рельефа, как он зависит от микроклимата (например, разница в выветривании и его продуктах – почве и т.д. на солнечном и затенённом склоне), указать, каков был состав и строение исходных первичных минералов и горных пород и привести описание конкретных продуктов выветривания, имеющих в районе разрезов кор выветривания, развитых в районе почв, их строения, состава и мощности.

Практически в обнажениях горных пород можно видеть следующие признаки выветривания и его продукты.

1. *Физическое выветривание* выражается в появлении в минералах и горных породах *трещиноватости* – их способности раскалываться на обломки. Такую трещиноватость лучше видно на скальных обнажениях достаточно твёрдых коренных пород. Эта трещиноватость чаще идёт по ослабленным зонам в породе – поверхностям напластования в осадочных горных породах, сланцеватости – в метаморфических, по плоскостям спайности в кристаллах минералов, по границам между минералами в средне– и крупнозернистых интрузивных горных породах, вообще по любым границам между разными по физическим свойствам компонентами или участками горной породы. Таким

образом, выветривание подчёркивает, проявляет текстурно-структурные особенности горной породы. Но трещиноватость, связанная с физическим выветриванием, может поражать породу и независимо от её строения, например, отслаивание (десквамация) плиточек породы параллельно поверхности обнажения при температурном выветривании.

2. *Селективность* (и физического, и химического) выветривания проявляется в появлении на выветрелой поверхности обнажений и отдельных образцов (в отличие от более однородного свежего скола) неровностей, обусловленных разной степенью устойчивости тех или иных горных пород или компонентов горной породы против выветривания. Например, послойная ребристость на образцах осадочных горных пород – более устойчивые против выветривания слои выступают в виде гребней, а более податливые образуют ложбинки между ними. Сетка тонких кварцевых прожилков более крепких, чем вмещающая горная порода, также выступит в виде рёбер. Наоборот, сетка микротрещин, совершенно невидимых на выветрелых сколах, но вдоль которых порода разрушена чуть-чуть сильнее, чем в монолитных участках, выступит на выветрелой поверхности в виде канавок, ложбинок.

В обломочных осадочных горных породах зачастую гальки, гравийные зёрна, дресвинки и т.д. выступают в виде бугорков над более мягким цементом; но бывает и наоборот.

Очень часто в силу селективности выветривания именно на выветрелой поверхности выявляются палеонтологические остатки – раковины и обломки раковин, отпечатки растений и т.п., совершенно незаметные на свежем сколе.

3. *Химическое выветривание* проявляется весьма разнообразно.

* *Растворение (и выщелачивание)* удаляет из выветривающейся горной породы как первичные, так и образующиеся в процессе выветривания наиболее растворимые соединения: сначала хлориды и сульфаты, затем карбонаты, затем гидроокислы и окислы, на месте которых остаются пустоты. Таким образом, слои известняков и доломитов, например, выветривающиеся именно путём растворения, проявят себя углублениями, если переслаиваются, скажем, с песчаниками или аргиллитами.

* *Окисление* переводит все металлы из оксидов с низшей валентностью в оксиды с высшей валентностью (окиси). Самый распространённый металл из окисляющихся в зоне выветривания – железо (содержится в пирите, оливине, пироксенах, амфиболах и других минералах) окисляется в труднорастворимый, накапливающийся в коре

выветривания минерал *лимонит*. Поэтому в приповерхностных условиях, в зоне окисления очень широко распространено окрашивание горных пород по трещинам и в массе ржаво-бурым лимонитом. Иногда в обнажениях и даже в отдельных образцах горных пород видно, как окрашивание лимонитом распространяется от поверхности и трещин вглубь породы, где ещё сохранилась её невыветрелая часть. Совместное действие окисления и растворения и их селективность особенно ярко видны в пористых кремнистых каркасах, остающихся на месте кварцевых жил или других кремнистых образований после выщелачивания всех продуктов окисления сульфидов, кроме лимонита, заполняющего пустоты.

* В зоне окисления кварцевых тел с сульфидами кроме лимонита видны (правда, достаточно редко) и другие разноцветные вторичные минералы окисления – водные оксиды, оксиды (*охры*) и гидрокарбонаты металлов в виде плёнок, примазок и порошковидных масс: зелёные и синие (медь), чёрные (марганец), белёдые (свинец) и др.

* Силикаты и алюмосиликаты при глубоком химическом выветривании в результате *гидролиза*, по мере выноса возникающих в ходе процесса выветривания растворимых соединений щелочных и щелочно-земельных элементов и перехода каркасных кристаллических решёток первичных минералов в слоёвые, замещаются *глинами*.

Из силикатов и, особенно, из алюмосиликатов состоят все магматические (кроме редчайших карбонатитов) и метаморфические горные породы. В аркозовых (содержащих заметное количество обломков полевых шпатов) и полимиктовых (состоящих из обломков разных горных пород) гравелитах и песчаниках гидролиз может проявиться за счёт разрушения указанных компонентов. Таким образом, гидролиз, включающий в себя идущие параллельно процессы окисления и выщелачивания, – главный вид химического выветривания для всех этих пород, так же, как и для продуктов их физического выветривания в виде не испытавших переноса коллювиальных и делювиальных скоплений щебня и дресвы.

А вот обычные терригенные осадочные горные породы (от алевролитов до конгломератов), состоящие из обломков кремнистых пород и кварца, гидролизу не подвержены. Процесс гидролиза очень медленный и постепенный и на первых стадиях проявляется в породах в виде изменения (побурение, осветление) цвета, заметной потере твёрдости (минералы с твёрдостью >5 начинают легко царапаться ножом, стеклом, т.е. их твёрдость становится заметно <5), приобретения горной породой рыхлого «землистого» строения. Одновременно

постепенно исчезают, как бы бледнеют и «растворяются» в земляной массе текстурные и структурные признаки первичной горной породы. В конечном итоге, на месте первичных силикатов и алюмосиликатов в гумидном умеренном климате в качестве остаточных продуктов гидролиза возникают обычные (гидроалюидные) глины, во влажном и тёплом климате – белые каолиновые глины, а в тропическом – бурокрасные латериты.

В заключение отметим, что, хотя процессы выветривания для большей ясности рассмотрены по отдельности, в природе они идут совместно и одновременно. Просто в зависимости от состава выветривающихся горных пород и климата в конкретных обнажениях тот или иной вид выветривания может проявиться заметнее остальных, но нужно стараться увидеть признаки действия и результаты всех процессов выветривания. В идеальном случае, как, например, в г. Томске под Лагерным Садам [2, стр.18 и рис.4, 13] можно видеть полный разрез коры выветривания от невыветрелых коренных пород, слагающих основание обнажений, через эти же породы, но уже осветлённые выветриванием, до бесструктурных белых каолиновых глин, венчающих обнажения.

Очень своеобразным продуктом органического выветривания являются *почвы*, так или иначе развитые в любом районе.

Состав почв целиком зависит от общего климата и микроклимата, состава растительного покрова, степени увлажнённости. В условиях юго-востока Западно-Сибирской равнины с её умеренным гумидным (т.е. влажным) климатом развиты: чернозёмы – в лесостепной зоне, особенно в луговой её части; тощие чернозёмы, серозёмы и подзолы – в лесной; заторфованные почвы – на заболоченных участках.

При описании почв нужно отметить следующее.

Тип почвы и её состав. Чем больше в почве гумуса, тем она темнее. Поэтому чернозёмы отличаются интенсивным чёрным цветом. Более светлые чёрно-серые и серые почвы скорее относятся к серозёмам. Подзолы характеризуются пепельно-серым цветом (цвет древесной золы, отсюда и название) вплоть до белёсого. Болотные почвы за счёт примеси торфа имеют буроватые оттенки и включают в себе остатки полуразложившихся растений. Если почва растирается между пальцами, как глина, – она глинистая. Если при растирании чувствуется примесь песка – опесчаненная. Последнее характерно для подзолов.

Зрелость почвы связана с длительностью её формирования. Примесь механических частиц (древесы подстилающих коренных пород, песчанность) и неперегнивших растительных остатков, пятнистость в

окраске свидетельствуют о молодости, незрелости почвы. И наоборот, однородность цвета и строения (структуры) почвы – показатели её зрелости.

Мощность почвы обычно колеблется от нескольких сантиметров до десятков сантиметров и также является показателем длительности и скорости процесса её формирования. Например, молодая низкая и высокая зрелая поймы долин (см. ниже программу описания эрозионных (флювиальных) форм рельефа и отложений) кроме всего прочего чётко отличаются и мощностью почвенного слоя, заметно большей у зрелых пойм.

Характер перехода в подстилающие породы может быть резким и постепенным. Резкий переход, характерный для молодых маломощных почв, свидетельствует о кратковременности процесса почвообразования и об устойчивости подстилающих пород к выветриванию (особенно если это скальные коренные горные породы), но может также свидетельствовать о наносном характере почвы (например, почва молодого пойменного *наилка*, залегающего на русловом гравийно-галечном аллювии).

Постепенный переход свойственен более мощным, зрелым почвам, залегающим на податливых к выветриванию подстилающих породах. Например, на водораздельных элювиальных суглинках.

Таким образом, суммируя всё вышесказанное по описанию выветривания и его результатов, в условиях окрестностей г. Томска и всего юго-востока Западно-Сибирской равнины с их типичным умеренным гумидным климатом, лесостепным и лесным ландшафтами, местами с широким развитием заболоченности и настоящих болот, в естественных обнажениях и искусственных выемках (бровки дорожных врезов, любые ямы) можно видеть: подчёркнутую выветриванием трещиноватость коренных скальных пород, их осветление и потерю прочности, их окрашивание по трещиноватости и в массе в ржаво-бурые тона лимонитом, такое же послонное (по наиболее проницаемым породам – галечникам, пескам) и в массе в верхней части обнажений окрашивание осадочных рыхлых пород, ноздреватость и пористость за счёт удаления продуктов выветривания из разных пород (наиболее наглядно это видно в кварцевых жилах), перечисленные выше виды почв.

3.1.2. Склоновые процессы и отложения

В классическом курсе «Общая геология» отсутствует отдельная глава, посвящённая склонам, идущим на них процессам и специфическим склоновым отложениям. Между тем, склоны – самостоятельный элемент любого рельефа в любом районе. Строго говоря, склонами следует считать любые поверхности, даже очень пологие, если на них началось движение рыхлого покрова вниз по склону. В этом случае продукты выветривания (водораздельный элювий) или другие покрывающие склон рыхлые отложения любого происхождения (аллювиальные, эоловые, ледниковые и др.) преобразуются в *склоновые отложения*, подразделяющиеся на несколько генетических типов (рассмотрены ниже).

Наиболее чётко выражены и наибольшим распространением пользуются в любом районе склоны эрозионных форм – долин и оврагов, логов.

По уклону склоны подразделяются на: очень пологие – $<5^{\circ}$; пологие – $5-10^{\circ}$; средней крутизны – $10-20^{\circ}$; крутые – $20-30^{\circ}$; очень крутые – $30-45^{\circ}$ и обрывы, стенки (при движении по таким склонам уже нужно цепляться за них руками). В целом, чем круче склон, тем он моложе и тем интенсивнее идёт по нему склоновый процесс – разрушение склона и перемещение по нему рыхлых склоновых отложений. Длительное развитие склона, в общем, ведёт к его выполаживанию.

По общему профилю склоны подразделяются на (рис.1): ровные, выпуклые, вогнутые, выпукло-вогнутые, ступенчатые (террасированные).

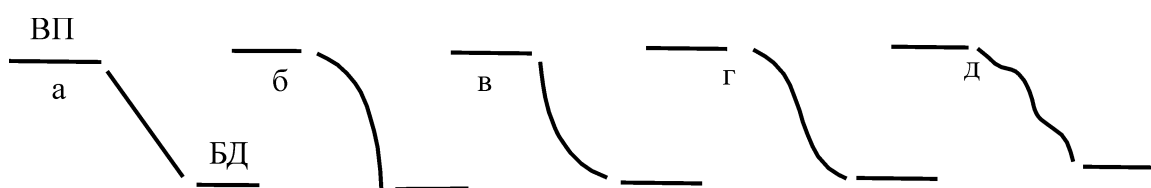


Рис.1 Типы склонов по общему профилю: а – ровный; б – выпуклый; в – вогнутый; г – выпукло-вогнутый; д – ступенчато-террасированный; ВП – водораздельная поверхность; БД – базис денудации склона

Общий профиль склона и его уклон легко определить на глаз, если посмотреть на склон сбоку с некоторого расстояния (не менее нескольких десятков метров). Важнейшим элементом строения склона

является его *базис денудации* (БД на рис.1) – любой элемент рельефа, на который опирается склон. Базисы денудации подразделяются на *неустойчивые* и *устойчивые*. Чаще всего склоны с неустойчивыми базисами опираются на русло реки, ручья, подрезающее склон, молодую пойму, на которой каждый паводок подходит к основанию склона и удаляет материал, накопившийся под склоном за период между паводками. Устойчивыми базисами являются любые пологие поверхности, на которые опирается склон, не испытывающие никаких изменений длительное время и на которых возможно накопление склоновых отложений у подножия склона. Чаще всего такими поверхностями являются высокие зрелые поймы и террасы долин, днища зрелых оврагов, логов, балок.

Общий профиль склона не является геометрической абстракцией, а указывает на строение, происхождение склона и стадию его развития. Ровные склоны говорят об однородности снизу доверху геологических условий склона (состава коренных горных пород, скрытых под склоновыми отложениями, и того, как они залегают), равномерности денудационного разрушения склона по всей его длине снизу доверху и равенства скорости поступления рыхлых склоновых отложений к основанию склона и скорости удаления (руслом, половодьем) этих отложений с базиса денудации склона.

Выпуклые склоны свидетельствуют о том, что не только весь рыхлый материал склоновых отложений, поступивший со склона к его основанию, удаляется, но и нижняя часть склона подрезается, т.е. базис денудации склона неустойчивый и движется или вниз (водоток, подрезающий склон, ведёт донную эрозию) или в сторону склона (водоток ведёт боковую эрозию) и склон непрерывно омолаживается.

Вогнутые склоны являются более зрелыми и, напротив, характеризуются устойчивыми базисами денудации, на их нижней выположенной части идёт накопление материала, поступившего со склона.

Наиболее распространёнными в гумидном климате средней полосы России с её лесостепными и лесными ландшафтами и, в частности, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины и, следовательно, в окрестностях г. Томска являются зрелые, почти закончившие своё длительное развитие выпукло-вогнутые склоны, верхняя часть которых выположена за счёт более быстрой денудации полосы сочленения склона и водораздельной поверхности, а нижняя выположенная часть склона представляет собой зрелый склон накопления склоновых отложений, наложенных на устойчивый базис денудации склона.

Ступенчатость (террасированность) склона свидетельствует или о его геологической неоднородности – чередовании в разрезе коренных пород, слагающих склон под рыхлым покровом, геологических тел (чаще всего горизонтально залегающих пластов) с разной устойчивостью против денудации (рис.2), или, как это часто бывает на склонах долин крупных рек, ступеньки высотой друг над другом не менее первых метров и шириной в метры и десятки метров являются остатками аллювиальных террас.



Рис.2 Структурно-денудационные террасы ступенчатого склона

По генезису в указанных выше климатических и ландшафтных условиях подавляющим распространением пользуются покрытые рыхлыми склоновыми отложениями и закрытые луговой и лесной растительностью *дефлюкционные* склоны (по очень распространённой, но неправильной терминологии их называют *делювиальными*^{*}).

Покрывающий эти склоны и очень медленно (доли мм в год!)двигающийся по ним материал – *дефлюкций* (или *дефлюксий*) сложен обычными буровато-серыми суглинками. Если на небольшой глубине – от десятков сантиметров до 1–2 м под дефлюкцией залегают скальные породы, то в составе последнего будет присутствовать переменное количество дресвы и щебня этих пород. Мощность дефлюкция колеблется от первых десятков сантиметров до нескольких метров и, как правило, растёт вниз по склону.

Гораздо реже встречаются наиболее крутые, вплоть до отвесных *гравитационные* склоны. Чаще они скальные (т.е. без рыхлого покрова и растительности), сложенные твёрдыми горными породами. В этом

^{*} - настоящий делювиальный процесс: перенос плоскостным смывом и отложение в нижней части склона и у его подножия дресвяно-песчано-супесчанистого материала – делювия идёт на открытых или заросших редкой травой склонах в сухих степях и полупустынях в условиях засушливого (аридного климата).

случае у подножья таких обнажений обязательно накапливается *коллювиальная* щебенистая осыпь, отличительной особенностью которой является явное увеличение размеров обломков вниз по осыпи. В случае, когда в стенке обнажаются рыхлые породы, осыпь состоит из этих пород и быстро зарастает.

В некоторых местах, в окрестностях г. Томска, в частности, по правому борту долины р. Томь, Басандайка, Тугояковка встречаются *оползневые* и *оплывные* склоны.

Оползневые склоны легко подразделяются на молодые и древние.

Молодые, продолжающиеся активно развиваться («живые») оползневые склоны узнаются по резко выраженному неровному бугристо-западинному рельефу с зияющими тыловыми трещинами отрыва, мочажинами и выходами подземных грунтовых вод. По краям отдельных блоков, размеры которых колеблются от первых метров до десятков и сотен метров, видны следы перемятости горных пород и скольжения блоков друг относительно друга и относительно ложа (водоупора). Растительность на поверхности каждого блока образует самостоятельную группу, отличающуюся по общему наклону от групп растительности соседних блоков. Древние, остановившиеся в своём развитии, оползни характеризуются более сглаженным волнистым рельефом, но сохраняющим все основные неровности исходного молодого оползневого склона. Хорошим показателем таких склонов является так называемый «пьяный лес», причём количество изгибов–колен стволов деревьев указывает на количество подвижек оползневых блоков, а их азимуты – на направление движения блоков.

Оплывные склоны (сформированные оползнями-оплывинами) развиваются только на рыхлых толщах. Оползни-оплывины представляют собой смещение избыточно увлажнённых масс склоновых отложений в пластичном или даже полужидком состоянии. В последнем случае они по внешнему виду и внутреннему строению напоминают потоки грязи. От описанных ниже солифлюкционных склонов (поскольку по условиям зарождения и механизму движения оплывание и солифлюкция схожи) оплывные склоны отличаются гораздо большими размерами неровностей. Оплывшие склоны легко узнаются на молодой активной стадии, когда на склоне видны явные оплывины.

Остановившиеся в своём развитии оплывные склоны быстро зарастают и от древних оползневых склонов отличаются с трудом.

Солифлюкционные склоны. В северной половине Западно-Сибирской равнины в тундре и лесотундре, также и южнее на открытых заболоченных, переувлажнённых склонах может идти процесс *солифлюкции* – течение вниз по склону переувлажнённого грунта. Процесс может идти на очень пологих – $2-3^0$ склонах. Солифлюкционные склоны узнаются по характерному микрорельефу – беспорядочно разбросанные вытянутые вниз по склону солифлюкционные натечные микротеррасы, представляющие собой оплывины или натёки длиной от первых метров до десятков метров, нижний конец которых на 0,5–1 м нависает над поверхностью склона.

3.1.3. Формы рельефа и отложения, созданные деятельностью линейных водотоков (флювиальные формы рельефа и отложения)

Эрозионные формы рельефа – долины, овраги, лога и заполняющие их аккумулятивные образования, сложенные аллювием и пролювием, созданные постоянными и временными линейными водотоками, присутствуют практически в любом районе (ландшафте) и дают больше всего материала для полевых наблюдений, описаний и составления отчёта.

Сначала* нужно подразделить эрозионные формы на главные (I порядка) – долины наиболее крупных рек и второстепенные (II порядка) – меньшие по размерам долины притоков крупных рек и далее лога, овраги (III порядок) как притоки эрозионных форм I и II порядков. Указать преобладающую ориентировку эрозионных форм разных порядков относительно стран света и охарактеризовать плановый рисунок эрозионной сети – дендритовый, параллельный, перистый, решётчатый, центробежный, центростремительный (см. раздел, посвящённый деятельности водотоков в любом учебнике по общей геологии или геоморфологии).

При описании отдельных *долин, как форм рельефа, созданных постоянными водотоками*, нужно обратить внимание на следующее.

*– Приведенная в этом абзаце общая характеристика эрозионной сети, может быть, уже описана Вами в главе «Физико-географический очерк». В этом случае приступайте сразу к описанию отдельных эрозионных форм.

Основными элементами в строении любой долины, выделяющимися в её поперечном профиле, в общем, являются (рис.3): русло и примыкающие к нему прирусловые отмели (пляжи, бечёвники); пойма, составляющая, как правило, основную часть дна долины; коренные склоны, которые могут быть осложнены террасами (заметим, что коренные склоны и дно долины могут быть сложены не только древними скальными породами, но и более молодыми, рыхлыми, но не относящимися к аллювию, заполняющую данную долину). Описание долин следует начать с подобного перечисления.

Далее следует описать общий характер поперечного профиля – V-образный или трапециевидный, его глубину и ширину (глубина и ширина долины). Этот поперечный профиль может быть узким глубоким или широким и мелким. Узкой и глубокой считается эрозионная форма, если глубина её, т.е. превышение бровки склона над поймой, дном лога (относительное превышение, относительные отметки) сопоставима с шириной; мелкой и широкой – если её глубина многократно уступает ширине (рис.3).

Покажите изменение характера поперечного профиля и его ширины при следовании вдоль долины в зависимости от геологического строения коренных пород и положения долины относительно основных орографических элементов района (например, расширение долины на пониженных участках или при следовании её вдоль мягких горных пород; сужение при пересечении возвышенных участков или участков, сложенных относительно более твёрдыми породами). Охарактеризуйте склоны долины (согласно разд. 3.1.2, если это уже не сделано отдельно); отметьте наличие террас, их тип, протяжённость вдоль долины, ширина, высота над урезом воды в русле или над поймой и друг над другом, строение и состав террасового аллювия; опишите строение поймы, русла.

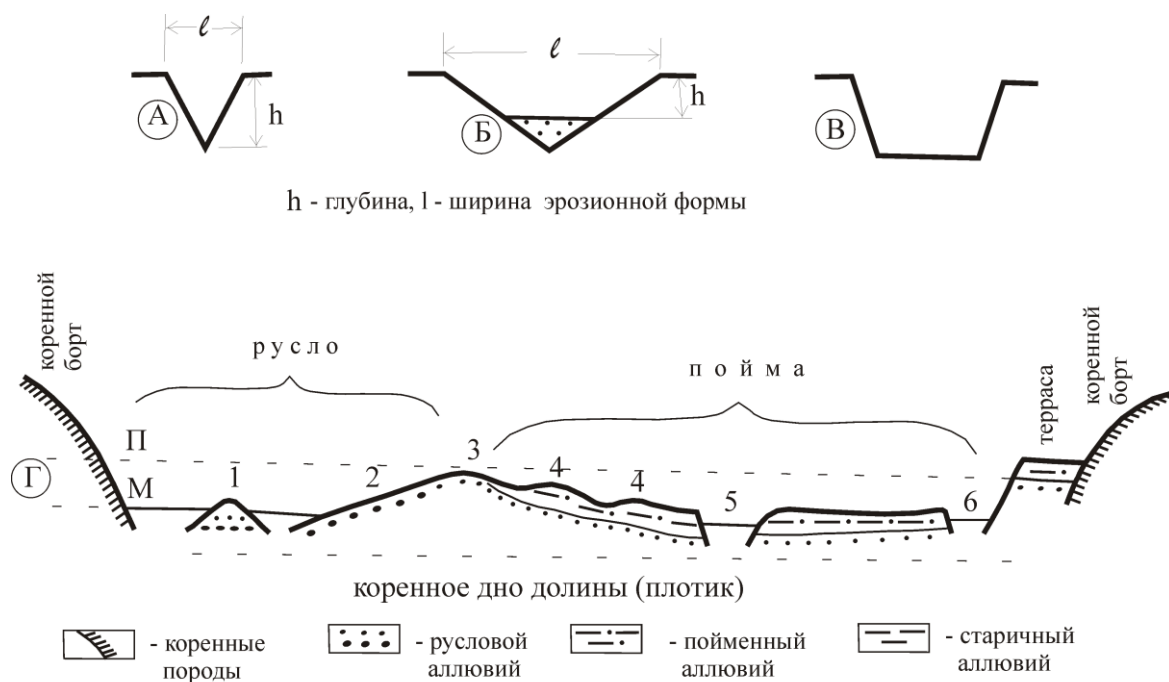


Рис.3 Поперечные профили эрозионных форм: А - V - образный, А, Б, В - ящикообразные (трапецевидные), профиль Б- образовался путем заполнения пролювием первичного V- образного профиля; А, В,- узкие глубокие, Б, Г - широкие мелкие. Г - принципиальное строение зрелой долины в поперечном сечении; М - межennyй уровень, П - паводковый уровень, 1 - внутрируслевая отмель (осередок, остров), 2 - прируслевая отмель (коса, пляж), 3 - прируслевый вал, 4 - пойменные гривы (бывшие прируслевые валы), 5 - старица, 6 - присклонное (при-террасное) понижение (старица, речка).

Особое внимание следует обратить на русло и пойму, ибо именно эти элементы долины отражают современную стадию развития долины, направленность и динамику современной деятельности водотока. При описании русла следует указать общий характер его деятельности – эрозия донная или боковая, перенос или аккумуляция материала; наличие порогов, перекатов (участков, где в данное время идёт донная эрозия), плёсов, прируслевых форм – отemelей (пляжей), кос, осередков, островов (участков, где в русле идёт аккумуляция) и их перемещение по руслу; степень меандрирования русла, наличие участков, где русло в настоящее время ведёт боковую эрозию, подмывая коренные борта, террасу или только что сформированную пойму, и участков отступления русла с нарастанием прируслевых отложений, а затем и молодой поймы. Описать состав, строение, степень окатанности руслового аллювия и его изменения вдоль русла. Например, на песчаных прируслевых косах может быть видна рябь течения – поверхностное

выражение косой слоистости руслового аллювия в виде валиков, крутой склон которых обращён вниз по течению, а на галечных косах, особенно если гальки плоские, хорошо видно, что все они лежат, как черепицы на крыше, вниз по течению. Другой пример: при прослеживании вниз по течению на протяжении 200 км руслового аллювия р. Томи видно, что он меняется от крупногалечного у г. Кемерово, через мелкогалечный у г. Томска до песчаного у устья р. Томи. Для поймы следует указать её распространение вдоль долины, ширину, степень формированности – заливается каждый год или в отдельные годы максимальных паводков, имеет одну единую поверхность или распадается на несколько уровней (высокая, низкая пойма); микрорельеф поймы (прирусловые валы, старицы и т.д.); высоту над руслом, строение поймы в разрезе, состав пойменных отложений. Как правило, в обрывах пойм видно двучленное строение пойменного аллювия: на косослоистом русловом аллювии, сложенном галечником, песками, субгоризонтально залегает собственно пойменный аллювий, сложенный супесями, суглинками.

При описании **эрозионных форм, созданных временными водотоками** (оврагов, балок, сухих логов) следует указать, на каком крупном элементе рельефа располагается данная форма (нижняя или верхняя часть склона долины, приводораздельная поверхность и т.д.), что служит базисом эрозии для данного оврага, лога (урез воды в реке, поверхность террасы, поймы, или днище более древнего широкого лога и т.д.); указать его (или её) длину, ширину, характер поперечного профиля (как правило, он V-образный, но может быть совсем без дна у молодых оврагов или ящикообразный, т.е. с плоским дном за счёт заполнения пролювием у зрелых оврагов и логов (рис.3б), крутизну и характер склонов (свежие, задернованные, заросшие). Наличие вершинного перепада, характер продольного профиля (выработанный, невыработанный), наличие или отсутствие конуса выноса, состав, строение и характер пролювия, слагающего дно лога и конус выноса из него. Как следствие из всего вышесказанного должно быть определение стадии развития оврага (лога, балки) и прогноз его дальнейшего развития – врез в глубину или рост вверх по склону, затухание или омоложение и т.д.

3.1.4. Деятельность подземных вод

Необходимо описать известные в районе выходы подземных вод на поверхность, указав характер выхода (ключ, мочажина и т.д.), его положение на рельефе (в подножье склона, в истоках долины и т.д.), характер источника (напорный, восходящий, нисходящий), температуру, вкус воды, наличие минеральных примесей, дебит (в л/сек/мин), режим (изменение напора, уровня по временам года),

наличие вокруг источника его отложений (травертин и т.д.); особое внимание обратить на оползневые, суффозионные и карстовые явления – их признаки, масштаб, характерные формы рельефа и т.д., если они сопровождают источник.

3.1.5. Озёра и болота

При изучении геологической деятельности озёр и болот, широко распространённых на Западно-Сибирской равнине, реально можно видеть следующее.

Озёра. Прежде всего, нужно определить происхождение озера, вернее, его озёрной котловины. В условиях нашего региона распространены следующие типы озёр и их котловин.

На поймах и низких террасах речных долин преобладают *старичные* озёра, представляющие собой вытянутые, изогнутые, вплоть до полукольца и S-образных форм, участки проток и русел, отчленившиеся от основного русла в результате его меандрирования. Такие озёра, как правило, характеризуются резко выраженными, вплоть до залесённых грив, берегами. Во время паводков по таким озёрам-старичкам возобновляется сток. Поэтому они долго не заболачиваются. Реже на поймах и террасах встречаются *просадочные* озёра изометричной формы, котловины которых возникают в результате опускания поверхности поймы за счёт уплотнения пойменных суглинистых отложений. Такие озёра имеют менее чётко выраженные берега и более склонны к заболачиванию.

На водораздельных пространствах распространены более крупные – километры и более в диаметре и глубокие *остаточные* (от последнего ледникового периода примерно 8–10 тыс. лет назад) озёра и меньшие по размерам и мелкие *просадочные* за счёт уплотнения и суффозии лёссовидных покровных отложений. Кроме того, на низменных водоразделах местами встречается большое количество очень небольших (десятки и даже метры) озёр, возникающих параллельно с болотами за счёт высокого стояния зеркала грунтовых вод (ЗГВ).

Кроме того, встречаются *техногенные* озёра – запрудные и в котловинах (карьеры, силосные ямы).

При описании конкретных озёр нужно указать следующее.

- Форма и размеры в плане – округлая, вытянутая и т.д.
- Глубина в центре (если, конечно, это известно или можно установить).
- Характер прибрежной зоны (скорость нарастания глубины) – *приглубый* (быстрое нарастание глубины, зона илов подходит к самому

берегу) или *отмель* (постепенное нарастание глубины с хорошо развитым песчаным пляжем).

– Характер самого берега: обрыв (современная абразионная микротерраса с клифом), его высота или пляж, его ширина и состав его отложений (скорее всего песчаный).

– Какую деятельность ведёт озеро на том или ином отрезке берега: волноприбойная абразия на обрывистом приглубом или сортировка, аккумуляция и формирование пляжа на отмелом берегу*, подход зоны илов под самый берег, если он не подвергается активному волноприбою.

– Местами при внимательном изучении можно обнаружить следы древних береговых линий озера в виде отмерших эрозионных уступов. Установить их количество и высоту друг над другом (у небольших озёр их бывает два-три с высотой друг над другом не более 1 м). Установить, совпадает или нет положение древних уступов с современным или отличается от него. Если древние абразионные уступы опоясывают всё озеро, значит, оно скачкообразно понижало свой уровень, указать возможные причины этого – изменение климата в сторону засушливости, спуск озера и т.д. Если же в настоящее время древние и современные абразионные уступы расположены в разных местах берега, то это свидетельствует о смене направлений ветра.

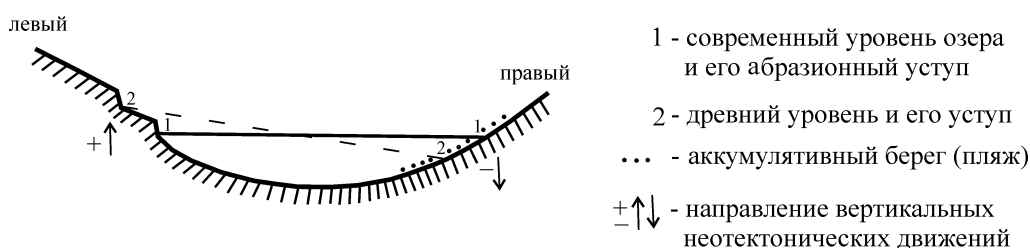


Рис. 4 Схема, объясняющая изменение строения берегов озера

в результате разнонаправленных вертикальных неотектонических движений на противоположных берегах.

На озёрах с диаметром 5-6 и более километров абразионные уступы, сосредоточенные на одном берегу и имеющие высоту друг над

* – Очень полезно понаблюдать озеро в ветреную погоду и увидеть, какого размера достигают волны (длина и высота); увидеть, на какой именно участок озера направлен волноприбой: соответствует ли это устройству берега; установить, в какой степени устройство берегов соответствует преобладающему направлению ветров. Если наблюдается несоответствие, то, вероятно, в недалёком прошлом направление ветров было иным.

другом один метр и более, свидетельствуют уже о вертикальных неотектонических** движениях, приведших к поднятию этого берега и опусканию противоположного (рис.4 и комментарий к нему).

Из рис.4 видно, что после неотектонического поднятия левого (на данном рисунке) берега, прошедшего после формирования уступа 2, изменилось положение уровня озера: на левом берегу в результате регрессии озера началась выработка современного абразионного уступа (1) на более низком уровне, а древний уступ (2) превратился в озёрную террасу, а на правом берегу в результате опускания и трансгрессии был затоплен древний пляж и идёт аккумулятивное формирование современного.

Осмотр современного состояния берегов озера даёт возможность спрогнозировать его дальнейшую эволюцию. Например, отодвигание абразионного уступа или заболачивание на каком-то участке и т.д.

Очень интересно поставить простой эксперимент: оставить на берегу озера в разных местах мелкие реперы (забить железные колья с вертикальной разметкой) и через год-два (чем больше, тем лучше) получить точные цифры скорости абразии, изменения уровня озера, повышения поверхности пляжа в результате аккумуляции, перемещения береговой линии или границ заболачивания в горизонтальном направлении и т.д.

Болота. При описании болот нужно, прежде всего, указать, *верховое* оно или *низинное*. *Верховые* болота, распространённые преимущественно на водоразделах, возникают за счёт избыточного увлажнения грунта при высоком стоянии зеркала грунтовых вод. Поэтому такие болота возникают в еле заметных понижениях рельефа, постепенно переходят в окружающее водораздельное пространство и в плане имеют любые очертания. Растительность этих болот преимущественно моховая (главный род *Sphagnum*) с примесью чахлой древесины на заключительных стадиях. Именно такие болота – главный источник клюквы в Западной Сибири. *Низинные* болота возникают путём заболачивания непроточных озёр и поэтому имеют более чёткие контуры, в общем наследующие береговую линию бывшего озера. В своём развитии низинные болота проходят несколько стадий. На начальной топяной стадии болота изобилуют «окнами» и опасны при обследовании.

** - неотектоническими (в том числе современными тектоническими) движениями называются движения за неоген-четвертичное время, в результате которых сформировались основные черты современного рельефа.

На средней кочкарно-моховой стадии поверхность болота повышается в результате накопления торфа, и оно приобретает выпуклый профиль, но может сохранять крайнее обводнённое кольцо. На заключительной стадии болото, сохраняя кочкарное строение, покрывается ягодниками, багульником и чахлым лесом. Соответственно, в разрезе торфа низинного болота снизу вверх видна смена растительности по стадиям от водорослевой, через осоковую к моховой и далее к древесной. Таким образом, даже из сказанного видно, что, образно говоря, «низинные болота эволюционируют в верховые».

В самой нижней части торфа и в непосредственно подстилающих торф породах (озёрные глины или пески у низинных болот или глинисто-суглинистые плохо водопроницаемые породы покровной субаэральной водораздельной толщи у верховых болот) можно видеть окраску в тёмных тонах за счёт битумов, вынесенных из вышележащего торфа инфильтрующимися водами. Очень редко, если повезёт, можно на указанном уровне увидеть ярко-синее окрашивание вивианитом ($\text{Fe}_3[\text{PO}_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), представляющим собой фосфат оксида двухвалентного железа, возникающий при недостатке кислорода ниже зеркала грунтовых вод за счёт восстановления железа и соединения его с фосфором, повышенное содержание которого обусловлено вышеуказанной инфильтрацией.

3.1.6. Специфические процессы, формы рельефа и отложения зоны распространения «вечной» мерзлоты (криолитозоны)

В настоящее время южная граница криолитозоны Сибири идет от границы между Северным и Приполярным Уралом на восток на устье р. Казым, далее по южному склону Сибирских увалов и у устья р. Подкаменная Тунгуска переходит на правобережье р. Енисей. Но явные признаки действия мерзлотных (криогенных) процессов на поверхности рельефа начинают отчетливо наблюдаться только гораздо севернее, приблизительно от широты Салехард – Туруханск (устье р. Нижн. Тунгуска). Здесь в тундре чаще всего можно видеть современные полигональные образования, натечные солифлюкционные микротеррасы, бугры пучения и термокарстовые понижения, курумы.

Полигональные образования – ячеистая тундра, пятна – медальоны, каменные многоугольники, представляют собой результат зимнего растрескивания однородных (изотропных) мерзлых рыхлых пород с образованием на поверхности 5-6-ти угольников с диаметром от

нескольких десятков см до 1-2 м (рис.5, А). Центральная часть таких многоугольников, как правило, слегка выпуклая и сложена мелкоземлистым (глина, суглинок) материалом. Границами многоугольников могут быть на начальной стадии развития только трещины (ячеистая тундра). Далее по трещинам развиваются прожилки льда, расширяя их год от года. В конце развития и при деградации (исчезновении) приповерхностной мерзлоты границами многоугольников служат полосы растительности («пятна – медальоны») и валики, сложенные более грубообломочным материалом – дресвой и мелким щебнем, вытесненным к краям многоугольника морозной сортировкой (вымораживанием) при многократном замерзании и оттаивании (каменные многоугольники). При исчезновении прожилков льда трещины заполняются обломочным материалом и образуются т.н. «псевдоморфозы по жильному льду» (рис. 5,Б).

Солифлюкционные натеchnые микротеррасы наблюдаются на достаточно протяженных склонах с уклоном от 2-3° до 10° и представляют собой результат летнего течения оттаявшего переувлажненного глинисто-суглинистого склонового грунта с образованием натеков – микротеррас длиной от нескольких метров до десятков метров и высотой над склоном до 1 м (рис.6, А). В случае многолетнего развития процесса с неоднократным замерзанием – оттаиванием такие микротеррасы в результате морозной сортировки могут сопровождаться полосами и валиками обломочного материала с боков и под нижним концом. Из сказанного ясно, что на равнинной тундре солифлюкционные микротеррасы могут развиваться только на пологих склонах долин. Максимум их развития приходится на холмисто – увалистый рельеф и горную тундру.

Бугры пучения развиваются на равнинах преимущественно на торфяных грунтах и представляют собой возвышения высотой от десятков сантиметров до нескольких метров и диаметром от первых метров до нескольких десятков метров, возникающие и из года в год растущие над участками повышенной обводнённости и, следовательно, из года в год увеличивающейся льдистости грунта.

Термокарстовые понижения – воронки, просадки, аласы представляют собой отрицательные формы рельефа, возникающие и из года в год увеличивающиеся по мере деградации мерзлоты. Диаметр их от нескольких метров для воронок и до сотен метров и первых километров для аласов, глубина, соответственно, от метров до десятков метров.

Курумы («моря скал») представляют собой скопления крупного щебня и глыб размером до многих м³, возникающие на скальных выходах в результате многолетнего морозного выветривания. На склонах, особенно в горах, курумы образуют потоки.

Южнее тундры в лесной зоне мерзлота становится реликтовой и уходит на глубину, но во время максимального четвертичного оледенения (Самаровское в Западной Сибири, Днепровское в европейской части России, Рисс–I в Западной Европе) весь юг Западной Сибири и даже северный Казахстан, а также горы Южной Сибири попадали в криолитозону. Поэтому в пределах указанных территорий в стенках обнажений среднечетвертичных (средненеоплейстоценовых), а севернее и в верхнечетвертичных (верхненеоплейстоценовых) отложений любого генезиса достаточно редко, но при внимательном наблюдении все-таки можно встретить следы бывшей криолитозоны.

Чаще всего и наиболее наглядно можно видеть в пластах рыхлых пород вертикальные морозобойные трещины, пересекающие пласт на глубину до нескольких десятков сантиметров. От вертикальных трещин любого другого происхождения бывшие морозобойные трещины отличаются наличием в них клиньев заполнения трещин рыхлым материалом (псевдоморфоз по клиньям бывшего жильного льда). Материал, слагающий клинья, может быть осложнен микроскладками и мелкой трещиноватостью. Слоистость пород, непосредственно прилегающих к трещине, часто также осложнена микроскладчатостью и трещиноватостью, а кровля пласта, разбитого трещиной с обеих сторон от последней, как правило, образует выпуклости вверх – бывшие бугорки (валики) пучения и выпирания (рис.5, Б).

Другим признаком того, что данный пласт, толща рыхлых четвертичных отложений когда-то испытали неоднократное замерзание и оттаивание является наличие в нем участками или по всему слою беспорядочных, узорчатых – пятнистых, сетчатых, прожилковых рисунков (криотекстур) внутреннего строения, подчеркнутых распределением вторичной, как правило, бурой окраски. Все это может сопровождаться вздутиями кровли вверх – следы пучения.

Если же данная глинистая или суглинистая толща когда-то имела уклон от нескольких градусов и более, то в ней может наблюдаться солифлюкционная микроскладчатость (рис.6, Б).

В любой рыхлой толще, состоящей из глины и суглинков с примесью дресвы и щебня в результате многократного замерзания и оттаивания будет наблюдаться вторичная дифференциация на глинисто-суглинистую массу и линзы крупнообломочного материала.

Более подробные сведения по формам рельефа и отложениям, создаваемым современными геологическими процессами – см. [10,11].

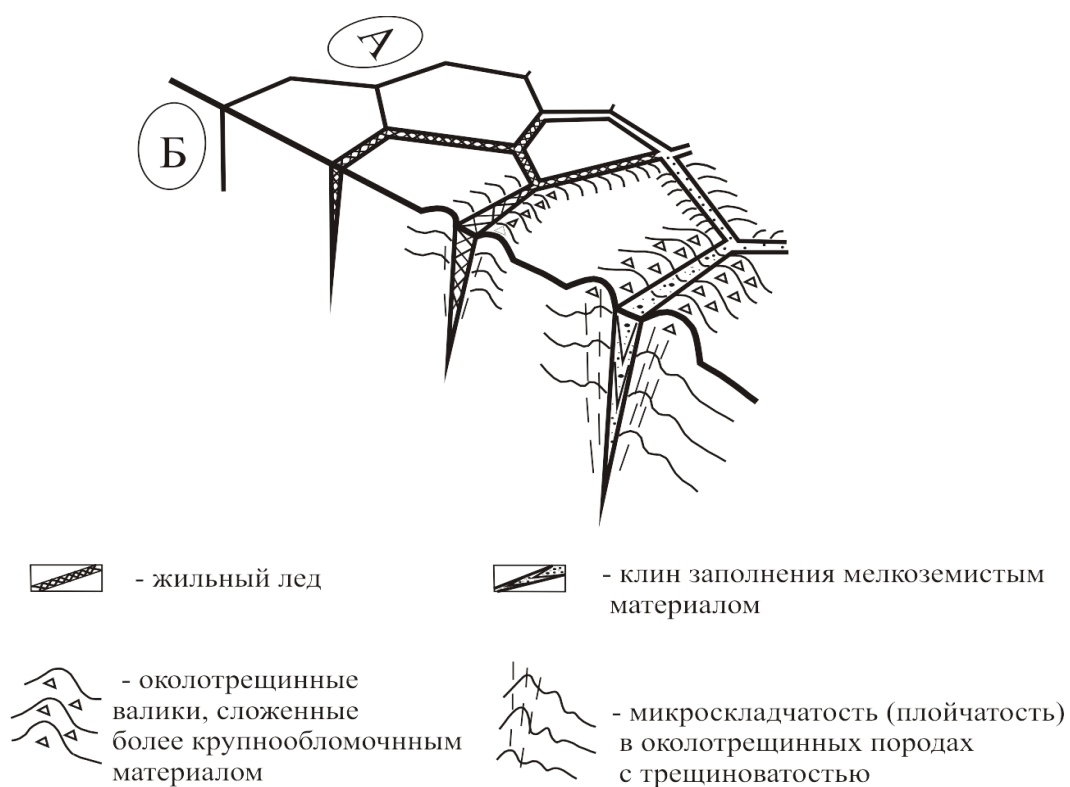


Рис.5. Схема развития системы полигональных образований («медальонная тундра»). А – картина на поверхности тундры; Б – картина в вертикальном разрезе.

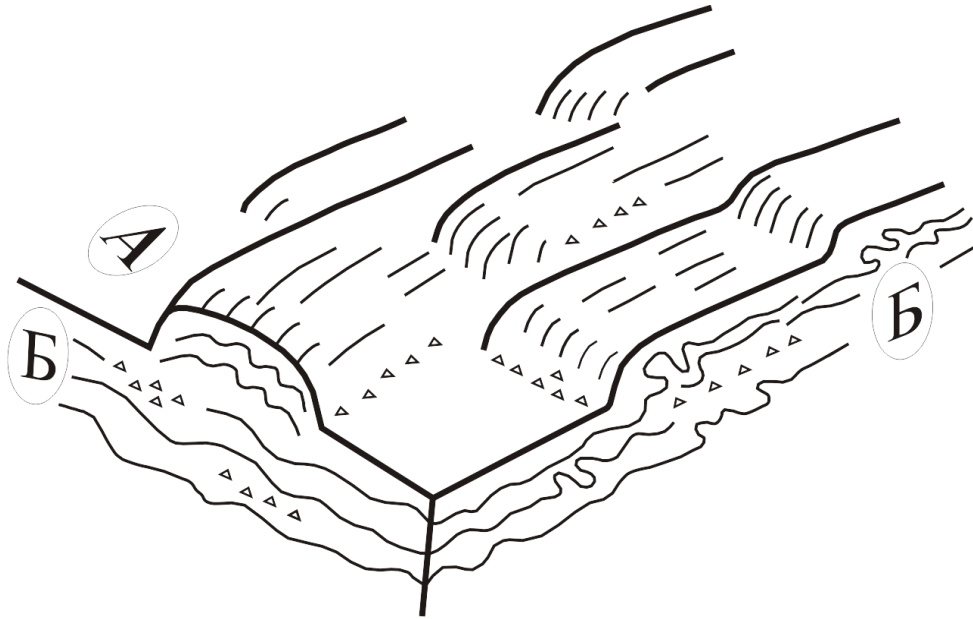


Рис.6. А – натечные солифлюкционные микротеррасы на поверхности склона (в тундре);

Б – солифлюкционные склоновые отложения в вертикальных разрезах (объяснения в тексте)

3.2. ПОЛЕВЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ (ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ)

3.2.1. Общая задача полевых геологических наблюдений

Полевые геологические наблюдения имеют целью установить геологическое строение той или иной территории (в нашем случае учебной геологической практики это будет участок, максимум район). Геологическое строение может быть чрезвычайно разнообразным и сложным, но поддаётся расшифровке, если будут получены ответы на следующие вопросы.

1. Какие толщи осадочных (а также вулканогенных и метаморфических) горных пород слагают участок? Их последовательность от древних к молодым и относительный геологический возраст (отнесение толщ к подразделениям Международной стратиграфической шкалы – МСШ). Их залегание друг на друге – согласное или несогласное. Их литологический и петрографический состав и мощность. Решение этих вопросов составляет предмет науки «Стратиграфия» и излагается в одноимённой главе геологического отчёта.

2. Какие магматические интрузивные тела внедрились в толщи осадочных и других горных пород? Их тип и форма, размеры, петрографический состав и возраст. Какое воздействие на вмещающие породы оказали эти тела? Всё это освещается в главе «Интрузивный магматизм» геологического отчёта.

3. Как в пространстве залегают все эти толщи: горизонтально, т.е. первичное залегание ещё не затронуто* тектоническими движениями, наклонно (моноклинально) – толщи испытали слабое тектоническое давление и вышли из первичного горизонтального залегания или, наконец, в результате сильного тектонического давления толщи смяты в складки? А может быть, ударное тектоническое воздействие выразилось в появлении разрывных нарушений (дизъюнктивов)? Всё это составляет предмет науки «Тектоника» и излагается в одноимённой главе геологического отчёта.

4. Разумеется, решая все вышеперечисленные вопросы, геолог ни на минуту не забывает о проявлениях любых полезных ископаемых, которые теоретически могут быть связаны с геологическими процессами и горными породами конкретной изучаемой территории, и ищет их.

Ниже по отдельным главам некоторые из вышеперечисленных вопросов рассмотрены подробнее.

Более подробно задачи и содержание полевых геологических исследований – см. [8,12].

3.2.2. Определение типа горных пород, определение геологических тел, сложенных горными породами, описание горных пород

При определении и описании любых горных пород пользуются понятиями *структура* и *текстура*, отражающими физико-химическую обстановку и сам процесс формирования пород.

Структура – строение пород, определяемое размерами, формой и взаимным расположением минеральных зёрен в породе. Структура – тонкий признак, часто её можно видеть только под микроскопом.

Текстура – сложение горной породы, определяемое ориентировкой и взаимным расположением минеральных агрегатов внутри породы, отличающихся составом и структурой. Текстура – более грубый, макроскопический (т.е. видимый простым глазом) признак. Соотношение понятий «текстура» и «структура» иллюстрирует такой

* – только в редких сложных случаях напряжённых лежачих складок и шарьяжей горизонтальное залегание может быть вторичным.

(хотя и не геологический) пример: в любом кирпичном здании всё, что относится к форме, размерам и взаимному расположению кирпичей при кладке – «структурные» признаки, а внешняя архитектура здания – «текстурный» признак.

3.2.2.1. *Осадочные горные породы* (в дальнейшем о.г.п.)

Литифицированные (окаменевшие) осадочные г.п. (в комбинации с дайками долеритов – см. ниже 3.2.2.2) встретятся Вам в некоторых обнажениях, если Ваши маршруты пройдут в ближайших окрестностях г. Томска, где на поверхность ещё выходит фундамент Западно-Сибирской платформы. И только о.г.п., причём рыхлые, а также молодые четвертичные аллювиальные, пролювиальные, склоновые, озёрные и болотные отложения встретятся Вам, если Ваши маршруты пройдут севернее и затронут только чехол платформы и современный рельеф.

Текстуры о.г.п. Главной текстурой о.г.п., по которой они легко узнаются, является *слоистость*. Местами, если мощность (толщина) слоёв превышает десятки сантиметров, слоистость в обнажении видна с некоторого расстояния. Слоистость может быть выражена любыми изменениями от слоя к слою. Чаще всего это смена цвета и состава. Но и в совершенно однородных, монотонных по всем признакам толщах иногда видна чёткая слоистость благодаря наличию резко выраженных разграничений между слоями.

Различают два основных вида слоистости – *параллельная* (рис.7(1), А,Г), отражающая осадконакопление в спокойной среде, и *косая* (рис.7(1), В), отражающая осадконакопление в подвижной среде. Промежуточной по условиям образования является *линзовидная* слоистость (рис.7, Б).

Нижняя поверхность пласта – его *подошва*, верхняя – *кровля*. Расстояние между подошвой и кровлей (толщина пласта) – его *мощность*.

По мощности слоистость делится на *тонкую* – с мощностью слоёв 2 см и меньше; *среднюю* – 2–10 см, и *грубую* – 10–50 см. При мощности слоёв более 50 см текстура о.г.п. считается *массивной*. Таким образом, многие образцы, взятые из слоёв, мощность которых превышает размеры образца, будут массивными.

Слоистость может быть выражена и постепенной сменой состава от слоя к слою без чётко выраженных кровель и подошв (рис.7(1), Г). Подошвы и кровли чаще ровные, но могут быть осложнены разнообразными текстурными элементами: следами размыва (рис.7(1),

А), знаками ряби (рис.7(1), Д), следами ползания организмов, трещинами усыхания (рис.7(1), Е), даже следами капель дождей и другими признаками осадконакопления в мелководье при периодических кратковременных осушениях дна.

Распространённой текстурой о.г.п. является *обломочная**, обязательная для терригенных пород, но встречающаяся и в других осадочных образованиях. Разновидностью обломочной текстуры, как бы началом её формирования является *брекчиевидная* текстура (рис.7(1), Ж), чаще встречающаяся в известняках и доломитах, как более хрупких, – наличие в породе систем трещин, разбивающих породу на участки, которые станут обломками, если испытают перемещение относительно друг друга.

К текстурным элементам о.г.п. относятся встречающиеся иногда в о.г.п. *конкреции* – округлой, реже сложной формы стяжения размерами до нескольких сантиметров. Состав конкреций разнообразный – кальцит, сидерит, фосфорит, окислы железа, опал, но часто просто то же самое вещество, из которого состоит сама порода (рис.7(1), З). Возникают они в результате химического перераспределения вещества в процессе *диагенеза* – превращения осадка в окаменевшую о.г.п.

Наконец, к текстурным особенностям о.г.п. относятся также содержащиеся в них остатки древних организмов в виде отпечатков живых тканей, скелетов, раковин или сами раковины и их обломки и т.д.

Структуры о.г.п. Структуры обломочных о.г.п. заложены в самой их классификации (см. табл. 1). Для более дробного подразделения этих пород по размерам обломков употребляют понятия: *мелко...*, *средне....*, и *крупно...* – мелкообломочный щебень, крупногалечный конгломерат, подразделяя, таким образом, интервал размеров обломков для данной группы обломочных о.г.п. приблизительно на три части. Для песков и песчаников эти понятия идут с прилагательными *.....зернистый* – мелкозернистый или крупнозернистый песок (песчаник).

* - Во многих справочных руководствах обломочное строение о.г.п. рассматривается как структура.

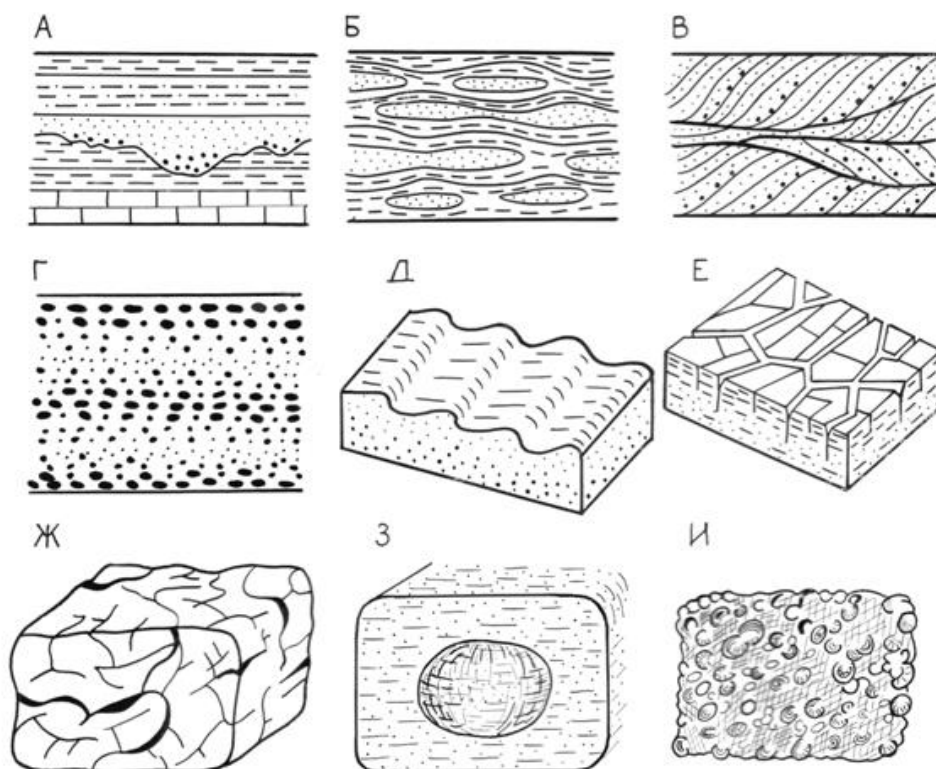


Рис.7(1). Текстуры и структуры осадочных горных пород

А – Г – типы слоистости; А,Г – параллельная слоистость; А – со следами межслоевого размыва; Г – градационная (без ясно выраженных кровель и подошв пластов); Б – линзовидная; В – косая; Д – знаки волновой ряби, Е – трещины усыхания на кровлях, Ж – брекчиевидная текстура. З – конкреция. И – оолитовая структура.

Для алевритов и алевролитов употребляют понятия *тонкий*, если размер частиц менее 0,05 мм и *грубый*, если размер частиц больше 0,05 мм. Структуры хемогенных о.г.п. подразделяются на *афанитовую* или *неразличимозернистую* – свежий скол породы кажется сплошным, однородным; *тонкозернистую* – на сколе видно, что порода зернистая, но размер зёрен на глаз не устанавливается; *мелкозернистую* – размер зёрен меньше 0,5 мм, *среднезернистую* – 0,5–2 мм, и *крупнозернистую*.

Многие хемогенные о.г.п. – известняки, железные руды и др. – обладают оолитовой структурой (рис.7(1), И) – состоят из округлых частиц размерами от долей мм до нескольких мм. На сколе крупных оолитов иногда можно видеть их концентрическое строение. Эта оригинальная структура является свидетелем химического осадконакопления в подвижной среде и последующего диагенеза.

Характеристика основных видов о.г.п. Осадочные горные породы представляют собой относительно трудный объект для изучения, распознавания и отличия друг от друга в силу зачастую слабой

выраженности особенностей состава и строения той или иной о.г.п. и большой схожести их между собой. Для некоторых типов о.г.п. затруднительно дать краткие описания, указать какие-либо определённые их свойства, которые позволили бы безошибочно отличать их друг от друга. Поэтому от изучающего требуется большая внимательность и тщательность при изучении о.г.п.

Терригенные (обломочные) о.г.п. образуются путём накопления после некоторого переноса механических частиц – обломков ранее существовавших минералов и г.п., распавшихся на обломки в результате выветривания (главным образом физического) или при разрушительной деятельности воды, ветра, льда, морского прибоя.

Классификация терригенных о.г.п. строится, исходя из: а) величины обломков; б) степени их окатанности; в) рыхлости или сцементированности и сводится к следующей таблице (табл.1).

Таблица 1

Размер обломков (в мм)	Рыхлые ОГП		Сцементированные ОГП	
	Обломки неокатанные	Обломки окатанные	Обломки неокатанные	Обломки окатанные
100 и более	Глыбы	Валуны	Глыбовая брекчия	Глыбовый конгломерат
10 – 100	Щебень	Галечник	Брекчия	Конгломерат
1(2) – 10	Дресва	Гравий	Дресвяник	Гравелит
0,1 – 1(2)	Песок Алеврит Супесь Суглинок Глина		Песчаник Алевролит – (специальных терминов нет, используют «песчаник», «алевролит», «аргиллит»	
0,01 – 0,1				
0,01				

При рассмотрении таблицы обратите внимание на следующее.

– Для сцементированных обломочных ОГП, в отличие от рыхлых, т.е. сыпучих в сухом состоянии (кроме глин, супесей и суглинков), важно наличие какого-либо вещества, заполняющего промежутки между обломками и играющего роль природного *цемента*. По составу этот цементирующий материал может быть карбонатным, глинистым, железистым. Часто в качестве цемента выступает более тонкий обломочный же материал, например, конгломерат на песчаном (обязательно, конечно, с участием глины) цементе.

– Окатанность обломков влияет на название породы в интервале от глыб–валунов до дресвы–гравия, т.е. в пределах, доступных для визуального (на глаз) определения степени окатанности обломков. В песках и песчаниках степень окатанности зёрен устанавливается уже только под микроскопом, поэтому нет различий в названиях этих пород с окатанными или неокатанными песчинками. Тем более это различие теряет смысл для алевритов–алевролитов, частички которых при переносе в силу мизерных размеров окатывания вообще не испытывают.

– В таблицу внесены породы смешанного состава – *супеси* – смесь песчаных и алевритовых частиц с глинистыми при преобладании первых и *суглинки* – то же при преобладании вторых. По сути, эти породы рыхлые, но в силу склеивающего действия глинистых частиц они не сыпучие, как песок или алеврит.

Уплотнённые и цементированные супеси и суглинки специальных названий не имеют и относятся визуально к тонкозернистым песчаникам, или алевролитам, или аргиллитам.

– *Глины* примечательны своим свойством, отличающим их от всех остальных пород, – способностью неоднократно при намокании давать пластическую массу, а при высыхании твердеть. Связанность глин обусловлена тем, что силы слипания глинистых частиц гораздо сильнее, чем их тяжесть. Отнесение глин к обломочным породам в известной мере условно, т.к. глинистые частички обломками в полном смысле этого слова не являются. В общем случае они – результат химического выветривания, хотя есть данные, что морозное выветривание в состоянии чисто механически раздробить г.п. до частиц, по размерам сравнимых с глинистыми.

– *Аргиллиты* – уплотнённые, потерявшие пластичность глины. Это тёмно-серые, серые, плотные, с раковистым изломом, очень тонкозернистые или без видимого зернистого строения породы.

У начинающих исследователей вызывает затруднения определение обломочных г.п. с размерами частиц $< 0,2\text{--}0,3$ мм – мелкозернистых песчаников, алевролитов, супесей, суглинков, аргиллитов. Отличие супесей и суглинков от песков и алевролитов указано выше, от глин же они отличаются на ощупь – при растирании между пальцами или разжёвывании комочка породы чувствуется присутствие твёрдых песчано-алевролитовых частиц. Глины же разминаются без ощущения присутствия в них твёрдых частиц.

Для отличия мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов можно рекомендовать следующее простое, хотя и не очень

строгое правило: если на глаз (или под лупой) можно определить размер зёрен, то это песчаник; если видно, что порода зернистая, но размер зёрен определить нельзя, то это, скорее всего, алевролит; если же зернистости на сколе не видно, то это аргиллит.

Органогенные о.г.п. образуются в результате накопления остатков раковин, колониальных построек (типа коралловых рифов), минерализованных скелетов ранее существовавших организмов. К органогенным ОГП относятся также скопления самих организмов, образующих группу *каустобиолитов*. Приведенное понимание органогенных о.г.п. не охватывает всего их разнообразия, ибо существует большая группа пород, при образовании которых несомненную или даже главнейшую роль играли бактерии и другие микроорганизмы, создававшие условия, химическую среду, способствующую осадконакоплению. Речь идёт о некоторых железных рудах, известняках и других породах, но, к сожалению, явных следов участия организмов в образовании таких пород в них незаметно и воспринимаются они, во всяком случае, на глаз, как образовавшиеся чисто химическим путём.

Таким образом, отличительной особенностью органогенных пород является явное присутствие в породе большого количества самих организмов или остатков их жизнедеятельности.

Наиболее распространёнными являются *органогенные известняки*, состоящие из скоплений целых раковин или колониальных построек известьевыделяющих морских организмов – моллюсков, пелеципод, брахиопод, кораллов, морских лилий и других. Не менее часто встречаются *органогенно-обломочные (детритусовые)* известняки, состоящие из обломков (результат действия волноприбоя – тех же раковин и колониальных построек). Смешанное хемогенно–органогенное происхождение имеет обыкновенный *песчаный мел*, хотя видно это только под микроскопом.

Некоторые организмы в процессе своей жизнедеятельности выделяют не известь, а кремнезём. Наиболее распространённой ОГП в этой группе является *диатомит*, состоящий из скопления микроскопических раковин водоросли диатомея.

Из каустобиолитов *торф*, бурый и каменный *уголь* хорошо известны и пояснений не требуют. *Горючие сланцы, углистые сланцы*, представляющие собой результат накопления алевроглинистого материала вместе с растительными и животными остатками, внешне напоминают аргиллиты и глинистые сланцы, но отличаются чёрным

цветом и явной примесью углистого вещества или запахом нефтепродуктов, сероводорода.

Хемогенные о.г.п (табл. 2). Эти породы образуются путём выпадения вещества из истинных – соли (карбонаты, сульфаты, хлориды) и коллоидных – глины, кремнистые, железистые и марганцевые соединения – растворов. К хемогенным образованиям относятся также элювиальные глины коры выветривания. Отличительными признаками хемогенных о.г.п. являются отсутствие обломочной структуры, органических остатков, часто – кристаллическое или оолитовое строение.

Таблица 2

Группы по общему химическому составу				
Аллитные (глинистые)	Карбонатные	Галоиды и сульфаты	Железистые	Кремнистые
Гидрослюдистые глины, аргиллиты	Известняки	Каменная соль (галит)	Оолитовые железистые руды	Силицилиты, в т.ч. разноцветные яшмы
Белые каолиновые глины	Доломиты – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Сидериты – FeCO_3	Чёрные лидиты (кремнистые сланцы)
Красные латериты		Ангидрит – CaSO_4		Трепел Опока
Бокситы				

При рассмотрении таблицы, определении и описании хемогенных ОГП необходимо обратить внимание на следующее.

Для *карбонатов, галоидов и сульфатов* характерно кристаллическое строение. Даже очень тонкозернистые известняки узнаются по многочисленным точечным блёсткам граней кристалликов кальцита на свежем сколе породы. Цвет известняков преимущественно светло-серый, но и тёмно-серый и красно-бурый в зависимости от примесей глины, органического вещества, окислов железа.

Доломиты очень похожи на известняки. Иногда их можно отличить (если не прибегать к реакции с HCl , с которой доломиты, в отличие от известняков, не реагируют) по более зернистому, «сахаровидному» свежему сколу и слабой желтовато-белёсой

мучнистой (напоминает сохшуюся муку) корочке на выветрелой поверхности.

– Отнесение глин и аргиллитов к хемогенным породам столь же относительно, как и выше к обломочным. Явных, видимых на глаз, отличий между «обломочными» и «хемогенными» глинами нет. Белые *каолиновые глины* и красные *латериты* легко узнаются. Выше они рассматривались как продукты выветривания, но столь же правомерно рассматривать их как самостоятельные виды о.г.п. Буро-красные с оолитовым строением *бокситы* бывают элювиальные, карстовые и осадочные (переотложенные в прибрежных условиях латериты).

– *Мергель* – порода промежуточная по составу между известняками и глинами. Внешне она походит на аргиллит, но обычно светлее и реагирует с HCl.

– *Силицилиты* – *яшмы* и *лидиты* отличаются явным кремнистым (отдалённо напоминающие опал) плотным афанитовым или очень тонкозернистым строением, раковистым изломом, острыми рёбрами сколов, заметной крепостью.

– *Яшмы* – разноцветные; *лидиты* – чёрные, похожие на аргиллиты, но крепче их. *Опоки* и *трепелы* – светлые микро– и тонкозернистые, иногда землистые породы, состоящие из опала, часто микропористые, а потому лёгкие.

– *Оолитовые железные руды* почти всегда в той или иной степени лимонитизированы, а потому легко узнаются по бурой окраске и оолитовому строению. *Сидериты* – также от светло– до тёмно-бурых, часто мелкооолитовые, но могут быть и сплошными, однородными.

Порядок определения и описания о.г.п. Сначала по указанным выше признакам нужно отнести образец к обломочным, органогенным или хемогенным о.г.п.

Для *обломочных о.г.п.* определить средний размер обломков в мм и окатанные они или нет и на этом основании отнести породу к одному из видов согласно табл.1. Определение пород от песчаников и крупнее затруднений обычно не вызывает. Об отличии тонкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов – см. выше. Изредка начинающие делают такую ошибку – путают обломочную текстуру гравелитов и песчаников с оолитовой структурой хемогенных г.п. или путают гальки с конкрециями. Нужно помнить, что оолиты всегда, а конкреции очень часто состоят из того же вещества, что и основная масса породы.

При определении *органогенных о.г.п.* следует помнить, что присутствие органических остатков в породе ещё не является

беспорным доказательством её органогенного происхождения. Например, в угленосных толщах широко распространены песчаники, т.е. чисто обломочные породы, но переполненные обрывками углефицированных растений. При простом подходе органогенной может быть названа о.г.п., если органические остатки составляют в ней более половины её объёма. В остальных случаях лучше просто указывать наличие пусть даже и большого количества органических остатков в обломочной или хемогенной породе.

При определении *хемогенных о.г.п.* нужно ориентироваться на их физико-химические особенности, в частности, кристаллическое строение, цвет, твёрдость и др.

Порядок описания о.г.п. Описание любых г.п. ведётся по общей схеме: мы, как бы приближая к себе образец, сначала видим его цвет (общий цвет крупнозернистых, полимиктовых пород можно определить только на расстоянии, вблизи будет мешать цвет отдельных зёрен, обломков, минералов и порода будет просто пёстрой), затем текстуру, затем структуру, затем состав обломков или минеральный состав и их процентные соотношения и как итог – название породы. Обязательно указание на присутствие органических остатков. При описании обломочных пород, если это видно простым глазом, нужно, кроме того, указать степень окатанности обломков – неокатанные остроугольные, угловато-окатанные, полуокатанные, окатанные, состав и характер цемента.

Примеры описания о.г.п.:

– светло-серый (цвет) грубокослоистый (текстура) крупнозернистый плохоокатанный (структура) полимиктовый песок с примесью гравийных зёрен;

– желтовато-пепельно-серая неслоистая супесь с вертикальной столбчатой отдельностью, подчёркнутой тонкими корнями деревьев;

– синевато-тёмносерая плотная вязкая глина с примесью дресвы обуглероженных растительных остатков;

– красноватый (цвет), среднеслоистый (текстура), мелкозернистый (структура), кварцевый песчаник (состав, название) на карбонатном цементе со следами размыва на кровлях слоёв (дополнительные текстурные особенности);

– тёмно-серый (цвет), массивный, участками брекчиевидный (текстура), тонкозернистый (структура), органогенно-детритовый известняк (происхождение, название);

– чёрный (цвет), тонкослоистый (текстура), грубый (структура), углистый алевролит (особенности состава, название) с отпечатками

флоры на поверхностях слоистости (дополнительные текстурные особенности).

3.2.2.2. *Магматические горные породы* (в дальнейшем м.г.п.)

М.г.п. образуются при остывании и кристаллизации магмы или лавы. Большинство их (кроме неразличимозернистых) узнаётся по кристаллическому строению, т.е. вся порода состоит из явных кристаллов разных минералов, пусть даже очень мелких, видимых только под лупой, или, по крайней мере, отдельные такие кристаллы различимы на фоне неразличимозернистой основной массы (порфировая структура эффузивных г.п. – см. ниже).

Структуры и текстуры интрузивных глубинных г.п. Глубинные и.г.п. образуются из магмы в недрах Земли. Этот процесс идёт под давлением, температура падает медленно, поэтому вся магма успевает полностью раскристаллизоваться, а кристаллы всех минералов в подавляющем большинстве случаев (исключение составляют дайковые породы) успевают вырасти до размеров, различимых простым глазом. Поэтому *структуры* и.г.п. всегда полнокристаллические (этот признак в описании пород не указывается), а по среднему размеру зёрен (кристаллов) в мм: *мелкозернистые* – < 1 мм; *среднезернистые* – 1–3 мм; *крупнозернистые* – > 3 мм. Различают ещё *равномернозернистую* структуру (рис.7(2), А), когда кристаллы различных минералов имеют приблизительно одинаковые размеры и *неравномернозернистую* – размеры зёрен сильно колеблются и распространены в породе неравномерно (рис.7(2), Б). В случае, когда кристаллы какого-либо минерала хорошо выражены в породе и явно больше кристаллов других минералов, говорят о *порфировидной* структуре (рис.7(2), В).

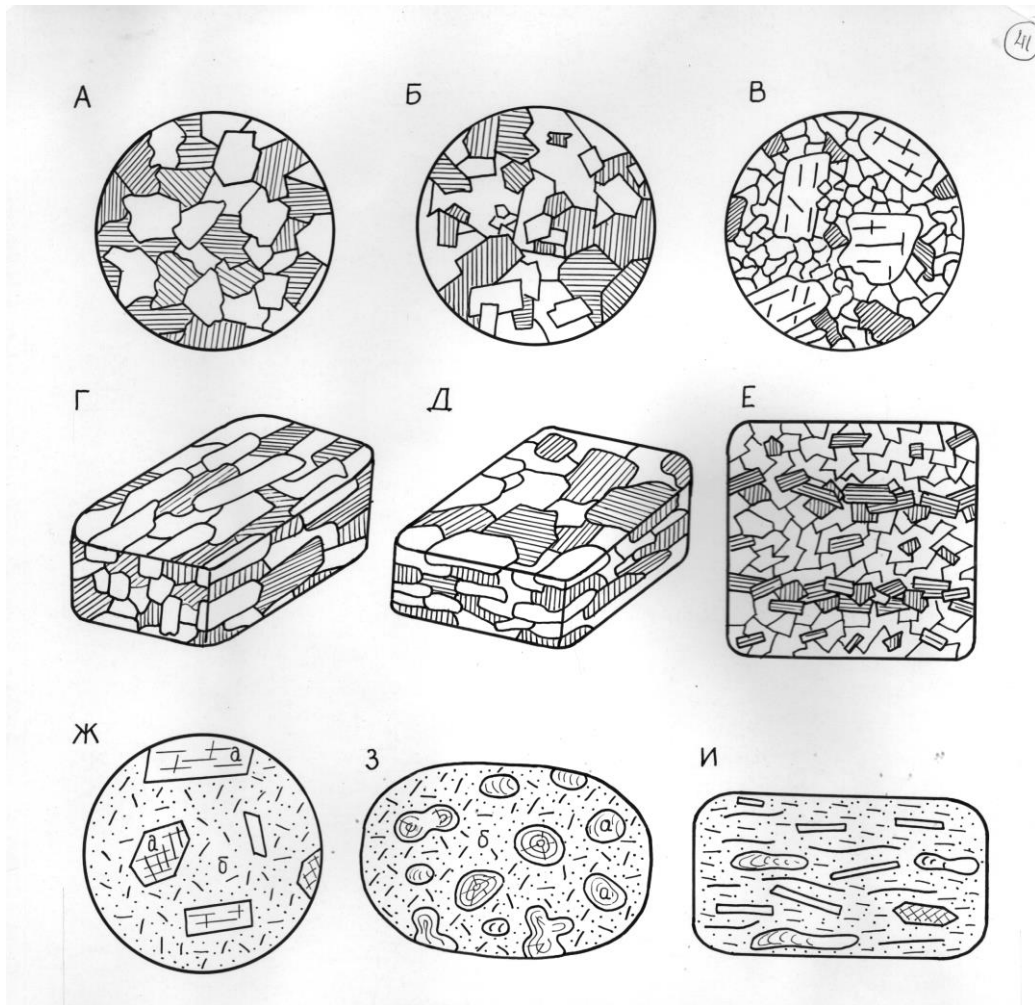


Рис. 7(2). Структуры и текстуры магматических горных пород

А – Е для интрузивных ГП; Ж – И для эффузивных ГП

Структуры: А – равномернозернистая; Б – неравномернозернистая;

В – порфировидная; Ж – порфировая.

Текстуры: А – В – беспорядочная; Г – линейная; Д – плоскопараллельная; Е – полосчатая;

З – миндалекаменная; И – флюидальная

На рис. Ж а – порфировые выделения, а на рис. З а – миндалины; б на рис. Ж и З – основная масса

Текстура м.г.п. в подавляющем большинстве случаев *массивная*, т.е. весь объём породы заполнен минеральным веществом, без пор, пустот и *беспорядочная* – с незакономерным расположением зёрен минералов. Такая текстура свидетельствует о кристаллизации магмы при всестороннем (петростатическом) давлении (рис.7(2), А–В).

При одностороннем давлении на магму или при её продолжающемся движении в процессе кристаллизации зёрна минералов длинными осями вытягиваются в одном направлении – *линейная* текстура (рис.7(2), Г), а в случае, если кроме линейности

наблюдается ещё и параллельное расположение плоскостей минералов, говорят о *плоскопараллельной* текстуре (рис.7(2), Д). Часто одновременно с линейностью наблюдается *полосчатая* (рис.7(2), Е) текстура (встречающаяся и самостоятельно) – полосовое распределение минералов, например, роговая обманка сосредоточена в одной полосе, а в соседней преобладает плагиоклаз.

О формах тел, сложенных глубинными и.г.п. Интрузивные тела, сложенные глубинными и.г.п. – гранитами, диоритами, сиенитами, габбро и .т.д., весьма разнообразны по форме и условиям залегания во вмещающих породах(см. любой учебник по Общей геологии). Размеры их от сотен метров и до десятков километров. Следовательно, если Ваши маршруты пройдут через такое тело (скорее всего, это будет *шток* – столбообразное тело, резко секущее вмещающие г.п.), то Вы почти наверняка встретите его в нескольких точках маршрута. На геологических картах глубинные интрузивные тела занимают некоторую площадь весьма произвольной, но чаще овальной или вытянутой формы.

Структуры и текстуры эффузивных г.п. Эффузивные горные породы образуются при остывании, затвердевании и кристаллизации лавы, излившейся из вулканов на дневную поверхность. Этот процесс идёт при температуре и давлении несравнимо меньших, чем в недрах Земли при образовании интрузивных г.п., а потому очень быстро, иногда настолько, что лава застывает, не успев раскристаллизоваться, в виде вулканического стекла, а если и успевает, то всё равно кристаллы не успевают вырасти до значительных размеров. В силу всего этого структуры эффузивных г.п. – мелкозернистая (самая крупная), тонкозернистая (видно, что порода зернистая, но размеры зёрен на глаз не определяются), неразличимозернистая (афанитовая) и стекловатая. Очень характерна для эффузивных горных пород порфи́ровая структура (сравните с порфировидной структурой интрузивных г.п.) – на фоне основной массы г.п. с афанитовой, тонко– или мелкозернистой структурой резко выделяются своими размерами (иногда до 1 см и >) порфи́ровые выделения – хорошо огранённые кристаллы одного или нескольких минералов (рис.7(2), Ж). Такая структура возникает в случае, если кристаллизация начинается с роста порфи́ровых выделений наиболее высокотемпературных минералов внутри ещё жидкой лавы во время подъёма её к поверхности. Когда же лава с успевшими уже вырасти до значительных размеров кристаллами некоторых минералов изливается на поверхность, происходит её быстрое остывание и образуется резко более тонкозернистая основная масса.

Текстура эффузивных г.п. также чаще всего массивная, но есть и специфические текстуры эффузивных г.п.: *пористая* – отражающая кипение лавы при затвердевании; *миндалекаменная* (рис.7(2), 3), образующаяся при заполнении пор каким-либо посторонним минеральным веществом (кальцитом, опалом, цеолитами и др.) уже после формирования породы; *флюидальная*, выражающаяся в одинаковой, в общем, ориентировке всех вытянутых элементов породы – пор, миндалин, порфировых выделений, микротрещин, отражающей направление течения застывающей лавы (рис.7(2),И).

О пирокластических г.п. К группе вулканических г.п., кроме эффузивных, относятся ещё и пирокластические г.п., представляющие собой результат накопления и спекания вулканического пепла, песка, лапиллей и бомб, выброшенных в воздух при извержении вулкана. Для всех пирокластических пород характерна *обломочная* текстура – неравномерно окрашенная, пятнистая в светлых, розоватых, лиловых и бурых тонах тонкозернистая или мелкозернистая пепловая основная масса, на фоне которой чётко выделяются остроугольные разноцветные обломки отдельных кристаллов и эффузивных г.п. Если обломков мало и размеры их не превышают нескольких мм, порода называется *туф*; если обломков много и размеры их > 1 см – *туфобрекчия*.

О формах тел, сложенных эффузивными и пирокластическими г.п. Эффузивные г.п. – базальты, порфириты и т.д. и пирокластические туфы слагают тела – потоки, покровы – в принципе, по форме близкие пластам и толщам о.г.п. Для них также действуют понятия «подошва», «кровля», «мощность». При определении возраста потоков и покровов для них так же, как и для осадочных толщ, действует основной принцип стратиграфии (см. ниже «О возрастных взаимоотношениях геологических тел»).

Диагностические характеристики наиболее распространённых магматических горных пород. В основу классификации магматических г.п. положено содержание в них кремнезёма – SiO_2 , по которому, по мере уменьшения его содержания, различают *кислые, средние, основные* и *ультраосновные* магматические г.п. В этом же направлении в них понижается содержание щелочей К и Na и возрастает содержание Fe и Mg. Эти изменения химического состава исходной магмы или лавы отражаются в разнице минералогического состава пород разных групп. Основные диагностические свойства, минеральный состав и названия пород приведены в таблице 3. Дополнительные сведения по типам пород, обязательных к изучению, сводятся к следующему.

Таблица 3 (объяснение в тексте)

Группа по содержанию SiO ₂	Названия пород					Породообразующие минералы							Дополнительные сведения		
	Плутонические (интрузивные)					Вулканические (эффузивные, излившиеся)	Кварц (Q)	Калиевый полевой шпат	Плагиоклаз (Pl)	Темноцветные					
	Глубинные (абиссальные)	Полуглубинные (гипабиссальные) Жильные, дайковые								Мусковит	Биотит	Рог. Обманка		Пироксен	Оливин
Кислые	Гранит	С норм. содержан. темноцветов	Обогащённых темноцветами	Пониж. содерж. темноцветов	Риолит (липарит, кварцевый порфир)	Цвет основн. массы	+	+	+	+	+	+	+	+	Кварца не менее 20%
		Гранодиорит	С норм. содержан. темноцветов	Обогащённых темноцветами		Пониж. содерж. темноцветов									
Средние	Сиенит Сиенитодиорит	Диорит	Габбросиенит	Габбродиорит	Трахит (ортофир, порфир) Андезит (порфирит)	Розовый, серый	+	+	+	+	+	+	+	+	Р1 < рог. обманки
						Т/серый бурый, зеленоватый									
Основные	Габбро	Пироксенит	Габбродиорит	Габбродиорит	Базальт (диабаз)	Темно-зеленый чёрно-зелёный, чёрный	+	+	+	+	+	+	+	+	Р1 < рог. обм. + пироксен
						+									
ультраосновные	Перидотит	Дунит	Перидотит	Дунит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит	Пикрит

Примечание: в табл. не отражено деление на нормальные и щелочные породы, в частности, сиенит и трахит–умеренно щелочные.

Граниты – интрузивные породы, относящиеся к группе кислых, содержащих максимальное количество SiO_2 , поэтому главным диагностическим минералом для них является кварц, которого должно быть более 25%. Остальные минералы – плагиоклаз, ортоклаз, биотит, мусковит, роговая обманка присутствуют, а могут и отсутствовать в разных сочетаниях. Темноцветных минералов в граните – биотита, роговой обманки, мусковита в гранитах обычно не более 10–15%, поэтому цвет их всегда светлый или розоватый, если в породе много ортоклаза, и светло-серый, если преобладает плагиоклаз.

Риолиты – эффузивные аналоги гранитов. Обязательным для риолитов является наличие в порфириковых выделениях, среди других минералов, кварца.

Сиениты – интрузивные породы, относятся к группе средних пород, но характеризуются повышенным содержанием К и Na. Иногда их называют бескварцевыми гранитами (хотя единичные зёрна кварца могут встречаться). Повышенное содержание ортоклаза придаёт сиенитам красноватый цвет. Темноцветных минералов в них немного больше, чем в гранитах.

Трахиты – эффузивные аналоги сиенитов. От липаритов отличаются отсутствием кварца в порфириковых выделениях. При преобладании в них ортоклаза порода приобретает красно-бурый цвет и называется *ортофир*.

Диориты – интрузивные породы среднего состава, состоящие из плагиоклаза и роговой обманки при явном преобладании первого. Это обуславливает серый цвет породы.

Андезиты – эффузивные аналоги диоритов. В их порфириковых выделениях уже не встречается ни биотит, ни ортоклаз, ни, тем более, кварц, зато появляются (среди преобладающего плагиоклаза и подчинённого количества роговой обманки) пироксен. Ещё одна особенность отличает андезиты от вышеописанных риолитов и трахитов – появление, помимо тёмно-серой окраски, буроватых, фиолетовых и зеленоватых тонов.

Габбро – основная интрузивная г.п., состоящая из плагиоклаза и роговой обманки или пироксена или смеси обоих темноцветных минералов. Обычно плагиоклаза столько же, сколько роговой обманки и пироксена, или меньше, но встречаются и чисто плагиоклазовые крупнозернистые габброиды – *анартозиты*, *лабрадориты*, состоящие из тёмно-серого или почти чёрного плагиоклаза, некоторые кристаллы которых при определённом положении по отношению к свету вспыхивают красивым синим цветом (явление «иризации»).

Базальты – эффузивные аналоги габбро. Чёрные или серо-чёрные, иногда с зеленоватым оттенком породы с афанитовой или тонкозернистой основной массой. В силу большой плотности последней у базальтов хорошо развит раковистый скол. В порфировых выделениях базальтов кроме плагиоклаза, роговой обманки и пироксена может встретиться и оливин. Основные эффузивы с хорошо раскристаллизованной основной массой, вплоть до мелкозернистой, называются *долеритами*.

Перидотиты, дуниты – ультраосновные бесполевошпатовые породы, состоящие из, соответственно, смеси пироксена и оливина и только из оливина, что и определяет все свойства и название этих пород.

О полуглубинных (гипабиссальных) интрузивных г.п. Кроме вышеописанных, относящихся к группе глубинных, т.е. образовавшихся на глубине не менее 1,5–2 км, выделяется группа пород, формирующихся в приповерхностных условиях или даже в глубине, но из малых порций магмы. В таблице 2 эта группа выделена в рубрику «полуглубинные, дайковые, жильные». Специфические условия образования – более быстрое, по сравнению с глубинными, остывание и кристаллизация при меньшем давлении делают эти породы по текстурам и структурам как бы промежуточными между глубинными интрузивными и эффузивными породами. В них часто наблюдаются порфировые и порфировидные структуры, резкое обогащение темноцветными минералами (лампрофиры) или, наоборот, полное отсутствие последних (аплиты, пегматиты), тонкозернистое, мелкозернистое строение (аплиты) или, наоборот, гигантозернистая структура (пегматиты). Наиболее распространены гранитные пегматиты с характерным рисунком включений кварца в полевой шпат, напоминающим древнееврейские письмена.

Полуглубинные интрузивные г.п. – диабазы, диорит-порфиры, аплиты и т.д. чаще всего слагают плитообразные тела – дайки, жилы, резко секущие вмещающие г.п. Размеры их могут исчисляться метрами и даже сантиметрами. Поэтому их зачастую можно видеть в одном обнажении в виде полос, пересекающих вмещающие г.п.

Определение магматических г.п. нужно начинать с отнесения их к интрузивным, эффузивным или полуглубинным дайковым, исходя из формы их тел, условий залегания, текстуры и структуры.

Далее, пользуясь таблицей 3, нужно определить породы. В таблице 3 приведена упрощённая схема классификации магматических г.п.* Крупным шрифтом даны названия главных типов пород. Более мелким шрифтом даны названия промежуточных по составу пород в ряду глубинных, все полуглубинные г.п. и в скобках – другие, часто устаревшие, но используемые названия пород из этой же группы для эффузивных г.п. Крупными крестами обозначены минералы, обязательно присутствующие в породе и определяющие её название. Знаком ± обозначены роговая обманка и пироксен для основных г.п. – должен присутствовать один из них или оба вместе. Знак ± означает, что данный минерал может присутствовать в породе, но может и отсутствовать.

Для интрузивных г.п. нужно определить минеральный состав породы и процентные соотношения минералов, что выведет на название породы. Разумеется, при этом нужно знать основные породообразующие минералы (в пределах курса «Общая геология»). Дополнительно нужно помнить следующее:

- Кальцит как первичный минерал в магматических г.п. не встречается (кроме карбонатитов, которые в маршрутах Вам не встретятся).

- Кварц, как правило, особенно в мелких зёрнах, кажется серым, тёмно-серым, и, главное, темнее плагиоклаза, что характерно для гранитов;

- Кварц практически не встречается с оливином;

- Калиевый полевой шпат – ортоклаз (хотя в таблицах минералов для него указан розовый цвет) может быть и очень слабо розовым, и чуть сиреневым, и просто серым. В последнем случае он с трудом отличается от плагиоклаза. Сиениты с таким плагиоклазом от диоритов отличаются только при наличии в них биотита, который в диоритах практически не встречается.

При определении эффузивных г.п. при наличии порфировой структуры нужно определить, какие минералы содержатся в порфировых выделениях и на этом основании установить название г.п. Если же порфировая структура в породе отсутствует, то точное определение породы затруднительно. В этом случае возможно только приблизительно отнесение эффузивной г.п. к кислым, средним или основным, ориентируясь на цвет основной массы породы.

Примечание. Без щелочных пород, с которыми Вы познакомитесь в курсе «Петрография».

Чаще всего при определении эффузивных г.п. *делаются следующие ошибки:*

– Путают порфировую структуру с миндалекаменной текстурой. Нужно помнить, что порфировые выделения – это кристаллы, обязательно имеющие (кроме кварца) правильные кристаллографические очертания, тогда как миндалины имеют любые, часто сложные, но обязательно округлые, без углов и прямолинейных ограничений очертания (сравните рис.7(2), Ж и З).

– Пытаются определить минеральный состав основной массы эффузивных г.п., даже в случае, если она неразличимозернистая. Например, если основная масса чёрная, говорят, что она состоит из пироксена и т.п., хотя состав такой массы можно установить только под микроскопом.

Труднее определить полуглубинные (гипабиссальные) г.п. в силу их промежуточного положения между глубинными интрузивными и эффузивными г.п. В полевых условиях основой для их определения служит залегание в форме мелких интрузивных тел, чаще всего даек и жил. При определении же просто образцов в процессе отнесения их по текстуре и структуре к интрузивным или эффузивным г.п. возможны и ошибки. Например, интрузивные дайковые диабазы и эффузивные диабазы (обратите внимание на то, что одно и то же название употребляется для разных по происхождению пород) может спутать и опытный геолог.

Описание магматических г.п. Определение г.п. нужно закончить кратким макроскопическим описанием её.

Описание ведётся по общей схеме, рассмотренной выше для о.г.п. При описании *интрузивных г.п.* указываем цвет (общий, т.к. минералы окрашены по-разному), затем текстуру, затем структуру, минеральный состав и процентные соотношения минералов и, как итог, – название г.п.

При описании *эффузивных г.п.* при наличии в породе порфировой структуры, кроме описания состава, формы и размеров порфировых выделений, указать на их количество (отдельные редкие, небольшое количество, до... % и т.д.) по отношению к основной массе, для которой отдельно указать цвет, текстуру и структуру; при наличии в породе пористой или (и) миндалекаменной текстуры, описать количество пор и

миндалины по отношению к основной массе, форму и размеры их, попытаться определить, какой минерал составляет миндалины.

Примеры описания магматических г.п.

– *Краткое описание магматической г.п.*: – розовый (цвет), с массивной, беспорядочной текстурой, неравномерно– среднезернистый (структура) биотит-роговообманковый (особенности минералогического состава, причём роговой обманки больше, чем биотита) гранит.

– *Более подробное описание*: – (краткое описание) гранит, состоящий из 25% кварца в виде изометричных (неправильной формы) зёрен размером 1–2 мм, 40% ортоклаза в виде правильной формы таблитчатых зёрен размером 2–3 мм, 30% плагиоклаза в виде вытянутых пластинчатых зёрен размером до 3 мм, 5% роговой обманки игольчатой формы длиной до 4 мм и редких мелких чешуек биотита.

Описание эффузивной г.п.: – тёмно-зелёный (определяется по цвету основной массы), миндалекаменный (текстура) диабаз с мелкозернистой (структура) основной массой и редкими порфиристыми выделениями плагиоклаза и пироксена размерами до 3 мм (структура породы, состав, количество, форма и размеры порфировых выделений); миндалины округлой формы размерами до 5–6 мм составляют до 20% объёма породы и выполнены кальцитом (особенности миндалекаменной текстуры).

3.2.2.3. *Метаморфические (и метасоматические) горные породы*

Метаморфические (и метасоматические) г. п. широко развиты в горах Южной Сибири. В окрестностях г. Томска они представлены только глинистыми сланцами каменноугольного возраста.

Метаморфические г.п. образуются в результате преобразования исходных г.п. любого происхождения под действием повышающихся (реже понижающихся) температуры и давления. Различные сочетания степени влияния этих факторов и характер давления – одностороннее (стресс) или всестороннее (петростатическое) определяют группы метаморфических г.п., среди которых выделяются: породы термального контактового метаморфизма – *мраморы, кварциты, роговики*; породы динамотермального метаморфизма в условиях одностороннего сжатия – *сланцы, гнейсы, и амфиболиты*; породы дислокационного динамометаморфизма по зонам тектонических нарушений – *тектонические брекчии, катаклазиты и милониты*. Общий химический состав пород при этом не меняется.

Метасоматические г.п. образуются путём физико–химического преобразования исходных г.п. любого происхождения при взаимодействии с проникающими через эти породы минерализованными газо-водными флюидами, в результате чего возникают новые минералы и горные породы и заметно меняется общий химический состав. Метасоматические г.п. чрезвычайно разнообразны по составу и строению. Наиболее распространёнными из них являются *скарны, грейзены и березиты.*

Текстуры и структуры метаморфических и метасоматических г.п. Для пород регионального динамотермального метаморфизма зон напряжённой линейной складчатости характерны следующие *текстуры*, отражающие перекристаллизацию исходных г.п. в процессе метаморфизма *в условиях одностороннего сжатия.*

– *Сланцеватая* – все компоненты породы имеют плоскую вытянутую форму и расположены параллельно друг другу (рис.7(3), А). Порода легче всего раскалывается при ударе на плиточки именно по сланцеватости. Иногда в образцах видно, как сланцеватость, рассланцовка сечёт под углом и затушёвываает первичную слоистость о.г.п. (рис.7(3), Б).

– *Волокнистая* – разновидность сланцеватой, но представлена волокнами, изгибающимися и переплетающимися на фоне общей параллельности (рис.7(3), В).

– *Очковая* – на фоне сланцеватой и волокнистой основной массы чётко выделяются «окна» – округлой или овальной формы относительно крупные отдельные кристаллы одного или нескольких минералов или участки горной породы, сохранившиеся от метаморфической перекристаллизации, отличные по составу и структуре от перекристаллизованной основной массы, которая своей сланцеватостью и волокнистостью плавно облекает «очки» (рис.7(3), Г).

Указанные текстуры могут сочетаться с *полосчатой* (рис.7(2), Е).

Часто сланцеватость, волокнистость и полосчатость осложняются *плойчатой* текстурой – наличием мелкой гофрировки и микроскладок, видимых иногда даже в образцах г.п. (рис.7(3), Д).

Во всех случаях метаморфизма и метасоматоза при *всестороннем петростатическом давлении* г.п. обладают *массивной* (см. выше «текстуры м.г.п.»), текстурой. На фоне этой массивности в метасоматических г.п. часто развиваются сложные по рисунку *неоднородные, пятнистые, узорчатые, изогнутополосчатые* и другие текстуры (рис.7(3), Е, Ж).

Для пород дислокационного динамометаморфизма по зонам тектонических нарушений характерны текстуры *катаклаза* (дробления) и *милонитизации* (размалывания, растирания).

Структуры большинства метаморфических и метасоматических г.п. аналогичны структурам интрузивных г.п. (см. выше) с добавлением окончания «бластовая» - порфиробластовая, кристаллобластовая и т.д. Структуры пород дислокационного метаморфизма сравнимы со структурами обломочных г.п. (см. стр.9).

О формах тел, сложенных метаморфическими и метасоматическими г.п. Эти тела могут иметь разнообразную форму, но, в общем, подчинённую формам тех тел осадочных или магматических г.п., на которые наложился процесс метаморфизма и метасоматоза. Особенно неправильную и чрезвычайно разнообразную форму с прихотливыми контурами могут иметь тела метасоматических г.п.

Диагностические характеристики наиболее распространённых метаморфических и метасоматических г.п. При определении и описании метаморфических г.п. нужно обратить внимание на следующее.

– Все метаморфические горные породы, обладающие сланцеватостью, составляют ряды перехода одних г.п. в другие по мере увеличения степени метаморфизма: исходная песчано-глинистая о.г.п. → глинистый сланец → филлит → серицит-хлоритовый сланец → слюдяной кристаллический сланец или парагнейс. Другой ряд: исходная магматическая порода основного состава → «зеленый» хлоритовый сланец → амфиболит. Третий ряд: исходные: средние и кислые магматические г.п. → слюдяной кристаллический сланец или гнейс.

– *Филлиты* от глинистых сланцев отличаются появлением шелковистого блеска на плоскостях сланцеватости, свидетельствующие о начале метаморфического новообразования в глинистом сланце слюдяных минералов.

Главными минералами *серицитовых и хлоритовых сланцев* являются, соответственно, серицит – мелкочешуйчатый слюдяной мусковит, придающий поверхностям сланцеватости белесый, серебристый цвет и блеск, и хлорит – зеленый чешуйчатый, волокнистый, слюдяной и в виде тонкозернистых землистых масс мягкий минерал. Иногда в этих сланцах присутствует тальк – мягкий, светлый, матовый или серебристый чешуйчатый или землистый минерал.

Слюдяные кристаллические сланцы состоят из мусковита и биотита

по отдельности или вместе (что, соответственно, отражено в их названиях: мусковитовый, биотит-мусковитовый и т.д. сланец), и подчиненного количества кварца и плагиоклаза.

– В *гнейсах*, в отличие от кристаллических сланцев, кварца и плагиоклаза больше, чем слюд и амфиболов. Типичные гнейсы состоят из светлоокрашенных полос и линз полевого шпата и кварца, чередующихся со слоями или полосами темноокрашенных биотита или роговой обманки. Для гнейсов часто характерна очковая и гнейсовая текстуры.

Амфиболиты – черные, плотные породы с подавляющим содержанием роговой обманки или нацело состоящие из нее.

Массивные, без явной сланцеватости метаморфические и, в особенности, *метасоматические* г.п. чрезвычайно разнообразны по составу и текстурно-структурным особенностям. Наиболее распространенными из них являются следующие.

– *Мраморы* – кристаллические г.п. мелкозернистые и крупнее, состоящие из кальцита, доломита и возникающие при метаморфизме известняков и доломитов.

– *Кварциты* – светлые, плотные, крепкие, с раковистым изломом породы с явной «кремнистой» природой, похожие на опалы или тонкозернистый непрозрачный кварц. Образуются они при метаморфизме кварцевых песчаников или при метасоматическом замещении кремнеземом любых г.п., часто известняков и кислых вулканитов.

– *Роговики* – обычно темные, плотные, от афанитовых до мелкозернистых, иногда с раковистым изломом породы, состоящие из кварца, биотита с примесью полевых шпатов, роговой обманки и других минералов (состав четко виден только под микроскопом), возникшие в результате контактового метаморфизма, часто песчано-глинистых о. г.п.

– *Скарны* – контактово-метасоматические преимущественно крупнозернистые г.п., образующиеся на контакте гранитоидов и карбонатных толщ и чаще всего состоящие из граната (андрадита) и пироксена (диопсида) с примесью магнетита, эпидота, роговой обманки (актинолита) и многих других минералов.

Из других метасоматических горных пород, чрезвычайно разнообразных, как уже отмечалось, по минеральным новообразованиям и строению, отметим *грейзены* – оригинальные кварц-мусковитовые породы, возникающие за счет метасоматоза гранитов, и *березиты* – кварц-серицитовые с примесью пирита породы, часто золотоносные.

Все породы *дислокационного метаморфизма* обладают общими свойствами – явными признаками *дробления, перемалывания, перетирания* исходной г.п. и некоторого перемещения ее фрагментов относительно друг друга. Внешне эти породы выглядят комковато-узловатыми, беспорядочными или с ориентировкой (вытянутостью) фрагментов г.п. вдоль зоны тектонического нарушения. Более крупные фрагменты - обломки, меньше перетертые и больше сохранившие следы строения и состава первичной г.п., погружены в более мелкозернистую, сильнее перетертую (вплоть до глинистого состояния) рассланцованную и свилеватую (т.е. как бы перекрученная и переплетенная рассланцовка) массу, обтекающую обломки. Широким распространением в этих породах пользуются *зеркала скольжения* – плоскости и сколы, иногда блестящие, на которых видны следы притирания, почти шлифовки друг другу фрагментов г.п. во время их взаимного относительного перемещения. Линейные элементы таких поверхностей – царапины, полосы указывают на направление перемещения.

Породы дислокационного метаморфизма с размером обломков более 1 см – *тектонические брекчии* (рис.7(3), 3), а при размерах обломков от нескольких мм до 1 см – *катаклазиты*. Породы с преобладанием мелкозернистой перетертой массы – *милониты* (рис. 7(3), И).

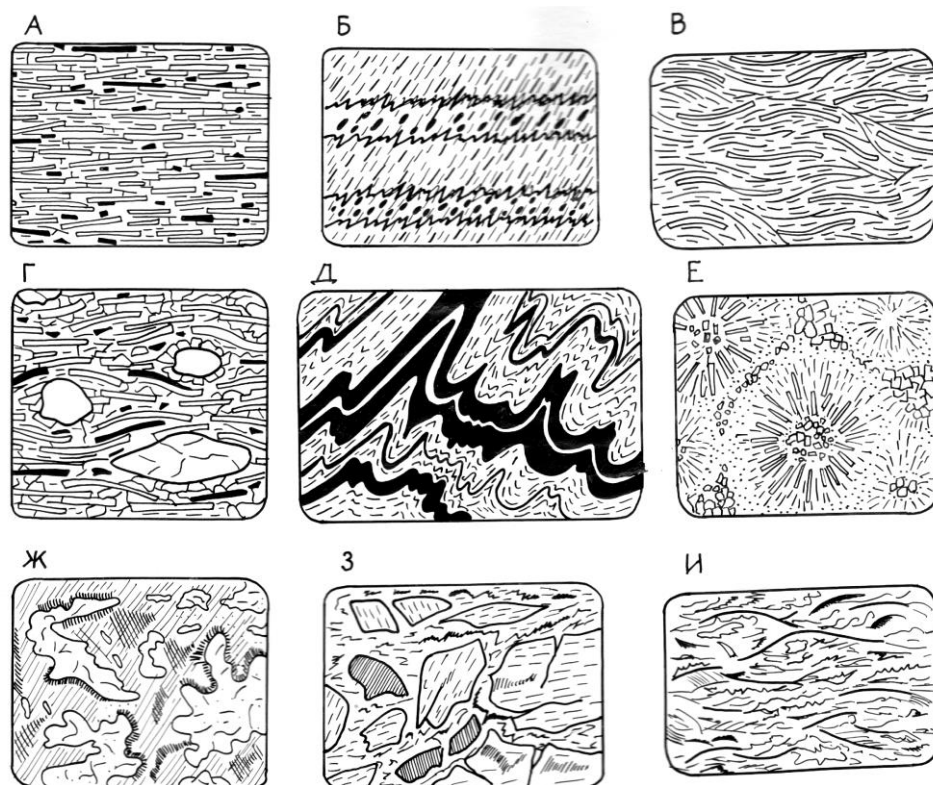


Рис.7(3). Текстуры и структуры метаморфических горных пород

А – сланцеватая текстура. Б – соотношение первичной слоистости и вторичной сланцеватости (обратить внимание на вытянутость всех компонентов породы, в том числе и гравийных зёрен, вдоль плоскостей сланцеватости). В – волокнистая (свилеватая) текстура. Г – гнейсовая («очковая») текстура. Д – плейчатость (микроскладчатость течения). Е – метасоматическая радиальнолучистая структура. Ж – метасоматическая, пятнистая, сложноузорчатая, местами инкрустационная структура, З – тектоническая брекчия. И – милонит.

Определение метаморфических и метасоматических г.п. начинается с отнесения их или к группе пород регионального динамотермального метаморфизма при наличии в них сланцеватой, волокнистой или гнейсовой текстур, или к породам термального метаморфизма и метасоматитам, обладающим массивной текстурой.

Дальнейшее определение сланцев, амфиболитов, гнейсов ведётся по преобладанию (или отсутствию – глинистые сланцы) в них серицита, хлорита, талька, мусковита, биотита, амфибола или сочетаний этих минералов, что и отражается в названии породы. При этом кристаллические сланцы и гнейсы, имеющие часто одинаковый минералогический состав, отличаются по относительному содержанию темноцветных минералов – роговой обманки и слюд и светлоокрашенных (лейкократовых) – кварца и полевых шпатов. Первые преобладают в сланцах, а вторые в гнейсах.

Определение массивных метаморфических и метасоматических г.п. ведётся по указанным выше особенностям их минералогического состава.

Определение пород дислокационного динамометаморфизма базируется на их общем признаке – явной перемятости и дроблённости, а далее – по соотношению «обломков» и массы (см. выше).

Описание метаморфических и метасоматических г.п. ведётся по общей схеме: цвет, текстура, структура, состав, название. Конкретные формы описания этих пород, ввиду разнообразия их состава и текстурно-структурных особенностей, произвольные.

3.2.3. Как геологические тела залегают в пространстве и по отношению друг к другу

Первичное залегание пластов и толщ о.г.п. водного (морского и т.д.) происхождения, а также потоков и покровов вулканогенных г.п. горизонтальное или слабонаклонённое. Потоки и покровы

вулканогенных г.п. и, в особенности, склоновые рыхлые четвертичные отложения – дефлюкций, делювий, солифлюкции и деляпсий и в первичном залегании могут быть наклонными. Первичное залегание тел, сложенных интрузивными горными породами, может быть любым.

Тектоническое давление выводит геологические тела из первичного их залегания, придавая им вторичное наклонное (моноклиналильное) или складчатое залегание (см. также ниже 3.2.4.). Любое наклонное залегание характеризуется элементами залегания, которые измеряются (см. 4.4.2.3.).

Если обнажение сложено только о.г.п., и (или) потоками и покровами вулканогенных г.п., то в подавляющем большинстве случаев их толщи, независимо от того, горизонтальные они, наклонные или вертикальные, будут залегать *параллельно*. Параллельное залегание может быть *согласное*, т.е. без зафиксированных палеонтологическими остатками или, что гораздо реже, абсолютным возрастом перерывов в осадконакоплении, или *несогласное – параллельное несогласие*, т.е. с явным перерывом, но без изменения залегания слоёв. При полевой первичной работе отличить согласное залегание от параллельного несогласия сложно. Надёжным признаком параллельного несогласия является явный эрозионный размыв кровли подстилающего слоя при накоплении слоя, перекрывающего его (рис.7(1),А).

Очень редко и только в достаточно больших обнажениях можно видеть явные угловые несогласия, когда более молодая толща перекрывает срезанные денудацией смятые в складки более древние отложения. Например, в скале «Боец» под Лагерным Садам в Томске видно горизонтальное залегание глин новомихайловской свиты олигоцена на почти вертикально залегающих (поставленных «на голову») отложениях басандайской свиты нижнего-среднего карбона.

В случае, если в обнажении виден контакт между вмещающими о.г.п. и прорывающим их интрузивным телом, этот контакт может быть или *несогласным резко секущим* или *согласным*, когда интрузивное тело (силл или даже дайка, что гораздо реже), хотя и внедрилось во вмещающие г.п., т.е. прорывает их, но расположилось параллельно их слоистости или сланцеватости метаморфических г.п.

3.2.4. Результаты действия вторичных, наложенных на горные породы геологических процессов

О действии на горные породы выветривания – см. гл.3.1.1.

Термальная и гидротермально-метасоматическая переработка обнажающихся г.п. чаще всего выражается в мраморизации карбонатных пород, ороговиковании и окремнении терригенных. Последние в этом случае, в общем, перекристаллизовываются.

Термальная и гидротермально-метасоматическая переработка, как результат контактного метаморфизма особенно хорошо видна в приконтактной зоне вмещающих пород, прорванных интрузивным телом. Мощность (ширина) таких зон зависит от размеров интрузивного тела. Небольшие по мощности дайки, видимые в одном обнажении, способны воздействовать на вмещающие породы на расстояние в несколько десятков см от контакта, крупные тела – на километры и всё обнажение может располагаться в контактовой зоне.

В пределах такой зоны карбонатные породы (чаще всего это известняки) подвергаются *мраморизации* – светлеют и перекристаллизовываются с образованием более крупнозернистой структуры вплоть до образования настоящих мраморов. Терригенные породы подвергаются *ороговикованию* – перекристаллизовываются с образованием более тонкозернистой структуры, становятся плотнее, крепче, в них исчезают (как бы постепенно бледнеют) черты первоначального строения – слоистость, пятнистость и т.д. При пропитывании вмещающих г.п. кремнезёмом – окремнении – они могут превратиться в кварциты. Гораздо реже Вам могут встретиться скарны. В любом случае, особенно, если интрузивное тело и его приконтактная зона видны в одном обнажении, нужно внимательно осмотреть контакт, приконтактную зону и увидеть разницу между неизменёнными г.п. и претерпевшими вышеуказанные изменения в приконтактной зоне. Описание пород контактового метаморфизма см. 3.2.2.4.

Наложённая низкотемпературная гидротермальная минерализация выражается в появлении тонких – не более нескольких мм кварцевых, кварц-карбонатных и карбонатных прожилков, приуроченных к трещиноватости.

Тектоническое воздействие на горные породы, которое можно выявить на небольшой площади или даже в отдельных обнажениях, выражается в образовании складчатости, трещиноватости и дизъюнктивообразовании.

Складчатость выявляется геологическим картированием (подробнее см. 4.4. и 5.4.2.), поскольку размеры складок, как правило, превышают размеры обнажений, хотя изредка мелкие дополнительные складки видны и в отдельных обнажениях. О том, что толщи осадочных (а также вулканогенных и метаморфических) горных пород смяты в

складки, уже свидетельствует их негоризонтальное залегание. Трещиноватость можно видеть практически в любом обнажении литифицированных (каменных) горных пород любого происхождения.

Как правило, в обнажениях наблюдается несколько (3–4) систем трещин. В слоях о.г.п. чаще всего проявляются послойные, поперечные (перпендикулярные подошвам и кровлям пластов) и диагональные трещины. В интрузивных телах развиваются продольные, поперечные (по отношению к вытянутости поля) и пластовые (параллельные внешней поверхности тела) трещины. Расстояние между трещинами колеблется от первых см до десятков см, причём каждая система отличается своим средним расстоянием между трещинами.

При описании трещиноватости нужно установить системы трещин (на первый взгляд, всё хаотично), и замерить усреднённые элементы залегания и расстояния между трещинами для каждой системы.

Происхождение трещиноватости, в общем, двойное. Первичная экзокинетическая трещиноватость о.г.п. связана, прежде всего, с сокращением объёма при обезвоживании в процессе *диагенеза* (превращения рыхлого осадка в о.г.п. – каждый видел трещиноватость на поверхности глины, оставшейся от высохшей лужи). Прототектоническая трещиноватость магматических тел имеет *контракционную* (сокращение объёма при остывании) природу. Картина сильно усложняется тем, что на указанную первичную трещиноватость при складкообразовании или в результате землетрясений накладывается вторичная тектоническая (эндокинетическая) трещиноватость, которая также образует системы продольных и диагональных трещин сжатия и поперечного растяжения по отношению к направлению тектонического давления. Эти системы трещин могут повторить первичную трещиноватость, а могут возникнуть как самостоятельные. В последнем случае картина сильно усложняется. При обычном полевом описании вопрос о происхождении трещиноватости не обсуждается, но задуматься над этим нужно обязательно и предположительное решение изложить в отчёте.

Наконец, в некоторых обнажениях Вам могут встретиться настоящие дизъюнктивы, по которым наблюдается явное смещение пород (крыльев, блоков) по обе стороны от дизъюнктива. Дизъюнктив может быть представлен просто большой трещиной или сопровождается зоной дроблёных, перемятых, перетёртых пород (тектонических брекчий, катаклазитов, милонитов).

Описывая дизъюнктив, нужно определить элементы залегания его поверхности (сместителя) и амплитуду смещения. Если дизъюнктив

наклонный, то появляются понятия *висячего* (над сместителем) и *лежащего* (под сместителем) крыла (бока, блока). Дизъюнктив, у которого висячее крыло двигалось вверх относительно условно неподвижного лежащего крыла, – *взброс* или *надвиг*; если же висячее крыло двигалось вниз – *сброс*. При горизонтальном движении крыльев по сместителю этот дизъюнктив – *сдвиг*. Истинное направление движения крыльев лучше и чаще всего видно по завороту пластов, наблюдаемому в непосредственной близости от сместителя. На рисунке 8 изображён взброс западного крыла (бока, блока), если эту картину мы видим на вертикальной стенке обнажения, ориентированной широтно, или правый сдвиг западного крыла к северо-востоку, если это картина на горизонтальной плоскости (на плане – геологической карте). Амплитуда смещения крыльев (блоков) по сместителю около одного метра.

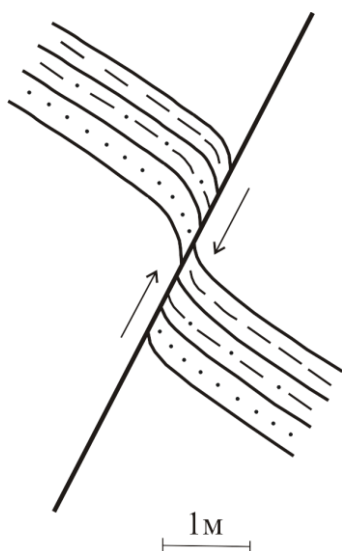


Рис.8. Дизъюнктив. Объяснение в тексте

4. ПОРЯДОК ВЕДЕНИЯ МАРШРУТА И ДОКУМЕНТАЦИИ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ (ПОНЯТИЕ О ГЛАЗОМЕРНОЙ СЪЁМКЕ, МАРШРУТЕ, ОБНАЖЕНИИ, ТОЧКЕ НАБЛЮДЕНИЯ)

Всё полевое изучение и описание физико-географических условий и геологического строения согласно разделов 3.1 и 3.2. осуществляется путём выполнения глазомерной съёмки какой-либо территории.

Глазомерная съёмка заключается в прохождении территории отдельными маршрутами с ориентировкой на местности по азимутам с помощью компаса и измерением расстояний шагами. Использование топографических карт повышает точность съёмки, но не является обязательным.

Маршрут – некий путь, пройденный по местности с определённой целью и записанный в полевом дневнике. Линии маршрутов предварительно намечаются на местности или на карте и привязываются к местности, что указывается в заголовке маршрута: «Вверх по долине...», «По водоразделу между...», «По дороге, ведущей от... к...» и т.д. Маршруты нумеруются в течение одного полевого сезона или на всей подлежащей съёмке территории.

Цель маршрута определяет выбор его линии на карте или на местности.

Если целью маршрутов является только описание рельефа и основных составляющих его поверхностей и форм – эрозионных форм (долины и внутридолинные элементы рельефа – русло, пойма, террасы; лога, овраги), склонов, водораздельных пространств, то линии маршрутов прокладываются вдоль русел (талвегов) эрозионных форм, по водораздельным линиям и поперёк основных водоразделов и долин (т.н. «горбатые» маршруты).

Если целью маршрутов является описание горных пород и слагаемых ими геологических тел и тектонических структур, то линии маршрутов выбираются так, чтобы, во-первых, пройти через максимальное количество обнажений, во-вторых, пересечь желательное поперёк («вкрест простирания») максимальное количество толщ, складок, дизъюнктивов.

Обнажение – участок размером от метров и даже десятков сантиметров и до сотен метров и километров, на котором из-под почвенно-растительного покрова* выходят (обнажаются) различные горные породы. Обнажения располагаются на расстоянии до многих километров друг от друга.

* - хотя выше (3.1.1.) было показано, что почва как продукт биологического выветривания тоже является геологическим объектом и подлежит изучению при описании физико-географии и современных геологических процессов.

Если целью исследований является изучение действия современных геологических процессов и молодых четвертичных отложений, то расположение маршрутов такое же, как и при изучении рельефа, поскольку различные генетические виды (типы) четвертичных отложений – водораздельный элювий, склоновые дефлюкций, делювий и коллювий вместе создают почти непрерывный покров и их обнажения могут встретиться в любом месте.

При изучении дочетвертичных геологических образований количество обнажений и их расположение на рельефе сильно зависит от устройства последнего и от климата.

Наибольшей обнажённостью отличается молодой горный рельеф с узкими гребневидными водоразделами, крутыми склонами и глубокой эрозионной сетью, в которой продолжается энергичная донная и боковая эрозия.

Хорошая обнажённость свойственна любому рельефу в аридном (пустынном и полупустынном) климате. В указанных районах почвенно-растительный покров маломощный и развит незначительно, устойчивые против денудации горные породы образуют большое число обнажений поскольку выступают из-под покрова в виде положительных форм микрорельефа – гребней, скал, выступов, вершинок, русловых порогов и т.д., и маршруты могут располагаться как угодно, исходя из задачи и лёгкости прохождения.

Иное дело на наших сибирских равнинах в условиях гумидного климата. Сплошной почвенно-растительный покров делает бесполезными маршруты по водоразделам. Редкие обнажения приурочены только к руслам рек и, наиболее часто, к основанию крутых склонов, подмываемых боковой эрозией, а также к обрывам террас и пойм. Соответственно, маршруты в таких условиях следует прокладывать вдоль указанных элементов рельефа.

Наконец, если площадь, подлежащая обследованию, небольшая, уклоны её рельефа не более $10\text{--}12^{\circ}$, а длина маршрутов не превышает 2-3 км, то маршруты могут быть прямолинейные по заданному азимуту независимо от рельефа.

Фиксация наблюдений по ходу маршрута может быть произвольной, но гораздо удобнее распределять описание по точкам наблюдений (в дальнейшем – т.н.), приурочивая их, с одной стороны, к обнажениям, с другой – к приметным точкам рельефа, особенно обозначенных на топографической карте – вершинам, точкам слияния рек и ручьёв, резким поворотам ландшафтных границ, перекрёсткам дорог и т.д. Таким образом, расстояние между точками наблюдения

диктуется природой и топографической картой, но обязательно контролируется масштабом будущей карты – расстояние между т.н. должно быть приблизительно равным (с отклонением не более 10%) 1 см на будущей карте, схеме, т.е., например, 100 м при масштабе 1:10000 и 500 м при масштабе 1:50000.

Точки наблюдения нумеруются, привязываются к предыдущим по азимуту и расстоянию и к рельефу. Особенно тщательно к рельефу привязываются начальная и конечная точки маршрута. Именно их по возможности следует приурочить к приметным, обозначенным на топографической карте точкам местности.

4.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПАСЕ И АЗИМУТАХ; ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА МЕСТНОСТИ МАГНИТНОГО АЗИМУТА НАПРАВЛЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ («СНЯТИЕ») АЗИМУТА ПО КАРТЕ, ПЛАНУ

Компас – прибор для определения стран света и азимутов. Магнитная стрелка компаса в любой точке земной поверхности устанавливается вдоль магнитного меридиана, проходящего через эту точку, и своим северным (чёрным или синим) концом указывает на магнитный север. Круговая шкала компаса разбита на 360° и имеет буквенные обозначения стран света. На шкале некоторых компасов подписаны не полные значения градусов, а только десятки: 24 означает 240° . Рабочее положение компаса – строго горизонтальное, чтобы стрелка была свободна.

Азимут – угол между северным концом меридиана, проходящим через данную точку, и каким-либо направлением, отсчитанный по часовой стрелке. Значение азимутов изменяется от 0 до 360° . Поскольку в большинстве точек земной поверхности истинный (географический) и магнитный меридианы не совпадают, различают *истинные* и *магнитные* азимуты, отсчитанные от соответствующего меридиана и отличающиеся друг от друга на величину *магнитного склонения*, которое также изменяется от точки к точке и может быть *восточным* и *западным* (рис.9).

При определении азимутов можно пользоваться как горным компасом (в дальнейшем ГК), так и обычным географическим (в дальнейшем К). Обратите внимание, что у ГК шкала «неправильная» – в отличие от обычного компаса она идёт против часовой стрелки, и запад и восток на ней поменены местами против их расположения на местности.

Все операции с компасом, в том числе и при прохождении учебных геологических практик, – ориентировка на местности,

определение азимутов по карте, определение и измерение азимутов в маршруте, запись их значений в полевые дневники, нанесение азимутов на планы и карты с магнитным меридианом («магнитные планы») производятся только с магнитными азимутами. Истинные (географические) азимуты используются при составлении карт и планов в географических координатах.

4.2.1. Определение азимута на местности

Допустим, Вы находитесь на местности в т.О и Вам нужно взять магнитный азимут на находящуюся на удалении т.А, в которой располагается интересующий Вас объект или просто следующая точка наблюдения. На рисунке 10 видна разница в расположении обычного и горного компаса при замере какого-либо азимута на местности или определении, в какую сторону двигаться по заданному азимуту. Рабочее положение обычного (географического) компаса при этом – *стрелка компаса своим северным концом должна смотреть на 0 отсчёт шкалы компаса*; значение азимута определяется по шкале поворотом визирного кольца до такого положения, когда линия, соединяющая противоположные прорези визира, совпадает с данным направлением. У компасов без визирного кольца для этого кладут на компас спичку, травинку так, чтобы она проходила через центр компаса и указывала на данное направление.

Для выполнения этой же операции ГК нужно его нулевым отсчётом шкалы или, что одно и то же, буквой «С» (север) направить по данному направлению. Северный конец стрелки в этом случае укажет на шкале значение *магнитного* азимута данного направления (рис.10) стандартная запись: Аз. ОА СВ 25^0 .

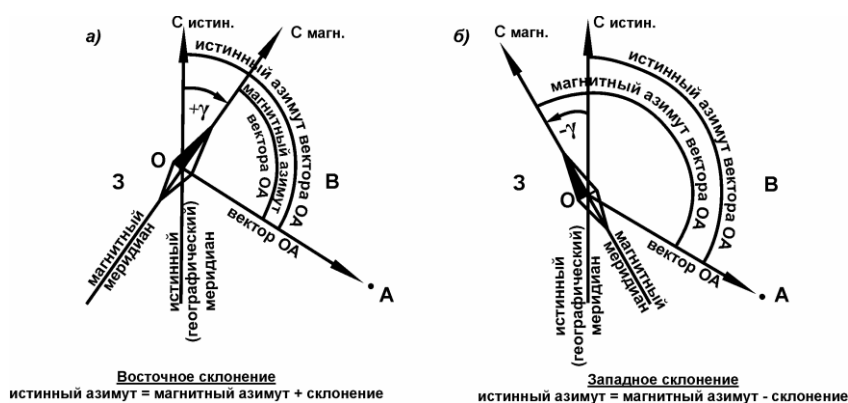


Рис. 9. Соотношение истинного и магнитного меридианов и азимута вектора (направления) ОА при: а) – восточном и б) – западном магнитном склонении

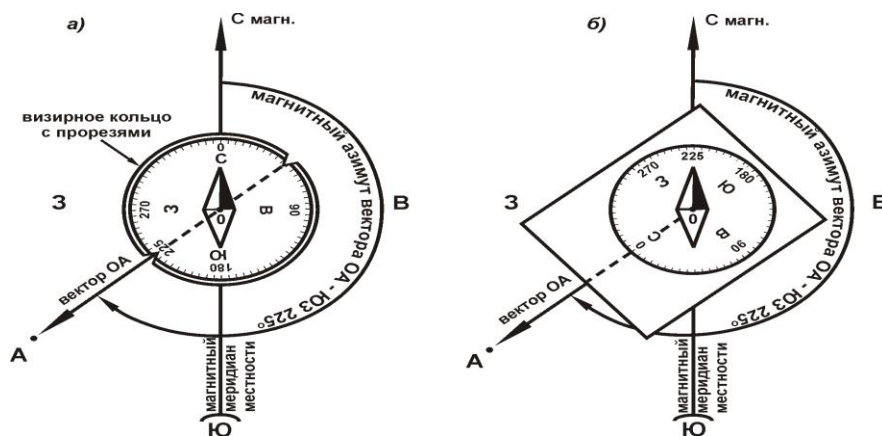


Рис. 10. Схема расположения компаса: а – обычного, б – горного при замере на местности магнитного азимута какого-либо направления (ОА) или определения, в какую сторону идти при заданном азимуте движения (в данном примере: ЮЗ 225⁰)

Иногда рекомендуется в таких записях не обозначать знак «градус», чтобы в условиях полевой, не очень аккуратной скорописи не спутать впоследствии «градус» с нулём и не получить, как в приведенном примере, вместо 25⁰ значение 250. Обязательным является также запись буквенного обозначения четверти стран света – северо-восток – СВ, юго-запад – ЮЗ – для контроля правильности замера. Например, в записи – ЮЗ 120⁰ допущена ошибка: или не ЮЗ, а ЮВ, или не 120⁰, а какой-то другой замер в интервале от 181⁰ до 269⁰. Заметим ещё раз, что во избежание путаницы принято в полевые книжки, журналы, пикетажки (пикетажные книжки) записывать измеренные в поле *магнитные* азимуты, не внося поправок на магнитное склонение.

4.2.2. Определение («снятие») азимута по карте

Вы наметили линию маршрута по карте. Как определить («снять» с карты) магнитные азимуты отрезков маршрута, по которым Вы идёте в поле?

Эту задачу можно решить с помощью транспортира или компаса.

На листах топографических карт и картах, рамки которых соответствуют стандартной разграфке (свидетельством этого являются обозначения градусов и минут на рамках) с истинными меридианами совпадают боковые (западная и восточная) рамки карт. Кроме того, соотношение между истинным, магнитным меридианами и

вертикальными линиями координатной сетки в данной местности изображается схемой, помещаемой на нижнем или зарамочном оформлении топографических карт. Например, для листа топоосновы 0-45-122 (Томск) м-ба 1:100000 это схема – см.рис.11.

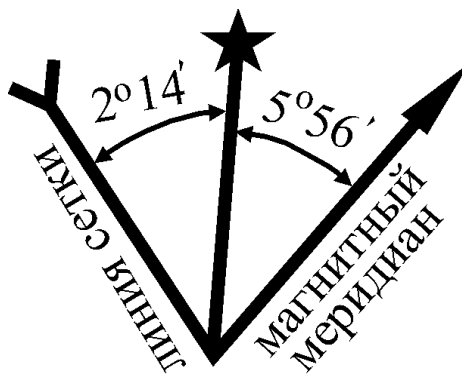


Рис.11. Схема соотношения истинного и магнитного меридианов и вертикальных линий координатной сетки для листа топоосновы 0-45-122 (Томск) масштаба 1:100000

Решение задачи по «снятию» азимутов с карты с помощью компаса – сложная задача, требующая, в частности, умения ориентировать карту. Подробно – см.[4]. Поэтому рассмотрим более простой вариант «снятия» азимутов с помощью транспортира.

Если на карте, плане уже обозначен магнитный меридиан, то нужно через начало маршрута или какого-либо его отрезка, азимут которого Вы хотите определить, провести линию (наметить слегка!, чтобы можно было потом убрать эту вспомогательную линию), параллельную магнитному меридиану, и транспортиром измерить по часовой стрелке угол между северным концом этой линии и линией маршрута или его отрезка. Этот угол и будет магнитный азимут этого маршрута, отрезка.

Если на карте, плане обозначен истинный меридиан, то можно, зная магнитное склонение данной местности и используя соотношение между истинным и магнитным меридианами (см. рис.9 и 11), провести рядом линию (стрелку) магнитного меридиана и далее выполнить вышеуказанную операцию с транспортиром или работать с транспортиром от истинного меридиана, но каждый раз вносить в полученный замер истинного меридиана поправку на магнитное склонение и вычислять магнитный, т.е., согласно рис.9, из истинного азимута вычесть магнитное склонение, если оно восточное, и прибавить его к истинному азимуту, если оно западное.

4.3. ПРОХОЖДЕНИЕ МАРШРУТА

Запись маршрута начинается с даты, номера маршрута, привязки его к местности и обозначения цели.

Выйдите на начальную точку маршрута, обозначьте её на топографической карте или, при отсутствии таковой, на будущем плане маршрута, проставьте её в полевой книжке и надёжно привяжите к местности.

Дальнейший ход маршрута зависит от наличия или отсутствия у Вас топографической карты и её детальности.

Пусть масштаб Вашей будущей схемы маршрута или геологической карты, которую Вы собираетесь составить, 1:25000 (т.е. в 1 см – 250 м) и мельче – 1:50000, 1:100000, и Вы располагаете топографической картой с густорасчленённым рельефом, детали которого отчётливо отрисованы горизонталями. Вы легко «читаете» эту карту, или Ваш маршрут привязан к точно обозначенной на карте линии – руслу реки, дороге, хорошо читаемой на карте водораздельной линии. Короче, если Вы в любой момент можете с точностью до 1 мм указать на карте точку, в которой Вы находитесь, то по ходу маршрута Вы просто обозначаете т.н. на карте и в полевой книжке, привязываете их к местности – «на вершине с отм....», «на оконечности мыса между ручьями...», «на перегибе склона...» и т.д., особенно не заботясь о расстояниях и азимутах по отношению к предыдущим точкам или приметным элементам рельефа. Хотя сказанное – редкий случай и геолог в маршруте всё равно контролирует себя по азимутам и расстояниям, особенно когда отходит в сторону от основного маршрута.

Но, скорее всего, у Вас (особенно это касается равнинных районов, залесённых, с редкой эрозионной сетью) будет невыразительная карта, на которой трудно ориентироваться или, что всего вероятнее, не будет никакой. В этом случае, особенно если Вы ведёте детальные наблюдения масштаба 1:25000 и крупнее (например, 1:1000), или Ваши маршруты – прямолинейные по заданному азимуту и не зависят от рельефа, Вам необходимо, как это уже указывалось, все т.н. привязывать по азимуту и расстоянию к предыдущим точкам с использованием компаса.

В этом случае возможны два варианта.

Если Вам нужно двигаться по маршруту без заранее определённого (заданного) азимута, Вы всё время должны намечать впереди на линии маршрута приметные точки, брать на них азимут и

двигаться к ним, считая расстояние. Иногда удобнее наоборот, придя на точку, нацелившись на предыдущую, от которой Вы начали последнее движение, и взять азимут. Если при выполнении этой операции с ГК взять отсчёт по южному (!) концу магнитной стрелки, то это и будет азимут хода от предыдущей точки на ту, на которой Вы сейчас находитесь.

Если Вы проходите маршрут по снятому с карты или заданному азимуту, то установите ГК на ладони так, чтобы северный конец стрелки указывал на значение заданного магнитного азимута. Сохраняя это положение, наметьте на местности хорошо заметный и максимально удалённый ориентир, на который направлен северный конец компаса (нулевой отсчёт, буква «С»). идите в сторону намеченного ориентира – это и будет движение по заданному азимуту. Дойдя до ориентира, повторите операцию. Например, на рисунке 10,б видно, что, находясь в точке О, при необходимости двигаться по магнитному азимуту ЮЗ 225° , нужно идти к точке А, на которую направлен северный конец ГК. При работе с обычным компасом нужно двигаться в сторону, куда направлен отсчёт ЮЗ 225° на шкале компаса (рис.10,а).

Расстояние между точками по маршруту при глазомерной съёмке измеряется шагами. Измерьте длину своего шага, пройдя в обычном темпе туда и назад отмеренное на местности (с травой, мелкими неровностями – не по дороге и не менее 100 м) расстояние. Считать каждый шаг в маршруте утомительно – считают парами или даже четвёрками и переводят в метры.

При движении по склону с уклоном от 10° до 20° начинает сказываться разница между измеренными шагами расстоянием по склону – L и заложением – l , т.е. проекцией L на горизонтальную плоскость, которое и наносится на план, карту. Для определения заложения l нужно измерить угол склона – α с помощью отвеса на ГК, транспортиром или хотя бы «на глаз», взглянув на склон сбоку с некоторого расстояния, и решить (а проще построить его графически) прямоугольный треугольник (рис.12). При угле склона $> 20^{\circ}$ измерение L шагами затруднительно и ошибочную нужна мерная лента (верёвка).

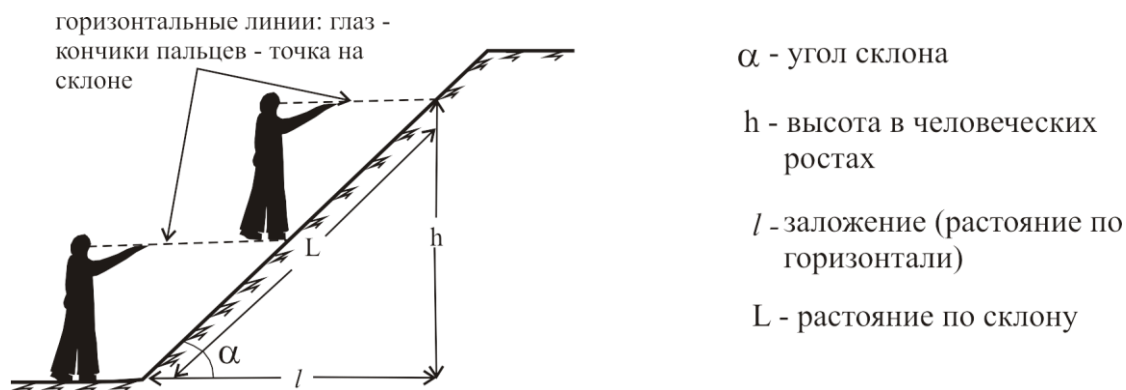


Рис.12. Объяснения в тексте

Для измерения высоты очень крутых склонов, террас прибегают к простейшему глазомерному нивелированию в человеческих ростах (рис.12).

4.3.1. Нанесение маршрута

Нанесение маршрута заключается в последовательном, от точки к точке, откладывании измеренных отрезков маршрута по их магнитным азимутам.

На листе бумаги слева прочертите магнитный меридиан в виде вертикальной стрелки. Сообразите, в какую сторону по странам света, в общем, пойдёт маршрут, прибросьте его длину и поставьте т.н.1 так, чтобы будущий маршрут в выбранном Вами масштабе не ушёл за край листа.

Для наглядности сведём данные по привязке точек в таблицу 4 (рис.13). От т.н.1 до т.н.2 маршрут шёл по аз.СВ 5° и длина отрезка оказалась 140 м. Проведите через т.1 линию, параллельную стрелке магнитного меридиана (линию только слегка наметьте, чтобы её было легко потом убрать), и от северного конца этой линии транспортиром отложите по часовой стрелке угол 5° . Проведите из т.1 линию, идущую по этому азимуту, отложите на ней в выбранном масштабе (в нашем случае это 1:10000, т.е. в 1 см – 100 м) 140 м и поставьте т.2. аналогичным образом нанесите остальные точки. Соедините точки штриховой линией. Это будет линия маршрута от т.1 до т.5 (рис.13).

Табл. 4

От т.н.1 До т.н. 5	Азимут хода	Расстояние (в м)
1-2	СВ 5°	140
2-3	СВ 70°	170

3-4	СВ 35°	300
4-5	СВ 80°	210

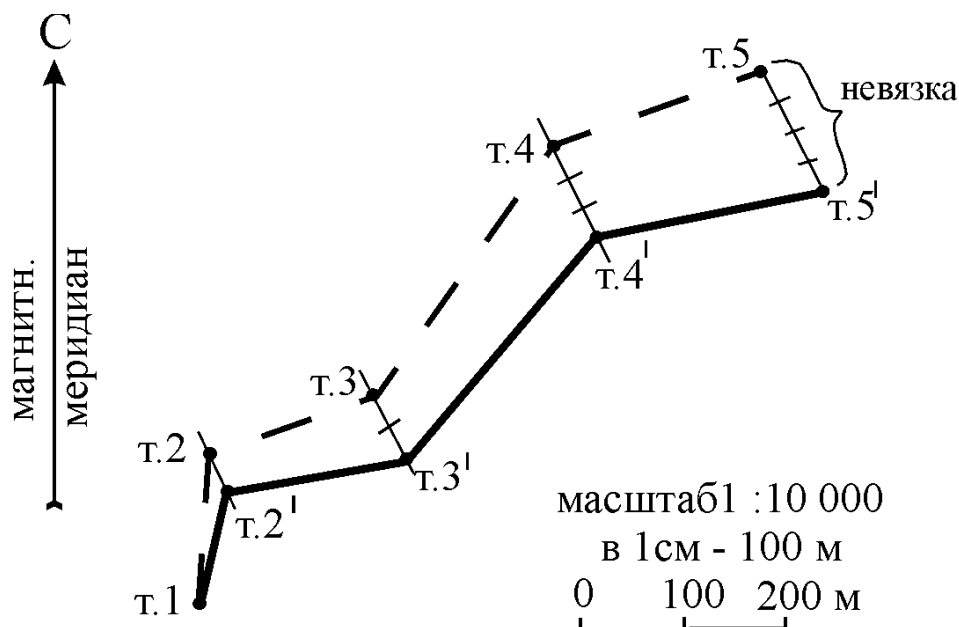


Рис.13. Нанесение маршрута. От т.1 до т.5 – согласно полевым замерам азимутов и расстояний; от т.1 до т.5¹ – исправленная линия маршрута, начало и конец которого привязаны к рельефу

Если конечная точка маршрута – т.5 не привязана жёстко к рельефу, то прочерченная линия маршрута будет окончательной.

Если же начальная и конечная точки маршрута привязаны к рельефу, т.е. точно обозначены на топографической карте, то после нанесения маршрута по полевым записям его конечная точка никогда не совпадёт со своим положением на топографической карте – появится так называемая «невязка» – некоторое расстояние между концом маршрута, полученным при его построении по полевым записям – т.5 на рис.13, и концом маршрута на топографической карте – т.5¹ на рис.13. в этом случае нужно внести поправку в положение маршрута на рельефе путём разбрасывания «невязки».

Соедините линией оба конца маршрута – т.т.5 и 5¹ на рис.13. Разделите эту линию («невязку») на столько одинаковых по длине частей, сколько отрезков (или точек наблюдения без т.1) составляет маршрут. В нашем примере их 4. Проведите через каждую точку (кроме т.1) вспомогательную линию, параллельную линии «невязки» и сместите все точки (кроме т.1) по вспомогательным линиям в сторону

т.5¹, наращивая смещение на одну долю невязки от точки к точке. Сплошная линия, соединяющая т.т. 1-2¹-3¹-4¹-5¹, есть исправленная линия маршрута, которую и следует нанести на топооснову, карту, план. При этом никаких исправлений в полевых записях азимутов и расстояний делать не нужно.

4.3.2. Использование системы GPS для привязки точек наблюдения и нанесения маршрута (раздел написан Ю.С. Ананьевым)

Использование навигаторов системы GPS облегчает ведение маршрута и привязку точек наблюдения, т.к. избавляет от слежения за азимутами и утомительного подсчета шагов.

Настройку навигатора, определение с его помощью координат точек наблюдения – смотри инструкции, прилагаемые к прибору.

Процесс выноса GPS наблюдений на план можно разделить на несколько шагов.

Шаг 1. Необходимо составить каталог точек наблюдений с координатами X и Y. При этом координаты должны быть представлены в прямоугольной системе. Для этого в настройках самого навигатора необходимо установить одну из прямоугольных координатных систем. Целесообразно использовать проекцию UTM или Гаусса-Крюгера. Правда следует заметить, что далеко не во всех навигаторах есть проекция Гаусса-Крюгера. Итак, в настройках навигатора устанавливаем datum WGS 84 и проекцию UTM UPS. Далее составляем каталог точек GPS наблюдений. Целесообразно использовать следующую форму:

№ точки	Zona	X	Y	Примечания
1	46N	0305876	6034718	
2	46N	0305880	6034798	
3	46N	0305894	6034864	
4	46N	0305900	6034905	

Обратите внимание на то, что координаты приведены в метрах.

Шаг 2. Необходимо определить минимальные и максимальные координаты по осям X и Y. В данном случае они будут следующими:

	X	Y
Минимальный	0305876	6034718

Максимальный	0305900	6034905
--------------	---------	---------

Шаг 3. По полученным минимальным и максимальным координатам нужно построить километровую прямоугольную координатную сетку. Для этого необходимо минимальные координаты округлить в меньшую сторону до целого значения (в километрах), а максимальные координаты округлить в большую сторону до целого (в километрах). В нашем примере эти координаты будут следующими:

	X	Y
Минимальный	0305000	6034000
Максимальный	0306000	6035000

Проанализируем полученные данные. Разница между минимальными и максимальными значениями обеих координат составляет 1 км. Следовательно, необходимая для нанесения маршрута прямоугольная сетка представляет собой квадрат со стороной 1 км, внутри которого располагается наш маршрут. На бумаге в выбранном масштабе (масштабе съемки и будущего плана), рисуем этот квадрат и обозначаем по его сторонам, совпадающим с осями X и Y соответствующие полученные координаты. Для приведенных данных эта сетка будет иметь следующий вид (13, А – квадрат со значениями координат сторон).

Шаг 4. Теперь можно переходить к выносу точек наблюдений на координатную сетку. Для примера вынесем на координатную сетку точку 1. Для этого по горизонтальной оси (оси X) от сетки с отметкой 035000 откладываем в масштабе недостающие 876 м и проводим вертикальную линию с отметкой 0305876, а по оси Y от сетки с отметкой 6034000 отмеряем 718 м и проводим горизонтальную линию с отметкой 6034718 м. На пересечении двух линий получим положение точки 1.

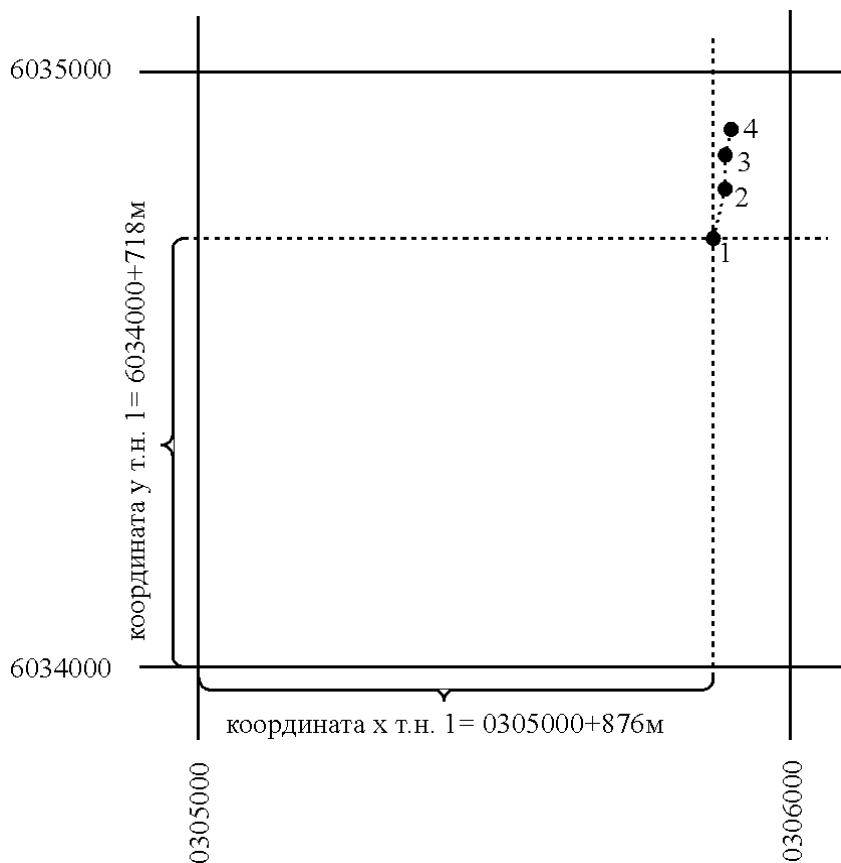


Рис. 13. А. Координатная сетка (квадрат с координатами сторон) **с нанесенным на нее маршрутом**

Аналогичным образом выносим все остальные точки наблюдения. В результате получаем план маршрута (рис.13, А). При необходимости можно измерить расстояния между точками и вычислить магнитный и истинный азимуты этих расстояний. При вычислении азимутов нужно помнить соотношение между ними и вертикальными линиями координатной сетки в данной местности (см. 4.2.2 и рис.11).

Нанесение данных GPS наблюдений на топооснову делается аналогичным образом и не составляет труда, поскольку координатные сетки с цифровыми обозначениями уже нанесены на топографические карты, однако для этого необходимо пересчитать координаты из проекции UTM в проекцию Гаусса-Крюгера.

4.4. ДОКУМЕНТАЦИЯ ОБНАЖЕНИЙ

Документация обнажения сводится к его привязке, описанию и зарисовке.

4.4.1. Привязка обнажения

Заключается в нумерации, фиксации его расположения по отношению к предыдущей точке наблюдения с указанием азимута и расстояния (см. выше 4.1 и 4.3) или с использованием GPS наблюдений (см.4.3.2) и уточнения положения его на рельефе – вершина горы, подножье крутого склона долины, обрыв (уступ) террасы, пороги в русле реки и т.д.

4.4.2. Описание обнажения

4.4.2.1. Программа описания обнажения. Описание обнажения ведётся по вышеупомянутой обширной программе (3.2.1.). Более формализованная и детализированная эта программа содержит следующие пункты.

1. Какие геологические тела – толщи, пласты, слои, дайки видны в обнажении.

2. Определить, какими г.п. – осадочными, магматическими или метаморфическими – сложены эти тела.

3. Как залегают эти геологические тела – горизонтально, наклонно, вертикально. Элементы залегания в последних двух случаях.

4. Как эти геологические тела залегают по отношению друг к другу – какие моложе, какие древнее, согласно или несогласно для о.г.п.; секущие или послойные (согласные) контакты с вмещающими породами для интрузивных тел.

5. Подробное макроскопическое (на глаз, с использование лупы) описание г.п.

6. Описание вторичных, наложенных по отношению к г.п. геологических процессов. В подавляющем большинстве случаев это будут следы выветривания, региональная и контактовая термальна и гидротермально-метасоматическая проработка – ороговикование, окремнение, мраморизация известняков и др.; тектоническая трещиноватость и дизъюнктивы.

Программа является общей. Её содержание и последовательность действий в целом и по каждому пункту может сильно меняться в зависимости от чрезвычайного разнообразия конкретных особенностей тех или иных обнажений. Опытный геолог выполняет её не задумываясь, автоматически. Но начинающему при описании обнажений необходимо следовать пунктам этой программы, чтобы не пропустить существенное.

4.4.2.2. Некоторые дополнительные правила описания

Описание каждой новой т.н. ведётся с красной строки с подчёркиванием номера точки жирной чертой – **т.н. 5**. Привязка точки подчёркивается нежирной чертой.

Все важные записи – замер элементов залегания, указания на признаки полезных ископаемых, находки палеонтологических остатков и др., на что геолог хотел бы обратить внимание так или иначе, выделяют из текста, например, подчёркивают штриховой линией. Иногда подчёркивают названия г.п.

Описание горных пород при необходимости сопровождается отбором образцов г.п., как по типам пород, так и по конкретным стратиграфическим подразделениям (пачкам, слоям) и магматическим телам. Образцы нумеруются (номер цветным карандашом наносится на образец или на его обёртку) по точкам наблюдения с дробным подразделением, если на точке берётся несколько образцов или образцы берутся между точками. На каждый образец выписывается этикетка с указанием номера образца, места взятия и названия г.п., а в тексте

номер образца берётся в контур - обр.№ 6/1 .

Размеры образцов каменных г.п. – 6-8 см, рыхлых пород – 2-3-столовых ложки, взятых в мешочек или бумажный пакет (типа аптечных для порошков), влажные рыхлые г.п. нужно просушивать.

4.4.2.3. Определение элементов залегания геологических тел

К элементам залегания наклонных и вертикальных геологических тел и поверхностей (пластов осадочных г.п., даек, сместителей дизъюнктивов и т.д.) относятся *простирание* и *падение*.

Простирание – это распространение наклонного к горизонту тела (поверхности) в горизонтальном направлении. Простирание определяется положением в пространстве *линии простирания* – любой горизонтальной линии, принадлежащей данной поверхности (телу). Простирание всегда имеет два противоположных направления – можно сказать, что плоскость простирается на северо-восток, но с равным основанием можно говорить о юго-западном простирании этой же плоскости. Горизонтальные плоскости и тела простираются во все стороны.

Падение – это наклон тела (плоскости) к горизонту, определяемый положением в пространстве *линии падения* и *углом падения*.

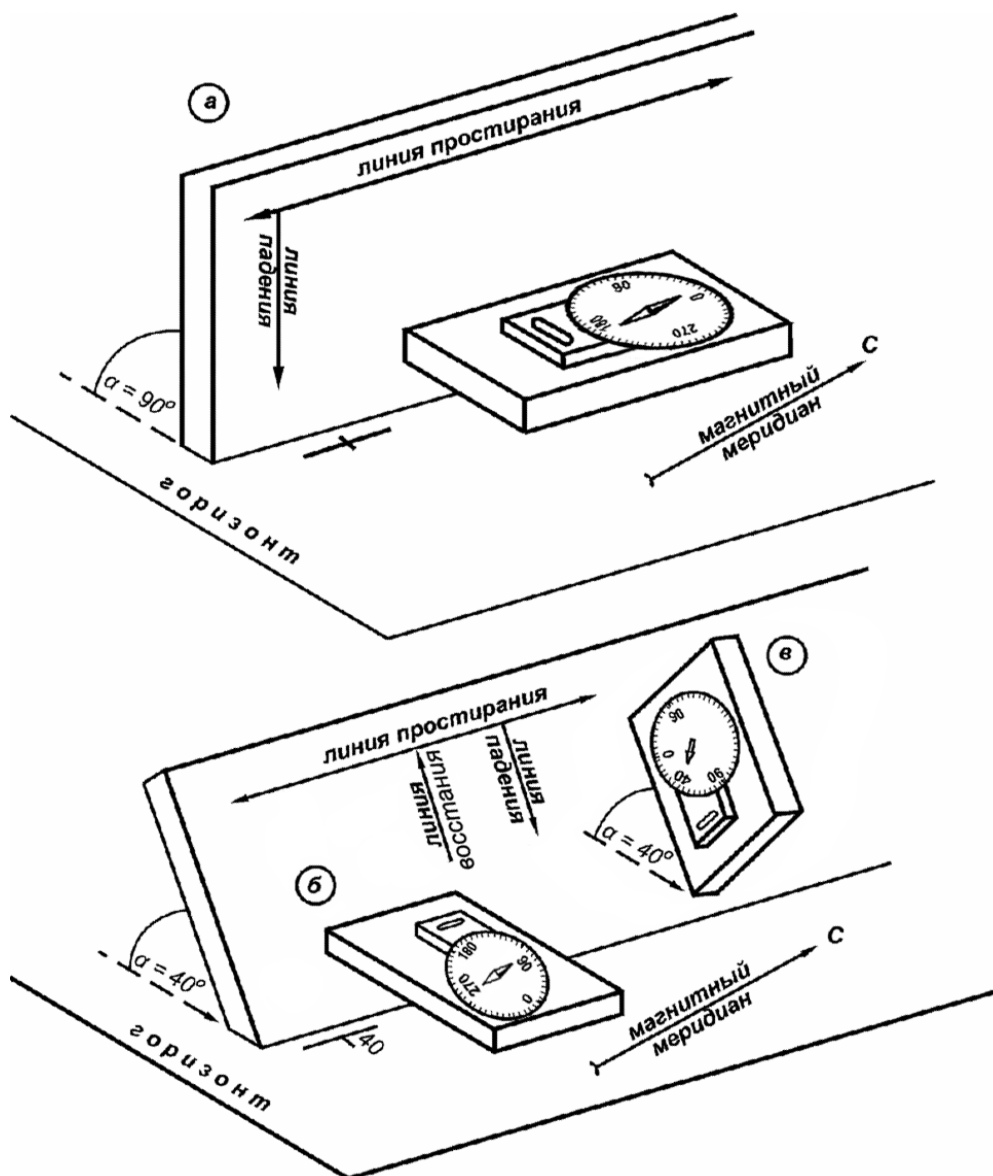


Рис.14. Положение горного компаса при замера: а – азимута простирания вертикально падающего пласта; б – азимута падения и в – угла падения у наклонного пласта; возле пластов на плане проставлены соответствующие знаки элементов залегания (в аксонометрии!)

Линия падения – это линия, принадлежащая данному телу (плоскости) и направленная вниз по этому телу (плоскости) (по этой линии потечёт вода). Очевидно, что линия падения перпендикулярна линии простирания. *Угол падения* – это угол между линией падения и её проекцией на горизонтальную плоскость (рис.14). Угол падения меняется от 0^0 при горизонтальном залегании тела (плоскости) до 90^0 при вертикальном его залегании.

Для определения элементов залегания наклонных геологических тел или плоскостей необходимо и достаточно измерить *азимут линии*

падения (точнее её проекции на горизонтальную плоскость) и *угол падения* (рис.14). При вертикальном залегании геологических тел достаточно измерить любой из двух *азимутов* их *простираения*.

Для определения *азимута падения* ГК северным концом (или нулевым отсчётом шкалы) направляют в сторону линии падения (компас при этом должен быть горизонтален! – распространённой ошибкой является попытка измерить азимут, приложив ГК плашмя к определяемой плоскости, т.е. выведя его из горизонтального положения), и против северного конца магнитной стрелки читают значение магнитного азимута линии падения (рис.14,б).

При определении *угла падения* ГК длинной стороной совмещают с линией падения, придав компасу вертикальное положение, и на¹ шкале угломера (эта шкала со значениями от 0^0 до 90^0 в обе стороны находится ниже шкалы азимутов на дне компаса) по отвесу читают значение угла падения (рис.14,в).

При определении азимута простираения ГК длинной стороной ставят параллельно линии простираения и читают любой из двух отсчётов против конца магнитной стрелки (рис.14,а).

Устанавливая компас для замеров элементов залегания, начинающие слишком буквально понимают рекомендацию «...приложите компас к поверхности...». Это имеет смысл, если поверхность ровная. При наличии на поверхности микрорельефа (бугорки, впадинки) лучше представить себе обобщённую плоскость, касательную к реальной поверхности, и, держа компас в нескольких см от этой поверхности, измерить элемент залегания воображаемой.

Стандартные (с принятыми сокращениями) записи результатов замеров элементов залегания:

– при наклонном залегании – Аз.пад. ЮВ 120^0 , $\perp 50^0$.

– при вертикальном залегании – Аз. прост. СЗ 290^0 (или ЮВ 110^0), пад.верт.

Ошибочной является запись: Аз. прост. ЮЗ $245 \perp 35$, т.к. не указано, в какую именно сторону – на северо-запад или юго-восток падает плоскость. Также ошибочна запись: Аз.пад ЮЗ $150 \perp 35$ – или не юго-запад, а юго-восток, или не 150^0 , а какой-то замер от 180^0 до 270^0 .

При замерах элементов залегания очень пологих – $< 15^0$ или крутых – $> 75^0$ плоскостей (в этих случаях затруднительно определение точного положения линии падения), а, также находясь на некотором удалении от точки замера (например, обнажение находится на противоположном берегу реки), можно, тем не менее, при наличии в обнажении среза, стенки, ориентированной поперёк («вкрест») простираения слоистости,

дайки, трещиноватости и т.д. достаточно точно определить азимут простирания и угол падения. Для этого нужно встать лицом к стенке обнажения так, чтобы Ваш прямой взгляд был направлен строго по простиранию объекта (в этом положении не должны быть видны сами плоскости, элементы залегания которых Вы хотите измерить, а видны только их выходы (следы) на стенку – рис.14, А, визуальнo направить ГК по направлению простирания и взять отсчёт по шкале компаса. Азимут падения в этом случае просто вычисляют.

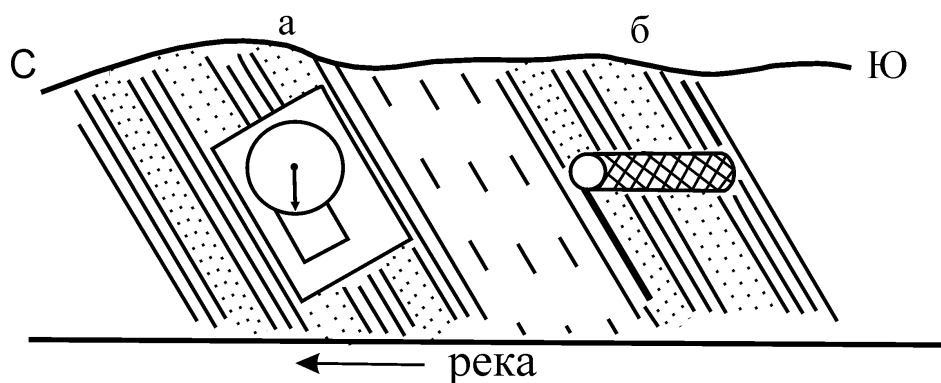


Рис.14, А. Определение элементов залегания горных пород в удалённых объектах разными типами ГК

Замер угла падения в этом случае достаточно понятен из рис 14,А.

При отсутствии горного компаса элементы залегания можно определить и с помощью обычного географического компаса. Определение азимутов с помощью географического компаса – см. разд. 4.2.1. Угол падения в этом случае определяется на глаз или с помощью отвеса. Полезно при этом, встав так, как рекомендовано – Ваш взгляд строго по простиранию, поставить тетрадку или, на худой конец, ладонь горизонтально, и от неё измерить угол падения.

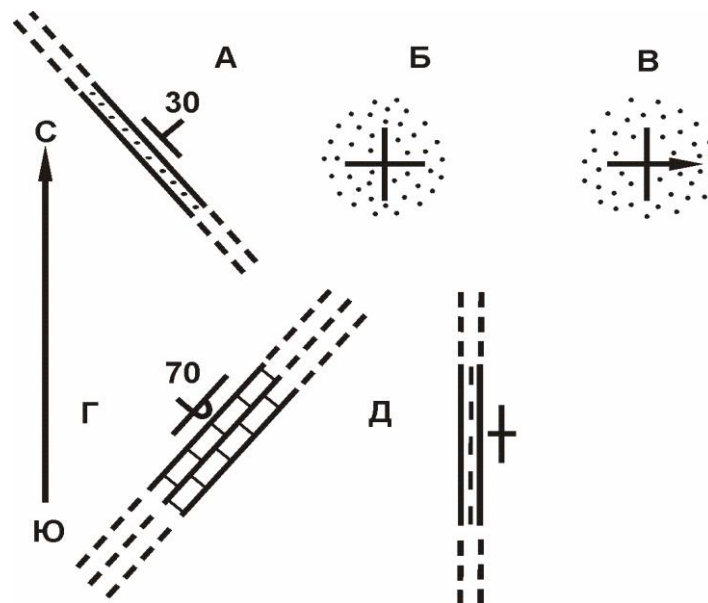


Рис.15. Образцы знаков элементов залегания

В т. А пласт песчаника падает на северо-восток под углом 30° при северо-западном (юго-восточном) простирании.

В т. Б пласт песчаника залегает горизонтально.

В т. В пласт песчаника залегает почти горизонтально со слабым падением на восток.

В т. Г пласты известняка опрокинуты и падают на северо-запад под углом 70° при северо-восточном (юго-западном) простирании.

В т. Д пласт аргиллита простирается меридионально и падает вертикально («поставлен на голову»).

Нанесение знаков элементов залегания на карту делается с транспортиром (см. разд. 4.3.1.).

При этом используются условные знаки (рис.15). У наиболее распространённого знака наклонного залегания (т. А на рис.15) стрелка показывает направление падения, а длинная черта (её длина 5–6 мм) показывает простирание плоскости или тела. Угол падения обозначается цифрой. Обратите внимание также на знак опрокинутого залегания (т. Г на рис.15), означающий, что пласт при обычном наклонном залегании падал бы на юго-восток, но опрокинут (подошва пласта оказалась выше его кровли) и падает на северо-запад.

При наклонном залегании сначала удобнее нанести коротенькую стрелку, направленную по азимуту падения, а затем перпендикулярно к ней через её начало, проводят более длинную черту простирания.

Начинающие часто при нанесении элементов залегания путают у знака линии простирания и падения или проводят линию падения в противоположную сторону, разворачивая тем самым условный знак на 90° или 180° против правильного его положения.

4.4.3. Зарисовка обнажений. Нет необходимости зарисовывать каждое обнажение. Геолог сам определяет, нужна или не нужна зарисовка (или фото) данного обнажения по простому принципу: если из описания обнажения достаточно ясно встаёт его зрительный образ – зарисовка не нужна. Но во всех случаях описания сложных форм рельефа или большого разнообразия горных пород, тем более при их более сложных, чем простое параллельное согласное залегание, взаимоотношениях, при наличии дополнительной геологической информации – наложенные процессы, дизъюнктивы и т.д. зарисовки необходимы.

Зарисовывая обнажение, не нужно стремиться отобразить всё, вплоть до мелких деталей. Это невозможно, к тому же рисунок получится перегруженным. Собственно, зарисовка – не точная копия, а схема, отображающая принципиальные черты обнажения. Зарисовку делают от руки, но с максимально возможным соблюдением пропорций. При этом используют стандартные, принятые в геологии условные знаки (см. прилож. I и II).

Все основные части зарисовки – геологические тела, дизъюнктивы и т.д. нумеруются или обозначаются буквами, а справа или снизу от зарисовки даётся расшифровка (объяснение) цифр, букв и условных знаков. Указываются также и нумеруются точки отбора образцов.

Поверхности обнажений могут совершенно по-разному располагаться по отношению к горизонту и странам света, но их зарисовки следует сводить или к плану (виду сверху) или к разрезу (вид сбоку). Следовательно, на плане обязательно слева от рисунка должна быть стрелка юг–север (меридиан), а на разрезе – буквенное обозначение стран света над левым и правым краем рисунка.

Наконец, необходимо или обозначить размеры – длина, ширина, высота рисунка, или указать приблизительный цифровой масштаб – 1:100, 1:500 и т.д., или обозначить линейный масштаб сантиметровой чёрточкой с указанием, что этот см на рисунке соответствует 10 см, 1 м, 10 м и т.д.

Наиболее показательные обнажения желательно фотографировать. При фотографировании, если на будущем фото не будут видны предметы – растительность, постройки, люди и т.д., по которым можно будет судить о размерах обнажения, следует кому-то стать рядом с

обнажением или положить какой-нибудь предмет известных размеров – молоток, тетрадь, нож и т.д. На фото можно цветными пастами подчеркнуть важные детали, индексировать их, но лучше рядом с фото (удобнее всего под ним) привести схему–расшифровку. Образцы зарисовок обнажений и форм рельефа см. рис. 16, 17, 18, 20.

4.5. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ МАРШРУТА

Выходя в маршрут, действуйте так (как это уже советовалось в начале разд.3), как будто вы – первопроходец, и пишите максимально подробно, не скупитесь на зарисовки и фотографии. Чтобы читающий Ваши записи ясно представил себе и окружающий ландшафт и геологическое строение как в кино или на макете. В нижеприведенном примере описание маршрута, стиль изложения и подробность описания соответствуют правилам детальной геологической съемки.

Запись маршрута начинается с указанной даты, номера маршрута, привязки его к местности и обозначения цели данного маршрута.

20.06.2008 г. Маршрут № 3

П р и в я з к а м а р ш р у т а . От устья р. Ушайка* вверх по долине вдоль её правого борта с выходами на водораздельную поверхность.

Ц е л ь м а р ш р у т а . Знакомство с устройством правого борта р. Ушайка с выявлением и описанием террас, устройством прилегающей части водораздельной равнины, и геологическим строением коренных пород по правому борту и в русле реки.

Т.н. 1. Находится на острие стрелки долин р.р. Томь и Ушайка.** По правобережью р.Томь сразу ниже устья р. Ушайка развита прирусловая отмель шириной 10-15 м, сложенная мелким (средний размер галек 2-3 см) хорошо окатанным гравием и галечником. В составе галек преобладают кремневые породы типа яшм, реже встречаются долериты и микродиориты.

Над прирусловой отмелью возвышается пойменная терраса (высокая пойма). Ширина поймы достигает 100 м. Пойма уходит в долину р. Ушайка, где сразу сужается до 50 м. Непосредственно на т.1. в обрыве пойменной террасы (рис.16) обнажается разрез горизонтально

* - В описании маршрута использованы географические названия из окрестностей г. Томска и принципиальные черты геологического строения, но полной аналогии нет.

** - Стрелкой называется водораздельное пространство между двумя долинами, сходящимися под острым углом.

залегающих пойменных отложений общей мощностью 4 м с чётким подразделением на русловую, пойменную и старичную фацию. В старичных глинах встречаются раковины двустворок (пелеципод).

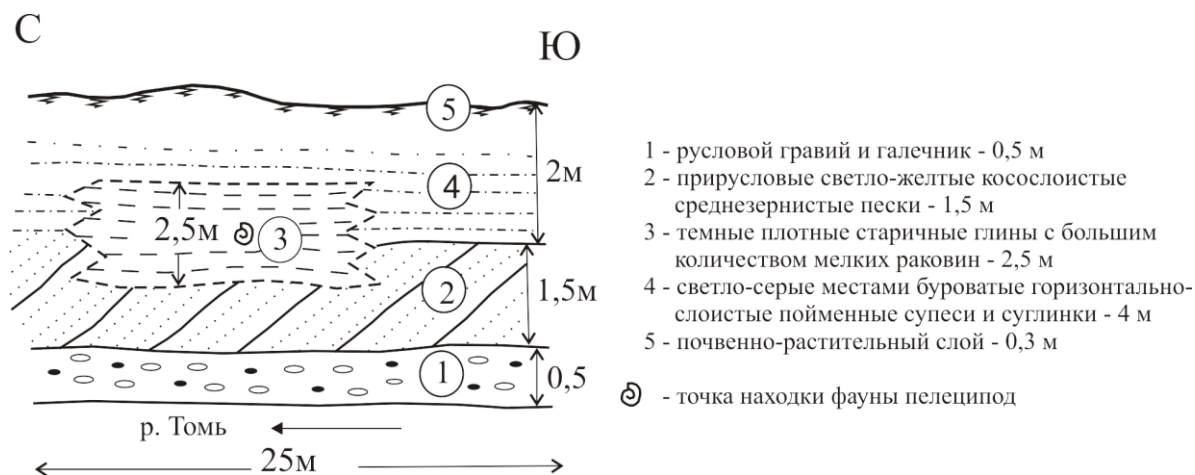


Рис. 16. Обнажение высокой поймы р. Томи по правому берегу ниже устья р. Ушайка

Т.н. 2 находится в 300 м от т.н. 1 по аз. СВ 35°. На протяжении хода от т.1 до т.2 маршрут идёт по пойме р. Ушайка. Ширина поймы от правого склона долины до русла около 50 м. На точке в нижней части крутого выпуклого берега долины р. Ушайка и рядом в русле реки, образуя порог, в большом коренном выходе обнажаются глинистые сланцы, алевролиты и т/з светло-серые песчаники, переслаивающиеся между собой (рис.17).

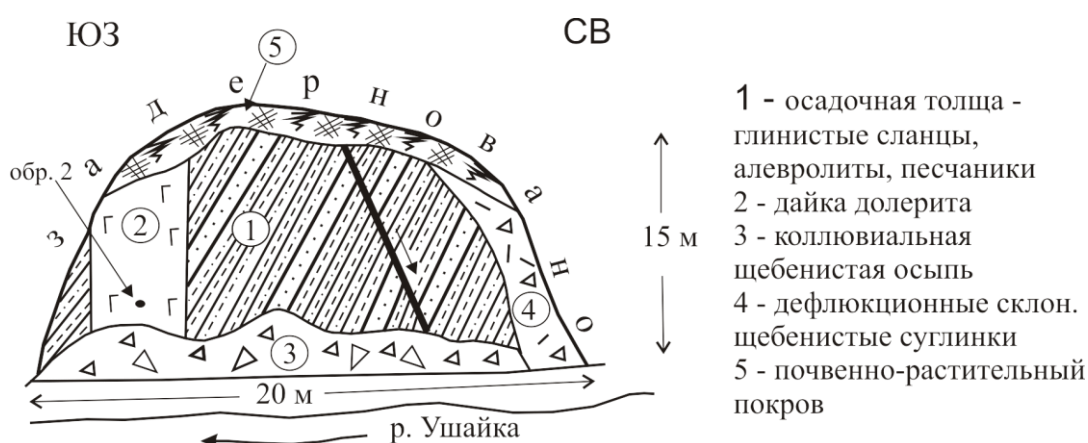


Рис.17. Обнажение коренных пород на т.н. 2 по правому борту долины р. Ушайка в 310 м от устья реки

Мощность слоев алевролитов и глинистых сланцев – 3-5 см, песчаников – до 20 см. Элементы залегания слоистости: аз. пад. СЗ 295° ∠ 75. Толща прорвана дайкой темно-зеленовато-серого долерита с м/з основной массой и редкими порфиоровыми выделениями пластинчатого плагиоклаза размером до 0,5 см [обр. № 2]. Дайка залегает вертикально и простирается по аз. СЗ 300°.

В северо-восточной части обнажения толща разбита сбросом, простираение которого такое же, как и дайки, но падение на СВ под углом 80°. Амплитуда опускания висячего северо-восточного крыла – 3 м.

Далее маршрут следует вверх по склону. По ходу на склоне среди дефлюкционных (делювиальных) суглинков в свалах* встречаются мелкие обломки алевролитов и песчаников, аналогичных описанным на т.н. 2.

Т.н. 3 в 150 м от т.н. 2 по аз.СЗ 330° на водоразделе в небольшом коренном выходе среди щебенистого элювия, представленного переслаиванием алевролитов и глинистых сланцев, обнажается мощный – не менее 1 м пласт светло-серого массивного м/з песчаника (обр. № 3), имеющего те же элементы залегания, что и на т.н. 2, но угол падения уменьшается до 65°.

Далее маршрут продолжается от т.н. 2**. Справа непрерывно тянется пойма, ширина которой от подножья склона до русла достигает 100 м. Опирающийся на пойму борт долины по ходу маршрута выполаживается и становится волнистым.

Т.н. 4 в 230 м от т.н. 2 по аз. СВ 50°. На точке в интервале маршрута 100 м (точка 4 находится в центре интервала) правый борт долины, ширина которого от подножья до водораздельной поверхности (ВП) 120 м, по высоте подразделяется на две части. Нижняя часть, представляет собой типичный оползневой бугристо-западинный рельеф, сложенный перемятыми, местами с микроскладчатостью течения

* - Геологи в маршрутах работают не только с хорошими обнажениями, но и с мелкими обломками, встречающимися по ходу. В закрытых растительностью и почвой районах зачастую это единственный материал для составления геологической карты.

** – Геолог в маршруте не обязательно строго следует только по маршруту. Он может и отойти и возвращаться и т.д. Важно четко зафиксировать все перемещения. В данном случае геолог вернулся на т.н.2 и продолжил основной маршрут.

бурыми деляпсивными суглинками, с «пьяными» молодыми березами (следует более подробное описание этого рельефа согласно программе, изложенной в разд. 3.1, «склоновые процессы и отложения»). В центре оползневый рельеф обводнен – мочажины, мелкие ручейки и языки оползней – оплывин, натекающие на поверхность поймы, ширина которой до русла составляет до 100 м. На краях площади развития оползневого рельефа видно, что «пьяными» являются только старые большие березы, а молодые – прямостоящие.

Верхняя часть склона долины представляет собой суффозионный цирк, врезанный в водораздельную поверхность. Диаметр цирка до 50 м, высота стенок ~ 10 м. Дно цирка находится на высоте ~ 15 м над руслом р. Ушайка. Стенки цирка заросли травой и мелким кустарником. В самой нижней части стенки при зачистке лопатой обнажились темно-синевато-серые плотные вязкие («жирные») глины с равномерно рассеянной примесью мелких – не более 1-2 см кусочков обугленных растительных остатков. Видимая мощность глин – до 1,5 м.

Выше в верхней части стенки цирка в расчистках в интервале 2.5 м вскрываются буровато-серые щебенисто-дресвяные суглинки, мощность которых не менее 1 м. В 30 м севернее верхней бровки цирка уже на водораздельной поверхности в закопушках вскрываются светло-серые лессовидные суглинки с чётко выраженной вертикальной столбчатой отдельностью.

В центральной части цирка в интервале 20 м к понижениям кровли глин приурочены 4 выхода подземных (грунтовых) вод с дебитом от 0,2 до 0,5 л/сек. Общее устройство правого борта долины р. Ушайка на т.н. 4 – см. рис. 18.

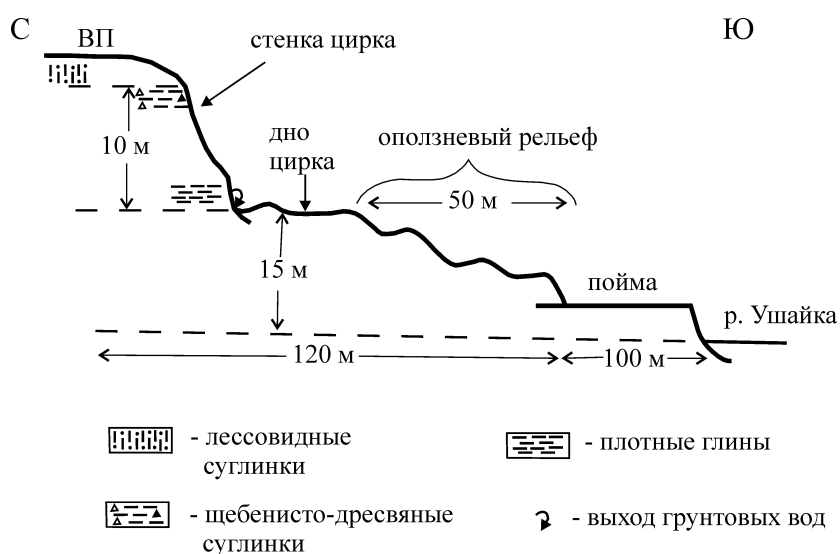


Рис. 18. Общее устройство правого борта долины р. Ушайка на т.н. 4

Т.н. 5 находится в 200 м от т.н. 4 по аз. ЮВ 110° . на выступе коренного борта долины в сторону реки. Пойма в этом месте выклинивается и русло реки подмывает коренной выступ. В основании выступа обнажаются темно-серые глинистые сланцы (аргиллиты) с редкими тонкими – не более 1 см прослоями серых алевроитов. Элементы залегания слоистости: азимут падения СЗ 295° \angle 75° . Все породы рассланцованы. Элементы залегания рассланцовки: Аз. пад. ЮВ 115° \angle 70° . В одном из пластов глинистых сланцев встречена фауна брахиопод в виде отпечатков створок раковин на плоскостях напластования (слоистости) – обр. № 5.

Выше по очень крутому склону на высоте 10 м над руслом небольшие выходы темных глин с лигнитом, аналогичных описанным на т.н. 4. На глинах с эрозионным размывом залегает горизонт песчано-гравийно-галечных грубокослоистых отложений мощностью до 1 м. Предположительно это русловой аллювий высокой – II^{ой} или III^{ей} террасы. На гравийно-галечных отложениях залегают лессовидные суглинки, аналогичные описанным на водораздельной поверхности на т. 4.

Вершина выступа на т. 5 представляет собой площадку террасы шириной до 70 м и длиной вдоль реки по 100 м в обе стороны от т. 5. Высота площадки над руслом (высота террасы) – не менее 10 – 12 м.

Площадка террасы примыкает к пологому – с углом наклона не более 10° – задернованному склону шириной до 150 м. Верхняя часть склона плавно переходит в водораздельную поверхность. В закопушках на этой поверхности под почвенно-растительным слоем вскрываются те же лессовидные суглинки.

В 250 м от т. 5 к северу водораздельная поверхность переходит в верховое торфяное болото. В некоторых местах на болоте видны небольшие выемки, свидетельствующие о кустарной добыче торфа, мощность которого достигает 1 – 1,5 м.

Т.н. 6 в 170 м от т.н. 5 по аз. СВ 60° . Поворот маршрута. Склон долины ровный, полностью задернованный, опирается на пойму шириной до 30 м. В обрыве поймы – суглинки.

Примечание. Обратите внимание на эту точку. Геолог зафиксировал её, хотя она не несет практически никакой важной информации. Просто на точке произошло изменение направления маршрута.

Т.н. 7. В 165 м от т.н. 5 по аз. В 90°. В этом месте долина р. Ушайки заметно расширяется. Русло реки меандрирует и лишено перекаатов. Ширина поймы на правом берегу достигает 200 м. На подходе к точке и на самой точке по нижней части склона долины встречается редкая мелкая щебенка глинистых сланцев. Непосредственно на точке в правый дефлюкционный борт долины, ширина которого 100 м, врезан овраг*. Его длина достигает 80 м. Нижняя часть оврага имеет ящикообразный (трапециевидный) поперечный профиль (рис 20, В, а-а) с плоским дном шириной до 20 м, сложенным овражной пролювиальной супесью. В дно оврага врезана эрозионная рытвина шириной до 3 м и глубиной до 1 м. Склоны оврага задернованы. Плоское дно оврага на выходе сливается с поверхностью поймы.

Верхняя часть оврага имеет V – образный профиль (рис. 20, В, б-б), в верхней отвесной части склонов которого обнажаются светло-буровато-серые лёссовидные суглинки с вертикальной столбчатой отдельностью и видимой мощностью до 2 м. Видимый низ лёссовидных суглинков находится на высоте 20 м над урезом воды в русле р. Ушайка. Сама вершина оврага представляет собой резко выраженный перепад высотой до 1 м.

Эрозионная рытвина нижней части оврага, выходя в пределы поймы, превращается в резко врезанный молодой овражек с крутым ступенчатым продольным профилем, в пределах которого водоток ведёт активную донную эрозию. Зарисовка плана и продольной картины оврага см. рис. 20.

* - Приведенное описание оврага весьма сокращенное. Программу возможного полного описания - см. 3.1, «Формы рельефа и отложения, созданные деятельностью линейных водотоков».

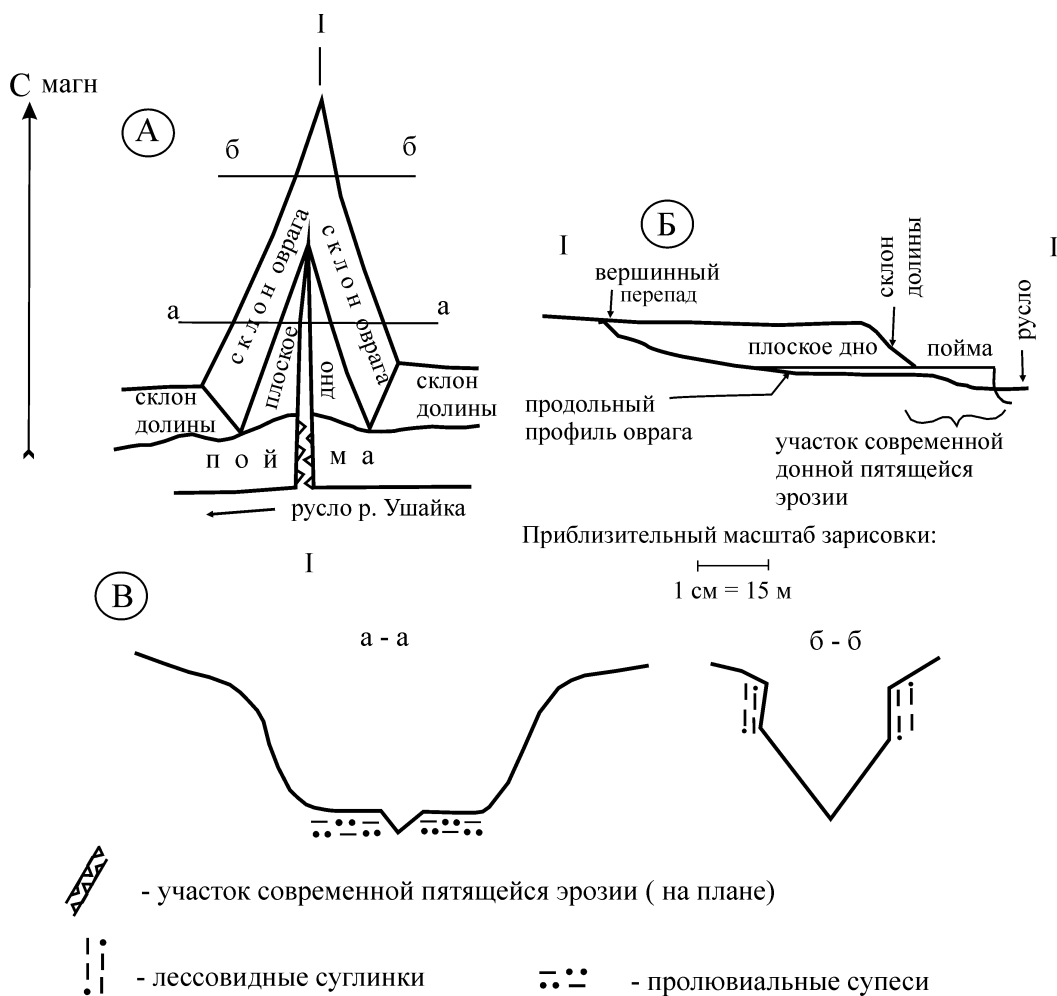


Рис. 20. Зарисовка оврага на т.н. А – план, Б – продольный профиль (сечение I – I); В – поперечные профили

Т.н 8 находится в 230 м от т.н. 7 по аз ЮВ 110°. В коллювиально-делювиальных свалах в основании склона, на прирусловой отмели и в русле щебень и глыбы песчаников, алевролитов и глинистых сланцев, находящихся в тонком переслаивании между собой и похожих на описанные на т.н. 2.

Маршрут окончен.

Выводы по маршруту. Эти выводы должны включать подведение итогов маршрута и ваши мысли, заключения, предположения, задачи на будущее, вытекающие из увиденного в маршруте, короче, предварительный материал для будущего отчета.

Выводы можно начать писать ещё в поле сразу по окончании маршрута и вносить в них дополнения после обработки полевых наблюдений, определения образцов, оформления маршрутной карты, геологической карты и другой графики.

В нашем случае представляются следующие выводы.

1. В геоморфологическом* строении долины р. Ушайка и прилегающего к ней справа (с севера) водораздельного пространства принимают участие: пойма, II или III^я надпойменная терраса, дефлюкционный коренной борт долины, местами переработанный суффозионно-оползевыми процессами и водораздельная поверхность, включающая субаэральную равнину, сложенную лёссовидными суглинками по которым развиваются суффозионные просадки, и поверхность современного верхового болота.

2. По правому борту долины р. Ушайка кроме обычного склонового дефлюкционного процесса местами проявляются оползевые и суффозионные процессы и оврагообразование.

3. Проявление суффозии и оползевых процессов на склоне долины очевидно приурочено к понижениям кровли глин. Такие понижения становятся местами повышенного подземного стока грунтовых вод. Концентрация выходов таких вод в основании склонов, сложенных лёссовидными суглинками, способствует развитию суффозионных забоев, что, в свою очередь, ведёт к обрушению вышерасположенного суглинка и формированию суффозионного цирка. А общая увлажненность ниже по склону – к развитию оползевых рельефов. В настоящее время наблюдается замедление и остановка суффозии и оползней. Об этом свидетельствуют зарастание склонов цирка и прямостоящий (по сравнению с «пьяными» более старыми берёзами) молодой березняк по краям оползевых рельефов. Можно предположить, что по мере отступления стенки суффозионного цирка и правого борта долины в сторону водораздела сокращалась площадь подземного водосбора, падал дебит источников и настал момент, когда устойчивость лёссовидных суглинков против суффозии превысила размывающую и вымывающую способность грунтовых вод.

4. Расширение долины на т.н. 7 вероятнее всего связано с тем, что река в этом месте пересекает толщу, сложенную глинистыми сланцами, более подверженными общей денудации, чем песчаники и алевролиты т.т. 2 и 3. Если же (см. ниже п.7 выводов) на это место приходится свод антиклинали, то свойственная им дополнительная трещиноватость растяжения еще больше ослабит этот участок. В результате рекам на таких участках легче вести и донную и боковую эрозию и долины на таких участках находятся в более зрелой стадии развития.

* - геоморфология – наука о строении, происхождении, развитии и современных изменениях рельефа поверхности литосферы.

5. К этому же понижению приурочен и овраг, разные части которого находятся в разных стадиях развития. Нижняя часть оврага, имеющая трапецевидный профиль с плоским дном, находится в зрелой стадии. Базисом эрозии для этой части оврага когда-то служила поверхность поймы долины р. Ушайка. Верхняя часть оврага является результатом продолжения его развития, на молодой стадии, о чем свидетельствует V – образный профиль, вершинный перепад и незаросшие склоны. Крутой уклон и ступенчатость продольного профиля тальвега* оврага в пределах поймы и интенсивная донная и пятающаяся эрозия временного водотока на этом участке свидетельствует о том, что в настоящее время началась выработка нового продольного профиля динамического равновесия, привязанного уже к современному руслу р. Ушайка. В дальнейшем этот участок будет распространяться вверх по современному продольному профилю, а через десятки лет появится молодой овраг, врезаемый в дно современного.

6. Если не принимать во внимание склоновые (коллювиально-дефлюкционные) развалы на т.т. 7 и 8, то из взаимного расположения и элементов залегания скальных (окаменевших, литифицированных) г.п. в интервале от т.н. 5 до т.н. 3 следует, что наиболее древними являются глинистые сланцы т.н. 5, а наиболее молодым – пласт песчаника на т.н. 3. Все эти породы имеют морское происхождение, залегают между собой согласно, а постепенная смена состава от более глубоководных глинистых сланцев, через переслаивание глинистых сланцев, алевролитов и песчаников к мощному пласту песчаника свидетельствует о том, что море постепенно мелело и все эти породы в целом составляют регрессивную серию. Смена состава позволяет все эти породы разделить на две толщи: нижнюю (толща «А») толщу глинистых сланцев и верхнюю (толща «Б») толщу глинистых сланцев, алевролитов и песчаников.

Граница между ними проходит приблизительно посередине между т.т. 2 и 5, т.е. где-то возле т.н. 4, но в обнажениях не видна.

7. В структурном отношении указанные толщи в интервале от т.н.5 до т.н.3 составляют моноклиаль (т.е. наклонно залегающую толщу), падающую на запад-северо-запад под углом преимущественно 75°.

Неясно положение горных пород, встреченных в обломках на т.т. 7 и 8. Если считать всю толщу каменноугольных отложений моноклиалью, то эти породы наращивают вниз (т.е. к более древней части) нижнюю толщу сланцев. Но возможен и другой вариант

* - Тальвег – линия, соединяющая точки с минимальными отметками. В подавляющем большинстве случаев совпадает с руслом.

интерпретации тектонической структуры каменноугольных отложений: если глинистые сланцы, алевролиты и песчаники, встреченные на т.н. 8 – те же самые, что и обнажаются на т.н. 2, то можно предположить, что каменноугольные отложения смяты в антиклинальную складку, ядро (замок), центр которой сложен глинистыми сланцами, встреченными на т.н. 7.

8. Уже смятые в складки г.п. были прорваны дайкой долерита. Вертикальное и строго поперечное положение дайки по отношению к складчатости свидетельствует о том, что она внедрилась по соскладчатой поперечной трещине растяжения или даже отрыва. Кроме того, в районе проявилась гидротермальная деятельность в виде кварцевых жил, возможно, генетически связанная с внедрением долеритов. Вкрапленность пирита в кварцевых жилах позволяет предположить, что могут быть встречены и другие рудные сульфиды (скорее всего меди и полиметаллов).

9. Из двух рыхлых толщ, залегающих горизонтально, более древними являются глины с лигнитом, обнажающиеся на т.т. 4 и 5, поскольку они залегают гипсометрически ниже и, следовательно, перекрываются лёссовидными суглинками. Мощность глин, исходя из их видимой мощности и гипсометрического положения на т.т. 4, составляет 6,5 м, а суглинков, обнажающихся на т.т. 4 и 7, по таким же соображениям – не менее 5,5 м. Глины с лигнитом вероятнее всего имеют озерное происхождение, а большое количество древесных остатков (лигнита) в них свидетельствуют о том, что озерный водоем был небольшим и окружён лесом в условиях влажного и жаркого климата. А лёссовидные суглинки свидетельствуют о том, что во время их образования описываемый район окончательно превратился в сушу в условиях достаточно засушливого (полуаридного) климата.

10. Взаимоотношения залегающих моноклинально (литифицированных) г.п. и перекрывающих их горизонтально залегающих рыхлых глин и суглинков, представляют картину явного углового несогласия.

11. Исходя из взаимного расположения встреченных в маршруте толщ, их литологического состава, обнаруженных в них палеонтологических остатков и сравнения со сводной стратиграфической колонкой окрестностей г. Томска эти толщи скорее всего относятся: глинистые сланцы (толща «А») – к лагерносадской свите нижнего карбона (C_{1lg}); глинистые сланцы, алевролиты и песчаники (толща «Б») – к басандайской свите нижнего-среднего карбона (C_{1-2bs}); глины с лигнитом – к новомихайловской свите

олигоцена (Р_{nm}); а лессовидные суглинки – к покровной субаэральной* толще (sa II-III или LO_{п-ш}).

12. Таким образом, по материалам пройденного маршрута можно представить следующую последовательность геологических событий (историю геологического развития) в данном районе.

В ранне-среднекаменноугольную эпохи описываемый район находился в пределах моря, в котором в условиях тектонического опускания, уступавшего, однако, скорости осадконакопления, накопилась регрессивная серия осадков лагерносадской и басандайской свит. В послесреднекаменноугольное время эти отложения были смяты в складки ССВ простирания, прорваны дайкой долерита и затронуты гидротермальной деятельностью, выразившейся в образовании кварцевых жил с сульфидами. Район надолго – конец палеозоя и весь мезозой – превращается в сушу. В олигоцене смятые в складки каменноугольные отложения были перекрыты озерными глинами новомихайловской свиты, после чего в позднечетвертичное-раннеголоценовое время в условиях относительно засушливого (полуаридного) климата район окончательно превращается в сушу и идёт накопление субаэральной покровной толщи лёссовидных суглинков. В позднеголоценовое и в настоящее время в районе идёт формирование современного рельефа – формируются долины рек, а на склонах долин идут суффозионные, оползневые процессы и оврагообразование.

Пусть вас не смущает на первый взгляд неоправданно большие (по сравнению с записью самого маршрута) и излишне подробные выводы по маршруту. Разумеется, опытный геолог пишет в выводах что-то действительно новое и важное. Просто на данном примере мы хотим показать, что в любом маршруте можно наблюдать огромный материал и по географии, и по современным геологическим процессам, и по геологическому строению, и по истории геологического развития и начинающим очень важно научиться, все это видеть, осознать и описать.

* - «Субаэральный» т.е. буквально «подвоздушный» – образовавшийся на поверхности суши в атмосферных условиях. Сравни с «субаквальный», т.е. подводный

4.6. НАНЕСЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАРШРУТА НА ПЛАН И СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ФАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Графическое оформление пройденного маршрута в нашем простейшем случае сводится к построению карты фактического материала в магнитных (замеренных в поле) азимутах с использованием транспортира* и условных знаков согласно прил. 1 и 2. Масштаб будущей карты выбираем 1:10 000.

Общие правила нанесения маршрута – см. 4.3.1 и 4.3.2.

Точки маршрута, в которых не зафиксировано никакой важной информации обозначаются просто точкой. Точки наблюдения с различной геологической информацией обозначаются разными кружочками (см. рис. 21, карта фактического материала, условные обозначения).

Маршрут прочерчивается от точки к точке штриховой линией со стрелками. Возле точек наблюдения и по ходу между точками проставляются условные знаки тех г.п., которые наблюдались в этих точках, и знаки их элементов залегания, причем вытянутые элементы знаков г.п. наносятся параллельно линиям простираения знаков элементов залегания (о знаках элементов залегания и их нанесении см. 4.4.2.3.). В случае горизонтального залегания горных пород, а также в случаях, когда элементы залегания неизвестны, условные знаки литологии о.г.п. ставятся горизонтально** (например, глины на т.н. 4, рис 21). Условные знаки магматических горных пород ставятся в шахматном порядке. Обязательно наносятся знаки наложенных (важных с точки зрения рудообразования) процессов – окварцевания, ороговикования и т.д., точки минерализации и находок ископаемой фауны и флоры. В нашем случае не просто геологического маршрута, а с наблюдениями за действием и результатами современных физико-геологических процессов и изменениями окружающего ландшафта с описанием наиболее примечательных форм рельефа, проставляются соответствующие условные знаки – оползневый рельеф на т.н. 4, овраг на т.н.6.

* - Выполнение этой работы на топооснове, настоящей геологической карте в истинных азимутах, с использованием ГК – см. [3].

** - Для лёссов и лёссовидных супесей и суглинков, чтобы отразить главную особенность их строения – столбчатую отдельность, знак ставится вертикально (например, суглинки на т.н. 6, рис 21).

КАРТА ФАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА
Маршрута по правому борту долины р. Ушайка
 Масштаб 1:10 000 (в 1 см 100 м)

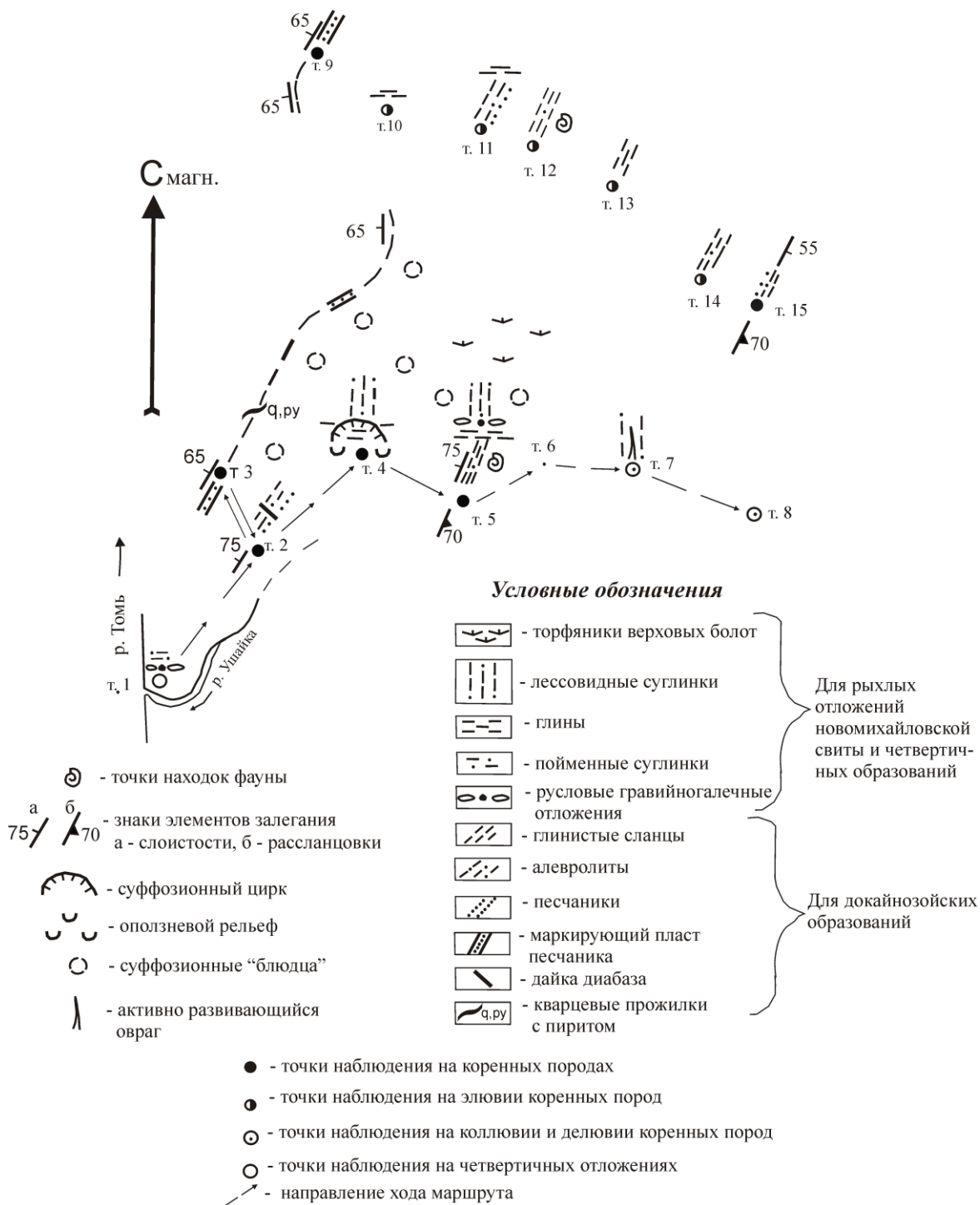


Рис. 21. Пример карты фактического материала
 (маршрута, описанного в разд. 4.6 без учета точек с 9 по 15)

Очевидно, что план маршрута может получиться очень насыщенным разными условными знаками, поэтому располагать их нужно продуманно, так, чтобы, знаки не мешали друг другу, но и было ясно, что данный знак относится именно к данной точке. Поэтому все должно быть миниатюрно и аккуратно!

В конечном итоге, вы составили *карту фактического материала*, т.е. карту, на которую вынесены все конкретные наблюдения.

Эта карта служит основой для всей дальнейшей работы геолога (в более широком смысле – естествоиспытателя): осмысливания всего виденного в маршруте, формулировки вышеприведенных выводов по маршруту и, как результат, составления основного вида геологической графики – геологической карты и сопровождающей её графики (см. 5.3.).

4.7. СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПЕРВОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Отчет должен содержать главы «Введение», «Физико-географический и экономический очерк района», «Описание геологического строения», «Описание современных геологических процессов» и «Заключение».

В гл. «**Введение**» (1-1,5 стр.) указывается цель, место, время и содержание практики.

Целью практики, в общем случае, является закрепление знаний, полученных при изучении курса «Общая геология» в природных условиях, приобретение первых навыков прохождения маршрутов, ведения и документация полевых наблюдений, составления отчёта по практике.

Содержание практики может быть различным – экскурсии под руководством преподавателя (указать, кого именно), самостоятельные маршруты, участие в каких-либо полевых работах, проводимых геологическими и другими организациями. Соответственно, указать, как составлялся отчет – только по материалам собственных наблюдений или с использованием опубликованных и фондовых материалов.

В главе «**Физико-географический и экономический очерк района**» (3-4 стр.) указывается принадлежность района к основным географическим подразделениям территории России (Западно-Сибирская низменность, горы южной Сибири – Алтай, Саяны, Кузнецкий бассейн и т. д.), административное положение, описывается

рельеф, гидросеть, климат, растительность, экономика района и пути сообщения*.

При описании рельефа района нужно вначале отнести его к одному из основных видов ландшафтов – горам, равнинам или холмистому рельефу и указать его абсолютные и относительные отметки (относительные отметки это превышение водоразделов над днищем эрозионных форм рельефа – долин, оврагов). Оценить общий характер водоразделов – узкие гребневидные или широкие выпуклые в горах, ровные, волнистые, холмисто-увалистые на равнинах и т.д.

При описании гидрографии указать главные и второстепенные реки, их характер – бурный горный или спокойный равнинный, общее устройство и характер их долин, повторить цифры относительных отметок (глубину вреза эрозионной сети), густоту эрозионного расчленения – например, густое расчленение, которое привело к тому, что не осталось широких водоразделов или, наоборот, очень редкое, когда долины и овраги разделены широкими водораздельными пространствами. При наличии озер указать их размеры, глубину и др.

В крайнем случае, характеристику рельефа и гидросети можно дать одной – двумя развернутыми фразами типа:

«... Средневысотные и низкие, глубоко и умеренно расчлененные сетью долин и сухих логов горы...» или «... Возвышенная холмисто-увалистая равнина, средне и густо расчлененная долинно-овражной эрозионной сетью...».

Один из примеров физико-географического описания – см. 2.

При описании растительности указать её общий характер – тундра, лесная зона, лесостепь и т.д. и указать наиболее распространенные виды растений.

При описании экономики района указать её общее направление – металлургическая или машиностроительная промышленность, горнодобывающая, нефтегазодобыча, лесозаготовки, рыбное хозяйство, сельское хозяйство – животноводство или зерновое и т.д.

Содержание главы «**Описание геологического строения**» (3-5 стр.) зависит от материалов, которыми располагает студент-заочник. При наличии опубликованных материалов можно привести обобщенное описание геологического строения района без подразделения на стандартные главы (см. 1 и 5.6) по типу описания окрестностей г. Томска (см. 2, «...В геотектоническом отношении...»).

* - Полезно вспомнить описание регионов в школьных учебниках по физической и экономической географии.

При полном отсутствии опубликованных материалов описание геологического строения района нужно вести по материалам собственных маршрутов. Что именно можно увидеть в обычных обнажениях – см. 3.2. Порядок ведения маршрута и документации полевых наблюдений – см. 4. В отчёте в этом случае нужно, как минимум, привести материалы по нижеприведенным пунктам.

1. Указать, какие горные породы – осадочные (скорее всего), магматические или метаморфические наблюдаются в обнажениях, и дать их краткое описание.

2. Если район сложен осадочными горными породами, то указать как они, в целом, залегают – горизонтально, наклонно или смяты в складки. В последних двух случаях привести элементы залегания слоистости и из азимутов простирания вывести общее простирание складчатости. Например, «...Осадочные толщи смяты в складки северо-северо-восточного простирания...».

3. Какие детали геологического строения видны в обнажениях – слоистость осадочных г.п., трещиноватость, мелкие дизъюнктивы, прожилки кварца или кальцита, дайки. Привести зарисовки всего этого и составить описание.

Глава «**Современные геологические процессы**» (10-15 стр.) является главной в отчете. В ней описываются геологические процессы, в подавляющем большинстве случаев экзогенные, действовавшие в Вашем районе в недавнем прошлом и продолжающие действовать в настоящее время и их результаты в виде специфических форм рельефа и видов (генетических типов) рыхлых отложений. Именно в этой главе, независимо от использования других материалов, нужно привести результаты собственных наблюдений. Перечень процессов и программы описания их результатов – см. 2 (последний абзац) и 3.1. Пример описания рельефа и рыхлых отложений в маршруте – см. 4.5. Описание должно сопровождаться аккуратно выполненными зарисовками, схемами, фотографиями, расположенными в соответствующих местах текста. Текст описания может быть достаточно произвольным. Пример написания главы привести затруднительно ввиду чрезвычайного разнообразия конкретного материала, но *общая методическая рекомендация и при проведении полевых наблюдений и при составлении текста этой главы: нужно программы описания процессов, приведенные в гл.2 и 3.1, а также описание их в соответствующих главах учебников по общей геологии наполнить конкретным содержанием и примерами из Вашего района.*

В главе «**Заключение**» (0,5-1 стр.) нужно подвести итоги практики, отметить, что, по Вашему мнению, у Вас получилось, в чем были проблемы. Ваши замечания и предложения будут учтены в дальнейшей работе по организации практик и пересмотре методических указаний.

5. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

5.1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Содержание этого раздела, в основном, предназначено для студентов, проходящих II-ю учебную геологосъемочную практику.

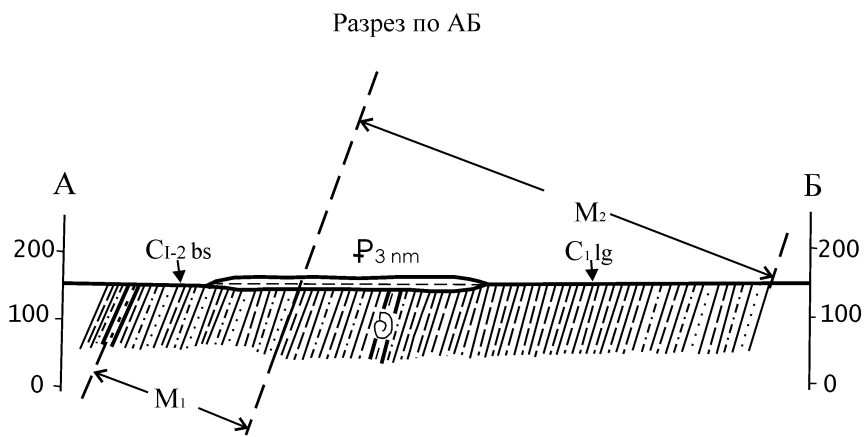
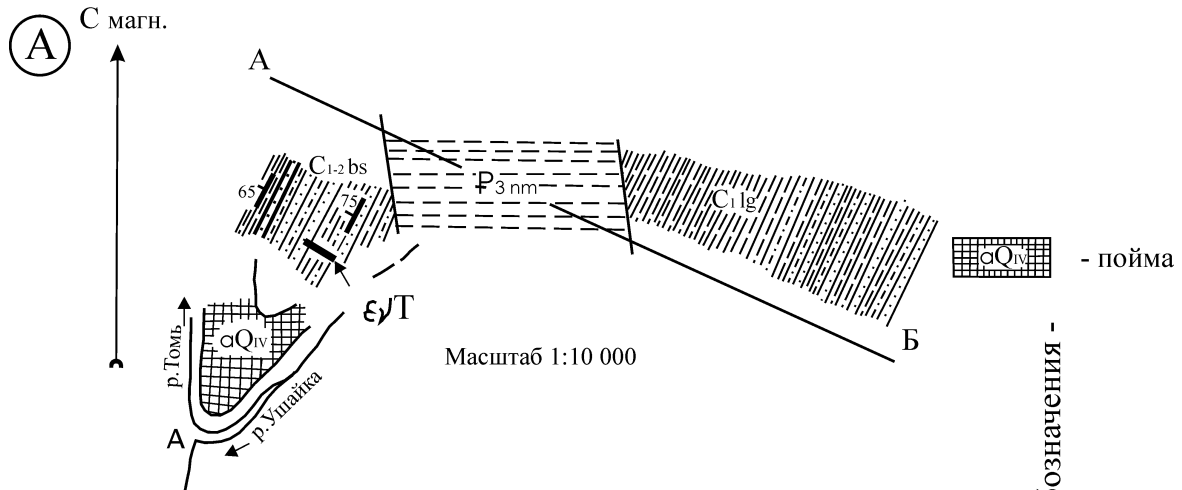
Как указывалось в разд. 1, общая учебная и методологическая цель этой практики: самостоятельное, в основном, выполнение и описание геологического строения района, сопровождающееся составлением необходимой графики. Как минимум это: геологическая карта, геологический разрез, стратиграфическая колонка и сам отчет по практике, написанный по программе стандартного геологического отчёта (см. рабочую программу практики).

Вопросы выборов маршрутов, их прохождения, документации и выводов – см. разд. 4. Добавим, что в случае геологической съемки, т.е. прохождения нескольких (не менее двух) маршрутов с целью закрыть некоторую площадь, важно при выборе линий маршрутов помнить о предстоящем сопоставлении и увязке между собой данных по этим маршрутам. В частности, не располагать их слишком далеко или близко друг от друга.

Все вопросы полевого геологического картирования, содержания и оформления геологических карт, содержания отчёта регламентируются инструкциями [5,6], обязательными для всех геологических организаций России.

Основными способами геологической съёмки являются: пересечение, когда маршрут располагается по возможности поперёк («вкрест») простирания геологических структур (складок и др.; так идёт маршрут между т.н.9 и 15 – см. рис.21 и 25), прослеживание по простиранию (так идёт маршрут от т.н.3 – см. 5.4.1) и оконтуривание, когда геолог обходит более или менее изометричное или рудное тело по его границе с окружающими горными породами.

МАРШРУТНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
 Правого борта долины р. Ушайка
 Масштаб 1:10 000



Масштаб горизонтальный и вертикальный 1:10 000

Остальные условные обозначения -
 см. рис. 21 и 23

Примечание: Обозначенные на разрезе видимые мощности басандайской - M_1 и лагерносадской - M_2 свит показаны для наглядности. На настоящих разрезах этого не делают.

Рис. 22 (см. след. страницу)

МАРШРУТНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Правого борта долины р. Ушайка

Масштаб 1:10 000

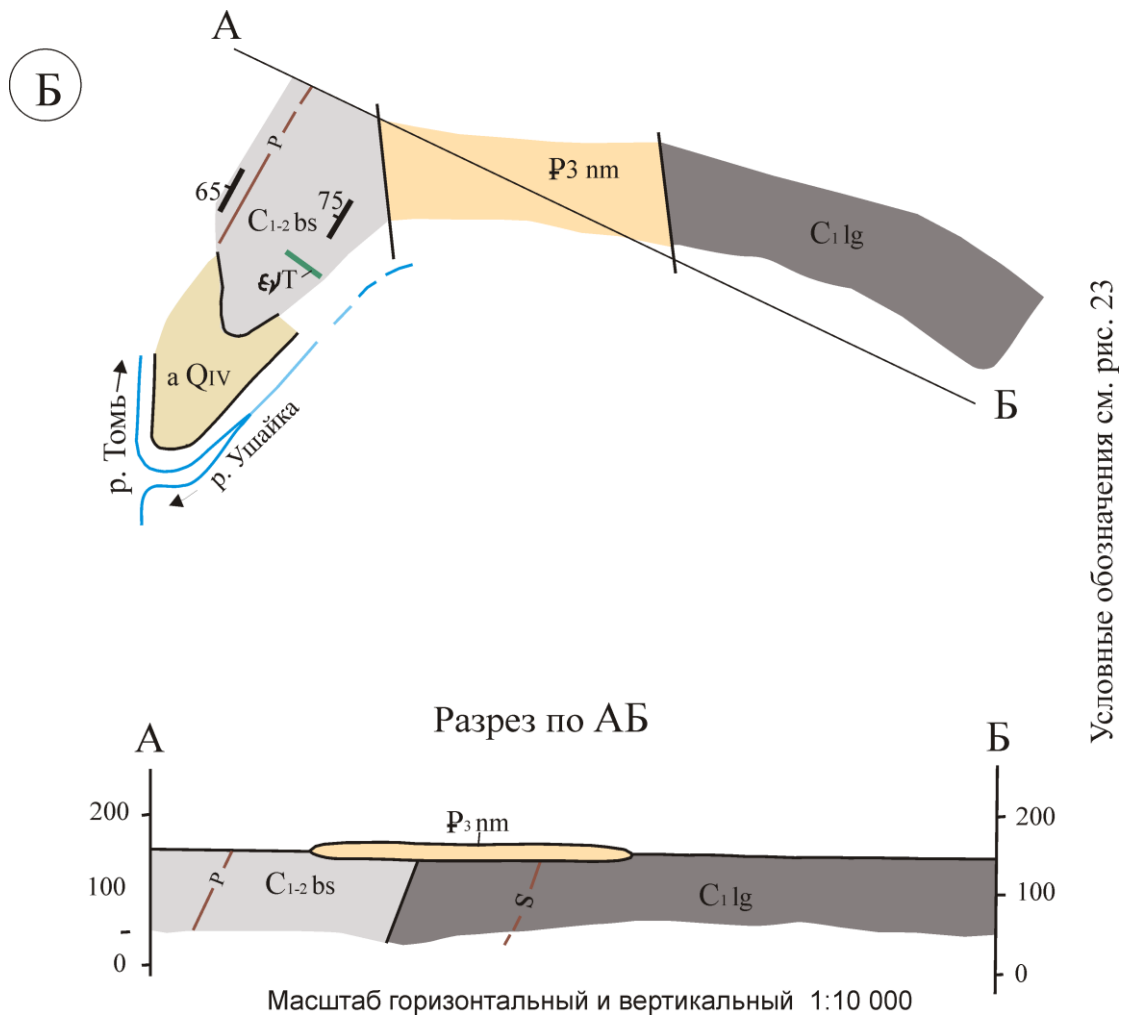


Рис. 22. Пример маршрутной геологической карты и геологического разреза к ней

А - черно-белый вариант с показом литологии
 Б - цветной стандартный вариант

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

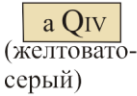

Квартер, голоцен		Аллювиальные гравийно-галечные отложения, суглинки
Палеоген, поздний		Новомихайловская свита. Глины с лигнитом (>1,5 м)
Триас		дайка долерита
Карбон	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">ранний</div> <div style="margin-left: 10px;">  </div> </div>	Басандайская свита. Песчаники, алевролиты, глинистые сланцы (> 250 м).
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">средний</div> <div style="margin-left: 10px;">  </div> </div>	Лагерносадская свита. Глинистые сланцы (> 600 м - для варианта геолог. карты на рис. 22,Б и > 250 м для варианта геологич. карты на рис. 24).
		Разрывное нарушение (дизъюнктив) предполагаемое.
Маркирующие горизонты	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: x-small;">a</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: x-small;">б</p> </div> </div>	<p>a - прослеженные; б - предполагаемые;</p> <p>p - песчаник; s - сланцы.</p>
Элементы залегания	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	a - слоистости; б - рассланцовки.
		Кварцевые прожилки с вкрапленностью пирита.
		Места находок ископаемых остатков (брахиопод).

Рис. 23. Условные обозначения к геологическим картам
на рис. 22, Б и рис. 25 (помещаются справа от карты)

5.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Геологическая карта (рис. 22 и 25) – уменьшенная в определенном масштабе картина пересечения геологического строения той или иной территории с поверхностью ее рельефа со снятым почвенно-растительным покровом и покровом элювиальных и склоновых отложений. В отношении других генетических типов континентальных рыхлых отложений действует правило: они не показываются («снимаются» с карты), если мешают проведению под ними геологических границ, и оставляются, если возможно достоверное проведение этих границ под пятном рыхлых отложений. На региональных среднемасштабных картах часто оставляются аллювиальные отложения по долинам, если ширина их выхода на поверхность превышает 2 мм, (т.е. 100 м при масштабе карты 1:50 000 и 400 м при масштабе 1:200 000). Например, из сравнения геологических карт (рис.22 и 25) и составленной на ту же площадь карты четвертичных отложений (рис.26) видно, что на геологической карте оставлены только отложения поймы.

Главным элементом любой геологической карты являются *границы геологических тел* (прил. I, V): подошвы и кровли стратиграфических подразделений, контуры метаморфических комплексов и интрузивных тел. При этом границы следует рисовать, подчеркивая возрастные взаимоотношения геологических тел и всех остальных элементов геологического строения (дизъюнктивов и т.д.), по простому принципу – границы более молодых тел должны обрезать границы более древних.

Дизъюнктивы (прил. I, VI) показываются черными линиями (на старых картах они были красными), толщиной в 2-3 раза большей, чем толщина линий геологических границ (реально толщина дизъюнктивов не должна превышать 1-2 мм).

Геологические границы и дизъюнктивы имеют два варианта изображения: достоверные (прослеженные) показываются сплошными линиями и предполагаемые (не прослеженные) – штриховыми.

Все тела осадочных, эффузивных и метаморфических (если последние образовались за счет осадочных или эффузивных пород и возможно их стратиграфическое расчленение и возрастная привязка) пород *раскрашиваются и индексируются в зависимости от их возраста* в соответствии с Международной геохронологической шкалой (МГШ), а интрузивные тела – *в зависимости от их химического состава* (см. прил. 1, I и II).

Важной составляющей геологической карты являются *знаки элементов залегания* слоистости осадочных толщ и любых плоскостных и линейных элементов текстуры эффузивных и интрузивных тел (прил.1, VШ).

Кроме того, на геологических картах может быть показано следующее:

- красным цветом показываются все элементы геологического строения, с которыми так или иначе связано проявление полезных ископаемых: точечным крапом – роговики и ороговикование, разными видами сеток – метасоматиты (гидротермалиты), разными видами штриховок – тектониты (прил.1, IV, 7, возможен зеленый цвет);

- разноцветными немасштабными линиями с буквенными обозначениями показываются *маркирующие горизонты* в осадочных и вулканогенных толщах и дайки (прил.1,Ш; горизонты песчаника и сланцев с фауной на рис. 22 и 25);

- различными сочетаниями черных линий, штриховых и точечных знаков может быть показан *литологический состав осадочных толщ и петрографический состав вулканогенных и интрузивных тел* (прил. 1, IV). Знаки петрографического состава магматических тел расставляются равномерно в шахматном порядке по площади тел. Размеры знаков магматических пород отражают особенности их текстур и структур, чаще всего размерность структуры – мелкозернистые и т.д. Линейные элементы знаков литологического состава осадочных толщ должны повторять рисунок (быть, в общем, им параллельны) подошв и кровель осадочных толщ – распространенной ошибкой является их формальное, вне зависимости от тектонической структуры, нанесение на карту;

- различными немасштабными знаками показываются месторождения и рудопроявления полезных ископаемых и источники подземных вод (прил.1, IX), места находок палеонтологических остатков, опорные обнажения и буровые скважины (прил.1,X) и многое другое;

- могут быть сохранены элементы топографической основы: гидросеть, горизонтали и абсолютные отметки рельефа, географические названия.

Зарамочное оформление и подписи к геологической карте – см. рис.22, 25, 26.

Геологическая карта обязательно сопровождается одним или несколькими разрезами, геохронологической шкалой и условными обозначениями, а в необходимых случаях – стратиграфической

колонкой. При этом в общем случае над картой помещается название **геологическая карта**, под названием – указание на район и масштаб; под картой помещается разрез с указанием **разрез по АБ** (или I – I), а под разрезом – указание на горизонтальный и вертикальный масштабы; стратиграфическая колонка помещается слева от карты, а условные обозначения – справа.

5.3. ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТЕЙШЕЙ МАРШРУТНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ И СОПРОВОЖДАЮЩЕЙ ЕЁ ГРАФИКИ: ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ

Построение маршрутной геологической карты – необходимый начальный элемент геологической съёмки во время II-ой геологической практики, но может быть, совместно с геологическим разрезом и стратиграфической колонкой, составной частью и завершающим этапом первой учебной общегеологической практики.

Исходным материалом для построения геологической карты служит карта фактического материала (см. рис. 21).

В первом основном маршруте от т. 1 до т.8 (разд. 4.5 и рис. 21) получен разнообразный материал и по древним коренным породам каменноугольного возраста и по рыхлым горизонтально залегающим палеогеновым отложениям и по самым молодым четвертичным. Соответственно, могут быть составлены несколько видов геологических карт. В частности, в нашем случае можно составить карту только по поверхности каменноугольных отложений без показа отложений новомихайловской свиты олигоцена. Это будет фрагмент карты фундамента Западно-Сибирской эпигерцинской платформы (см. разд. 2). Наиболее полная стандартная геологическая карта будет включать и отложения фундамента и перекрывающие их отложения чехла, к которым относятся глины новомихайловской свиты. Наконец, можно составить на эту территорию и карту четвертичных отложений.

5.3.1. Построение геологической карты

Мы рассмотрим два варианта построения стандартной маршрутной геологической карты: черно-белый штриховой и цветной.

К построению примитивных черно-белых штриховых карт прибегают для предварительных рабочих вариантов или при явном недостатке сведений по геологическому строению, а также когда количество разновозрастных и различных по составу геологических тел (толщ, свит, интрузий) на карте не более 2-3^x.

На этом варианте геологической маршрутной карты мы покажем все дочетвертичные отложения. Из четвертичных отложений согласно общим правилам (см.гл. 5.2) мы уберем покровные четвертичные лёссовидные суглинки, но оставим пойменные аллювиальные отложения долин рек Томь и Ушайка. На листе бумаги слева показываем стрелку юг-север и наносим элементы гидросети. Между т.т. 1 и 2 намечаем тыловой шов поймы (но сами точки наблюдения, как и все остальные, а также линию маршрута не наносим!). По середине, между т.т. 2 и 4, 5 и 7 проводим, соответственно, западную и восточную границы поля распространения глин новомихайловской свиты в виде линий длиной не более 1-2 см, ориентированных приблизительно поперек линии маршрута. Проставляем все знаки элементов залегания (кроме измеренных на т. 5, так как это обнажение глинистых сланцев с фауной попадает в поле развития глин новомихайловской свиты и, как бы, сверху под ними не видно), знак дайки на т. 2 и, наконец, все возрастные индексы.

Далее наносим условные знаки литологии. Поле распространения басандайской свиты покрываем чередованием знаков песчаников, алевролитов и глинистых сланцев. Ширина полос слоев должна быть минимальной, но знак должен легко читаться. Фактически ширина слоев в этом случае 1.5-2 мм. При этом линейные элементы знаков должны быть, в общем, параллельны линиям простирания знаков элементов залегания. Пласт массивного песчаника на т. 3, как резко выделяющийся из общего монотонного состава, показывается особым условным знаком – более жирные подошва и кровля и точки внутри. Поле распространения лагерносадской свиты покрываем знаком глинистых сланцев, параллельным условным знакам на поле басандайской свиты, т.к. свиты залегают согласно, а на поле лагерносадской свиты своих знаков нет. При приближении к т. 8 показываем появление среди глинистых сланцев прослоев алевролитов и песчаников вплоть до их переслаивания на точке. Таким образом, при построении этой карты мы выбираем вариант моноклиального залегания обеих свит (см. раздел 4.5, выводы по маршруту, п. 7)

Площадь, занятую горизонтально залегающими глинами новомихайловской свиты, показываем крупной горизонтальной штриховкой, а поверхность поймы – достаточно густой прямоугольной сеткой. Образец карты – см. рис 22, А.

Построение основного цветового варианта геологической карты не отличается от рассмотренного. Только вместо штриховых знаков литологии площади распространения геологических тел

раскрашиваются в соответствие с их возрастом и составом. В нашем случае, согласно прилож. I, 1 и 3, лагерносадская свита – C_1lg красится в темно-серый цвет. Басандайская – $C_{1-2} bs$ - в светло-серый, новомихайловская – P_{nm} – в темнооранжевожелтый, а дайка долерита – $\epsilon\gamma T$ – в зеленый. Образец карты – рис. 22, Б.

5.3.2. Построение геологического разреза

Общие сведения о геологическом разрезе

Геологический разрез, как правило, помещается под геологической картой и, по существу представляет собой ту же геологическую карту, но построенную в вертикальной плоскости по выбранной на карте линии. Следовательно, разрезы строятся в тех же условных знаках и также покрываются условными знаками, раскрашиваются и индексируются, что и исходная геологическая карта. Линии разрезов задаются по возможности поперек («вкрест») простирания геологических тел, складок, дизъюнктивов. Западные (северо-западные, юго-западные) концы разрезов всегда располагаются слева. Глубина разреза точных ограничений не имеет. Она зависит от фактического материала, которым располагает геолог – результаты бурения, геофизические данные. Но при отсутствии этих и других фактических данных глубина разреза имеет некоторый предел и определяется степенью достоверности распространения картины поверхностной геологии на глубину без нарушения общих закономерностей и взаимосвязей в геологическом строении того или иного региона. Следовательно, она зависит, во-первых, от точности и детальности исходной геологической карты и, во-вторых, от профессионализма и интуиции геолога, строящего разрез. В общем случае, глубина разреза в 10-15 раз меньше его длины. Снизу разрезы ничем не ограничиваются, а просто обрываются. Распространенной ошибкой является ограничение их снизу, например, горизонтальной линией, рамкой.

В построении разрезов есть одна тонкость, на которой надо остановиться особо. Если линия разреза на карте не перпендикулярна простиранию геологических тел – слоистости, дайкам, плоскостям дизъюнктивов и эти тела залегают наклонно, то видимый на вертикальном разрезе угол падения этих тел будет тем меньше истинного угла их падения, чем под более косым углом линия разреза на карте пересекает простирание этих тел. Во всех случаях косого пересечения в показываемый на разрезе угол падения нужно вносить поправку согласно прилож. III.

Горизонтальный и вертикальный масштабы разреза, как правило, должны быть одинаковы и равны масштабу исходной геологической карты. Произвольное увеличение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным ведёт к резкому увеличению углов падения на разрезе и, следовательно, искажает реальную картину. Увеличение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным допускается для разрезов через горизонтальные или слабодислоцированные толщи, но не более, чем в 10 раз при масштабе карты 1:50 000 и в 20 раз при масштабе 1:200 000. При горизонтальном залегании на разрезах зачастую появляются толщи (установленные, например, бурением), отсутствующие на исходной геологической карте. В условных обозначениях к геологической карте для таких толщ обязательна пометка «только на разрезе».

Приступим к построению разреза.

Еще раз проанализируем карту фактического материала (рис. 21) и маршрутную геологическую карту (рис.22, А), прочитаем пункты 6-9 выводов по маршруту (разд. 4.5.) и отметим, что каменноугольные отложения образуют моноклираль, падающую на запад-северо-запад, и с угловым несогласием перекрыты олигоценовыми глинами новомихайловской свиты.

Прочертите на геологической карте линию будущего разреза так, чтобы она пересекла и каменноугольные и олигоценовые отложения и была, в общем, перпендикулярна линиям простирания знаков элементов залегания. Обозначьте западный и восточный концы линии буквами А и Б. Приложите к этой линии край листа бумаги, на котором будете рисовать разрез, и отметьте по краю точки пересечения с западной и восточной границами поля новомихайловской свиты, с границей между басандайской и лагерносадской свитами, которая должна пройти посередине между т.т 2 и 5 под новомихайловской свитой. Мысленно продолжим (для начала можно отметить это на геологической карте штриховой линией) пласт массивного песчаника на т. 3 до пересечения с линией разреза и отметим эту точку. Наконец, мысленно на т.н. 5 наметим в составе лагерносадской свиты маркирующий пласт глинистых сланцев с фауной, находящийся ниже под полем распространения новомихайловской свиты, и отметим точку его выхода на линию разреза. Теперь посередине этого листа бумаги прочертите горизонтальную линию, равную длине линии разреза на карте. Эта горизонтальная линия — поверхность рельефа*. На обоих концах

* - в данном условном случае она ровная, но при наличии топографической карты рельеф нужно отстраивать по горизонталям в абс. отметках.

отстройте вертикальный масштаб, равный 1:10000, так, чтобы поверхность рельефа была на отметке 150 м (условная цифра, но близкая средним отметкам юга Западно-Сибирской равнины; в вашем конкретном случае это будет какая-то другая цифра). Обозначьте концы разреза буквами А и Б. А теперь вообразите, что Вы огромной лопатой по этой линии создали в глубь Земли вертикальную стенку и нарисуйте вниз от поверхности рельефа (линии разреза) картину геологического строения, которую вы увидите на этой стенке.

Между точками выхода на разрез западной и восточной границ поля новомихайловской свиты горизонтально проводим её кровлю и подошву. Поскольку из полевых наблюдений неясно: залегает свита как наплёпка или углублена в рельеф, кровлю чуть поднимаем, а подошву опускаем относительно линии рельефа. Таким образом, тело свиты изображаем в виде полосы минимальной (поскольку мощность свиты невозможно изобразить в данном масштабе 1:10000) толщины, которую, однако, ещё можно раскрасить или заполнить условным знаком литологии. В случае разреза на черно-белой карте (рис.22,А) это будет горизонтально расположенный знак глин.

Под подошвой новомихайловской свиты намечаем приблизительно (см. 4.5, выводы по маршруту, п.п. 6 и 11) границу между басандайской и лагернотомской свитами и опускаем эту границу на глубину 1.5-2 см под углом 75° . Это ближайшие значения углов падения каменноугольных пород в т.т. 2 и 5 на карте фактического материала – рис. 21. Поскольку линия разреза на геологической карте идёт перпендикулярно простиранию каменноугольных пород на разрезе показываются истинные углы падения этих пород. Параллельно этой границе на эту же глубину проводим знаки литологии свит и только в западной части постепенно уменьшаем угол падения пород басандайской свиты до 65° . Выделяем на разрезе маркирующий пласт песчаника, описанный на т.н.3. Так же поступаем с горизонтом (пластом) глинистых сланцев с фауной брахиопод (т.н.5). При этом пласт сланцев с фауной, как и граница лагерносадской и басандайской свит, на разрезе снизу упирается в подошву новомихайловской свиты. Индексируем и подписываем разрез как показано на рис.22, А.

Аналогичным образом строится разрез по основной цветовой карте (рис.22, Б) с той разницей, что вместо знаков литологии разрез раскрашивается как геологическая карта. Обратите внимание, как на раскрашенном разрезе чётко выделены и проиндексированы начальными буквами латинизированных названий пород маркирующие пласты: песчаник – *p* и сланец – *s*.

5.3.3. Построение стратиграфической колонки

Общие сведения о стратиграфической колонке

Стратиграфическая колонка помещается слева от геологической карты и представляет собой условное изображение последовательности (снизу вверх от древних к молодым), взаимоотношений (согласное или несогласное залегание толщ друг на друге, если несогласное – то тип несогласия, тектонический контакт), литологического состава, мощности и возраста всех стратифицированных осадочных, вулканогенных и метаморфических дочетвертичных толщ района – систем, отделов, ярусов, горизонтов, серий, свит и толщ.

Стратиграфическая колонка носит сводный, обобщающий характер для всего района – она составляется из нескольких частных геологических разрезов, встреченных в разных частях района и образно выражаясь, поставленных одна на другую в соответствии с общей стратиграфической последовательностью.

Масштаб колонки свободный. Он должен обеспечивать наглядность изображения и определяется мощностью толщ, объемом их описания, требуемой детальностью показа их внутреннего строения и литологического состава. В общем случае, высота колонки не должна заметно превышать вертикальный размер исходной геологической карты.

Колонка строится по максимальным мощностям толщ. В случае отсутствия данных по мощностям их можно определить самостоятельно графически на геологической карте и разрезам к ней. В графе «Мощность в м» проставляется цифра мощности или интервалы её изменчивости, или цифры с уточнением «более...», «менее...». В случае, когда мощность какой-либо толщи резко больше, чем все остальные и недопустимо увеличивает общую высоту колонки, разрешается в такой толще сделать разрыв в виде двойной слабоволнистой линии.

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

А

Масштаб для кайнозойских отложений 1:500
каменноугольных 1:10 000

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Колонка	Мощность в м	Характеристика подразделений
Четвертичн.	Верхн.-соврем.		LQ III-IV		>5,5	Покровные лессовидные суглинки
Палеоген	Олигоцен		P nm		>1,5	Новомихайловская свита. Глины с лигнитом.
Каменноугольная	Средний		C ₁₋₂ bs		>250	Басандайская свита. Песчаники, алевролиты, глинистые сланцы.
	Нижний		C ₁ Ig		>600	Лагерносадская свита. Глинистые сланцы с фауной брахиопод. В основании и верхней части - с прослоями алевролитов и песчаников.

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

Б

(каменноугольных отложений)



Каменноугольная	Средний		C ₁₋₂ bs		>350	Басандайская свита. Песчаники, алевролиты, глинистые сланцы.
	Нижний		C ₁ Ig		>250	Лагерносадская свита. Глинистые сланцы с фауной брахиопод. В верхней части с прослоалевролитов.

Рис. 24 Стратиграфические колонки.

А - для геологической карты на рис.22; Б - для геологической карты на рис. 25.

Допускается также при резкой разнице в мощностях строить соответствующие части колонки одну над другой с разрывами 5 мм в разных масштабах, оговорив это в примечании над колонкой (например, колонки для каменноугольных и кайнозойских отложений на рис.23, А построены в разных масштабах).

Раньше (до 1987 г.) колонка не раскрашивалась. В настоящее время её нужно раскрашивать по тем же правилам, что и геологическую карту.

По цветовой раскраске наносятся гашурные знаки литологического состава, располагающиеся горизонтально. Знаков преобладающих пород должно быть больше. Отражаются и фациальные переходы.

В графе «Характеристика подразделений» (до 1987 г. – «характеристика пород») приводится предельно краткое, практически перечисление, описание горных пород, слагающих стратиграфическое подразделение и самые главные, бросающиеся в глаза их характеристики, перечисляются имеющиеся в толще палеонтологические остатки, обозначаемые также и в колонке на соответствующем уровне (см. условный знак ископаемой фауны в колонке лагерносадской свиты на рис.24). Если данная толща выделяется как местная стратиграфическая единица – свита (реже серия), то её описание начинается с её названия.

Обратите также внимание на разницу в изображении в колонке взаимоотношений стратиграфических подразделений (прил. 1, VII): согласное залегание – прямая линия (граница лагерносадской и басандайской свит); параллельное (стратиграфическое, с размывом) несогласие – волнистая линия (граница покровных отложений и новомихайловской свиты); угловое несогласие – зубчатая линия (граница между новомихайловской свитой и каменноугольными отложениями); тектонический контакт – разрыв, ограниченный двумя линиями с расширениями на концах; отношения не выяснены – знак вопроса.

Построение стратиграфической колонки

Структура и размеры колонки ясны из рис.24. Ширина первых четырех вертикальных столбцов и столбца «мощность» – 1см, столбца «колонка» – 3см, ширина столбца «характеристика подразделений» определяется размерами характеристик. Строение, состав и мощность отложений взяты с карт и разрезов на рис.22 и рис.25. Использовано также описание маршпутов и выводы по ним (разд. 4.5 и 5.4.1).

Четвертичные отложения в колонку, как правило, не включаются*. В данном случае в нее помещены покровные лёссовидные суглинки как развитые на водораздельных пространствах и наращивающие стратиграфический разрез. А вот аллювиальные долинные, в нашем случае русловые и пойменные отложения, хоть и показаны на карте (рис.22), но в колонку не включены.

5.4. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА НЕКОТОРУЮ ПЛОЩАДЬ (ПО ДВУМ И БОЛЕЕ МАРШРУТАМ), ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ

Содержание именно этого раздела наиболее отвечает программе второй учебной геологосъёмочной практики. Главной целью этой практики является построение стандартной, отвечающей требованиям действующих инструкций [5,6] геологической карты некоторой территории по данным двух и более маршрутов, а также сопровождающих карту геологического разреза и стратиграфической колонки. Основные приемы построения геологической карты, разреза и колонки рассмотрены выше в разделе 5.3, посвященном построению маршрутных (по одному маршруту) карт. Поэтому в данном разделе основное внимание будет уделено построению геологической карты некоторой площади на основе увязки наблюдений по двум маршрутам.

5.4.1. Описание точек наблюдений второго маршрута (дополнение к описанию основного маршрута - см. разд.4.5)

Второй маршрут начинается от т.н. 3 первого основного маршрута. Описанный на этом обнажении пласт массивного песчаника по элювиальным обломкам и редким небольшим обнажениям прослеживается по водораздельному пространству по аз. СВ 25.

В 70 м от т.н. 3 до этого узкий водораздел между долинами рек Томь и Ушайка начинает расширяться и переходит в водораздельную равнину.

В 140 м от т. 3 в пласте песчаника в коренном выходе встречена сетка тонких – не более 1 см кварцевых прожилков, залегающих вертикально и поперечно к простиранию пласта, с *мелкой вкрапленностью пирита* (обр. 3/1). Еще через 230 м простирание пласта

* - Это правило не распространяется на стратиграфические колонки регионов, где четвертичные отложения составляют существенную часть всего разреза.

меняется на СВ 60°, а еще через 120 м в коренном выходе эл. зал. пласта: аз. пад. зап. 270 \angle 65.

(Начало этого маршрута – пример одного из приемов полевой работы геолога: прослеживание по простирацию. Геолог следует вдоль приметного (*маркирующего*) пласта, дайки, зоны тектонического нарушения и т.п., хорошо заметных на маршруте, и, считая расстояние, фиксирует все изменения элементов залегания).

Водораздельное пространство на расстоянии 200 м к востоку от прослеженного пласта песчаника представляет собой равнину. В закопушках под почвенно-растительным слоем на равнине вскрываются лёссовидные суглинки, аналогичные описанным на т.н. 4 и 5. Кое-где на поверхности этой равнины встречаются небольшие – диаметром до 15 – 20 м и глубиной до 1 м понижения скорее всего представляющие собой типичные суффозионные «блюдца»-просадки.

В 150 м к востоку от северной части прослеженного маркирующего пласта песчаника поверхность водораздельной равнины переходит в верховое сфагнумовое болото, поросшее чахлым сосново-березовым лесом.

Описание последующих точек приводится без привязки друг к другу, но маршрут идёт вкрест простираения толщ карбона.

Т.н. 9. Коренные выходы песчаников, аналогичных описанным на т.н. 3 с теми же эл. зал. Выходы песчаников прослеживаются к юго-западу на расстоянии 110 м где их элементы залегания меняются на Аз. пад. Зап.270 \angle 65.

Т.н. 10. Элювиальные высыпки глин, аналогичных описанным на т.т. 4 и 5.

Т.н. 11. Элювиальные свалы песчаников, алевролитов и глинистых сланцев, тонко переслаивающихся между собой, аналогичных описанным на т. 8. Выше по склону – глины, те же, что и на предыдущей точке.

Т.н. 12. Элювиальные свалы глинистых сланцев с редкими прослоями алевролитов и фауной брахиопод, аналогичные описанным на т.5.

Т.н. 13. Элювиальные свалы глинистых сланцев, таких же, как на т.7.

Т.н. 14. Элювиальная щебенка глинистых сланцев с редкими прослоями алевролитов.

Т.н. 15. Коренные выходы песчаников, алевролитов и глинистых сланцев, тех же, что и описанные на т.т. 8 и 11 с эл. зал. слоистости: Аз. пад. ЮВ 115 \angle 55 и рассланцовки: аз. пад. ЮВ 115 \angle 70.

5.4.2. Построение геологической карты

Используя приемы, изложенные в разд. 4.6, составим карту фактического материала на всю площадь (рис. 21), взяв за основу весь материал по построению маршрутной карты (разд. 5.3) по первому маршруту, добавив описание второго маршрута, и проанализируем её.

Прежде всего, отметим, что во втором маршруте от т.н. 3 до т.н. 9 и далее к юго-востоку до т.н. 15 встречаются те же горные породы и толщи (свиты) с теми же, в общем, элементами залегания, что и в первом. Следовательно, оба маршрута прошли в пределах одной структурно-фациальной зоны*.

Вместе с тем появились новые данные, позволяющие не просто уточнить, но и по новому взглянуть на геологическое строение всей этой площади.

Во-первых, прослеживание по простиранию от т.н. 3 маркирующего пласта песчаника показало, что на фоне сохраняющегося общего северо-северо-восточного простирания этот пласт сначала отклонился к востоку, а потом приобрел меридиональное простирание, т.е. изогнулся в плане. У северной части этого пласта, прослеженной от т.н. 9 к юго-юго-западу, видим как бы зеркальное отражение этого изгиба.

Во-вторых, подсеченное на т.н. 9 северное продолжение маркирующего пласта песчаника, в целом, резко смещено не менее, чем на 200 м к северо-западу относительно основной части пласта, прослеженной от т.н. 3. Это наводит на мысль о поперечном дизъюнктиве, проходящем где-то между точками первого и второго маршрутов. А направление и характер поворотов самих окончаний двух частей пласта, прослеженных навстречу друг другу от т.н. 3 и 9, позволяет определить этот дизъюнктив как левый сдвиг.

В-третьих, исходя из того, что лагерносадская свита имеет существенно глинистосланцевый состав, а в басандайской свите появляется большое количество алевролитов и песчаников, гораздо чётче, чем в первом маршруте, наметилась граница между свитами, проходящая между т.т. 11 и 12. В этих точках нет элементов залегания, но все остальные элементы на т.н.2, 3, 9 и 15 позволяют считать, что, по

* - Структурно-фациальная зона это целая геотектоническая единица или ее крупная часть – достаточно большая по площади (географически – район, область, целая провинция или даже страна, геологически – платформа, складчатая область и их крупные части) территория со своим, только ей присущим внутренним геологическим строением, отличным от соседних или подстилающих и перекрывающих зон. Подробнее об этом узнаете в курсах структурной и исторической геологии.

крайней мере, простираение этой границы – такое же, как и в первом маршруте.

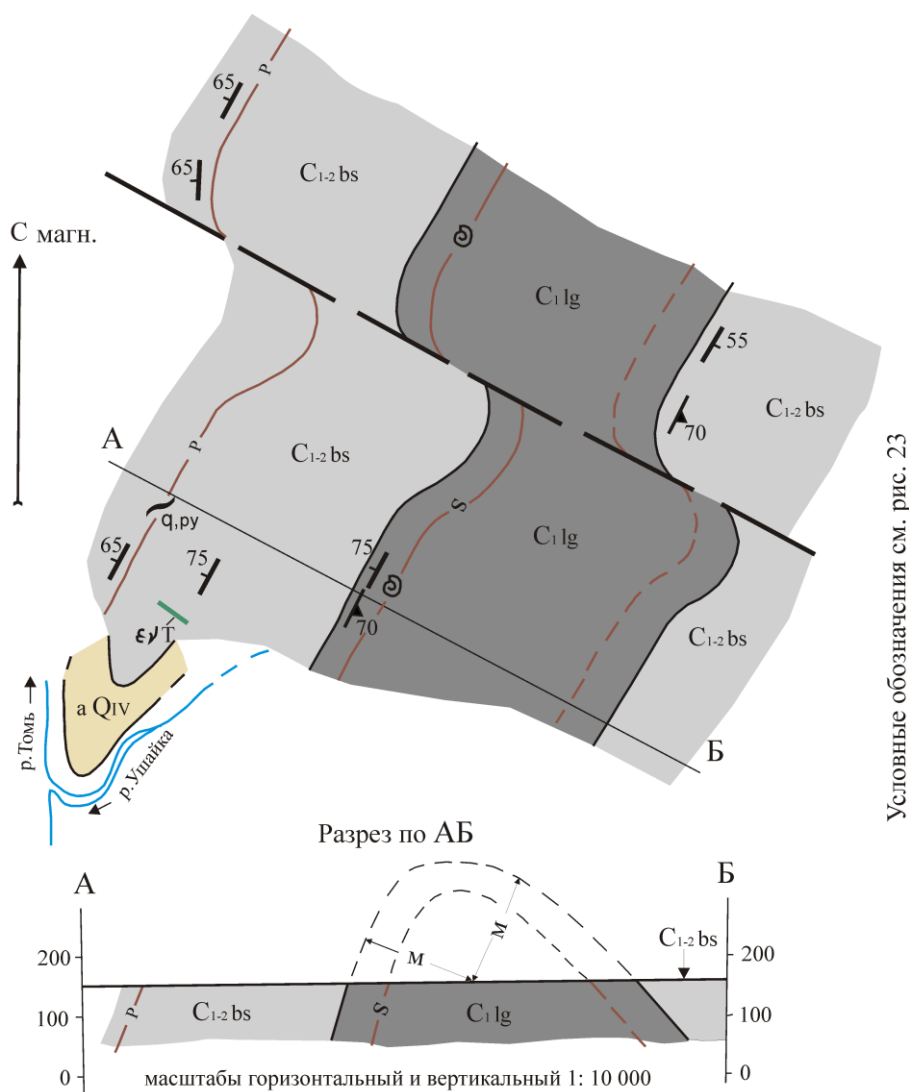
В-четвертых. И это важно!, – эта же граница намечается между т.т. 14 и 15 при обратной, по сравнению с интервалом между т.т. 11 и 12, последовательности горных пород. При этом на т. 15 породы басандайской свиты падают в юго-восточном направлении. Таким образом, в породах каменноугольного возраста намечается антиклинальная складка, ядро которой сложено глинистыми сланцами лагерносадской свиты, а крылья – глинистыми сланцами, песчаниками и алевролитами басандайской свиты. Ранее мы делали предположение о наличии такой антиклинали (см. 4.5, выводы по маршруту, п. 7). Теперь оно подтвердилось. Складка получилась наклонная (косая) с горизонтальной осью и более крутым северо-западным крылом. Осевая плоскость складки падает на юго-восток под углом $\approx 70^\circ$, о чем свидетельствуют элементы залегания рассланцовки на т. 5.

Далее, как говорится, дело техники. Исходя из того, что в т.н. 5 и 12 обнажается один и тот же горизонт с фауной, уточняем положение границы между свитами относительно т.н. 12 (сравните разрезы на рис. 22 и 25, на последнем она проходит ближе к горизонту с фауной) – проводим её западнее т. 5 на том же расстоянии, что и от т. 12. А помня о том, что в т.н. 15 и 8 обнажается одна и та же пачка тонкого переслаивания глинистых сланцев, алевролитов и песчаников, проводим границу свит относительно т.н. 8 так же, как она располагается относительно т.н. 15.

На получившейся картине видно, что вся территория разделилась на две части: южную, где прошел 1-й маршрут, и северную со 2-м маршрутом. При этом все заметные элементы геологического строения – маркирующий пласт песчаника и фаунистический горизонт, границы свит в северной половине площади смещены к западу относительно их положения в южной половине. Это позволяет уже уверенно говорить о наличии поперечного к простираению каменноугольных отложений дизъюнктива, разделяющего всю территорию на северный и южный блоки. Точное положение и простираение дизъюнктива определяется его положением между двумя половинами маркирующего пласта песчаника, прослеженными от т.н. 3 и 9. Одинаковая ширина антиклинальной складки в обоих блоках и характер заворотов обеих концов маркирующего горизонта песчаника свидетельствует о том, что этот дизъюнктив – левый сдвиг с амплитудой около 150 м.

Далее нужно провести границы свит и пласт с фауной в южном и северном блоках, изогнув их параллельно маркирующему горизонту песчаников, и уткнуть в дизъюнктив.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ФУНДАМЕНТА правобережья р. Ушайка (со снятым покровом палеогеновых отложений) Масштаб 1:10 000



Примечание: Видимая мощность лагерносадской свиты - М обозначена для наглядности. На настоящих разрезах этого не делают.

Рис. 25. Пример геологической карты (на некоторую площадь; составлена по данным двух маршрутов). Условные обозначения – см. рис. 23

Дальнейшее оформление карты сводится к раскраске, индексации, нанесении условных знаков дайки на т. 2 и точки с минерализацией на маркирующем пласте песчаника к северо-западу от т. 3, составлении условных обозначений и подписей. Окончательный вариант карты см. рис. 25.

5.4.3. Построение геологического разреза и стратиграфической колонки

Построение геологического разреза аналогично описанному в гл. 5.3.2. Сравните разрезы на рис.22, Б и рис.25. Принципиальное отличие этих разрезов – моноклинал в породах каменноугольного возраста на рис.22 и складка на рис.25. Обратите также внимание на более точное положение границы свит на разрезе (и на карте) на рис.25 по сравнению с рис.22 благодаря большому объёму информации.

Стратиграфическая колонка для варианта карты по двум маршрутам, составленная только для каменноугольных отложений, в связи с изменением тектонической структуры (см. предыдущий абзац) отличается от варианта колонки для маршрутной карты (рис.23, А) изменениями мощности обеих свит и состава лагерносадской свиты. Мощность басандайской свиты увеличилась в связи с опусканием её подошвы вниз по разрезу (сравните положение границ свит на разрезах на рис. 22 и 25), а мощность свиты заметно уменьшилась, т.к. пачка переслаивания песчаников, алевролитов и глинистых сланцев на т.н. 8, слагающая по варианту моноклинали основание свиты, по варианту складки отошла к басандайской свите. Мощность лагерносадской свиты стала равна кратчайшему расстоянию от центра складки до кровли свиты (границы между свитами) – М на рис.25, разрез.

5.5. ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (ОТЛОЖЕНИЙ) С ЭЛЕМЕНТАМИ ГЕОМОРФОЛОГИИ

В закрытых растительностью равнинных районах, эрозионная сеть которых не вскрывает отложений древнее палеогена или даже неогена, залегающих горизонтально, зачастую трудно набрать материал для составления представительной геологической карты из-за отсутствия достаточного количества обнажений дочетвертичных горных пород. С этой проблемой неизбежно столкнутся при прохождении практики по месту жительства и составлении отчета студенты-заочники, проживающие, например, на подавляющей части территории Западно-Сибирской низменности.

С другой стороны, практически в любом районе имеются самые молодые четвертичные рыхлые отложения, покрывающие (под почвенно-растительным слоем) всю поверхность рельефа.

Для таких районов допускается основным содержанием геологосъемочной практики считать картирование и описание рыхлых четвертичных отложений и более детальное описание рельефа с составлением и приложением к отчету карты четвертичных отложений с элементами геоморфологии. Карта четвертичных отложений такого района из-за разнообразия генетических типов выглядит гораздо нагляднее геологической карты, окрашенной в один-два цвета.

5.5.1. Особенности картирования четвертичных образований и рельефа

Общие приемы полевого картирования – см. разд.4. Особенности картирования четвертичных образований и рельефа заключаются в указанной выше непрерывности распространения рельефа и рыхлого четвертичного покрова и пространственной и генетической связи между основными поверхностями (элементами) рельефа и генетическими типами (видами) четвертичных отложений: водораздельная поверхность и элювий; склоны – различные виды склоновых отложений; пойма и террасы – аллювиальные отложения и т.д. и, следовательно, частой смене типов четвертичных отложений по мере перехода от одного элемента рельефа к другому. (Более подробно о том, что можно увидеть в маршрутах по строению рельефа, о действии современных геологических процессов и о видах (генетических типах) рыхлых четвертичных отложений в условиях Западной Сибири – см. 3.1). Ясно, что при картировании четвертичных отложений у геолога в маршруте всегда должна быть с собой саперная лопата, чтобы в любом месте посмотреть, что лежит под почвенно-растительным покровом.

Из сказанного также следует, что расположение маршрутов при картировании четвертичных отложений и рельефа определяется не только поиском обнажений, но и необходимостью выявить все основные указанные выше и другие составные части (поверхности) рельефа и площадное распространение разных генетических типов рыхлых четвертичных отложений. Для этого кроме стандартных маршрутов вдоль водоразделов и элементов эрозионной сети (см. 3.2.1) необходимо проходить маршруты поперёк простирания (вытянутости) долин, логов, оврагов и разделяющих их водораздельных пространств с фиксацией не только расстояний, но и относительных превышений

элементов рельефа друг над другом (например, поймы над руслом, террасы над поймой и т.п.) и уклонов поверхностей рельефа (углов склонов). Пример документации отрезка такого поперечного маршрута – см. описание т.н. 5 первого маршрута (см. 4.5).

5.5.2. Общие сведения о карте четвертичных образований (отложений) и сопровождающих её графических приложениях

Главное отличие карты четвертичных отложений от обычной геологической карты в том, что цветом на ней показывается не возраст или состав, а *происхождение* – генетический тип (вид) отложений (прил. 2.1).

Сложное устройство четвертичных отложений заставляет при рисовке карт использовать наложение одних знаков на другие.

Смешение цветов применяется для изображения толщ, представляющих собой смесь двух неразрывных генетических типов, образующихся на одной и той же площади при частой смене условий. Например, аллювиально-морские отложения раскрашиваются в синезеленый цвет, как смесь синего (морской тип) и зеленого (аллювий). К чередованию цветных полосок прибегают для показа толщ с преобладанием какого-либо генетического типа, например, ледниково-морских отложений (прил.2.II). При необходимости показать маломощную, но широко распространенную покровную толщу, например, субаэральные лёссовидные суглинки, залегающие на разных генетических типах более древних четвертичных образований, прибегают к цветной штриховке по основному цвету (прил.2.III). Для показа фаций внутри генетического типа (или генетических типов внутри генетической группы) прибегают к дополнительной фигурной штриховке или сетке того же цвета, нанесённой на основной генетический цвет (прил. 2.IV).

Все дочетвертичные образования, независимо от их возраста и состава, показываются фиолетовым цветом.

Литология четвертичных образований показывается как обычными гашурными знаками (прил. 1.IV), так и специфическими, употребляемыми только на картах четвертичных отложений (прил.2, V). В силу сложного смешанного литологического состава четвертичных отложений широко применяется объединение основных знаков. Важным правилом является *строго горизонтальное расположение*

знаков литологии – этим подчеркивается отсутствие в четвертичной системе значительных тектонических дислокаций.

Возрастная индексация четвертичных отложений – см. прил.2, VI. Индекс Q на карте четвертичных отложений и сопровождающей её графике не ставится. Обратите внимание на разницу символов P (пермь) и **P** - плейстоцен.

Полный индекс четвертичного образования включает в себя обозначение генетического типа: аллювий – *a*, пролювий – *p* и т.д. (см. прил. 2, I), а далее следует возрастная часть индекса (прил.2, VI). При этом для звеньев неоплейстоцена и голоцена допускается опускание их индексов и все сводится к простановке римских цифр I, II, III и IV. Обратите внимание (частая ошибка начинающих!) на отсутствие горизонтальных черточек: не **II**, а просто II. Таким образом, dII-IV на рис. 26 означает дефлюкционные (делювиальные) отложения среднего звена неоплейстоцена – голоцена.

Если толща четвертичных отложений одного генетического типа формировалась в течение всего четвертичного периода, то её индекс будет состоять только из генетической буквы.

При необходимости ниже буквы, обозначающей генетический тип, справа может проставляться латинская начальная буква названия фации, а номер террасы обозначается арабской цифрой, проставленной справа сверху от буквенного обозначения генетического типа. Таким образом, a_r^2 III обозначает: аллювиальные русловые отложения второй надпойменной террасы верхнего звена плейстоцена.

Разноцветными немасштабными знаками на карту четвертичных отложений могут быть нанесены отдельные показательные в генетическом отношении *геоморфологические элементы* (формы и поверхности рельефа). На рис.26 это суффузионные цирк и «блюдца», оползневой рельеф, овраг.

Условные обозначения строятся и размещаются на карте, в общем, по тем же правилам, что и для геологических карт в последовательности сверху вниз (или слева направо): генетико-возрастные подразделения от молодых к древним, литологический состав; знаки элементов рельефа, прочие знаки. Генетико-возрастные подразделения распределяются по основным стратиграфическим единицам четвертичной системы – эоплейстоцен, неоплейстоцен, голоцен и их подразделениям – звеньям и ступеням (прил. 2, VI). Обобщающий термин «квартер» в условных обозначениях не употребляется.

Разные по генезису, но одновозрастные генетико-возрастные подразделения располагаются по горизонтали. Если при большом их

количестве по горизонтали не хватает места, их можно расположить и по вертикали, но в пределах скобки основного подразделения четвертичной системы. Например, прямоугольники голоценовых болотных, делювиальных и оползневых отложений в условных обозначениях на рис. 26 могут быть расположены не только по горизонтали, как это сделано на рис. 26, но и один над другим, но в пределах скобки «голоцен».

В подписях сначала указывается (если есть) собственное имя стратиграфического подразделения – горизонт, свита, пачка, толща, стадиал, затем обязательно генетический тип, затем перечисление пород и в скобках мощность.

Стратиграфическая колонка является обязательной только для районов с большим количеством стратифицированных толщ четвертичных отложений, распространенных на больших площадях. Чаще всего это касается морских отложений в приморских районах. Принципы построения колонки – те же, что и для колонок общих геологических карт. В нашем случае строить её нет смысла.

Геологический разрез строится по общим правилам построения геологических разрезов (см.5.3.2) и раскрашивается и индексируется так же, как и исходная карта четвертичных отложений. В случае большого количества генетических типов четвертичных отложений и разнообразия их взаимоотношений в разных частях описываемого района строится два или даже три разреза. При построении разрезов по картам четвертичных отложений важно точно отображать рельеф. Опорными точками (при отсутствии топографической карты) могут служить абсолютные отметки гидросети и наиболее высоких точек водоразделов на любых географических картах. В крайнем случае, можно самому обозначить (как это сделано на рис.27) самую низкую абсолютную отметку рельефа. Как правило, это будет отметка русла главной реки района и далее отстраивать рельеф согласно данных глазомерных наблюдений в маршрутах. Учитывая небольшие мощности четвертичных отложений, допускается 20-ти кратное увеличение вертикального масштаба разрезов по сравнению с горизонтальным. Для всех толщ четвертичных отложений, показанных на разрезе и в схемах корреляции и взаимоотношений, но отсутствующих на геологической карте, в условных обозначениях должна быть пометка: «...только на разрезе и в схемах корреляции и взаимоотношений». Знаки литологии на разрезе, также и на карте, ставятся *горизонтально (!), независимо от конфигурации геологических границ* (см. положение знака щебенисто-дресвяных суглинков – d II-IV на разрезе и схеме на рис.27).

Зачастую даже нескольких геологических разрезов недостаточно для того, чтобы показать всё разнообразие генетических типов и их сложные пространственно-временные взаимоотношения. В этом случае прибегают к построению *схемы соотношений четвертичных образований* (рис.27), которая представляет собой условный, обобщенный геологический разрез, строящийся по тем же правилам, что и обычные разрезы, но включающий в себя *все!* генетические и возрастные подразделения четвертичных отложений, показанные на карте четвертичных отложений и разрезах к ней.

Например, на схеме соотношений на рис.27, основой для которой служит разрез по АБ, показаны суффозионный цирк и деляпсивные (оползневые) отложения, разрезом не пересечённые, а терраса, фактически наблюдавшаяся на т.5 по левому борту долины, перенесена на правый борт, что бы избежать наложения цирка на террасу.

Гипсометрический профиль схемы соотношений должен отражать не только все основные крупные элементы рельефа района – водоразделы, впадины, долины, но и те мелкие, которые необходимы для отображения пусть и небольших, но самостоятельных в генетическом и возрастном отношении тел четвертичных образований.

Вертикальный масштаб схемы соотношений – тот же, что и у геологических разрезов, но строго не выдерживается.

При рисовке схемы особо подчеркиваются взаимоотношения между всеми подразделениями: нормальное стратиграфическое залегание, врезание, вложение, прислонение. Обратите внимание как возрастные взаимоотношения между покровными суглинками L III-IV и делювиальными суглинками d II-IV, между делювиальными суглинками и поверхностью террасы, между оползневыми отложениями dl IV и пойменными a IV отражены на разрезе и схеме.

Кроме того, на схему соотношений четвертичных образований выносятся условные знаки месторождений и проявлений полезных ископаемых, связанных с ними (прил.1, IX).

5.5.3. Построение карты четвертичных образований (по данным основного маршрута)

Еще раз прочитайте содержание обоих маршрутов (разд.4.5 и 5.4.1), обращая особое внимание на описание ландшафта, рельефа и молодых рыхлых отложений. Составьте карту фактического материала (разд. 4.6 и рис.21). В нашем случае нужно просто убрать с рис.21 всю информацию о дочетвертичных образованиях, оставить гидросеть,

точки наблюдения, линии маршрута, условные знаки литологии четвертичных отложений и внемасштабные знаки примечательных элементов рельефа.

Строим карту четвертичных отложений. Масштаб карты такой же, как и геологической (см. первые абзацы разделов 4.5 и 4.6) – 1:10 000.

Начало построения такое же, как и для геологической карты. Нанесите на лист точку впадения р. Ушайки в р. Томь, слева покажите стрелку юг-север, слегка (что бы потом убрать) обозначьте точки наблюдения от 1 до 7 и линию прослеженного от т.н. 3 пласта песчаника.

Через т.н. 1 параллельно р.р. Томь и Ушайка на расстоянии ≈ 1 см в обе стороны проведите линию бровки поймы.

Из т.н. 2 к западу от неё проведите параллельно бровке дугу тылового шва поймы (она же подошва склона долины) так, что бы ширина поймы вдоль р. Томи была 100 м, а по р. Ушайке – 50 м.

От т.н. 2 до т.н. 7 маршрут шел вдоль подножья коренного склона долины р. Ушайка или, что одно и то же, по тыловому шву поймы. Проведите эту линию, плавно соединив указанные точки.

На т.н. 5 рисуем линзообразный контур II-III надпойменной террасы р. Ушайка.

В 70 м от т.н. 3 (см. описание точки в 5.4.1), где узкий водораздел стрелки между долинами р.р. Томь и Ушайка начинает расширяться и появляется поверхность водораздельной равнины, приблизительно параллельно дуге тылового шва поймы проводим дугу юго-западного ограничения этой поверхности.

В соответствие с указаниями о смене ландшафта водораздельной равнины от субэральской поверхности, сложенной лёссовидными суглинками, к поверхности верхового болота (см. описание т.н. 5 в 4.5 и т. н .3 в 5.4.1) отмечаем эту границу в 250 м к северу от т.н. 5 и в ≈ 200 м к востоку от прослеженного к северу от т.н. 3 пласта песчаника и соединяем эти точки плавной линией.

Таким образом, у нас наметились площади основных поверхностей, составляющих рельеф: прирусловая отмель, пойма, терраса, склон долины, водораздельная поверхность (водораздельная равнина).

В соответствие с правилами составления карт четвертичных отложений (см. прилож. 2, 1) раскрашиваем аллювиальную аккумулятивную поверхность поймы в густо-зеленый цвет, террасу – в светло-зеленый, поверхность делювиальных (дефлюкционных)* склонов, заключенную между тыловым швом поймы и террасы и

* - О соотношении понятий «делювий» и дефлюкций см. 3.1.2.

южным ограничением водораздельной равнины, – в оранжевый, субаэральную часть водораздельной равнины – в желтый. Болотную часть водораздельной поверхности окрашиваем в светло-коричневый или темно-серый.

По раскрашенным полям строго горизонтально! (кроме вертикально расположенного на субаэральной равнине знака лёссовидных суглинков) согласно прил. 1.IV и 2.V расставляем условные знаки литологии: гравий, галечник на прирусловой отмели, суглинки – на пойме и террасе, дресвяно-щебенистые суглинки – на дефлюкционном склоне, торф – на площади верхового болота.

Расставляем немасштабные условные знаки приметных и важных в генетическом отношении форм рельефа (прилож. 2.II): оползневой рельеф и суффозионный цирк на т.н. 4, активно развивающийся овраг – на т.н. 7, на субаэральной равнине слегка беспорядочно, но равномерно располагаем несколько знаков суффозионных «блюдцев».

Наконец, согласно указаний разд. 5.5.2 и прилож. 2.VI, индексируем все площади распространения разных генетических типов рельефа : пойменные аллювиальные суглинки – *a* IV, террасовые аллювиальные суглинки – *a*²⁻³ III, склоновые дефлюкционные отложения – *d* III-IV, оползневые (деляпсивные) отложения – *dl* IV, субаэральные лёссовидные суглинки (лёссоиды) – *L* III-IV, водораздельные болотные отложения – *v* IV.

Об условных обозначениях к карте и построении геологического разреза и схемы соотношений четвертичных образований уже говорилось выше (см. 5.5.2).

Образец оформленной карты четвертичных отложений и сопровождающих её геологического разреза и схемы соотношений четвертичных образований – см. рис. 26 и 27.

КАРТА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
правобережья р. Ушайка
Масштаб 1:10 000

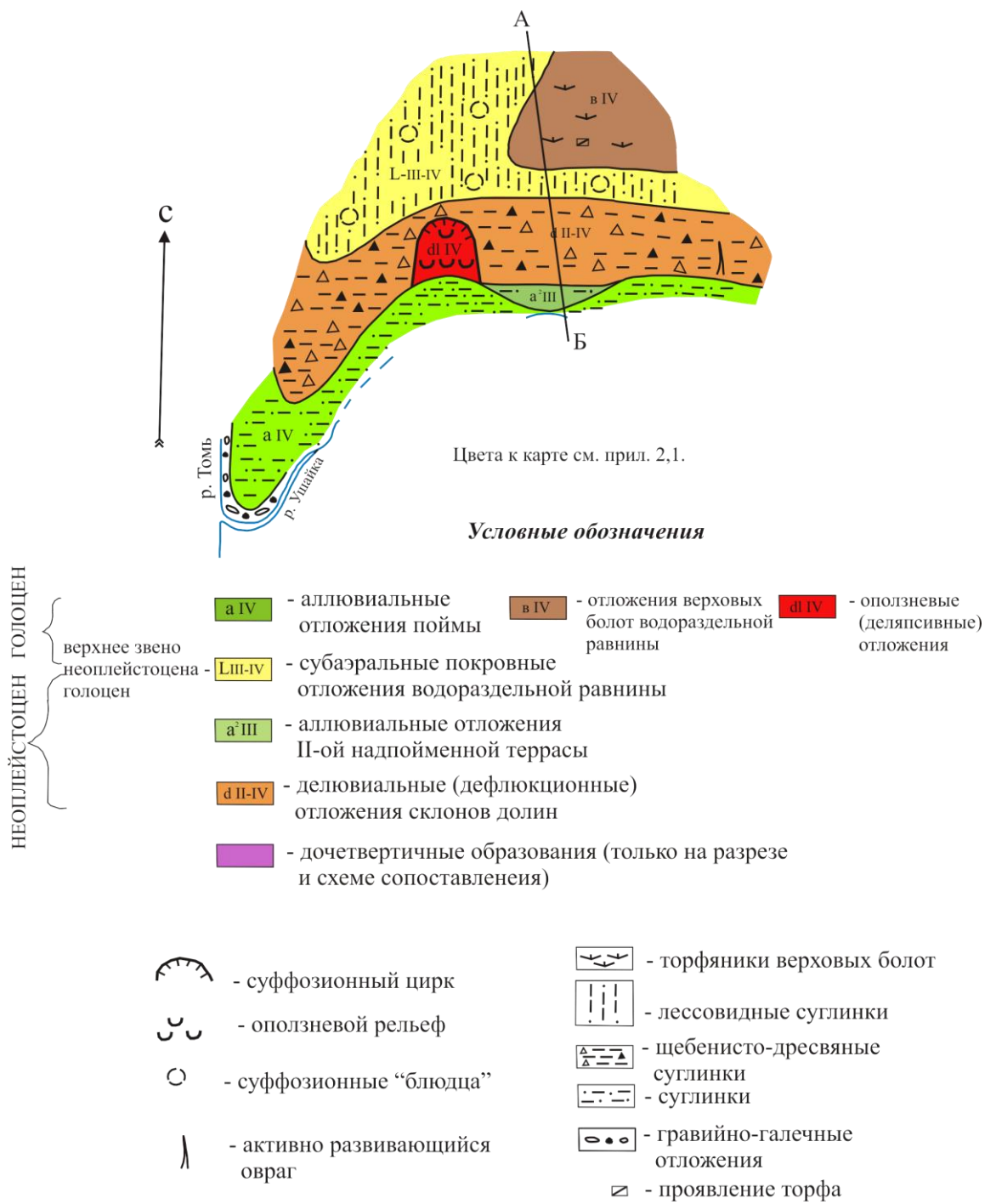


Рис.26. Образец карты четвертичных образований

Разрез по АБ

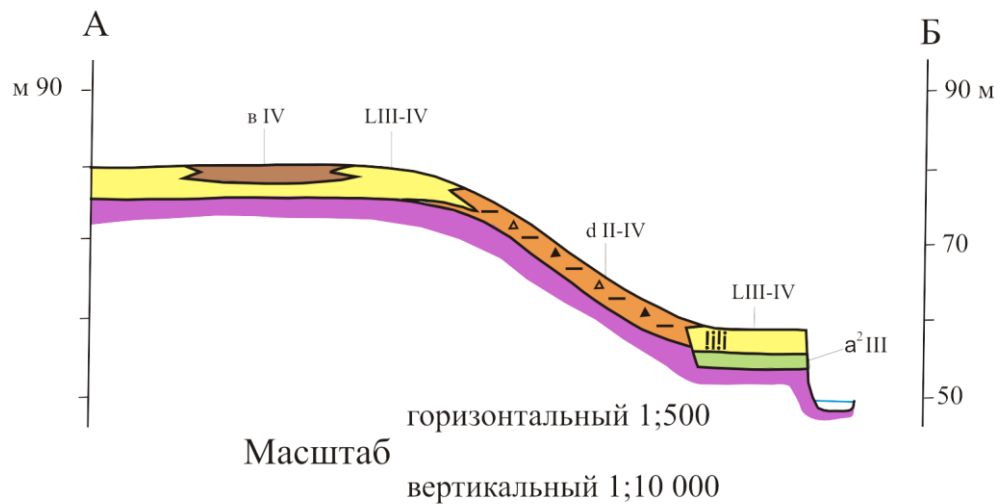


Схема соотношения четвертичных образований

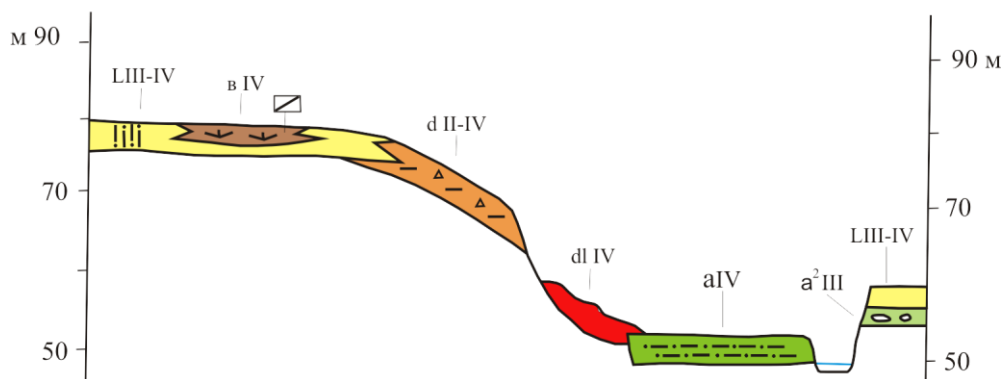


Рис. 27. Геологический разрез и схема соотношения четвертичных образований к карте четвертичных отложений (рис. 26)

Условные обозначения – см. рис. 26; цвета к разрезу см. прил. 2.1

Примечание: как исключение знаки литологии на разрезе и схеме поставлены не везде, только как пример.

5.6. СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЁТА ПО ВТОРОЙ ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНОЙ ПРАКТИКЕ

Отчет по геолого-съёмочной практике составляется по форме стандартного геологического отчета по геологической съёмке и должен включать главы: «Введение», «Физико-географический и экономический очерк», раздел «Геологическое строение района» с главами «Стратиграфия», «Интрузивный магматизм», «История геологического развития», «Полезные ископаемые», «Заключение».

Главы «Введение», «Физико-географический и экономический очерк» и «Заключение», в общем, аналогичны таковым в отчёте по первой общегеологической практике – см. 4.7.

Объём основных глав отчёта сильно зависит от количества материала, которым располагает автор и сложности геологического строения – степени разнообразия горных пород, количества подразделений в стратиграфической колонке, количества интрузивных комплексов и геологических тел, входящих в их состав, сложности тектонической структуры – напряжённая разнопорядковая складчатость с большим количеством дизъюнктивов или спокойное горизонтальное залегание нескольких толщ и т.д. Но в любом случае объём основных глав отчёта должен быть не менее 3-5 страниц каждая.

В начале раздела «**Геологическое строение района**» нужно определить в пределах какой крупной (региональной) геотектонической структуры расположен описываемый район, участок – плита Западно-Сибирской мезозойской (эпигерцинской) платформы, Кузнецкий угленосный бассейн, складчатое сооружение Кузнецкого Алатау салаирского возраста и т.д. и дать общую очень краткую (несколькими строчками) характеристику его геологического строения. Например, для окрестностей г. Томска такая характеристика (см. 2, «В геотектоническом отношении... и следующие 5 абзацев): Описываемый район расположен на крайнем юго-востоке плиты Западно-Сибирской платформы в полосе её сочленения со складчатыми сооружениями горной части Южной Сибири, а именно с Колывань-Томской складчатой зоной герцинского возраста. Соответственно, в геологическом строении района выделяются два структурных этажа – фундамент, сложенный смятыми в складки морскими терригенными отложениями лагерносадской и басандайской свит ранне-среднекаменноугольного возраста и залегающий на фундаменте с длительным перерывом в осадконакоплении и резковыраженным угловым несогласием чехол в составе мел-палеогеновой каолиновой коры выветривания, вышележащих озерно-аллювиальных отложений новомихайловской свиты олигоцена, кочковской свиты эоплейстоцена и позднеэоплейстоцен-голоценовых покровных суглинков.

В главе **Стратиграфия** должны быть описаны в последовательности от древних к молодым все стратифицированные осадочные, вулканогенные и метаморфические (если в них сохранилась стратификация исходных осадочных или вулканогенных пород)

образования (толщи), показанные на геологической карте, разрезе и в стратиграфической колонке.

Далее дается общая характеристика сводного стратиграфического разреза – перечисляются стратиграфические подразделения, весь разрез разбивается на крупные циклы осадконакопления. Если в районе выделено несколько структурно-фациальных зон, то общая характеристика разреза дается для каждой зоны.

Описание каждого стратиграфического подразделения делается по следующей программе: *распространенность*, – в какой части района развито, какую площадь занимает, если встречено только в скважинах, то это отмечается; *структурная принадлежность* – обнажения толщи приурочено к ядру антиклинали, слагают грабен и т.д., для горизонтально залегающих толщ указывается привязка к рельефу – слагает водораздельные пространства, обнажается в нижней части склонов и т.п.; *как залегают на подстилающих отложениях* – согласно или несогласно, в последнем случае указать тип несогласия (параллельное, географическое, угловое); *строение* – характер слоистости, ритмичность; *литологический состав, мощность* и их изменения по площади; *геофизические и геохимические особенности; полезные ископаемые*, связанные с данной толщей; сведения о *палеонтологических остатках и заключение о возрасте* (по совокупности данных). При описании четвертичных отложений дополнительно указывается их генетический тип и связь с формами рельефа. Для кор выветривания дополнительно указывается их геохимический тип и состав исходных пород.

Ниже приведен пример общего порядка этого описания, которому следует строго следовать.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Мезозойская эратема представлена юрской и меловой системами.

ЮРСКАЯ СИСТЕМА

.....(описание).....

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

Меловая система представлена верхним отделом.

Верхний отдел

Верхний отдел меловой системы представлен сантонским, кампанским и маастрихским ярусами.

Сантонский ярус

В составе сантонского яруса выделяются ивановская и петровская свиты.

Ивановская свита – K_2iv(описание).

Петровская – K_2pt(описание).

Кампанский ярус – K_2kt

Кампанский ярус выделяется в самостоятельную толщу (описание). и т.д.

Из приведенного примера видно:

- следует выдерживать строгую субординацию заголовков по размерам и толщине шрифта;
- заголовки подразделений общей шкалы располагаются по центру текста; названия местных подразделений – серий и свит могут начинать абзацы;
- индексы после заголовков проставляются только для стратиграфических подразделений, показанных на карте и разрезах.

Кроме того, частыми ошибками при составлении главы «Стратиграфия» являются следующие.

1. Индексы всех стратиграфических единиц в тексте должны точно соответствовать индексам этих подразделений на геологической карте, разрезе, в стратиграфической колонке.
2. В случае использования в готовом виде устаревших геологических карт и текстов нужно в скобках давать современные названия и индексы общей стратиграфической шкалы, оговорив это в начале главы. Особенно это касается четвертичных отложений. Действующие в настоящее время общие стратиграфические шкалы – см. приложение 4.
3. Неуместно употребление названий геохронологических единиц в качестве заголовков и по тексту – *не девонский период, а девонская система!* если речь идет о толще осадочных пород, а не об отрезке геологического времени. Грубыми ошибками являются фразы типа: «Кембрийский период сложен известняками» или «В девонскую систему прошла фаза складчатости».

Для примеров, рассмотренных в данном учебном пособии (см. 4.5, 4.6, 5 и рис. 22-26) описание стратиграфии выглядит следующим образом.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении описываемого района принимают участие осадочные толщи каменноугольной системы палеозойской эратемы и палеогеновой и четвертичной систем кайнозойской эратемы, составляющие самостоятельные циклы осадконакопления, разделенные длительными – до нескольких периодов перерывами.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Каменноугольная система

Каменноугольная система представлена отложениями нижнего и среднего отделов.

Нижний отдел

Нижний отдел каменноугольной системы представлен отложениями лагерносадской свиты.

Лагерносадская свита – C_{1lg} . Отложения лагерносадской свиты распространены в центральной части описываемого участка. В структурном отношении они обнажаются в замковой (сводовой, центральной, ядре) части антиклинальной складки I-го порядка. Свита сложена темносерыми глинистыми сланцами с прослями светлых алевролитов мощностью 1-2 см в верхней части разреза. Мощность свиты более 250 м. Возраст её определяется по находкам фауны брахиопод в фаунистическом горизонте, расположенном в верхней части разреза свиты.

Нижний и средний отделы нерасчлененные

Нерасчлененные отложения верхов нижнего – низов среднего отделов каменноугольной системы представлены басандайской свитой.

Басандайская свита – C_{1-2bs} . Отложения свиты распространены на западе и востоке описываемого района. В структурном отношении они слагают крылья упомянутой антиклинали. На подстилающих отложениях лагерносадской свиты басандайская свита залегает согласно с постепенным переходом. Граница свит проводится по появлению в разрезе большого количества пластов песчаников. Свита сложена частым (флишеподобным) переслаиванием темных глинистых сланцев, серых алевролитов и светло-серых мелкозернистых песчаников. Мощности слоев колеблются от 1 до нескольких см, отдельные пачки глинистых сланцев и песчаников могут достигать 1 м мощности. Песчаники в этом случае хорошо прослеживаются по местности как маркирующие горизонты. Общая мощность свиты составляет не менее 350 м. Возраст её доказывается согласным без перерывов залеганием на фаунистически охарактеризованной лагерносадской свите и по аналогии с соседними районами, где басандайская свита содержит палеонтологические остатки.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Палеогеновая система

Палеогеновая система представлена новомихайловской свитой олигоцена.

Новомихайловская свита – P_{3nt} . Отложения новомихайловской свиты распространены в центральной части описываемого района в виде вытянутой меридионально полосы шириной до 400 м (см. т.н. 4, 5, 10, 11 на рис. 21). В структурном отношении породы свиты образуют горизонтально залегающий

покров. На подстилающих каменноугольных отложениях свита залегает с длительным – пермский период, весь мезозой и палеоценовая и эоценовая эпохи – перерывом и резко выраженным денудационным и угловым несогласием.

Свита сложена синевато-серыми плотными вязкими озерными глинами с рассеянной примесью обуглероженных растительных остатков (лигнит) размером до нескольких см. Мощность свиты до 6,5 м. Возраст свиты определяется принадлежностью остатков лигнита к т.н. «широколистной флоре» (дуб, бук, граб, ясень, орешник и т.д.) и датируется олигоценом.

Четвертичная система

Четвертичная система представлена отложениями среднего и верхнего неоплейстоцена и голоцена.

Средний неоплейстоцен – голоцен нерасчлененные

Нерасчлененные отложения среднего неоплейстоцена – голоцена представлены буровато-серыми дефлюкционными щебенисто-дресвяными суглинками – d II-IV, покрывающими склоны долины р. Ушайки. Мощность суглинков в верхней части склонов не менее 1 м, следовательно в нижней части она может достигать 2 и более метров.

Верхний неоплейстоцен

Верхний неоплейстоцен представлен аллювиальными русловыми грубокосоистыми песчано-гравийно-галечными отложениями высокой II-ой (или III – ей) террасы р. Ушайки – а²III, встреченной по правому борту долины р. Ушайки в 700 м от устья. Мощность отложений 1 м.

Верхний неоплейстоцен – голоцен нерасчлененные

Нерасчлененные отложения верхнего неоплейстоцена – голоцена представлены покровными светло-серыми лёссовидными суглинками – L III-IV с типичной столбчатой отдельностью, покрывающими водораздельные пространства района. Встречены они также и на высокой террасе. Мощность суглинков достигает 5.5 м.

Голоцен

Образования голоценового возраста представлены аллювиальными русловыми галечниками и пойменными суглинками в долинах рек Томь и Ушайка, а также торфами водораздельных болот верхового типа.

Аллювиальные русловые песчано-гравийно-галечные отложения слагают прирусловые отмели, а также обнажаются в основании обрывов пойм. Ширина прирусловой отмели р. Томь сразу ниже устья р. Ушайка достигает 15 м. В долине р. Ушайка ширина отмелей резко сужается, местами они исчезают. Русловой галечник мелкий, хорошо окатанный.

Правобережная часть поймы в долинах обеих рек достигает ширины 200 м. Пойменные отложения представлены светло-серыми неясногоризонтальнослоистыми суглинками с линзами старичных глин с пеллециподами. Мощность пойменной фации достигает 4 м.

Торфяники верховых болот распространены на северо-востоке описываемого участка на водораздельной равнине. Мощность торфа до 1,5 м.

Интрузивный магматизм (и метаморфизм) – вторая основная глава раздела «Геологическое строение района». Общий принцип её построения такой же, как и для главы «Стратиграфия». Сначала дается общая характеристика интрузивного магматизма и (или) *самостоятельных* метаморфических комплексов (а не просто регионального метаморфизма осадочных или вулканогенных толщ, пусть даже и высокой степени, который описывается в гл. «Стратиграфия») и в возрастной последовательности перечисляются установленные в районе интрузивные (и метаморфические) комплексы с указанием степени их развитости в районе, позиции в тектонической структуре района, общего петрохимического состава (глубинный, субвулканический, гранитоидный, базальтоидный и т.п.), возраста и металлогенической важности.

Затем каждый комплекс в отдельной подглаве с названием комплекса описывается в последовательности: географическое распространение; тип, форма и размеры интрузивных тел; их взаимоотношения с вмещающими породами; внутреннее строение (фазы и фации и их прототектоника), петрографический состав, петрохимическая и петрофизическая (геофизическая) характеристика; жильные и дайковые образования, связанные с комплексами; эндоконтактные изменения и экзоконтактное воздействие на вмещающие породы (контактный метаморфизм последних); металлогения интрузивных тел и контактовых ореолов; возраст комплекса.

В нашем случае эта глава выглядит следующим образом.

ИНТРУЗИВНЫЙ МАГМАТИЗМ

Интрузивные образования на описываемом участке относятся к субвулканическому базальтоидному комплексу - $\epsilon\nu T$ и представлены одной дайкой, обнажающейся в нижней части правого борта долины р. Ушайка в 400 м от устья реки. Дайка поперёк слоистости пересекает породы басандайской свиты, залегает вертикально и простирается по аз. СЗ 300° . Внедрение дайки произошло по поперечной складчатой трещине растяжения (плоть до отрыва). Дайка сложена темно-зеленоватосерым долеритом с мелкозернистой основной массой и редкими порфиоровыми выделениями пластинчатого плагиоклаза размером до 0,5 см. Нижний возрастной предел дайки по нашим наблюдениям – послесреднекаменноугольный, верхний возрастной предел не определяется, т.к. нет контактов дайки с более молодыми породами (кроме четвертичных). По данным из других районов (Кузбасс, Кузнецкий Алатау), где возраст аналогичных по составу и условиям залегания даек определен точно, возраст описываемой дайки триасовый.

Тектоника – третья основная глава раздела. Вначале нужно отметить принадлежность района к более крупной геотектонической структуре и его положение в составе последней (повторить, если это уже приводилось во вступлении к геологическому описанию района или в начале гл. «Стратиграфия») с указанием её возраста по циклам тектогенеза.

Далее определяется общее тектоническое строение района, наличие в нем тектонических (структурно-фациальных или структурно-формационных) зон, структурных этажей и ярусов, их геотектонический тип и формационный состав, перечисляются более мелкие (особенно имеющие самостоятельное название) пликативные и дизъюнктивные структуры, входящие в состав района, приводится обоснование всего сказанного по геофизическим данным и аэрокосмофотоматериалам.

Далее по подглавам с заголовками «Пликативные (или складчатые) дислокации (или структуры, или тектоника)» и «Дизъюнктивные (или разрывные) дислокации (или структуры, или тектоника)» описываются соответствующие конкретные структуры.

Для складчатых дислокаций указывается: морфология и морфометрия складчатых комплексов и отдельных складок, кинематический и геотектонический тип складчатости, связь складчатости с осадконакоплением (постседиментационность или конседиментационность), возраст складчатости.

Для дизъюнктивных дислокаций указывается: подразделение на системы (соотношение со складчатыми дислокациями), динамический и кинематический тип, морфология и морфометрия амплитуда, возраст.

Наш пример главы «Тектоника».

ТЕКТОНИКА

В геотектоническом отношении, как уже указывалось в начале раздела «Геологическое строение района», наш участок располагается в зоне перехода от эпигерцинской Западно-Сибирской платформы к герцинидам Колывань–Томской складчатой области.

В тектоническом строении участка выделяется два структурных этажа, разделенных крупным тектоно-денудационным несогласием.

Нижний структурный этаж – фундамент платформы сложен смятыми в складки каменноугольными отложениями.

Верхний структурный этаж – чехол платформы сложен горизонтально залегающими кайнозойскими отложениями новомихайловской свиты олигоцена и четвертичными покровными суглинками.

Нижний структурный этаж

Пликативные (складчатые) дислокации

Пликативная тектоника нижнего структурного этажа представлена одной антиклинальной складкой I-го порядка, простирающейся в северо-северо-восточном направлении.

Ядро складки (центральная, замковая часть) сложена глинистыми сланцами лагерносадской свиты, а крылья – глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками басандайской свиты.

Ширина складки по границе между лагерносадской и басандайской свитами составляет около 500 м, длина в пределах участка – более километра. Учитывая продолжение складки на север и на юг от участка и параллельность крыльев, это явно линейная складка.

По положению оси относительно горизонта это складка с горизонтальной осью; по положению осевой плоскости и крыльев – косая (наклонная) с более крутым – до 70-75° северо-западным крылом и более пологим – 55° юго-восточным; по форме замка – выпуклая; по соотношению мощности пластов в замке и на крыльях – параллельная. По геодинамическим условиям образования это складка общего значительного тангенциального (горизонтального) сжатия с преобладанием давления с юго-востока.

Возраст складки послесреднекаменноугольный, но доолигоценовый. А поскольку долеритовая дайка, имеющая триасовый возраст, рвёт уже смятые в складку каменноугольные породы, то возраст складчатости получается позднекаменноугольно-пермский, т.е. эта складчатость прошла в герцинский цикл тектогенеза.

Разрывные нарушения (дизъюнктивные дислокации)

Разрывная тектоника представлена единственным нарушением (дизъюнктивом), прослеживающимся в центральной части участка с юго-востока на северо-запад. По отношению к простиранию каменноугольных пород этот дизъюнктив поперечный, по кинематическому и динамическому критериям – поступательный левый сдвиг с амплитудой 150-170 м. По отношению к складчатости – постскладчатый. Возраст дизъюнктива, как минимум, послеканноугольный, но доолигоценовый, т.к. он перекрывается новомихайловской свитой.

История геологического развития не входит в число необходимых глав. Из производственных отчетов эта глава часто исключается. Но для начинающих и, в частности, в отчёте по геологосъёмочной практике эта глава необходима т.к. именно в ней автор делает первую попытку создания единой пространственно-временной картины геологического развития района. В общем случае в этой главе в достаточно произвольной форме излагаются все события геологической истории района от периода к периоду, зафиксированные в его горных породах, палеонтологических остатках и тектонических структурах с самых древних времен и до формирования современного рельефа. Желательно при этом всю историю разбить на этапы. Для каждого этапа

указывается геотектонический режим, палеогеографическая обстановка, знак и интенсивность медленных тектонических движений и как следствие – трансгрессии и регрессии, характер аккумулятивной деятельности, проявление магматизма на формационном уровне. Границами этапов служат важнейшие события геологической истории – смены геотектонического режима и палеогеографической обстановки, крупнейшие перерывы в осадконакоплении, фазы складчатости и дизъюнктивных дислокаций, внедрение интрузивных комплексов.

Описывая историю геологического развития, нужно пользоваться геохронологическими единицами – период, эпоха, век и т.д. (а не стратиграфическими – система и т.п., как в главе «Стратиграфия»).

Историю геологического развития описываемого участка можно, например, изложить следующим образом.

История геологического развития

Историю геологического развития описываемого участка (района) можно проследить с раннекаменноугольной эпохи.

В эту эпоху описываемый район находился в пределах относительно глубоководного миогеосинклинального морского бассейна с нормальной солёностью воды (о чём свидетельствует фауна брахиопод), в котором в условиях общего тектонического опускания шло накопление глинистой толщи лагерьносадской свиты.

В конце поздней – начале среднекаменноугольной эпохи в связи с замедлением тектонического опускания и появления на его фоне мелкоамплитудных колебательных движений произошло некоторое обмеление морского бассейна, а осадконакопление приняло флишеподобный характер с чередованием в разрезе басандайской свиты глинистых сланцев, алевролитов и песчаников.

Во второй половине среднекаменноугольной эпохи начавшееся тектоническое поднятие привело к регрессии моря, перерыву в осадконакоплении и возникновению на дневной поверхности континентальных условий. Одновременно в течение позднекаменноугольной эпохи и пермского периода в глубине в одну из фаз герцинского цикла тектогенеза каменноугольные отложения были смяты в напряженные линейные складки северо-северо-восточного простирания, при этом глинистые отложения в результате слабого регионального метаморфизма превратились в глинистые сланцы.

В триасовый период в районе на глубине проявилась магматическая и гидротермальная деятельность, выразившаяся во внедрении долеритовых даек субвулканического базальтоидного комплекса и образованию кварцевого прожилкования по пластам песчаников. Указанные процессы, очевидно, были последними проявлениями миогеосинклинального этапа развития описываемой территории.

Перерыв в осадконакоплении, начавшийся еще в конце среднекаменноугольной эпохи, продолжался в конце палеозойской эры, всю мезозойскую эру, палеоценовую и эоценовую эпохи палеогена. За это время уже в платформенных геотектонических условиях при стабильном тектоническом режиме

денудация, как показывает анализ геологического разреза (рис. 25), срезала с суши не менее 1 км мощности горных пород, выведя на поверхность рельефа внутренние части ядра антиклиналей в каменноугольных отложениях.

В олигоценовую эпоху в описываемом районе в силу незначительных локальных тектонических опусканий и (или) значительного увлажнения климата возникли озера, в которых шло накопление глинистых осадков новомихайловской свиты. Эти глины свидетельствуют о том, что окружающий рельеф был равнинный и низменный, а остатки широколиственной флоры в глинах – о том, что климат района был заметно теплее современного.

В течение неогенового периода в продолжающихся платформенных равнинных условиях в результате начавшегося слабого неотектонического поднятия, началось формирование современной эрозионной сети, в частности заложение долин рек Томь и Ушайка, продолжавшееся в четвертичное период, и формирование разных генетических типов четвертичных отложений. Покровные лессовидные суглинки, покрывающие водораздельные пространства, свидетельствуют о том, что в позднеплейстоценовое время и в начале голоценового климат был несколько суше современного.

В главе «**Полезные ископаемые**» в начале дается общая оценка района на полезные ископаемые (богат, беден и т.д.) и перечисляются их виды в порядке убывания значимости.

Затем в принятой последовательности: горючие ископаемые (нефть, газ, каменный уголь, бурый уголь, торф); металлы (черные, цветные, редкие и редкоземельные элементы, благородные, радиоактивные элементы); неметаллические полезные ископаемые (оптическое сырье, химическое сырье, удобрения, керамическое и огнеупорное сырье, драгоценные и поделочные камни, строительные материалы – магматические, карбонатные, глинистые, обломочные породы); соли – дается характеристика каждого вида. В характеристике указывается: количество, тип (коренное месторождение, проявление, пункт минерализации, россыпи, ореолы рассеяния) и их распределение по площади; формационная принадлежность, генетический и геопромышленный тип. Для конкретных месторождений (проявлений и т.д.) указывается название, географическая привязка, формационный, генетический и геопромышленный тип, степень разведанности или освоенности, геологическая позиция, форма и размеры тел и условия их залегания, вещественный состав, вмещающие породы и околорудные изменения.

В рассматриваемом примере данная глава в силу ограниченности материала достаточно короткая и может выглядеть следующим образом.

Полезные ископаемые

Описываемый район относительно беден полезными ископаемыми, среди которых можно отметить торф верховых водораздельных болот, покровные лёссовидные суглинки, русловые гравийно-галечные отложения долины реки Томь.

Водораздельные торфяники распространены на площади не менее 4 га, но их незначительная мощность – не более 1.5 м не позволяет организовать их промышленную разработку. Эти торфяники могут использоваться для местных нужд в качестве удобрения и как биодобавка в корма для скота.

Покровные лёссовидные суглинки распространены практически по всем водораздельным пространствам (за исключением площади болот), их мощность достигает 5.5 м, запасы при средней мощности 3 м, соответственно, составляют 30000 м³ на 1 га площади. Всё это даёт возможность рассматривать эти суглинки как потенциальное сырьё для местного промышленного производства кирпича.

Гравийно-галечные отложения прирусловой отмели и русла долины р. Томи могут использоваться для отсыпки дорог и при производстве бетона. Для подсчёта запасов необходимо уточнить их мощность.

В случае, если в результате учебной геологосъемочной практики была составлена **карта четвертичных образований** (см. 5.5 и рис. 26,27), в отчёте по практике сохраняются главы «Введение», «Физико-географический и экономический очерк», «Полезные ископаемые» и «Заключение», а основное содержание отчёта сводится к главе **«Описание рельефа и четвертичных образований»**, в которой более подробно, на уровне понятия «простейшая поверхность рельефа» – поверхность поймы, террасы, склон, водораздельная поверхность и т.д. и понятия «форма рельефа» – скальный денудационный останец, оползень, карстовая воронка, овраг, моренный холм и т.д. описываются рельеф и все генетические и возрастные разновидности (типы) четвертичных отложений – см 3.1, 4.1, 4.5, а также все, что касается рельефа и четвертичных отложений – п.п. 1-5, 9, 11, 12 и 5.7.

В нашем случае основная глава выглядит следующим образом (в нижеприведённом достаточно подробном изложении использованы некоторые сведения, отсутствующие в описании опорного маршрута в гл. 4.5 и выводах по нему).

Описание рельефа и четвертичных образований

Описываемый участок охватывает небольшую часть водораздельной равнины и нижнюю по течению часть правого борта врезанной в равнину долины р. Ушайка в месте слияния её с долиной р. Томи.

В геоморфологическом строении и строении четвертичных образований описываемого района (участка) принимают участие следующие элементы рельефа и соответствующие (коррелятные) им генетические типы и фации четвертичных образований: водораздельная поверхность с распространёнными на ней покровными лёссовидными суглинками – LIII-IV и болотными отложениями – b IV; склон долины р. Ушайка, покрытый дефлюкционными – d II-IV и деляпсивными – dl IV

суглинками; II-я (или III-я) долинная надпойменная терраса, сложенная русловой фацией – а² III; прирусловые отмели и пойма – а IV.

Водораздельная поверхность, коррелятивные ей покровные суглинки и болотные отложения. Водораздельная поверхность (ВП) занимает северную половину площади описываемого участка. Она является древнейшим элементом геоморфологического строения территории. Морфологически ВП представляет собой залесённую равнину, очень медленно повышающуюся на северо-северо-восток и осложнённую редкими понижениями диаметром до 15-20 м и глубиной до 1 м. Скорее всего, учитывая, что описываемая часть ВП под почвенно-растительным слоем сложена покровными лёссовидными суглинками, эти понижения представляют собой типичные суффозионные просадки – «блюдца».

Отложения коррелятивной ВП толщи представлены субаэральными светложелтоватосерыми лёссовидными суглинками с типичной столбчатой отдельностью. Покровный характер толщи суглинков подчеркивается тем, что она перекрывает не только ВП, но и опускается на поверхность II-ой (или III-ей) надпойменной террасы. Мощность толщи до 5.5 м. Возраст толщи суглинков по аналогии с другими районами юга Западной Сибири и в соответствии с общей схемой стратиграфии четвертичных образований Западной Сибири (прилож. 4-III) неоплейстоцен-голоценовый.

В северо-восточной части ВП переходит в верховое болото. Его появление, очевидно, обусловлено двумя причинами. Во-первых, общим понижением водораздельной поверхности в этом месте в результате суффозии и уплотнения подстилающих покровных суглинков; во-вторых, появлением, в результате уплотнения суглинков, водоупора на площади, где суглинки изначально содержали большой процент глинистых частиц. Все это привело к повышению зеркала грунтовых вод и заболачиванию.

Торф болота, в соответствии с его верховым характером, сфагновый с примесью древесины. Мощность его до 1.5 м. Его наложенный на подстилающие покровные суглинки характер свидетельствует о молодом голоценовом возрасте. Процесс торфообразования продолжается в настоящее время.

Дефлюкционный склон долины и его отложения. Дефлюкционный склон долины, местами осложнённый оползневыми процессами, занимает среднюю часть описываемого участка и является следующим по возрасту более молодым по отношению к ВП элементом рельефа.

По общему профилю он ровный или слегка выпукло-вогнутый со средним уклоном не более 10°. Ширина склона 150-200 м, высота бровки (линии перехода в ВП) над руслом р. Ушайка – 20-25 м.

Склон прикрыт буровато-серыми дефлюкционными суглинками. В нижней части, где под склоновыми суглинками обнажаются породы каменноугольного возраста, к ним примешивается небольшое количество – не более 10-15% мелкого щебня и дресвы этих пород. Мощность дефлюкционных суглинков в верхней части склона достигает 1 м, следовательно, учитывая выпукло-вогнутый профиль склона, к его подножью следует ожидать увеличения мощности суглинков до 2 или более м.

Возраст дефлюкционных суглинков согласно схеме стратиграфии четвертичных образований Зап. Сибири (прилож. 4-III) датируется как голоценовый. Учитывая, что заложение долины Р. Ушайки – её врезание в водораздельную равнину началось гораздо раньше (о чем свидетельствует наличие в долине

позднеплейстоценовой II-ой или даже III-ей террасы) автор считает возможным понизить возраст начала формирования склоновых суглинков по крайней мере до конца среднего неоплейстоцена.

В 600 м от устья р. Ушайки на дефлюкционный склон долины наложен участок развития мелкобугристо-западного, обводненного мелкими ручейками и мочажинами оползневого рельефа. Участок имеет ширину вдоль подножья склона до 100 м и длину вверх по склону до 120 м. В нижней своей части участок оползневого рельефа напоздаёт на пойму р. Ушайки, верхняя его часть представляет собой днище расположенного выше по склону суффозионного цирка диаметром до 50 м.

Оползневый рельеф сложен комковатыми, трещиноватыми, перемятыми с микроскладчатостью течения, расслоенными на отдельные блоки-оплывины деляпсивными (оползевыми) суглинками, представляющими собой бывшие дефлюкционные суглинки, переработанные оползевыми процессами.

Развитие оползневого рельефа и возникновение деляпсивных отложений связано с расположенными выше по склону в основании стенок суффозионного цирка выходами грунтовых вод. Эти выходы приурочены к понижениям в кровле глин новомихайловской свиты, служащих водоупором для грунтовых вод.

Возраст оползневого рельефа и слагающих его деляпсивных отложений, как наложенных на дефлюкционный склон, молодой голоценовый. Оползень находится в активной фазе и продолжает развитие.

II – ая надпойменная терраса и коррелятивные аллювиальные отложения. Небольшой сегмент II-ой надпойменной террасы сохранился по правому борту долины р. Ушайки в 700 м от устья. Длина сегмента – 200 м, ширина по центру – до 70 м. Превышение бровки площадки террасы над руслом р. Ушайка – 10 м. Терраса цокольная - в нижней части её уступа обнажаются каменноугольные породы, а в верхней – новомихайловские глины.

Террасовый аллювий, залегающий на цоколе, сложен глинами новомихайловской свиты олигоцена, представлен русловыми грубокослоистыми песчано-гравийно-галечными отложениями мощностью до 1 м. Ориентировка косых серий аллювия соответствует общему направлению долины р. Ушайка на юго-запад. Терраса отнесена ко II-ой надпойменной (формально на этом участке она 1-я надпойменная) из-за достаточно высокого положения над поймой. Более того, наличие на поверхности террасы покровных лёссовидных суглинков, перекрывающих аллювий, допускает отнесение её к III-ей надпойменной террасе. Вопрос пока остается открытым.

Позднеплейстоценовый возраст террасы и её отложений определяется тем, что, согласно схеме стратиграфии четвертичных образований Западной Сибири, все II-е и III-е террасы долин юга Западной Сибири имеют позднеплейстоценовый возраст (прилож. 4-III).

Пойма, русловые и пойменные отложения. Пойма, русловые и пойменные отложения распространены в южной части описываемого участка.

Русловые отложения слагают прирусловую отмель по правому берегу р. Томи и заходят в долину р. Ушайка, где прирусловые отмели сужаются, а местами исчезают вовсе. Ширина прирусловой отмели р. Томь достигает , отмель сложена (далее для экономии места описание прерывается , практически оно повторило бы всё, что касается русла и поймы в описании опорного маршрута в гл.

4.5, а также то, что изложено выше в данной главе при описании четвертичных отложений в примере главы «Стратиграфия»).

В заключение общее пожелание от авторов этого учебного пособия: пусть общегеологическая и геологосъёмочная практики станут самыми интересными и запоминающимися событиями в Вашем обучении своей профессии!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшов Г.П., Якушова А.Ф. Общая геология.– М.: Изд-во МГУ, 1962, 1974. – 592 с.
2. Гудымович С.С. и др. Учебная геологическая практика в окрестностях г. Томска. Учебное пособие.– Томск: Изд-во ТПУ, 2007.– 108 с.
3. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики). Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 103 с.
4. Гудымович С.С. Горный компас. Методические указания к использованию... – Томск: Изд-во ТПУ. 2005. – 18 с.
5. Инструкция по организации и производству геолого-съёмочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50000 (1:25000). – Л., 1989. – 243 с. (ВСЕГЕИ)
6. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000 (Роскомнедра). – М., 1995. – 244 с.
7. Короновский Н.В. Общая геология. – М.: КДУ, 2006. – 528 с.
8. Лахи Ф. Полевая геология. – М.: Мир, 1966. Том 1 и 2.
9. Мельничук В.С., Арабаджи М.С. Общая геология. – М.: Недра, 1989. – 333 с.

10. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям /Научн. ред. Ю.Ф. Чемяков. – Л.: Недра, 1972. – 384 с.
11. Методическое руководство по изучению и геологической съёмке четвертичных отложений /Научн. ред. Г.С. Ганешин. – Недра, 1987. – 304 с.
12. Полевая геология: Справочное руководство: В 2 кн./Под ред. В.В. Лаврова, А.С. Кумпана. – Л.: Недра, 1989. Кн. 1 – 400 с., Кн. 2 – 455 с.
13. Якушова А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 444 с.

Приложение 1

НЕКОТОРЫЕ* УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ КАРТАМ

I. Возрастная окраска стратифицированных толщ

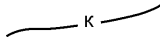
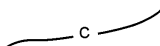
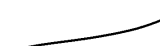
Протерозой – розовый; кембрий – сине-зеленый; ордовик – серотемнозеленый; силур – зеленый; девон – коричневый; карбон – серый; пермь – оранжевый; триас – фиолетовый; юра – синий; мел – ярко-зеленый; палеоген – темнооранжевожелтый; неоген – желтый; четвертичные отложения – желтоватосветлосерый.

Подразделения внутри систем (отделы, ярусы) показываются оттенками основного цвета по принципу: чем моложе – тем светлее.

II. Окраска и индексы интрузивных тел

Кислые (граниты) – красный, γ ; средние (диориты) – малиновый, δ ; средние субщелочные (сиениты) – оранжевый, ξ ; основные (габбро) – густозеленый, ν ; ультраосновные (дуниты, перидотиты, пироксениты) – темнофиолетовый, σ .

III. Внемасштабные знаки маркирующих горизонтов и даек

Цвет линии	Маркирующие горизонты		Дайки
	осадочные	вулканогенные	
Коричневый	 к — обломочные		
Синий	 с — карбонатные		
Черный	 — каустобиолит		



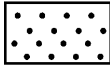
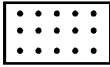
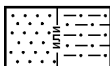
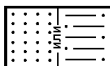
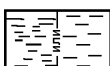

Оранжевый	ы — j — кремнистые	— λ — кислые	— / — щелочные
Красный			— / — кислые
Зеленый		— β — основные	— / — средние и основные
Фиолетовый		— α — средние	— / — ультраосновные

* В приложениях 1 и 2 перечислены наиболее употребляемые условные обозначения к геологическим картам и картам четвертичных отложений, в том числе и к приведенным в данных методических указаниях (рис.21-23, 25-27). Подробнее условные обозначения – см. [5,6].



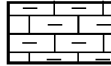
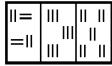
Приложение 1 (продолжение 1)

IV. Литология и петрография горных пород

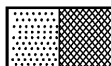


1) ОБЛОМОЧНЫЕ

рыхлые	сцементированные
 щебень галечник	 брекчия конгломерат
 дресва гравий	 брекчия гравелит
 песок	 песчаник
 алевроит	 алевролит
 глины (илы)	 аргиллиты



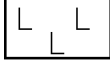
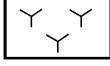
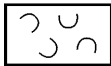
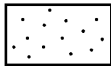
2) КАРБОНАТНЫЕ и КРЕМНИСТЫЕ


 известняки	 доломиты
 мергели	 диатомиты ополки радиоляриты (яшмы)


3) ПРОЧИЕ ОСАДОЧНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

 каустобиолиты (густой крап или густая сетка)	 бокситы аллиты
 каолиновая кора выветривания палеогенового возраста (корич.)	

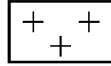

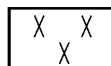
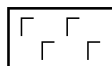
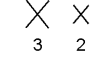
4) ВУЛКАНОГЕННЫЕ

 кислые (риолиты)	 средние (андезиты)
 основные (базальты)	 нерасчлененные
 тефры	 туфы

например:  - риолитовая тефра

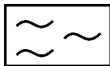

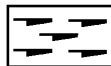
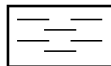
 - туфы разного состава

5) ИНТРУЗИВНЫЕ

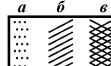
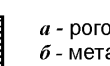
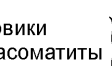


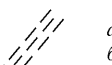
 граниты	 сиениты
 диориты	 габбро
 $\begin{matrix} \times & \times & \times \\ 3 & 2 & 1,5 \text{ мм} \end{matrix}$ - крупно-, средне- и мелкозернистые гранодиориты	

Щелочность магматических пород обозначается добавлением точки или кружочка: \uparrow - трахиты; \downarrow - трахибазальты, \uparrow - щелочное габбро

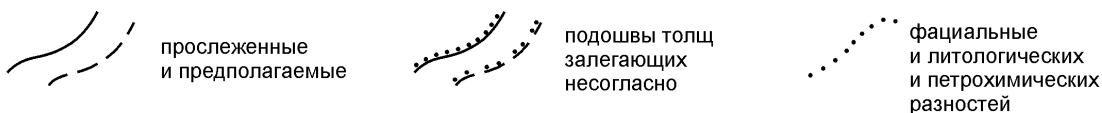
6) МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ

 "зеленые" сланцы	 кристаллические сланцы
 амфиболиты	 гнейсы

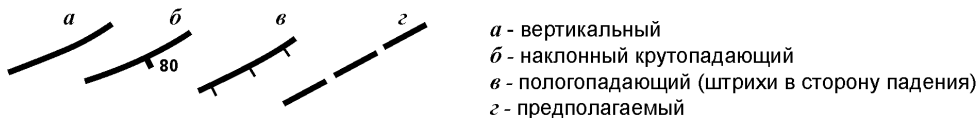
7) МЕТАСОМАТИТЫ (красный) и ТЕКТОНИТЫ (красный или зеленый)

 <i>a</i>	 <i>b</i>	 <i>в</i>	} красным цветом
<i>a</i> - роговики <i>b</i> - метасоматиты <i>в</i> - скарны			
 <i>a</i>	 <i>b</i>	 <i>в</i>	<i>a</i> - брекчии <i>b</i> - катаклазиты <i>в</i> - милониты

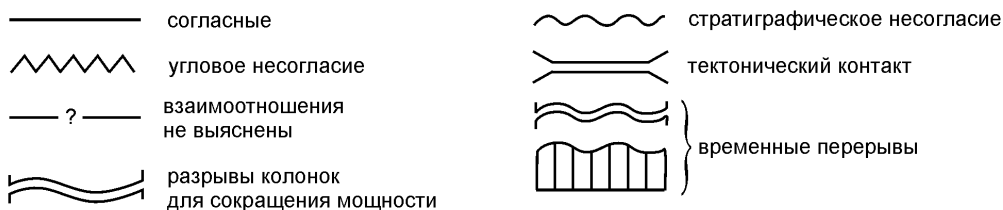
V. Геологические границы



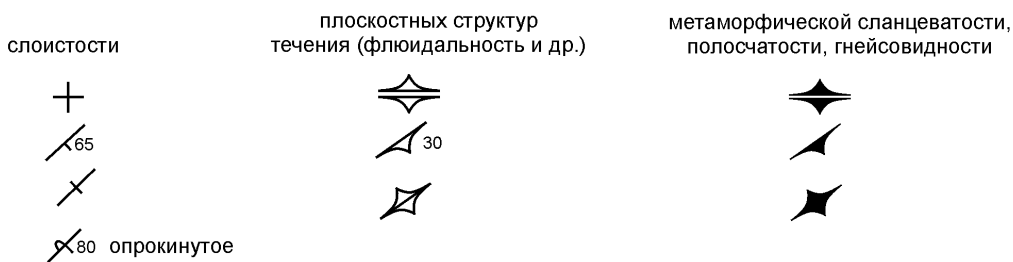
VI. Разрывные нарушения (дизъюнктивы)



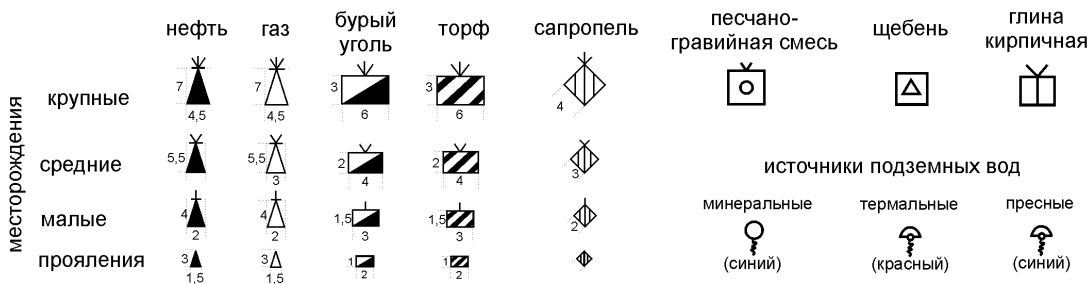
VII. Обозначения взаимоотношений стратиграфических подразделений (только в колонках и схемах корреляции)



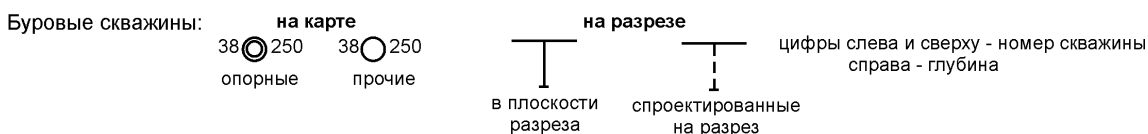
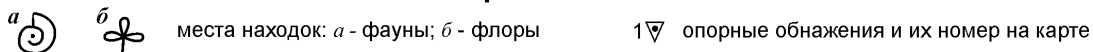
VIII. Элементы залегания



IX. Месторождения и проявления полезных ископаемых



X. Прочие



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
К КАРТАМ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

I. Раскраска и индексы основных генетических типов четвертичных образований

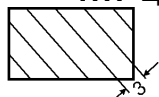
Элювий – *e* – сиреневый, делювий – *d* – оранжевый, коллювий – *c* – малиновый, солифлюкций – *s* – кирпичный, пролювий – *p* – желто-оранжевый, аллювий – *a* – зеленый, озерный – *l* – голубой, морской – *m* – синий, ледниковый – *g* – темно-коричневый, флювиальный – *f* – грязно-зеленый, эоловый – *v* – желтый, биогенный – *b* – темно-серый [1] или светло-коричневый [2], хемогенный – *ch* – серый, вулканогенный – *vl* – цвета морской волны [2] или раскрашивается в цвета магматических пород в зависимости от химического состава [1], техногенный – *t* – светло-коричневый [1], или светло-фиолетовый [2].

II. Двойные по генетическому составу толщи – делювиально-коллювиальный – *dc* и т.п. раскрашиваются смешением основных цветов или по цвету преобладающего генетического типа дается цветная *наклонная вправо (от вертикали) штриховка* подчиненного с толщиной линий не более 0,5 мм и расстоянием между ними 1,5-2 мм.



Ледниково-морские отложения.
Штриховка коричневого цвета (ледниковая составляющая), промежутки синего цвета (морская составляющая)

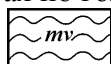
III. Цветная штриховка для маломощных покровных образований



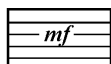
суглинки и супеси - оранжевый; лёссы и лёссовидные породы - коричневый; торфяники - зеленый; эоловые пески - желтый. Штриховка наклонена *влево* (от вертикали) и накладывается на генетический цвет подстилающих четвертичных толщ

толщина линий - 0.25 мм
расстояние между ними - 2-3 мм

IV. Штриховка для обозначения генетических подтипов морских и озерных отложений. Морские – синяя штриховка по синему фону; озерные – голубая по голубому фону.



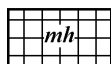
волновой



флювиальный
(потоковый)



бассейновый
(нефелоидный)



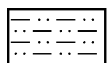
хемогенный



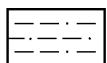
биогенный

(и другие)

V. Обозначения литологического состава четвертичных образований



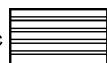
супесь



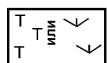
суглинок



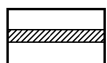
лѐсс



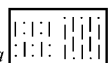
ленточные глины



торф

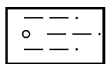


погребенные
почвы
(только на разрезах
и в колонках)

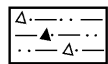


лѐссовидные: *a* - супеси; *b* - суглинки

Примеры объединенных знаков



валунные суглинки



щебенисто-дресвяные
супеси

VI. Возрастные индексы четвертичной системы (общая шкала)

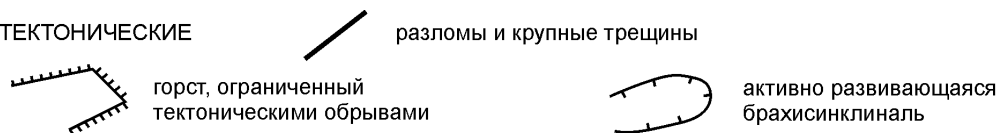
Система	Надраздел	Раздел	Звено	Ступень
Четвертич ая Q	Голоцен H			
	Плейстоцен P	Неоплейстоцен NP	Верхнее III Средне II Нижнее I	III ₁ , III ₂ , III ₃ , III ₄ ,
		Эоплейстоцен E	Верхнее E II Нижнее E I	

Приложение 2 (продолжение 1)

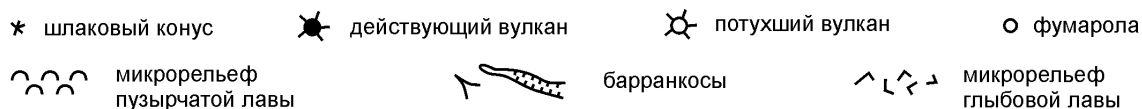
II. Внемасштабные знаки элементов рельефа – (лишь некоторые в ограниченном количестве, только как примеры, полные перечни знаков – см. [3,5])

Цвет знаков соответствует генетической раскраске площадных элементов (см. выше раздел I).

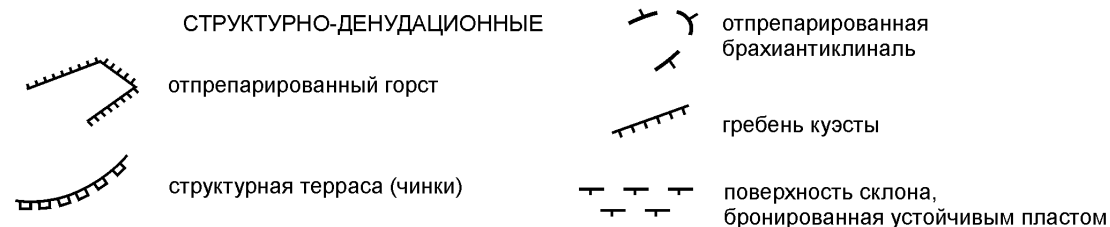
ТЕКТОНИЧЕСКИЕ



ВУЛКАНОГЕННЫЕ



ВЫРАБОТАННЫЕ



ДЕНУДАЦИОННЫЕ



ЭРОЗИОННЫЕ



АБРАЗИОННЫЕ

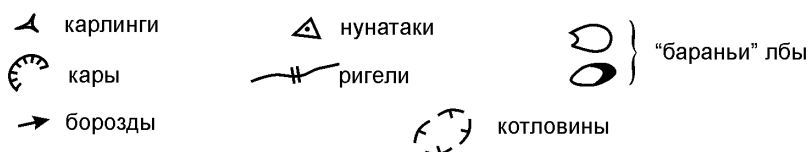


КРИОГЕННЫЕ И ТЕРМОКАРСТОВЫЕ



Приложение 2 (продолжение 2)

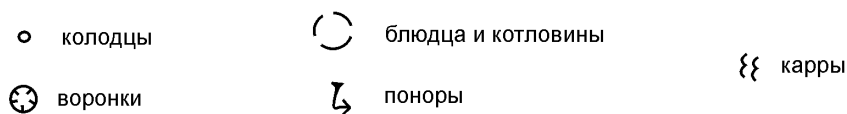
ЭКЗАРАЦИОННЫЕ



КОРРАЗИОННЫЕ и ДЕФЛЯЦИОННЫЕ



КАРСТОВЫЕ и СУФФОЗИОННЫЕ

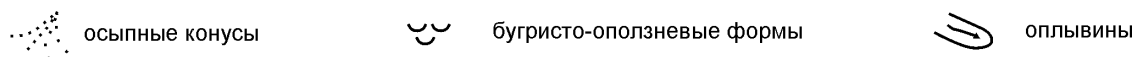


ТЕХНОГЕННЫЕ



АККУМУЛЯТИВНЫЕ

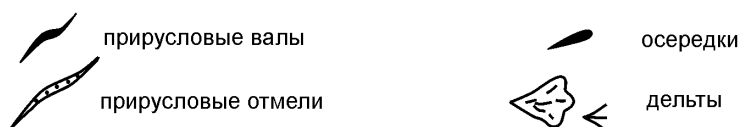
ГРАВИТАЦИОННЫЕ



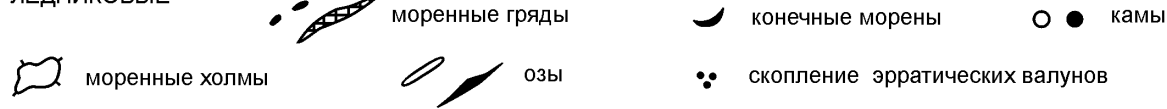
ПРОЛЮВИАЛЬНЫЕ



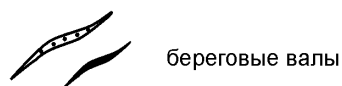
АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ



ЛЕДНИКОВЫЕ



ОЗЕРНЫЕ и МОРСКИЕ



ТЕХНОГЕННЫЕ



ПОПРАВКИ УГЛА ПАДЕНИЯ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ, НЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ К ПРОСТИРАНИЮ ПЛАСТОВ

Истинный угол падения	Угол между простиранием и линией разреза															
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
10°	9° 51'	9° 40'	9° 24'	9° 05'	8° 41'	8° 13'	7° 41'	7° 06'	6° 28'	5° 46'	5° 02'	4° 15'	3° 27'	2° 37'	1° 45'	0° 53'
15°	14 27	14 31	14 08	13 39	13 34	12 28	11 36	10 04	9 46	8 44	7 38	6 28	5 14	3 33	2 40	1 20
20°	19 43	19 23	18 53	18 15	17 30	16 36	15 35	14 25	13 10	11 48	10 19	8 45	7 06	5 23	3 37	1 49
25°	24 48	24 15	23 39	22 55	22 00	20 54	19 34	18 15	16 41	14 58	13 07	11 09	9 03	6 53	4 37	2 20
30°	29 37	26 09	28 29	27 37	26 34	25 18	23 51	22 12	20 21	18 19	16 06	13 43	11 10	8 30	5 44	2 53
35°	34 36	34 04	33 21	32 24	31 13	29 50	28 12	26 20	24 14	21 53	19 18	16 29	13 28	10 16	6 56	3 30
40°	39 34	39 02	38 15	37 15	36 00	34 30	32 44	30 41	28 20	25 42	22 45	19 31	16 00	12 15	8 17	4 11
45°	44 34	44 01	43 13	42 11	40 54	39 19	37 27	35 16	32 44	29 50	26 33	22 55	18 53	14 30	9 51	4 59
50°	49 34	49 01	48 14	47 12	45 54	44 17	42 23	40 07	37 27	34 21	30 47	26 44	22 11	17 09	11 41	5 56
55°	54 35	54 04	53 19	52 18	51 03	49 29	47 35	45 17	42 33	39 20	35 32	31 07	26 02	20 17	13 55	7 06
60°	59 37	59 08	58 26	57 30	56 19	54 49	53 00	50 46	48 04	44 47	40 54	36 14	30 29	24 08	16 44	8 35
65°	64 00	64 14	63 36	62 46	61 42	60 21	58 40	56 36	54 02	50 53	46 59	42 11	36 15	29 02	20 25	10 35
70°	69 43	69 21	68 49	68 07	67 12	66 08	64 35	62 46	60 29	57 36	53 57	49 16	43 13	35 25	25 30	13 28
75°	74 47	74 30	74 05	73 32	72 48	71 53	70 43	69 14	67 22	64 58	61 49	57 37	51 55	44 01	32 57	18 01
80°	79 51	79 39	79 22	78 59	78 29	77 51	77 02	76 00	74 40	72 75	70 34	67 21	63 43	55 44	44 33	26 18
85°	84 56	84 50	84 41	84 29	84 14	83 54	83 29	82 57	82 15	81 20	80 05	78 19	75 39	71 20	63 15	44 54
89°	88 59	88 58	88 56	88 54	88 51	88 47	88 42	88 35	88 27	88 15	88 00	87 38	87 05	86 09	84 15	78 41

Пример: Пересекаем обнажение по линии, образующей угол в 40° с простиранием свиты; видимый угол падения пластов 35°. В вертикальном столбце для 40° находим значения 32° 44' и 37° 27' (близкие к 35°), соответствующие истинным углам падения 45° и 50°, истинное падение пластов будет около 47° (точнее 47° 30').

Приложение 4 – I
Общая стратиграфическая шкала фанерозоя

Эра тема	Система	Отделы и подотделы		Ярус	Возраст, млн. лет		
					1	2	
Кайнозойская KZ	Неогеновая N	Плиоцен N ₂	Верхний N ₂ ³	Гелазский N ₂ gl	2,6	2,588	
			Средний N ₂ ²	Пьяченцкий N ₂ pia			
			Нижний N ₂ ¹	Занкльский N ₂ zan			
		Миоцен N ₁	Верхний N ₁ ³	Мессинский N ₁ mes	7,1	7,246	
				Тортонский N ₁ tor	11,5	11,608	
			Средний N ₁ ²	Серравальский N ₁ srv	14,7	13,65	
				Лангийский N ₁ lan	16,5	15,97	
			Нижний N ₁ ¹	Бурдигальский N ₁ bur	20,5	20,43	
				Аквитанский N ₁ agt	23±1	23,03	
			Палеогеновая P	Олигоцен P ₃	Верхний P ₃ ²	Хаттский P ₃ ² h	28
	Нижний P ₃ ¹	Рюпельский P ₃ ¹ r			34	33,9±0,1	
	Эоцен P ₂	Верхний P ₂ ³		Приабонский P ₂ ³ p	37	37,2±0,1	
		Средний P ₂ ²		Бартонский P ₂ ² b	40	40,4±0,2	
				Лютетский P ₂ ² l	48	48,6±0,2	
		Нижний P ₂ ¹		Ипрский P ₂ ¹ i	55	55,8±0,2	
	Палеоцен P ₁	Верхний P ₁ ²		Танетский P ₁ ² t	59	58,7±0,2	
		Нижний P ₁ ¹		Зеландский P ₁ ² sl		61,7±0,2	
	Мезозойская MZ	Меловая K		Верхний K ₂	Маастрихтский K ₂ m	65	65,5±0,3
					Кампанский K ₂ km(K ₂ cp)	73	70,1±0,6
			Сантонский K ₂ st		83	83,5±0,7	
			Коньякский K ₂ k(K ₂ cn)		88	85,8±0,7	
			Туронский K ₂ t		89	89,3±1,0	
			Сеноманский K ₂ s(K ₂ cm)		92	93,5±0,8	
			97		99,6±0,9		
Нижний K ₁			Альбский K ₁ al		112,0±1,0		
			Аптский K ₁ a		125,0±1,0		
			Барремский K ₁ br		130,0±1,5		
			Готеривский K ₁ g(K ₁ h)		136,4±2,0		
			Валанжинский K ₁ v	135)	140,2±3,0		
			Берриасский K ₁ b	145±3	145,5±4,0		

Продолжение приложения 4 – I

Эр ат ем а	Си сте ма	Отделы и подотделы	Ярус	Возраст, млн. лет			
				1	2		
Мезозойская MZ	Юрская J	Верхний J ₃	Титонский J ₃ tt	151,5	150,8±4,0		
			Кимериджский J ₃ km			154	155, ±4,0
			Оксфордский J ₃ o			157	161,2±4,0
		Средний J ₂	Келловейский J ₂ k(J ₂ c)	160	164,7±4,0		
			Батский J ₂ bt	170	167,7±3,5		
			Байосский J ₂ b	174	171,6±3,0		
			Ааленский J ₂ a	178	175,6±3,0		
			Тоарский J ₁ t	184	183,0±1,5		
		Нижний J ₁	Плинсбахский J ₁ p	192	189,6±1,5		
			Синемюрский J ₁ s	197	196,5±1,0		
			Геттангский J ₁ g (J ₁ h)	200±1	199,6±0,6		
			Рэтский T ₃ r		203,6±1,5		
	Триасовая T	Верхний T ₃	Норийский T ₃ n		216,5±2,0		
			Карнийский T ₃ k		228,0±2,0		
			Ладинский T ₂ l		237,0±2,0		
		Средний T ₂	Анизийский T ₂ a	241,5			
			Оленекский T ₁ o		245,0±1,5		
			Индский T ₁ i	246	249,7±0,7		
Палеозойская PZ	Пермская P	Татарский P ₃	Вятский P ₃ v	251±3	251,0±0,7		
			Северодвинский P ₃ s				
		Биармийский P ₂	Уржумский P ₂ ur	265,8	265,8		
			Казанский P ₂ kz	270,6	270±0,7		
		Приуральский P ₁	Уфимский P ₁ u		275,6±0,7		
			Кунгурский P ₁ k				
	Артинский P ₁ ar						
	Сакмарский P ₁ s						
	Каменноугольная C	Верхний C ₃	Ассельский P ₁ a	296±5	294,6±0,8		
			Гжельский C ₃ g		299,0±0,8		
		Средний C ₂	Касимовская C ₃ k	(300)	303,9±9		
			Московский C ₂ m		306,5±1,0		
Башкирский C ₂ b				311,7±1,1			
Нижний C ₁		Серпуховский C ₁ s		318,1±1,3			
		Визейский C ₁ v	342	326,4±1,6			
		Турнейский C ₁ t		345,3±2,1			
		(360)	359,2±2,5				

Продолжение приложения 4 – I

Эр ате ма	Сис те ма	Отделы и подотделы	Ярус	Возраст, млн. лет	
				1	2
Палеозойская PZ	Девонская D	Верхний D ₃	Фаменский D ₃ fm	(370) 382	374±2,6
			Франский D ₃ f		385±2,6
		Средний D ₂	Живетский D ₂ zv (D ₂ g)	392 409	391,8±2,7
			Эйфельский D ₂ ef		397,5±2,7
		Нижний D ₁	Эмский D ₁ e	412 418±2	407,0±2,8
			Пражский D ₁ p		411,2 ±2,8
	Лохковский D ₁ l		416,0±2,8		
	Силури йская S	Верхний S ₂	Пржидольский S ₂ p	419 424	418,7±2,7
			Лудловский S ₂ ld		422,9±2,5
		Нижний S ₁	Венлокский S ₁ v (S ₁ w)	428 443±2	428±2,1
			Лландоверийский S ₁ l		443,3±1,5
	Ордовикс- кая O	Верхний O ₃	Ашгиллский O ₃ as	449 458	460,9 468,1
			Карадокский O ₃ k		
		Средний O ₂	Лланвирнский O ₂ l	473 4902	488,0
			Аренигский O ₂ a		
	Нижний O ₁	Тремадокский O ₁ t			
	Кембрийская €	Верхний € ₃	Батырбайский € ₃ bt	500 509	501,0±2,0 513,0±2,0
			Аксацкий € ₃ ak		
			Сакский € ₃ s		
		Средний € ₂	Аюсокканский € ₃ as	500 509	501,0±2,0 513,0±2,0
			Майский € ₂ m		
		Нижний € ₁	Амгинский € ₂ am	(526) (529) 535±1	542,0±1,0
			Тойонский € ₁ tn		
			Ботомский € ₁ b		
		Атдабанский € ₁ at			
		Томмотский € ₁ t			

Примечание. В столбцах геологического возраста использованы:

- 1) Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб. ВСЕГЕИ, 2000.С. 85–88; 2) Episodes. 2001. Vol. 24. № 2. P. 102–114.

Помещённые в таблице индексы стратиграфических подразделений используются в практике работ Научно-редакционного совета. Индексы, заключенные в скобки, использовались на некоторых геологических картах, изданных до 1986 г.

Приложение 4 – II

**Общая стратиграфическая шкала докембрия. 2000 г.
(возраст, млн. лет)**

Акро- тема	Эонотема	Эратема	Система	
Протерозойская PR	Фанерозойская	Палеозойская 535 ± 1	Кембрийская	
	Верхнепротерозойская PR	_____ 600 ± 10 _____	Венд- ская V	Верхняя V ₂ —570–555— Нижняя V ₁
		Рифейская R		Верхнерифейская R ₃ (Каратавий) _____ 1030 ± 30 _____
				Среднерифейская R ₂ (Юрматиний) _____ 1350 ± 20 _____
	Нижнерифейская R ₁ (Бурзяний)			
2500±50	Нижнепротерозойская PR	Верхнекарельская PR ₂ _____ 1900 ± 50 _____		
		Нижнекарельская PR ₁		
Архейская AR	Верхнеархейская (лопийская L) 3150 ± 50	Верхнелопийская L ₃ ---- 3000 ---- Среднелопийская L ₂ ---- 3000 ---- Нижнелопийская L ₁		
	Нижнеархейская (саамская S)			

Примечание. Шкала нижнего докембрия утверждена МСК в 2001 г.
(Постановления МСК. Вып. 33. 2002)

Приложение 4 –III

Схема стратиграфии четвертичной системы

Общая шкала (МКС - 1995)					Региональная шкала (МКС 1999, 2000)			Местная схема стратиграфии четвертичных отложений окрестностей г.Томска			Абсолютный возраст										
система	надраздел	раздел	звено	ступень	над-горизонт	горизонт	под-горизонт	водоразделы (плакоры)		долины											
								субазральные фации	субаквальные фации												
Ч Е Т В Е Р Т И Ч Н А Я - Q П Л Е Й С Т О Ц Е Н - P ЭОПЛЕЙСТОЦЕН-Е нижнее - E _I верхнее - E _{II}					ГОЛОЦЕН					водоразделы (плакоры)		долины		0,01							
					IV					Зырянский современный сартанский каргинский ермаковский			субазральные фации		субаквальные фации		высокая - a ₁ IV низкая - a ₂ IV пойма				
					верхнее - III								Покровные отложения золово-аллювиальные, делювиальные, субазральные лессовидные суглинки - scall-IV (епловская свита - LIII-IV)		золотые пески - VIII - IV		озерные илы, мергели - p/V; болотный торф - e/IV пролювиальные супеси, суглинки дниц логов - pIII-IV		I терраса - a ¹ III		
					2										II терраса - a ² III						
					1										казанцевский				лимноаллювий - la-III ложбин стока (флювиоаллювий - fa II-III) Супеси, суглинки, пески с гравием (пайдугинская свита)		III терраса - a ³ II-III
					4					Бахтинский тазовский ширтинский самаровский тобольский			озерно-аллювиальные пески, глины, иловатые суглинки (сузгунская свита) - lallsz		IV (?) терраса - a ⁴ II-III						
					3								Краснодубровская свита - лессовидные суглинки с погреевыми почвами		Тайгинская свита - аллювиально-озерные глины - /I-II lg		тобольская свита "диагональные" пески с флорой		0,38		
					2										Федосовская свита аллювиально-озерные илы, суглинки, супеси, пески		Кривошейнская свита - аллювиальные пески				
					1										отложения прадолин						
					нижнее - I					шайтанский			Кочковская свита la E k ^c		отложения прадолин		0,8				
					нижнее - I					талагайкинский			верхняя подсвита - озерные глины, суглинки		нижняя подсвита - аллювиальные пески, галечники			1,8			
					нижнее - I					Кочковский			верхний		нижний						

Примечание. Жирным шрифтом выделены стратиграфические подразделения и их индексы, составляющие современную стратиграфическую колонку. Остальные названия реже употребляются или устаревшие.

СОДЕРЖАНИЕ

		С.
1.	Методология учебных общегеологической и геологосъёмочной практик	3
2.	Краткое описание ландшафта, геологического строения и современных геологических процессов окрестностей г. Томска	4
3.	Программа полевых наблюдений во время учебной общегеологической практики	8
3.1.	Полевые наблюдения за действием современных физико-геологических процессов (изучение и описание ландшафта).....	9
3.1.1.	Выветривание.....	10
3.1.2.	Склоновые процессы и отложения.....	14
3.1.3.	Формы рельефа и отложения, созданные деятельностью линейных водотоков (флювиальные формы рельефа и отложения).....	19
3.1.4.	Деятельность подземных вод	22
3.1.5.	Озёра и болота	22
3.1.6.	Специфические процессы, формы рельефа и отложения зоны распространения «вечной» мерзлоты (криолитозоны)	26
3.2.	Полевые геологические наблюдения (изучение и описание геологического строения)	29
3.2.1.	Общая задача полевых геологических наблюдений.....	29
3.2.2.	Определение типа горных пород, определение геологических тел, сложенных горными породами, описание горных пород.....	30
3.2.2.1.	Осадочные горные породы	31
3.2.2.2.	Магматические горные породы	40

3.2.2.3.	Метаморфические (и метасоматические) горные породы.....	49
3.2.3.	Как геологические тела залегают в пространстве и по отношению друг к другу	54
3.2.4.	Результаты действия вторичных, наложенных на горные породы, геологических процессов	55
4.	Порядок ведения и документации полевых наблюдений	58
4.1.	Общие положения (понятие о глазомерной съёмке, маршруте, обнажении, точке наблюдения).....	58
4.2.	Общие положения о компасе и азимутах; определение на местности магнитного азимута направления; определение («снятие») азимута по карте, плану	61
4.2.1.	Определение азимута на местности	62
4.2.2.	Определение («снятие») азимута по карте	63
4.3.	ПРОХОЖДЕНИЕ МАРШРУТА	65
4.3.1.	Нанесение маршрута.....	67
4.3.2.	Использование GPS наблюдений при прохождении и нанесении маршрута.....	69
4.4.	Документация обнажений	72
4.4.1.	Привязка обнажения.....	72
4.4.2.	Описание обнажения.....	72
4.4.2.1.	Программа описания обнажения.....	72
4.4.2.2.	Некоторые дополнительные правила описания.....	73
4.4.2.3.	Определение элементов залегания геологических тел...	73
4.4.3.	Зарисовка обнажений.....	77
4.5.	Пример описания маршрута	79
4.6.	Нанесение пройденного маршрута на план и составление карты фактического материала	89
5.	Геологическое картографирование	91
5.1.	Общие замечания	91
5.2.	Общие сведения о геологической карте.....	96
5.3.	Построение простейшей маршрутной геологической карты и сопровождающей её графики: геологического	98

	разреза и стратиграфической колонки.....	
5.3.1.	Построение геологической карты	98
5.3.2.	Построение геологического разреза.....	100
5.3.4.	Построение стратиграфической колонки.....	103
5.4.	Построение геологической карты на некоторую площадь (по двум и более маршрутам), геологического разреза и стратиграфической колонки	106
5.4.1.	Описание точек наблюдений (дополнение к описанию второго маршрута – см. разд. 4.5).....	106
5.4.2.	Построение геологической карты.....	108
5.4.3.	Построение геологического разреза и стратиграфической колонки.....	111
5.5.	Построение карты четвертичных образований (отложений) с элементами геоморфологии	111
5.5.1.	Особенности картирования четвертичных образований и рельефа	112
5.5.2.	Общие сведения о карте четвертичных образований (отложений) и сопровождающих её графических приложениях.....	113
5.5.3.	Построение карты четвертичных образований (по данным основного маршрута в 4.5).....	116
6.	Список литературы	121
7.	Приложения	122
Прило- жение 1	Некоторые условные обозначения к геологическим картам.....	122
Прило- жение 2	Условные обозначения к картам четвертичных отложений.....	125
Прило- жение 3	Таблица поправок угла падения при сечениях, не перпендикулярных	128

	простиранию.....	
Прило-	4 – I. Общая стратиграфическая шкала фанерозоя.....	129
жение 4	4 – II. Общая стратиграфическая шкала докембрия.....	132
	4 –III. Схема стратиграфии четвертичной системы.....	133

Учебное издание

ГУДЫМОВИЧ Сергей Сергеевич
ПОЛИЕНКО Александр Константинович

УЧЕБНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ

Учебное пособие

Научный редактор
 доктор геолого-минералогических наук,
 профессор *И.В. Кучеренко*

Вёрстка
Дизайн обложки


Н.Н. Мартынова
Т.А. Фатеева

Подписано к печати . Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 8,95. Уч.-изд.л. 8,11
Заказ . Тираж 60 экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.