

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
*Кафедра региональной геологии и полезных ископаемых*

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ**  
**АТЛЯНСКОГО ПОЛИГОНА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**Учебно-методическое пособие по проведению**  
**учебной геологической практики**

**Казань – 2022**

УДК 55:372.8

*Печатается по решению  
учебно-методической комиссии  
Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ  
Протокол № 2 от 2 ноября 2022 г.  
и заседания кафедры региональной геологии и полезных ископаемых  
Протокол № 2 от 1 ноября 2022 г.*

**Авторы-составители:**

**Глухов М.С.** – к.г.-м.н., ассистент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

**Муллакаев А.И.** – старший преподаватель кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

**Шиловский О.П.** – к.г.-м.н., доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

**Сунгатуллин Р.Х.** – д.г.-м.н., профессор кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

**Рецензенты:**

**Лопатин Олег Николаевич**, д.г.-м.н., профессор кафедры минералогии и литологии

**Кадыров Раиль Илгизарович**, к.г.-м.н., доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых

**Геологическое строение Атлянского полигона (Южный Урал):** Учебно-методическое пособие по проведению учебной геологической практики / М.С. Глухов, А.И. Муллакаев, О.П. Шиловский, Р.Х. Сунгатуллин – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2022. – 51 с.

В пособии приведена методика геологического изучения и написания отчета по учебной геологической практике на Атлянском полигоне в Челябинской области. В приложениях к пособию представлены справочные материалы, условные обозначения к картам, показаны примеры оформления полевого дневника, составления карты фактического материала и выполнения зарисовок выходов коренных пород. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата направления 05.03.01 «Геология» (профиль «Геология»).

© Глухов М.С., Муллакаев А.И.,  
Шиловский О.П., Сунгатуллин Р.Х., 2022  
© КФУ, ИГиНГТ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ.....</b>	<b>5</b>
<b>ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АТЛЯНСКОГО ПОЛИГОНА.....</b>	<b>13</b>
<b>Стратиграфия .....</b>	<b>14</b>
<b>Магматизм .....</b>	<b>26</b>
<b>Тектоника .....</b>	<b>31</b>
<b>История геологического развития.....</b>	<b>33</b>
<b>Полезные ископаемые.....</b>	<b>40</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>43</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>44</b>

*Памяти доцента Валерия Сергеевича Полянина –  
учителя и старшего товарища посвящается...*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебная геологическая практика является неотъемлемой частью учебного процесса для студентов-бакалавров, обучающихся по профилю «Геология» направления 05.03.01 «Геология» с закреплением теоретических знаний по минералогии, петрографии, общей и структурной геологии [3]. Практика проводится летом в конце второго курса обучения на Атлянском полигоне в районе г. Миасс Челябинской области (рис. 1).

Учебная практика направлена на:

- приобретение практических навыков полевых наблюдений в складчатых областях и пространственной привязки объектов;
- определение и описание осадочных, осадочно-вулканических, метаморфических и интрузивных пород;
- ведение геологической документации;
- интерпретацию геологических данных для составления геологических карт.

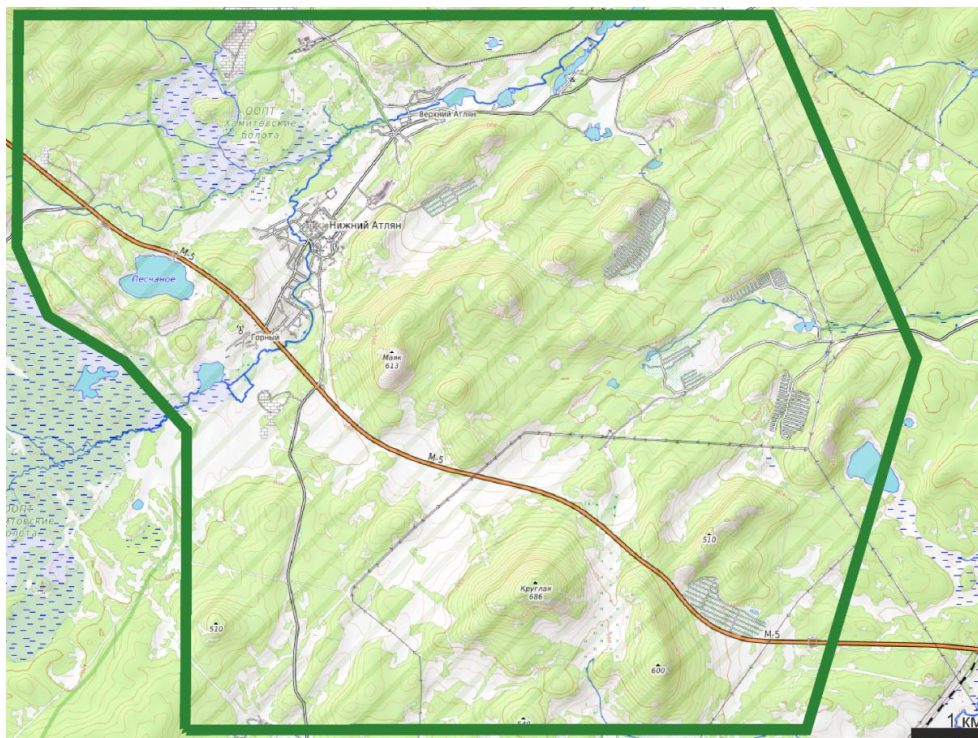


Рис. 1. Контурь Атлянского полигона, из [1]

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Основная деятельность при прохождении учебной геологической практики по структурной геологии делится на три последовательных этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

### *Подготовительный этап*

Подготовительный этап практики состоит из двух частей.

1. Первая часть этапа проводится в Казани (до выезда на базу практики) и включает: а) ознакомление с правилами техники безопасности, оказания первой помощи и сдачи зачета; б) получение инвентаря, снаряжения, оборудования и материалов, необходимых при проведении практики [3]. Студенты делятся на 2 отряда, которые, в свою очередь, состоят из маршрутных бригад-групп по 2-3 человека в каждой. В отряде назначается *начальник*, который несет ответственность за полевую, камеральную и хозяйственно-бытовую работу студентов отряда и координирует деятельность отряда с преподавателями. Для каждой маршрутной группы выбирается *бригадир*, который координирует деятельность бригады с начальником отряда.

2. Вторая часть подготовительного этапа проходит на Атлянском учебном полигоне. В первый день студенты обустроиваются на базе практики (уборка столовой, общежития, камерального помещения и пр.). Камеральное помещение используется для проведения лекций, камеральной обработки материалов и защиты отчета. В ходе лекционных занятий преподаватели знакомят студентов с физико-географическими характеристиками района проведения учебной практики и основными чертами его геологического строения. Студенты изучают классификации осадочных (приложение 1) и магматических (приложения 2, 3) пород, учебные коллекции пород, слагающих Атлянский полигон (гравелиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, базальты, базальтовые порфириты, андезиты, андезитовые порфириты, габбро, граниты, сланцы и др.).

По окончании подготовительного этапа студенты должны ясно представлять основные черты геологического строения района и породы Атлянского полигона.

На учебной геологической практике существует распорядок дня, пример которого приведен в таблице 1. Во время полевых геологических работ отдельные обстоятельства (дождь, технические проблемы с автотранспортом, логистика и т. п.) вносят коррективы в распорядок дня.

Таблица 1. Распорядок дня на практике

Время	Студенты	Дежурные
6.00 – 7.15	-	Подъем, утренний туалет, приготовление завтрака
7.00 – 7.15	Подъем, утренний туалет	
7.15 – 7.30	Завтрак и выдача сухого пайка	
7.30 – 8.30	Выезд в маршрут	Уборка на кухне, в столовой и общежитии
8.30 – 9.00	Распределение по маршрутам отдельных групп	
9.00 – 14.00	Геологический маршрут	Камеральные работы, приготовление обеда
14.00 – 15.30	Сбор маршрутных групп, отъезд с полигона	
15.30 – 16.00	Закупка продуктов питания в магазине	
16.00 – 16.30	Выезд на базу	
16.30 – 17.00	Обед	
17.00 – 19.00	Камеральные работы	Приготовление ужина
19.00 – 19.30	Ужин	
19.30 – 23.00	Камеральные работы и подготовка снаряжения к маршруту (при необходимости). Свободное время	Уборка на кухне. Свободное время
23.00 – 6.00	Отбой	

В подготовительный этап каждая бригада должна проверить комплектность маршрутного снаряжения (рюкзак, топографическая основа, молоток, дневник, этикетки, компас и пр.) для осуществления следующего (полевого) этапа.

### *Полевой этап*

В полевой этап выполняется основной объем работ по площадной геологической съемке масштаба 1:25 000. Данный этап включает геологические маршруты, проводимые для освоения методики проведения геологической съемки и картирования территории Атлянского полигона. Цель геологического картирования — детальное изучение геологического строения, полезных ископаемых и составление геологической карты района в определенном масштабе. Все это является главным практическим навыком, приобретаемым во время прохождения учебной практики по структурной геологии.

При проведении маршрутов студенты выносят объекты геологического изучения на топографическую карту, описывают естественные выходы (коренные обнажения) дочетвертичных пород на земную поверхность, а также четвертичные образования разного происхождения: элювий, коллювий, делювий, пролювий, аллювий. Кроме того, обязательна геологическая документация искусственных выработок (закопушки, шурфы, канавы). При этом вся геологическая документация сопровождается отбором необходимого количества образцов пород и минералов для их дополнительного определения в камеральный период.

К обязательным картам геологического содержания при прохождении учебной геологической практики по структурной геологии на Атлянском полигоне относятся следующие: карта фактического материала (Рис. 2), геологическая и тектоническая карты. На карте фактического материала рядом с точкой наблюдения и условным знаком породы отмечается также индекс стратифицируемого подразделения (свиты).

Сеть размещения маршрутов и точки наблюдения определяются масштабом геологической съемки, особенностями строения района, степенью обнаженности и другими факторами. На геологической карте с помощью цветовой раскраски, штриховки, буквенных, цифровых и других условных обозначений показываются возраст, состав и происхождение пород, условия их залегания, характер границ между отдельными комплексами, распространение отдельных минералов или др.

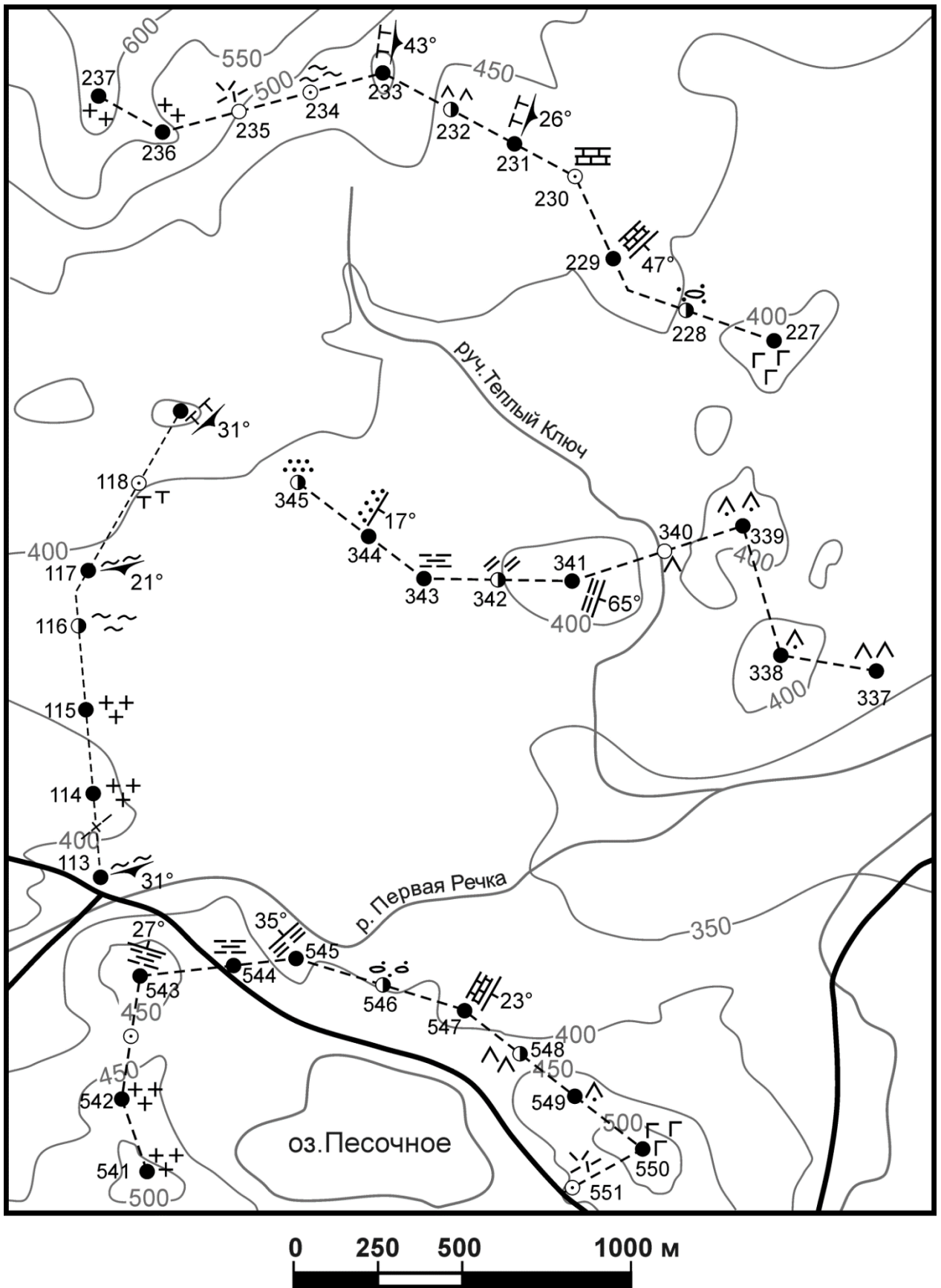


Рис. 2. Пример оформления карты фактического материала, из [3]



Ниже приводятся основные методические приемы для студентов, впервые проводящих самостоятельные полевые исследования применительно к условиям Атлянского полигона. Схема проведения геолого-съёмочных маршрутов на данном объекте предполагает пересечение комплексов пород вкрест их простирания с последующим прослеживанием основных геологических границ по простиранию.

Проведение геологических маршрутов **всегда (!!!)** преследует определенную цель. Например, может быть выявление и нанесение на карту геологических границ, описание опорного разреза с отбором эталонных образцов, прослеживание маркирующих горизонтов и др.

Перед началом самостоятельных маршрутов проводятся обзорные маршруты под руководством преподавателя, в которых студенты знакомятся с основными разностями пород на полигоне, а также с выделяемыми стратифицированными образованиями и нестратифицированными комплексами. В ходе обзорных маршрутов студенты с помощью горного компаса измеряют элементы залегания слоев осадочных пород, направления трещин и описания контактов интрузивных тел с вмещающими породами.

По ходу маршрута проводятся **непрерывные** геологические наблюдения, включающие определение состава пород и минералов, элементов залегания слоев и другие признаки, которые обязательно записываются в полевой дневник в пунктах, называемых **точками наблюдения**. Последними могут быть естественные обнажения, горные выработки, элювиальные развалы и др. [3]. Точки наблюдения относительно равномерно размещаются по всей территории съёмки, а их количество зависит от степени сложности геологического строения, условий обнаженности, узнаваемости на местности и масштаба съёмки.

Точное положение геологических границ при площадной съёмке выявляется непосредственно натурными наблюдениями, а также их фиксацией в горных выработках, керне буровых скважин, на аэрофото- и космоснимках. Также на карте фактического материала указываются места отбора образцов, находок полезных ископаемых, отдельных минеральных видов, фауны и др. Точность установления

границ при геологической съемке масштаба 1:25 000 составляет не менее 100 м. По достоверности выделяют геологические границы достоверные и предполагаемые.

Образцы в геологическом маршруте отбираются из всех основных типов пород. Каждый взятый образец должен быть достаточно представительным (примерно размер ладони) со свежими поверхностями сколов. Шаг отбора образцов по маршруту составляет около 250 м со сгущением на участках сложного геологического строения. Вес образца составляет 400-500 г, что позволяет проводить комплекс лабораторных исследований: петрографический, минералогический, химический и другие виды анализов. Все образцы сохраняются и затем используются для написания курсовых работ.

Наблюдения обнажений магматических пород следует вести от контактов интрузивного тела к его центральным частям, внимательно следя за изменениями состава, структурно-текстурных особенностей пород. Очень важно установить ориентировку поверхности интрузивных тел по направлению трещин. Контакты магматических тел с вмещающими породами могут быть либо интрузивными, либо трансгрессивными (стратиграфическими). При интрузивных контактах во вмещающих породах наблюдаются приконтактные изменения, вызванные воздействием магмы; при трансгрессивном контакте интрузивные породы несут следы выветривания и разрушения, а налегающие на их размытую поверхность осадочные отложения в нижнем базальном слое заключают обломки подстилающих интрузивных образований. Образцы магматических пород должны представлять основную часть интрузивов, эндо- и экзоконтактные зоны. При описании интрузивных массивов необходимо указать их размеры, для жил и даек — мощность, направления простирания и падения [3].

В полевом дневнике бригады фиксируются данные по проведению (ходу) маршрута: азимут маршрута, расстояния на местности, геологические наблюдения между точками наблюдений, характеристика точек наблюдения, описание и зарисовка обнажений и пород. Все записи ведутся на правой стороне полевого дневника. Левая сторона используется для зарисовок и схем с местами отбора и

номера образцов. Пример записей геологических наблюдений в полевом дневнике и зарисовок приведен в приложениях 4, 5.

### *Камеральный этап*

Полевая камеральная обработка материалов (первая часть камерального этапа) производится ежедневно во второй половине дня, а также в специальные дни, выделенные для обработки полевых материалов.

В данный этап выполняются следующие виды работ.

1. Разбор коллекции образцов, отобранных в маршруте, с проверкой этикеток, информации об образцах в полевом дневнике и на карте фактического материала.

2. Производится запись в каталог образцов (см. приложение б).

3. На карту фактического материала выносятся линии маршрутов, точки наблюдений, геологические границы, дополнительная информация по каждой точке наблюдения (см. Рис. 2).

4. Проводится проверка записей в полевом дневнике.

5. Подготовка к последующему маршруту: ознакомление с литературой, анализ накопленного материала, подготовка геологического снаряжения и инструментария.

После завершения всех полевых маршрутов проводится окончательная камеральная обработка материалов (вторая часть камерального этапа). Она включает увязку всего собранного полевого материала с составлением геологической карты с геологическим разрезом и тектонической карты. К картам обязательно составляются условные обозначения с соответствующими пояснениями (легенда).

Для построения **геологической карты** используют данные карты фактического материала (см. Рис. 2) с проведенными геологическими границами. При этом необходимо использовать информацию с топографической карты местности с абсолютными отметками границ. При известных значениях элементов залегания слоев можно определить распространение стратонав на участках, где не проводились геологические маршруты (геологическая интерполяция). После построения

карты определяется направление линии **геологического разреза**, которая обычно проводится вкрест простирания основных структур через разрывные нарушения и интрузии. Если линия разреза ломаная, каждый перегиб фиксируется прописной буквой русского алфавита. Горизонтальный масштаб разреза должен соответствовать масштабу карты. Поверхность разреза представляет собой гипсометрический профиль соответствующего масштаба. При горизонтальном или слабонаклонном залегании слоев и при малой их мощности допустимо изменение (увеличение) вертикального масштаба геологического разреза. Нижняя граница разреза линиями не обозначается. Географические объекты и скважины, попадающие на линию разреза, подписываются над разрезом по вертикали. Окончательный геологический разрез размещается в нижней части листа, под геологической картой. Слева на карте располагается стратиграфическая колонка, а справа - легенда.

**На тектонической карте** условными знаками изображены структурные формы разных порядков и возраста, т. е. здесь выделены тектонические циклы данной территории. Поэтому необходимо объединить выделенные на геологической карте свиты в соответствующие тектонические циклы. При этом необходимо помнить о стратиграфических несогласиях и не забывать расставлять индексы состава и возраста пород на геологической карте и индексы циклов на тектонической карте (см. примеры геологической и тектонической карт на стр. 15 и 34). Таким образом, на тектонической карте обозначаются границы структурных этажей и подэтажей, разрывные нарушения, оси крупных складок, наиболее характерные элементы залегания пород. Области распространения отложений выделенных структурных этажей обозначаются индексами и закрашиваются в цвета, соответствующие тектоническим циклам.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АТЛЯНСКОГО ПОЛИГОНА

В физико-географическом отношении территория полигона принадлежит горной области восточного склона Южного Урала. Рельеф площади низкогорный, слабо расчлененный. Максимальные абсолютные отметки современного рельефа составляют 600-700 м, минимальные - около 450 м. Наиболее высокие возвышенности («горы»): Круглая с абсолютной отметкой 686,6 м, Маяк - 613,5 м, Жмаевская - 613,0 м, Медная - 579,2 м. Восточная часть района относительно приподнята по сравнению с западной, где рельеф характеризуется плоскими очертаниями с редкими холмами. Размах высот здесь не превышает 20-30 м. Участки между холмами пологие и заболоченные. Горные вершины образуют гряды, простирающиеся в субмеридиональном (уральском) направлении.

Рельеф района относится к типу структурно-обусловленного: выделяемые гряды и отдельные вершины в их контурах отвечают полям развития наиболее устойчивых к процессам выветривания вулканитов улутаусской свиты и ультрамафитов сакмарского комплекса. Между грядами межгорных впадин расположены осадочные породы зилаирской, березовской и кизильской свит. Понижения контролируют положение современных речных долин, озерных впадин и заполнены аллювиальными и озерными кайнозойскими отложениями [1-3].

Атлянский полигон характеризуется средней обнаженностью: коренные породы вскрыты на поверхности в естественных обнажениях, карьерах и выемках. Речная сеть представлена р. Атлян и ее притоками, которые в сухую и жаркую погоду пересыхают. Река Атлян протекает на северо-западе полигона, имеет небольшие глубину (до 0,5-2 м) и малую скорость течения. Речная вода пригодна для питья только в верхнем течении. На территории полигона встречаются топкие озера и заболоченные участки. Последние расположены в западной и северной частях полигона, и являются памятником природы регионального значения «Хамитовские болота». Наиболее крупные озера – Песчаное и Хаммат. В пойме р. Атлян встречаются несколько старичных озер [1-3].

## Стратиграфия

В геологическом строении Атлянского полигона участвуют отложения верхнепротерозойской эонотемы, ордовикской, силурийской, девонской, каменноугольной и четвертичной систем (Рис. 3-5, прил. 7).

Наибольшее развитие на площади получили осадочные породы *зилаирской* ( $D_3-C_{1zl}$ ) и *берёзовской* ( $C_{1bs}$ ) свит и вулканогенные отложения ранне- и позднедевонского возраста (*улатауская* свита,  $D_2-Zul$ ). Менее распространены отложения *кизильской* свиты ( $C_{1-2kl}$ ), ордовикские отложения встречаются в виде блоков *поляковской* толщи ( $O_{1-2pl}$ ), разобщенным серпентинитовым меланжем в юго-восточной и восточной частях полигона.

**Верхнепротерозойская эонотема.** Отложения уреньгинской свиты ( $RF_{2ur}$ ) представлен темно-серыми до черных филлитовидными слюдистыми и графитистыми хлоритоид содержащими сланцами, а также серыми, зеленовато-серыми слюдисто-хлорит-кварц-полевошпатовыми и двуслюдяными гранат-ставролит-силлиманит-кианитсодержащими сланцами с прослоями кварцитов и доломитовых мраморов, принадлежащих верхнему протерозою. Свита ограничена тектоническим нарушением. Тектоническое нарушение маркируется раннекаменноугольным Сыростанским комплексом габбро-диорит-гранодиорит-гранитового состава, складывающих одноименный массив. Сланцы уреньгинской свиты отличаются широким развитием хлорита и хлоритоида. Мощность свиты 500-700 м [2].

**Ордовикская система представлена** нижним и средним отделами.

*Поляковская толща* ( $O_{1-2pl}$ ) слагается базальтами с единичными горизонтами и линзовидными прослоями кремнистых сланцев. Естественные обнажения с отложениями толщи редки; местами серпентинитовый меланж, содержащий блоки ордовикских пород, вскрывается искусственными выработками (рис. 6). Базальты составляют более 70 % общей мощности толщи и входят в состав меланжа, слагая в его серпентинитовой матрице отдельные разобщенные блоки и глыбы размером до 1,5 км<sup>2</sup>. Характерной особенностью вулканитов *поляковской толщи*

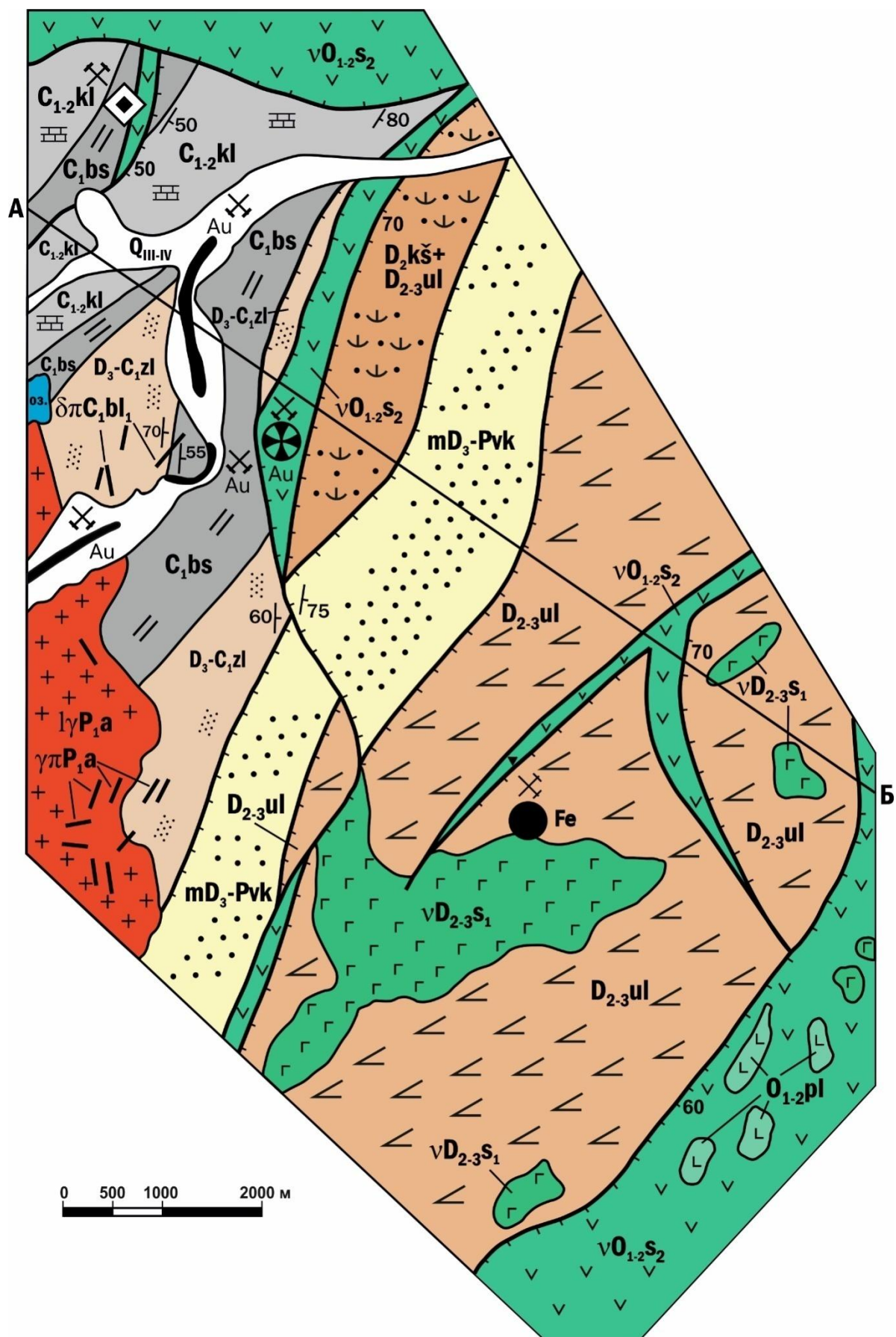


Рис. 3. Фрагмент геологической карты Атлянского полигона, по [3] с дополнениями. Условные обозначения см. приложение 7

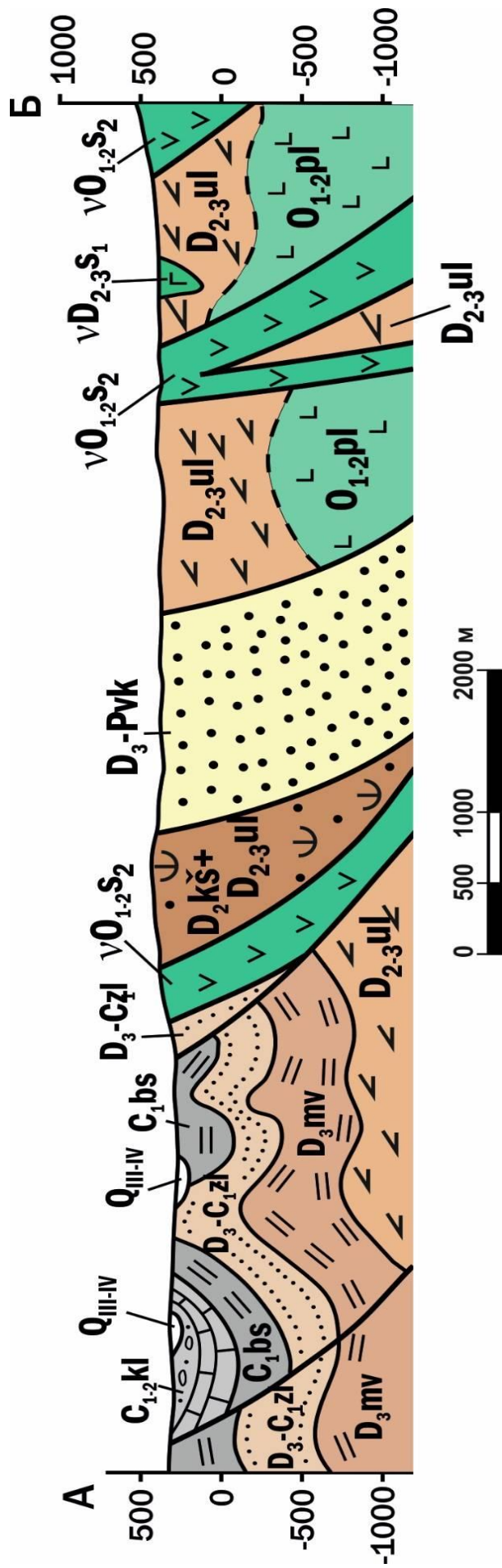


Рис. 4. Геологический разрез по линии А-Б (см. Рис. 3)  
 Условные обозначения см. приложение 7



Эратема	Система	Отдел	Ярус	Индекс	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ		Мощность м	Литоология	Характеристика пород	
					КАМЕННОУГОЛЬНАЯ					800-1000
					СРЕДНИЙ	НИЖНИЙ				
Кайнозойская	НЕОГЕНОВАЯ	ПЛИОЦЕН		$N_2ks$			4,5 - 31,5		<i>Кустанайская свита.</i> Глины бурые и красно-бурые со щебнем и железисто-марганцовистым бобовником, пески.	
				$S_{2-D}tr$	Пражский лохвовский		300-450		<i>Турийская свита.</i> Туфы трахитов, реже трахибазальтов с подчиненными прослоями туфопесчаников, кремнистых туффитов и лав трахитового состава, внизу - линзы конгломератов. В линзах известняков прикровельной части свиты табулятоморфных кораллов.	
				$S_{1-2}im$	Лудловский		650-800		<i>Именнольская свита.</i> Лавобрекчии с маломощными прослоями лав и туфов базальтов и андезибазальтов. Вверху горизонт туфопесчаников с линзовидными прослоями известняков и кремнистых сланцев с радиоляриями.	
				$O_{1-2}pl$	Ливинский-венлокский		750		<i>Поляковская толща.</i> Базальты с горизонтальными и линзовидными прослоями кремнистых сланцев.	
СРЕДНИЙ РИФЕЙ				$Rf_5ur$			500-700		<i>Уреньгинская свита.</i> Сланцы филлитовидные графитистые, слюдястые, хлорит содержащие, слюдисто-хлорит-кварц-полевошпатовые, прослои кварцитов и доломитовых мраморов.	
	ОРДОВИКСКАЯ	СРЕДНИЙ	НИЖНИЙ	$D_{3-mv}$	Франский		120-250		<i>Мукасовская свита.</i> Кремнистые, кремнисто-глинистые и углисто-глинистые сланцы с линзами известняков и конодонтами.	
				$D_{2-3}ul$	Живетский		400-1900		<i>Улутауская свита.</i> Туфы и лавы базальтов, андезибазальтов (в средней части разреза), дацитов, риодацитов и риолитов, линзы туффитов, туфопесчаников, реже туфогравелитов и туфоконгломератов, единичные прослои кремнистых сланцев и известняков. В линзах известняков нижней части свиты брахиоподы, в верхней - конодонты.	
				$D_3-C_{1-2}zl$	Фаменский		1120-1500		<i>Зилаирская свита.</i> Песчаники, конгломераты, гравелиты полимиктового состава с маломощными прослоями алевролитов и кремнистых сланцев. Олистоостромовые горизонты с олистолитами карбонатных пород.	
				$C_7bs$	Турнейский	Визейский	150-400		<i>Березовская свита.</i> Песчаники полимиктовые с линзами конгломератов и гравелитов, алевролитов, глинистых сланцев и известняков с брахиоподами.	
				$C_6kl$	Серпуховский	Бакирский	800-1000		<i>Кизильская свита.</i> Известняки, песчаники, алевролиты, кремнистые сланцы.	
	ДЕВОНСКАЯ	НИЖНИЙ	КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	$N_2ks$			4,5 - 31,5		<i>Кустанайская свита.</i> Глины бурые и красно-бурые со щебнем и железисто-марганцовистым бобовником, пески.	

Рис. 5. Стратиграфическая колонка к геологической карте (см. Рис. 3)

является их высокая титанистость ( $\text{TiO}_2$  более 1 %) и низкая калиевоcть ( $\text{K}_2\text{O}$  менее 0,4 %), что определяет их принадлежность к океаническим толеитовым базальтам.

Комплекс конодонтов из сланцев *поляковской толщи* характерен для верхней части среднего ордовика [2]. Взаимоотношения *поляковской толщи* с вышележащими силурийскими и девонскими отложениями тектонические.

Общая видимая мощность разреза толщи составляет 785 м [2].

**Силурийская система** представлена нижним и верхним отделами.

*Именновская свита* ( $S_{1-2im}$ ) обнажается на участке к северу от пос. Верхний Атлян, где представлена лавобрекчиями, реже - лавами базальтов и андезитобазальтов с маломощными прослоями туфов основного состава и единичными горизонтами туфопесчаников с линзовидными прослоями известняков и кремнистых сланцев. Нижняя граница свиты тектоническая. Обнаженность свиты в пределах района плохая. В составе свиты преобладают (до 90 %) лавобрекчии и лавы пироксен-плагиоклазовых, плагиоклаз-пироксеновых, роговообманково-пироксен-плагиоклазовых базальтов и плагиоклазовых, пироксен-плагиоклазовых андезитобазальтов. По особенностям петрохимического состава вулканиты *свиты* относятся к ряду высокоглиноземистых разностей базальтов базальт-андезитобазальтовой формации.

Образования свиты бедны органическими остатками. Находки радиолярий свидетельствуют о среднепалеозойском возрасте отложений свиты [2].

Нерасчлененные **силурийско-девонские** образования объединены в *туринскую свиту* ( $S_2-D_{1tr}$ ), включающую отложения верхнего отдела силурийской системы и нижнего отдела девонской системы. Свита распространена в северо-восточной части полигона и представлена туфами трахитов, реже - трахибазальтов с подчиненными прослоями туфопесчаников, кремнистых туффитов, покровов трахитов и линзами конгломератов. Полных разрезов *туринской свиты* не выявлено и представление о ее составе можно получить по фрагментам разрезов, один из которых расположен в 3 км восточнее пос. Атлян. В основании здесь залегает покров трахитов, сменяющийся выше по разрезу чередованием

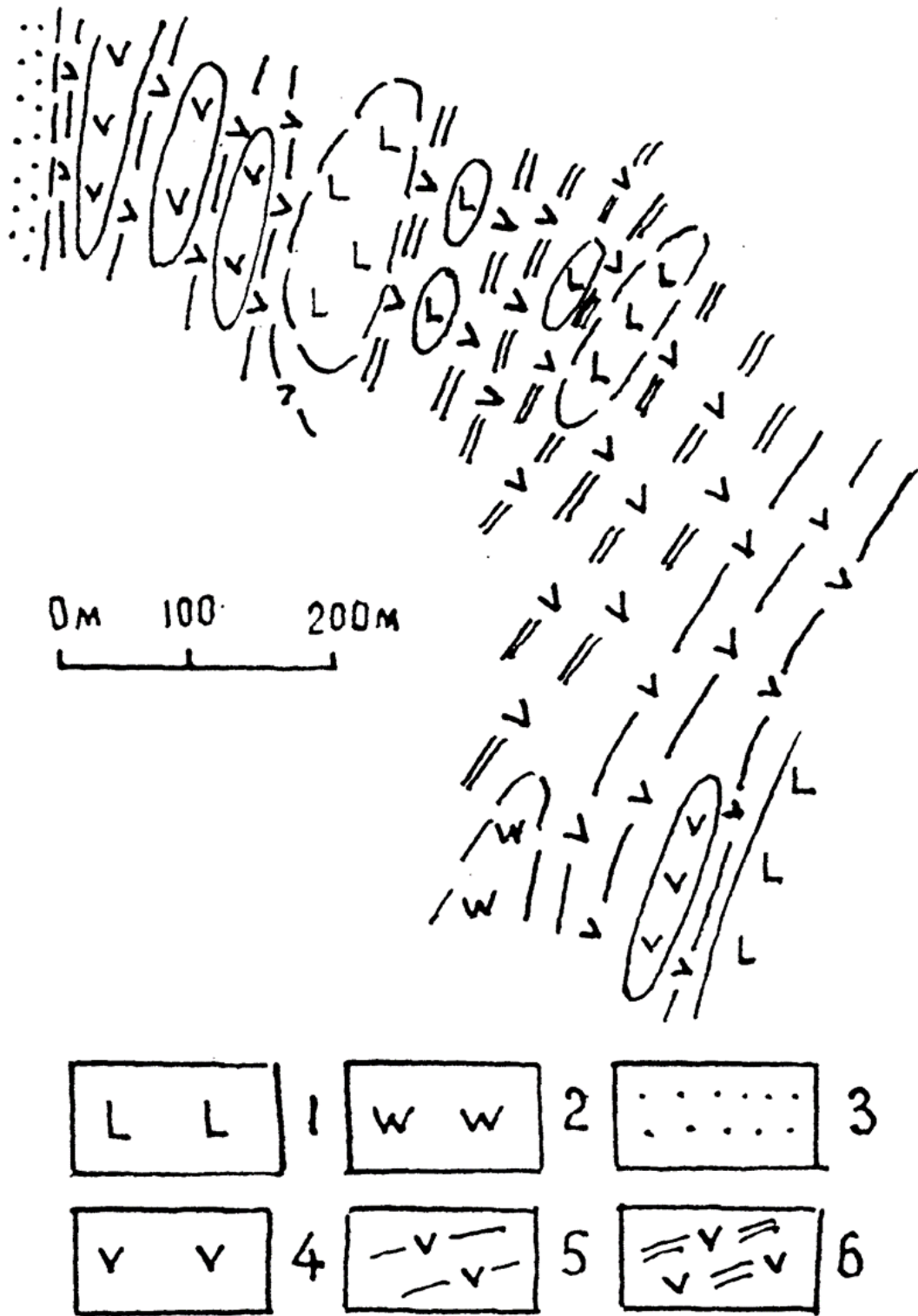


Рис. 6. Фрагмент строения серпентинитового меланжа около дер. Смородинка [3]  
 1 – эффузивы основного состава (диабазы, диабазовые порфириты); 2 – кварциты;  
 3 – туфопесчаники рассланцованные, 4-6 – серпентиниты (4 – массивные; 5 – гру-  
 борасланцованные, 6 – тонкорасланцованные и листовые)

трахитов с псаммитовыми и псефитовыми туфами (200 м). Венчает разрез пачка псаммитовых и псефитовых туфов с прослоями туфопесчаников и глинисто-кремнистых туффитов (~ 250 м). Общая мощность свиты около 300-450 м.

*Туринская свита* на 60-65% сложена псаммитовыми, реже - псефитовыми туфами трахитов и трахибазальтов. Около 10-15% в объеме свиты составляют лавы трахитов, а оставшийся объем – туфопесчаники, кремнистые туффиты и конгломераты с хорошо окатанной галькой туфов основного состава, туфопесчаников и кремнистых сланцев с комплексом радиолярий. *Туринская свита* несогласно перекрывается отложениями краснотуринской свиты.

Позднесилурийско-раннедевонский возраст свиты устанавливается по ее согласному залеганию на именновской свите и на находках табулятоморфных кораллов, характерных для локховского яруса нижнего девона [2].

#### **Девонская система (нижний и средний отделы).**

*Краснотуринская свита* (D<sub>1-2kr</sub>) распространена севернее и северо-восточнее от пос. Атлян. Свита представлена двумя толщами: нижней (известняковой) и верхней (вулканогенно-терригенной). Последняя сложена туфопесчаниками и туфоконгломератами (до 80 %) с подчиненными прослоями туфоалевролитов и туффитов. Встречаются маломощные покровы андезитов и трахибазальтов с линзами туфов.

По петрохимическим параметрам вулканиты *свиты* относятся к группе субщелочных основных калиево-натриевых высокоглиноземистых пород серии субщелочных оливиновых лейкобазальтов. По вещественному составу и строению верхняя часть *краснотуринской свиты* относится к формации грубого флиша.

Органические остатки присутствуют только в нижней (карбонатной) части свиты. Кроме эмских конодонтов, в известняках встречаются обломки криноидей, характерные для эмского яруса [2].

Общая мощность свиты достигает 700 м.

### **Девонская система (средний и верхний отделы).**

Объединенные *карамалыташская, бугулыгырская и улутауская свиты* ( $D_2k\check{s}+D_{2-3ul}$ ) расположены в бассейне р. Атлян. Нижний контакт объединенных свиты тектонический. В 3 км к востоку от пос. Верхний Атлян встречается согласный контакт *бугулыгырской* и *улутауской* свит (Рис. 7) между лавобрекчиями базальтов, содержащих прослойки кирпично-красных туффилов (*бугулыгырская свита*), и толщey красноцветных туффилов, переслаивающихся с туфопесчаниками, туфогравелитами и туффилами андезитового состава (*улутауская свита*).

Общая мощность объединенных свит составляет 900-1050 м [2].

### **Девонская система, верхний отдел.**

*Мукасовская свита* ( $D_3mv$ ) согласно прослеживается узкой (150-500 м) прерывистой полосой, проходящей в северо-восточном направлении. Свита представлена кремнистыми, кремнисто-глинистыми и углисто-глинистыми сланцами черными и темно-серыми тонкоплитчатыми с единичными линзами светло-серых мелкозернистых известняков. Мощность свиты 120-250 м.

Сланцы *свиты* содержат богатый комплекс конодонтов франского века.

**Девонская система (верхний отдел) – каменноугольная система (нижний отдел).**

*Зилаирская свита* ( $D_3-C_{1zl}$ ) развита в центральной части полигона, где слагает две полосы северо-северо-восточного простирания шириной до 1 км. Отложения представлены терригенными грубообломочными образованиями с олистостромовыми горизонтами. Это скопления несортированных и неокатанных обломков известняков, реже - терригенно-вулканогенных, терригенно-кремнистых образований (олистоолиты), сцементированных песчано-гравийным или грубообломочным матриксом. Падение слоев свиты юго-восточное, угол падения 40-50°.

В отложениях *зилаирской свиты* выявлен комплекс конодонтов нижнего фамена и верхнего турне. Общая мощность свиты 1120-1500 м [2].

### **Каменноугольная система, нижний отдел.**

*Березовская свита* ( $C_1bs$ ) распространена в верховьях р. Атлян и согласно перекрывает грубообломочные образования зилаирской свиты. *Березовская свита*

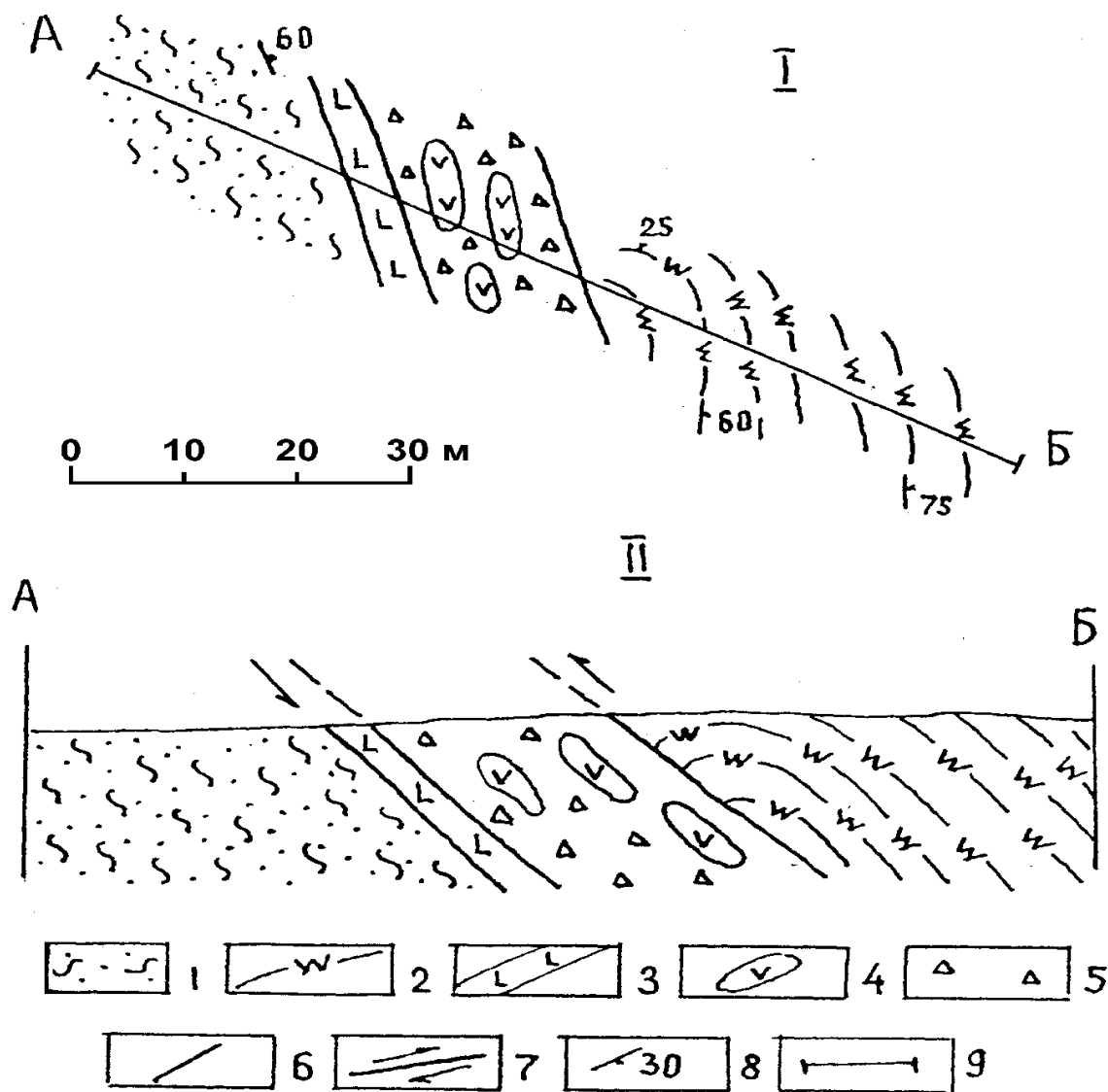


Рис. 7. Строение зоны контакта краснотуринской, карамалыташской, бугулыгырской и улутауской свит объединенных свит, войкарско – кемпирсайского комплекса тектонитов и сакмарского комплекса, из [3]

I – план, II – разрез

1 – песчаники и алевропесчаники краснотуринской свиты ( $D_{1-2kr}$ ); 2 – сакмарский комплекс ( $vO_{1-2s_2}$ ); 3 – туфы базальтовые карамалыташской, бугулыгырской и улутауской свит объединенных свит ( $D_2k\check{s}+D_{2-3ul}$ ); 4 – серпентиниты; 5 – тектониты (серпентиниты, песчаники, кварциты, граниты) войкарско–кемпирсайского комплекса ( $D_3-Pvk$ ); 6 – тектонические контакты; 7 – направление перемещения по разрыву; 8 – элементы залегания слоистости пород; 9 – линия разреза

сложена полимиктовыми песчаниками с линзами и прослоями конгломератов (Рис. 8, 9), гравелитов (80-85 % от общего объема свиты), реже - алевролитов, глинистых сланцев (5-10 %) и известняков (~5 %).

Раннекаменноугольный (турнейско-визейский) возраст свиты определяется на основании находок брахиопод [2]. Мощность свиты 150-400 м.

*Кизильская свита* ( $C_1kz$ ) развита в западной части площади, где образуют линейно вытянутые изометричной формы поля, согласно перекрывающие терригенные отложения березовской свиты и вскрывающиеся на отдельных участках в верховьях р. Атлян (Рис. 8). Свита представлена известняками, мраморами, в нижней части песчаниками, алевролитами, кремнистыми сланцами.

В известняках обнаружены ранне- и среднекаменноугольные фораминиферы и ругозы [2]. Общая мощность свиты достигает 800-1000 м.

#### **Неогеновая система. Верхний отдел (плиоцен).**

*Кустанайская свита* ( $N_2ks$ ) несогласно перекрывает породы различного возраста (от рифея до мезозоя и нижнего плиоцена). Свита развита в бассейнах рек Миасс, Атлян и подстилает четвертичные образования. Отложения свиты представлены делювиальными и озерно-аллювиальными глинами, бурыми и красно-бурыми с железисто-марганцовистым бобовником и прослоями песков, в основании - щебень. Свита вмещает россыпи золота, а ее мощность варьирует от 2 до 31,5 м [2].

#### **Четвертичная система.**

Среди четвертичных образований на площади полигона развиты отложения верхнего звена неоплейстоценового раздела и современные (голоценовые) отложения. Наибольшим распространением пользуются аллювиальные, коллювиальные и делювиальные генетические типы.

Аллювиальные отложения представлены галечниками, гравием и разнозернистыми песками, слагающими долины современных рек.

Коллювиальные отложения слагают небольшие по мощности (до 5-10 м) тела, приуроченные к подножьям крутых склонов и перекрывающие коренные породы.

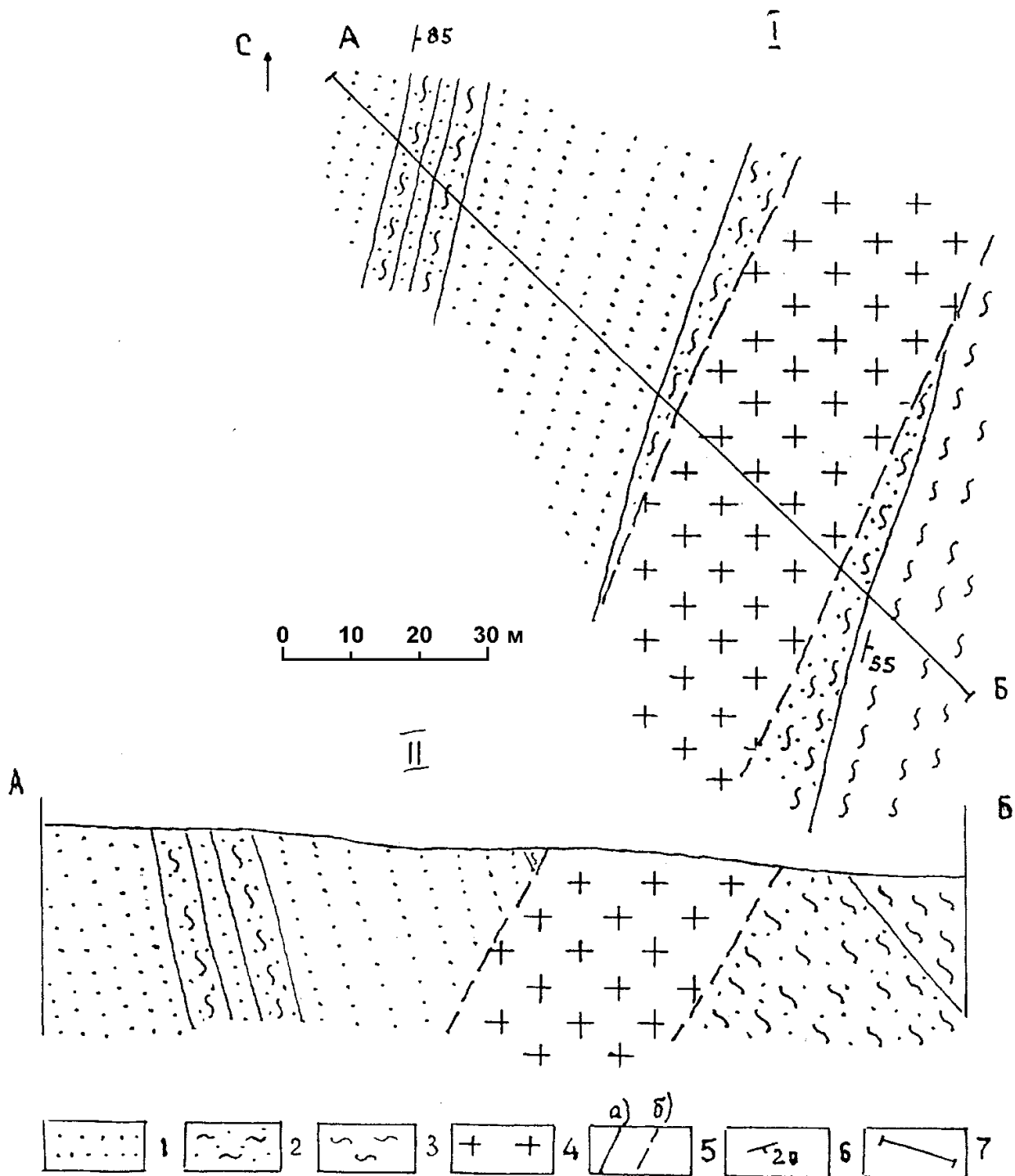


Рис. 8. Строение зоны контакта кизильской и березовской свит, из [3]

I – план, II – разрез

1-2 – кизильская свита ( $C_1kz$ ): песчаники (1), алевропесчаники и алевролиты (2);

3 – глинисто-кремнистые сланцы березовской свиты ( $C_1bs$ ); 4 – граниты;

5 – геологические границы: а – наблюдаемые, б – предполагаемые;

6 – элементы залегания слоистости; 7 – линия разреза



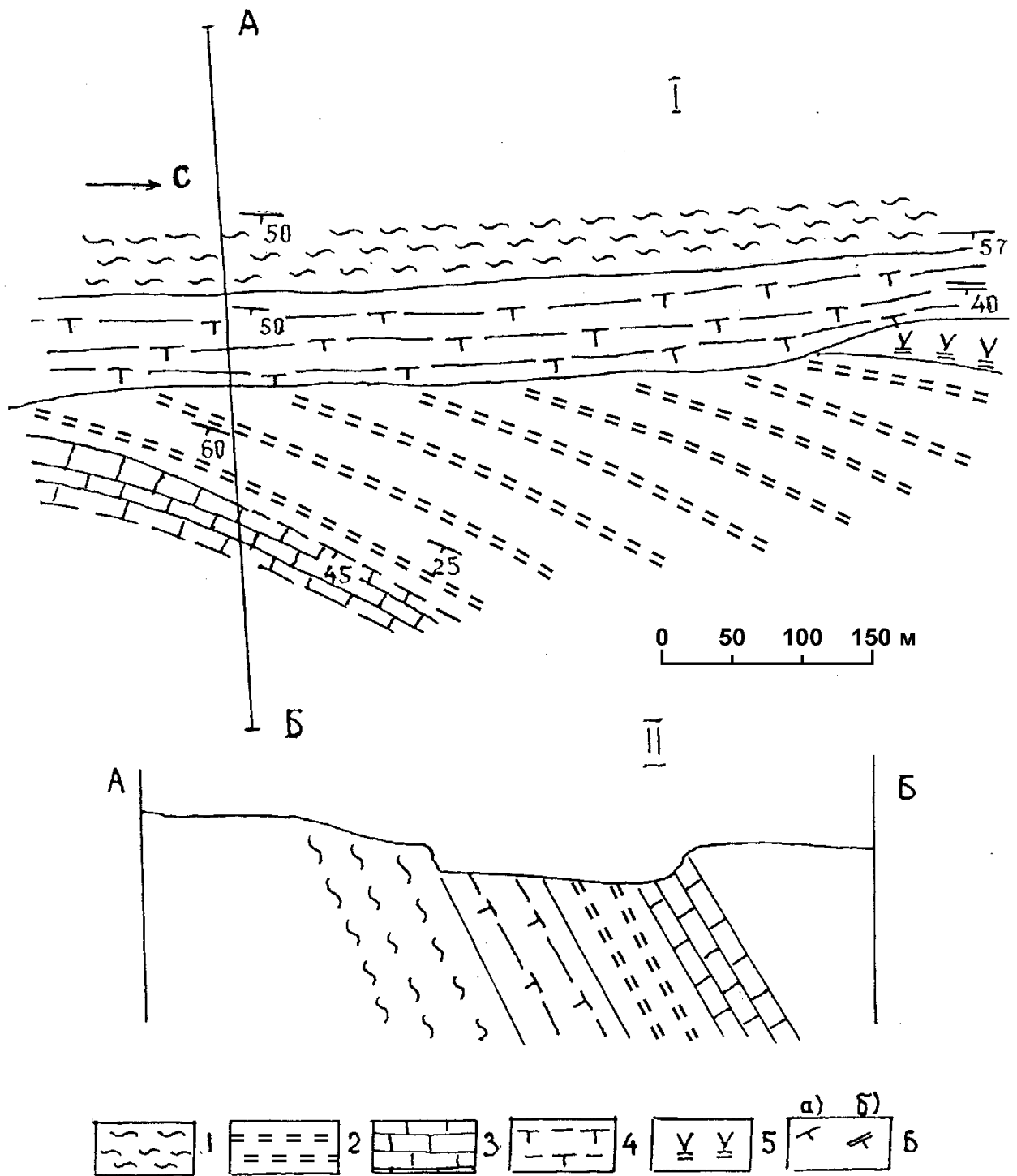


Рис. 9. Контакт уреньгинской и березовской свит с войкарско-кемпирсайским комплексом в районе карьера Сыростанского месторождения талька, из [3]

I – план, II – разрез

- 1 – уреньгинская свита ( $RF_{2ur}$ ): хлорит-серицит-кварцевые и др. сланцы;  
 2, 3 – березовская свита ( $C_{1bs}$ ): кремнисто-глинистые, глинистые сланцы (2), известняки (3); 4-5 – войкарско-кемпирсайский комплекс тектонитов ( $D_3-Pvk$ ):  
 4 – тальк-карбонатные породы рассланцованные, 5 – серпентиниты антигоритовые карбонатизированные массивные;  
 6 – элементы залегания: а) слоистости, б) рассланцевания

Делювий повсеместно развит на пологих склонах, где образует маломощный чехол, состоящий из суглинков с глыбами и щебнем перекрывааемых пород.

## Магматизм

На площади полигона развиты магматические породы, объединяемые в шесть комплексов (Рис. 10): 1) *сакмарский* ( $vO_{1-2}S_2$ ); 2) *улутауский* ( $\beta D_{2-3}ul$ ); 3) *салаватский* ( $\delta D_{2-3}S_1$ ); 4) *тургоякско-сыростанский* ( $\gamma C_1S_2$ ); 5) *балбукский* ( $\delta \pi C_1 bl_1 - \xi \gamma \pi C_{1-2} bl_2$ ); 6) *атлянский* ( $l \gamma \pi P_1 a$ ).

Ранне-среднеордовикские интрузивные образования представлены второй фазой **сакмарского комплекса** ( $vO_{1-2}S_2$ ), который принадлежит Западно-Магнитогорской структурно-формационной зоне Главного Уральского разлома. Комплекс включает массив габбро в северной части полигона, окруженного милонитами серпентинитового меланжа (позднедевонско-пермские образования войкарско-кемпирсайского комплекса тектонитов). Габброиды сакмарского комплекса обнажаются в составе сложно перемятых пластин в виде чешуй и тектонических покровов. Химический состав образований сакмарского комплекса близок к составу офиолитовых комплексов океанического типа [2, 3]. Внедрение образований офиолитовой ассоциации можно отнести к эпохе средне-позднепалеозойского орогенеза и тектонического дислоцирования [2, 6]. Возраст габброидов сакмарского комплекса обусловлен их генетической связью с базальтами поляковской толщи (см. Рис.10).

Средне-позднедевонские магматические образования включают улутауский субвулканический риолит-андезит-базальтовый и салаватский диорит-плагиогранитовый комплексы.

**Улутауский субвулканический комплекс** расположен в северо-восточной части полигона и представлен дайками базальтов ( $\beta D_{2-3}ul$ ) северо-восточного простирания мощностью до 100 м и протяженностью 0,2 - 1,0 км. Породы комплекса относятся к образованиям известково-щелочной серии с повышенными содержаниями олова, серебра, кадмия, таллия. С субвулканическими образованиями ком-

Эра	Период	Эпоха	Век	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ																																						
				КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ		ДЕВОНСКИЙ		СИЛУРИЙСКИЙ		Орловик-овский		СРЕДНЯЯ																														
КАЙНО-ЗОЙСКАЯ	НЕОГЕНОВЫЙ			НИЖНЯЯ		ВЕРХНЯЯ		СРЕДНЯЯ		НИЖНЯЯ		ВЕРХНЯЯ		СРЕДНЯЯ																												
				$N_2ks$	Кустанайская свита. Глины бурые и красно-бурые со щебнем и железисто-марганцовистым бобовником, пески.	$\gamma P_a$	Атлянский комплекс гранит-лейкогранитовый. Граниты и гранодиориты лейкократовые, граниты биотитовые, гранодиориты. Дайки гранитов лейкократовых, гранит-порфиров. Кварцевые жилы.	$C_1kl$	Кизильская свита. Известняки, песчаники, алевролиты, кремнистые сланцы.	$mD_2-Pvk$	Войкарско-кемпирсайский комплекс тектонитов позднедевонско-пермского возраста. Меланж серпентинитовый мономиктовый, полимиктовый (mp), blastsмилониты (bm).	$C_1bs$	Березовская свита. Песчаники полимиктовые, конгломераты, гравелиты, алевролиты, глинистые сланцы, известняки.	$\zeta \gamma C_{1,2}bl$ $\mu \delta C_{1,2}bl$	Балбукский комплекс монодиорит-сиенит-лейкогранитовый гипабиссальный. Вторая фаза. Умеренно щелочные лейкограниты. Дайки умеренно щелочных гранит-порфиров. Первая фаза. Монодиориты, кварцевые сиениты, сиениты ( $\zeta$ ). Дайки диоритовых порфиров ( $\mu\delta$ ). Лиственитизированные и березитизированные ( $br'$ ) породы; кварцевые жилы.	$D_3-C_1zl$	Зилаирская свита. Песчаники, конгломераты, гравелиты полимиктового состава, алевролиты, кремнистые сланцы, олитостромовые горизонты.	$\gamma C_1ts_2$	Туроякско-сыростанский комплекс габбро-гранодиорит-гранитовый. Вторая фаза. Граниты, лейкограниты. Дайки гранит-порфиров, лейкократов ( $\gamma$ ). Грейзенизированные породы. Кварцевые жилы, пегматитовые жилы ( $\rho$ ).	$D_3mv$	Мукасовская свита. Кремнистые, кремнисто-глинистые и углисто-глинистые сланцы, известняки. Улутауская свита. Туфы и лавы базальтов, андезибазальтов, дацитов, риодацитов, риолитов, туффиты, туфопесчаники, туфогравелиты, туфоконгломераты, кремнистые сланцы, известняки.	$\delta D_{2,3}S_1$ $vD_{2,3}S_1$ $\delta \rho D_{2,3}S_1$	Салаватский комплекс диорит-плаггиогранитовый. Первая фаза. Диориты, кварцевые диориты; габбро-диориты, габбро. Дайки диоритовых порфиров. Пропилитизированные породы. Улутауские субвулканические образования: штоки дацитов, риолитов. Дайки базальтов, диоритовых порфиров ( $\delta \rho$ ); дацитов, плаггиориолитов ( $\rho \lambda$ ).	$D_{2,3}ul$		$\zeta D_{2,3}ul$ $\beta D_{2,3}ul$ $\rho D_{2,3}ul$			$D_1ks-bg$	Карамалыташская и бугулыгырская свиты нерасчлененные. Базальты, их туфы и лавобрекчии, туффиты, кремнистые туффиты, прослойки туфоалевролитов, дщиандезиты, туфов кислого состава.	$D_1kr$	Краснотуринская свита. Вверху - туфопесчаники и туфоконгломераты, туфоалевролиты, туффиты, трахибазальты и их туфы, андезиты; внизу - известняки, органогенно-обломочные известняки.	$S_2-D_1tr$	Туринская свита. Туфы трахитов, реже трахибазальтов, прослойки туфопесчаников и кремнистых туффитов, трахиты, внизу - линзы конгломератов.	$S_{1,2}im$	Именновская свита. Лавобрекчии, реже лавы базальтов и андезибазальтов, их туфы, редкие (в верхней части) прослойки туфопесчаников, известняков и кремнистых сланцев.	$O_{1,2}pl$	Поляковская толща. Базальты, кремнистые сланцы.	$vO_{1,2}S_2$	Сакмарский комплекс габбро-дунит-гарибургитовый. Вторая фаза. Габбро.	$Rf_3ur$	Уреньгинская свита. Сланцы филлитовидные графитистые, слюдяные, слюдиисто-хлорит-кварц-полевощпатовые, двуслюдяные унанат-ставролит-силлиманит-кианитсодержащие, кварциты, мрамора доломитовые.

Рис. 10. Интрузивные комплексы и стратоны Атлянского полигона

плекса связано золото-медно-колчеданное оруденение. Средне-позднедевонский возраст субвулканических тел обусловлен их генетической связью с образованиями улутауской свиты [2].

**Салаватский комплекс** ( $\delta D_{2-3} S_1$ ) состоит из габбро-диоритов, габбро и даек диоритовых порфириров, которые встречаются в центральной и юго-восточной части полигона. Породы комплекса образуют Круглогорский массив северо-восточного направления и дайки на правом берегу р. Атлян.

Круглогорский массив прорывает осадочно-вулканогенные образования средне-позднедевонской формации улутауской свиты. Центральная часть массива сложена диоритами и кварцевыми диоритами, в эндоконтактной зоне преобладают габбродиориты и габбро. Взаимоотношения между всеми разностями пород постепенные фациальные. Контакты с вмещающими породами крутые с широким проявлением в северном экзоконтакте скарнов. По химизму породы салаватского комплекса относятся к образованиям известково-щелочной серии при повышенном содержании галлия [2]. Геологические данные свидетельствуют о средне-позднедевонском возрасте салаватского комплекса, т.к. его тела пространственно приурочены к средне-верхнедевонским отложениям улутауской свиты, прорывая их. К-Аг возраст интрузивных пород комплекса 380-356 млн. лет [2].

К каменноугольным интрузивным образованиям в пределах Атлянского полигона относятся тургорякско-сыростанский (раннекаменноугольный) и балбукский (ранне-, среднекаменноугольный) комплексы.

Вторая фаза **тургорякско-сыростанского комплекса** ( $\gamma C_{1} S_2$ ) распространен в северо-западной части полигона и представлены гранитами, лейкогранитами ( $\gamma C_{1} S_2$ ), дайками гранит-порфириров ( $\gamma \pi C_{1} S_2$ ) и лейкогранитов ( $l\gamma$ ). Образования второй фазы занимают центральную часть Сыростанского массива, расположенного севернее полигона и представлены среднезернистыми биотитовыми гранитами и лейкогранитами. Постмагматический этап характеризуется гидротермальными образованиями: кварцевыми и пегматитовыми жилами с маломощными около-трещинными грейзенизированными породами. С последними связано золото-молибден-меднопорфировое оруденение, с пегматитами – редкоземельно-

редкометальное, а с кварцевыми жилами – золотая и молибден-флюоритовая минерализация.

Гранитоиды прорывают и метаморфизуют среднерифейские образования уреньгинской свиты. Экзоконтактовые изменения выражаются в развитии ороговевших пород шириной от 100 до 1500 м [2].

**Балбукский комплекс** монцодиорит-сиенит-лейкогранитовый гипабиссальный состоит из 2-х фаз. Первая фаза ( $\delta\pi C_1 bl_1$ ) включает монцодиориты, кварцевые сиениты ( $\mu\delta C_1 bl_1$ ), сиениты ( $\xi$ ); дайки диоритовых порфиритов ( $\delta\pi C_1 bl_1$ ), монцодиоритовых порфиритов ( $\mu\pi$ ). Вторая фаза ( $\xi\gamma\pi C_{1-2} bl_2$ ) - это умеренно щелочные лейкограниты ( $\xi\gamma C_{1-2} bl_2$ ), дайки умеренно щелочных гранит-порфиров ( $\xi\gamma\pi C_{1-2} bl_2$ ).

Породы комплекса распространены на севере, северо-востоке и восточной частях планшета в виде даек северо-восточного простирания.

Образования комплекса прорывают и метаморфизуют вулканогенно-осадочные и осадочные отложения поляковской толщи, улутауской и зилаирской свит, а также сакмарские ультрабазиты и войкарско-кемпирсайские тектониты (меланж). Экзоконтактовые изменения выражаются в окварцевании и осветлении серпентинитов, биотитизации цемента осадочных пород.

Дайки диоритовых порфиритов и монцодиоритовых порфиритов первой фазы сгруппированы в достаточно узкой зоне среди меланжа войкарско-кемпирсайского комплекса тектонитов от г. Круглой и далее в северо-восточном направлении. Дайки умеренно щелочных гранит-порфиров второй фазы протягиваются более широкой полосой, чем дайки первой фазы.

Во всех породах, от монцодиоритов до сиенитов и умеренно щелочных лейкогранитов, присутствуют кварц, плагиоклаз, биотит, роговая обманка. Плагиоклаз варьирует от андезина до альбита. Роговая обманка повышенной щелочности появляется лишь в умеренно щелочных лейкогранитах. Лейкограниты отличаются заметным преобладанием в составе калиевого полевого шпата (до 45 %), при подчиненном содержании кварца (~35 %), альбита (~20 %) и очень незначительном

количестве слюд. С умеренно щелочными лейкогранитами связано урановое, а с метасоматитами и кварцевыми жилами – золотое оруденение.

Определения радиологического возраста U-Pb методом по цирконам в породах балбукского комплекса изменяются от  $279 \pm 20$  до  $337 \pm 3$  млн. лет [2].

Раннепермские интрузивные образования представлены гранит-лейкогранитовым **атлянским комплексом** ( $1\gamma P_{1a}$ ): граниты и гранодиориты лейкократовые, граниты биотитовые, гранодиориты и дайки гранитов лейкократовых и гранит-порфиров. Гранитоиды прорывают и метаморфизуют верхнедевонские-нижне-среднекаменноугольные осадочные и туфогенно-осадочные отложения зилаирской, березовской, кизильской свит, а дайки, кроме того, и позднедевонско-пермские тектониты (меланж) войкарско-кемпирсайского комплекса. Экзоконтактовые изменения незначительны, выражаются в образовании ороговикованных, мраморизованных и скарнированных пород шириной до 100 м.

Атлянский массив имеет площадь  $27 \text{ км}^2$  и расположен в 4,5 км к северо-западу от п. Ленинск, в верхнем течении р. Атлян в зоне ГУР. Массив обладает изометричной округлой формой в плане и прорывает верхнедевонско-нижнекаменноугольные отложения зилаирской и березовской свит. Контакты массива четкие, крутые, на севере – тектонические. Массив вскрыт эрозионным срезом на 1-1,5 км. Центральная часть массива сложена лейкократовыми и биотитовыми гранитами, эндоконтактовые части – мезо- и лейкократовыми гранодиоритами. В южном эндоконтакте гранодиориты приобретают мелкозернистое строение, часто имеют порфировидную структуру и пятнистое распределение цветных минералов; встречаются ксенолиты вмещающих пород. Переходы между разностями внутри массива и в эндоконтакте плавные, без резко выраженных границ. Гранитоиды прорваны дайками лейкократовых гранитов и гранит-порфиров, широко развитых также за пределами массива [2].

По химизму гранитоиды соответствуют породам известково-щелочной серии; им свойственна металлогеническая специализация на золотое, медное и золото-редкометальное оруденения. Раннепермский возраст гранитоидов атлянского комплекса определяется по геологическим данным, т. к. они прорывают стра-

тифицированные отложения зилаирской свиты. Абсолютный К-Аг возраст биотита из пород комплекса находится в интервале от  $295 \pm 13$  до  $335 \pm 18$  млн. лет [2].

## Тектоника

Атлянский полигон находится в пределах Уральского каледонско-герцинского складчатого сооружения в зоне Главного Уральского разлома, который разделяет складчатые комплексы Западной и Восточной мегазон. Первая из них на полигоне представлена восточной частью Уралтауского антиклинория, вторая – западной частью Магнитогорского прогиба.

Главный Уральский разлом выделяется серией блоков (до нескольких километров) **войкарско-кемпирсайского комплекса** тектонитов позднедевонско-пермского возраста ( $D_3-Pvk$ ), ограниченных разрывными нарушениями близмеридионального направления. Широкий временной интервал комплекса обусловлен длительным проявлением коллизионных процессов. Блоки тектонитов в северо-западной части полигона сложены бластомилонитами и мономиктовым серпентинитовым меланжем: аподунитовыми антигоритовыми перекристаллизованными серпентинитами, подвергшимися в эндоконтактных частях процессам оталькования и карбонатизации на границе с уреньгинской свитой. В центральной и юго-восточной частях полигона тектониты представлены моно- и полимиктовым серпентинитовым меланжем: апогарцбургитовыми (высокомагнезиальными гарцбургитами) и аподунитовыми серпентинитами. Минеральный состав серпентинитов разнообразен. Отмечаются серпентиниты лизардитового, хризотиллизардитового, хризотилового и, редко, антигоритового состава. Процессы оталькования и карбонатизации серпентинитов здесь почти не проявлены [2, 6].

Массивы серпентинитов интенсивно тектонизированы. Динамометаморфические преобразования ультрамафитов выражаются в рассланцевании (от грубого до листового) и формировании будинаж-структур разного типа [2, 3, 6]. Юго-западный массив серпентинитов входит в состав зоны меланжа, представляющей собой серпентинитовую интенсивно рассланцованную «матрицу», включающую

тела-будины разных форм и размеров (до первых десятков-сотен метров в поперечнике), сложенные массивными серпентинитами, вулканитами поляковской толщи и, вероятно, улутаусской свиты [2, 3].

Атлянский полигон сложен отложениями байкальского, каледонско-герцинского и альпийского структурных этажей (Рис. 11). Байкальский этаж представлен отложениями уреньгинской свиты верхнего протерозоя. Каледонский и герцинский этажи включают отложения поляковской толщи, именновской, туринской, краснотуринской, улутаусской, карамалыташской, бугулыгырской, зилаирской, березовской и кизильской свит (ордовик-ранний карбон), а также магматические и субвулканические комплексы (сакмарский, улутаусский, салаватский, тургоякско-сыростанский, балбукский и атлянский). Альпийский этаж сложен образованиями неогеновой и четвертичной систем и представлен рыхлыми терригенными отложениями разного генезиса.

Атлянский полигон ограничен крупными взбросо-надвиговыми зонами Сыростанского надвига и Пекинской взбросо-надвиговой зоны. Осадочные отложения в пределах полигона смяты в линейные наклонные складки северо-восточного простирания с размахом крыльев до 1-2 км, осложненные складчатыми деформациями более высокого порядка.

Вулканогенные отложения силурийско-позднедевонского возраста (туринская, краснотуринская, улутаусская свиты) характеризуются складчато-блоковым строением. В целом можно говорить о преобладающем северо-восточном простирании складок, развитых в этих отложениях [2].

Разрывные нарушения, развитые на площади полигона, имеют преимущественно северо-восточное и субмеридиональное направления. Преобладающее падение разрывов восточное-юго-восточное. Углы падения разрывных нарушений варьируют от 40-50° до почти вертикальных. Кинематика разрывных нарушений – взбросы, надвиги и, вероятно, со сдвиговой составляющей. Большая часть разрывов маркируется телами ультрамафитов, что свидетельствует о значительных глубинах их заложения. Амплитуды перемещений по разломам обычно превышают 0,5 км, достигая 1,5 км и более.



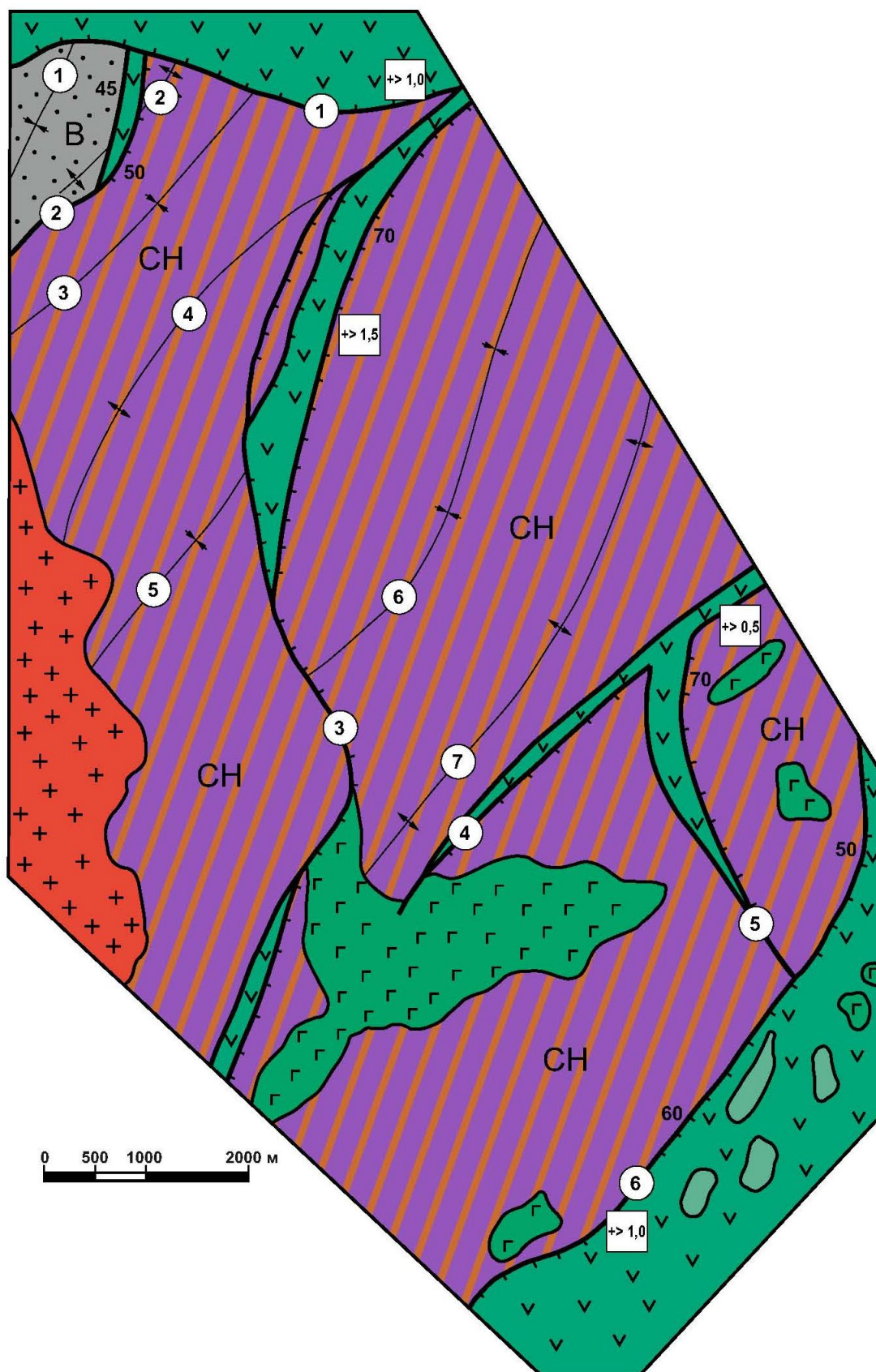


Рис. 11. Тектоническая схема Атлянского полигона, по [3] с дополнениями  
Условные обозначения см. приложение 7

Таким образом, площадь Атлянского полигона находится в зоне контакта антиклинория Уралтау и Магнитогорского мегасинклинория и представляет собой сложно построенную зону, имеющую складчато-блоково-чешуйчатое строение [2, 6].

### **История геологического строения**

История геологического развития Атлянского полигона, находящегося в зоне тектонического контакта восточной периферийной части Восточно-Европейского кратона (Уралтау) и западной окраины Палеоуральского океана (Магнитогорская складчато-блоковая структура), надежно реконструируется с ордовикского периода [2, 5]. Доордовикские геологические комплексы (*уреньгинская свита* верхнего протерозоя) представлены метатерригенными породами (сланцы различного состава), сформированными, предположительно, в относительно стабильных тектонических условиях, подобных наблюдаемым в настоящее время на пассивных континентальных окраинах атлантического типа. Кембрийские отложения в пределах Уралтау не установлены, что, вероятно, свидетельствует о том, что эта структура представляла собой область размыва.

В ордовикский период (*поляковское время*) восток Восточно-Европейской платформы представлял собой пассивную континентальную окраину, расположенную восточнее Палеоуральского океана (Рис. 12). Океанические комплексы, представленные ультрамафитами и габброидами *сакмарского комплекса* и базальтами *поляковской свиты*, формировались в структурах, подобных современным срединно-океаническим хребтам. Пассивно-окраинные осадочные терригенные отложения ордовика на территории Атлянского полигона неизвестны и наблюдаются к западу от полигона.

На границе раннего и позднего палеозоя в Палеоуральском океане преобладали субдукционные геодинамические режимы энсиматических островных дуг (силур-девон) и активных континентальных окраин в раннем карбоне (Рис. 13).

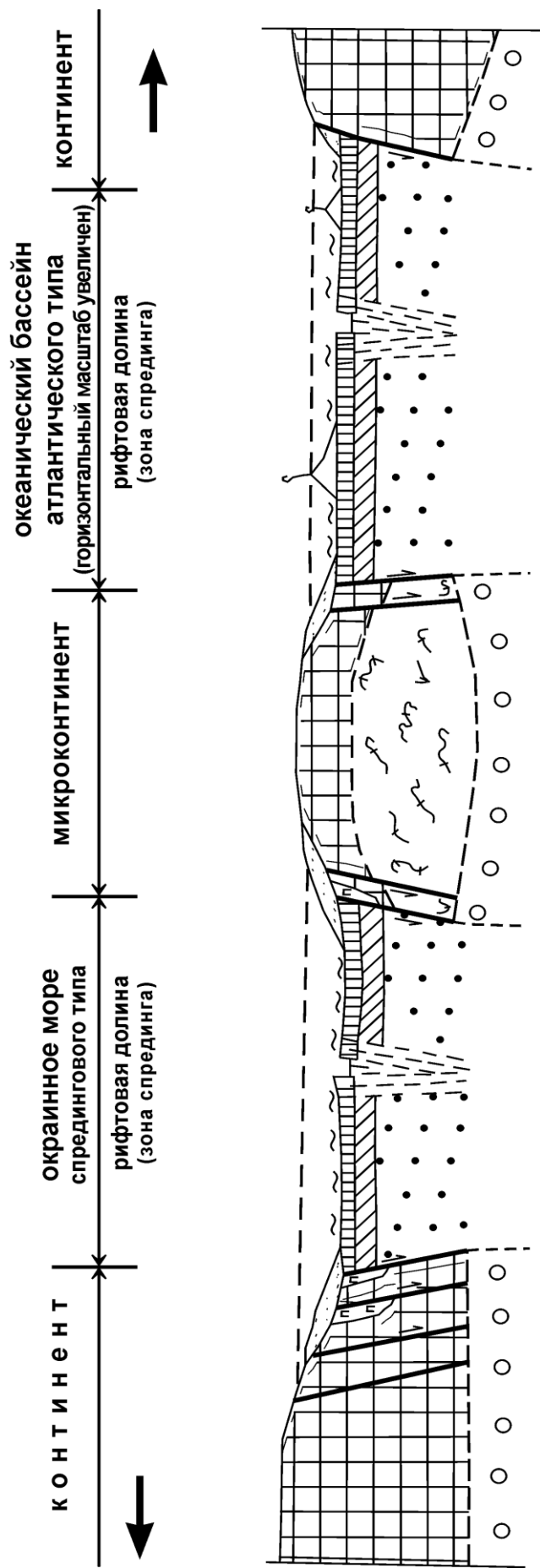


Рис.12. Палеогеодинамические обстановки Палеоуральского океана в ордовике [3]  
Условные обозначения см. на рис.унке 15

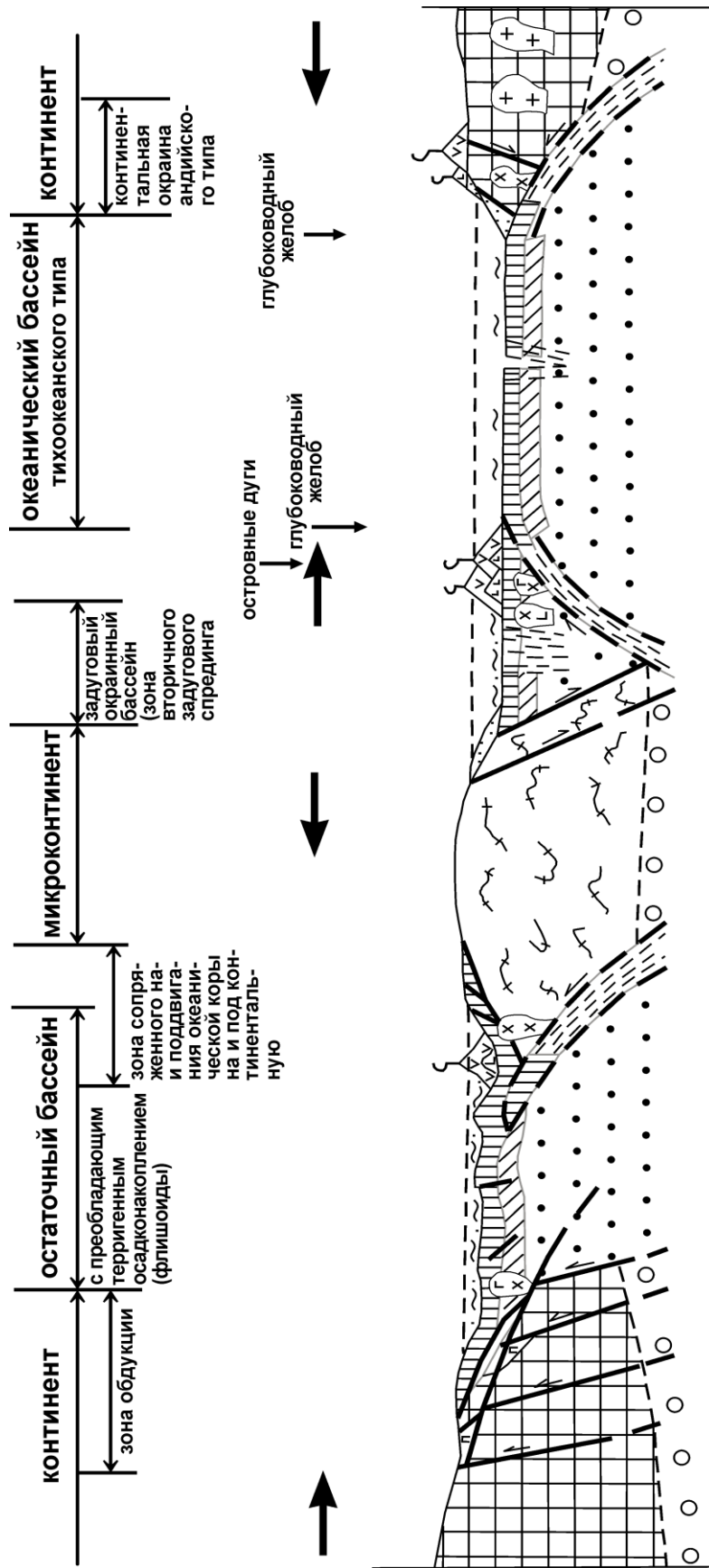


Рис. 13. Палеогеодинамические обстановки Палеоуральского океана в силуре – раннем карбоне, из [3]  
 Условные обозначения см. на рис.унке 15

В *именновское, туринское и краснотуринское время* (силур-средний девон) в западной части Магнитогорского прогиба функционирует группа стратовулканов, объединенных в островодужную систему близмеридионального простирания. Постройки стратовулканов сложены лавами основного (базальты) и среднего (андезиты) состава с прослоями туфогенных пород, объединяемых в *улутаусскую свиту*. Застывшая на глубине магма формирует интрузии габбро и диоритов *салаватского магматического комплекса*. В *улутаусское время* (франкий век) в геодинамической обстановке окраинного глубокого морского бассейна формировалась толща кремнистых пород, вмещающая линзы карбонатных и туфогенных пород.

В *зилаирское время* (фаменский век) формируется одноименная терригенная флишеидная толща с примесью туфогенного материала и многочисленными прослоями грубообломочных вулканогенно-осадочных пород. Все это указывает на начало активного размыва вулканогенных толщ, сформированных в силуре-среднем девоне.

В *березовское время* (начало турнейского века) характер терригенного литогенеза изменяется: вместо относительно грубообломочных пород (песчаники, алевролиты), слагающих зилаирскую свиту, формируются тонкообломочные кремнисто-глинистые, углисто-кремнистые и другого состава сланцы. В *кизильское время* (конец турнейского века) на площади Атлянского полигона существует мелководный морской бассейн, в котором в условиях жаркого влажного климата формируется толща известняков с богатой фауной кораллов [2, 5].

В средне- и позднекаменноугольную эпохи и в пермский период на Урале активизируется коллизионный геодинамический режим (Рис. 14), с которым связаны процессы формирования складчатых структур, разрывных нарушений и внедрение интрузий. В коллизионную стадию на месте Палеоуральского океана формируется горно-разрывно-складчатое сооружение. В зоне Главного Уральского разлома произошло надвигание (и шарьирование) осадочных и осадочно-вулканогенных образований на Западную мегазону – бывшую пассивную континентальную окраину Восточно-Европейской платформы, сформированную в те-

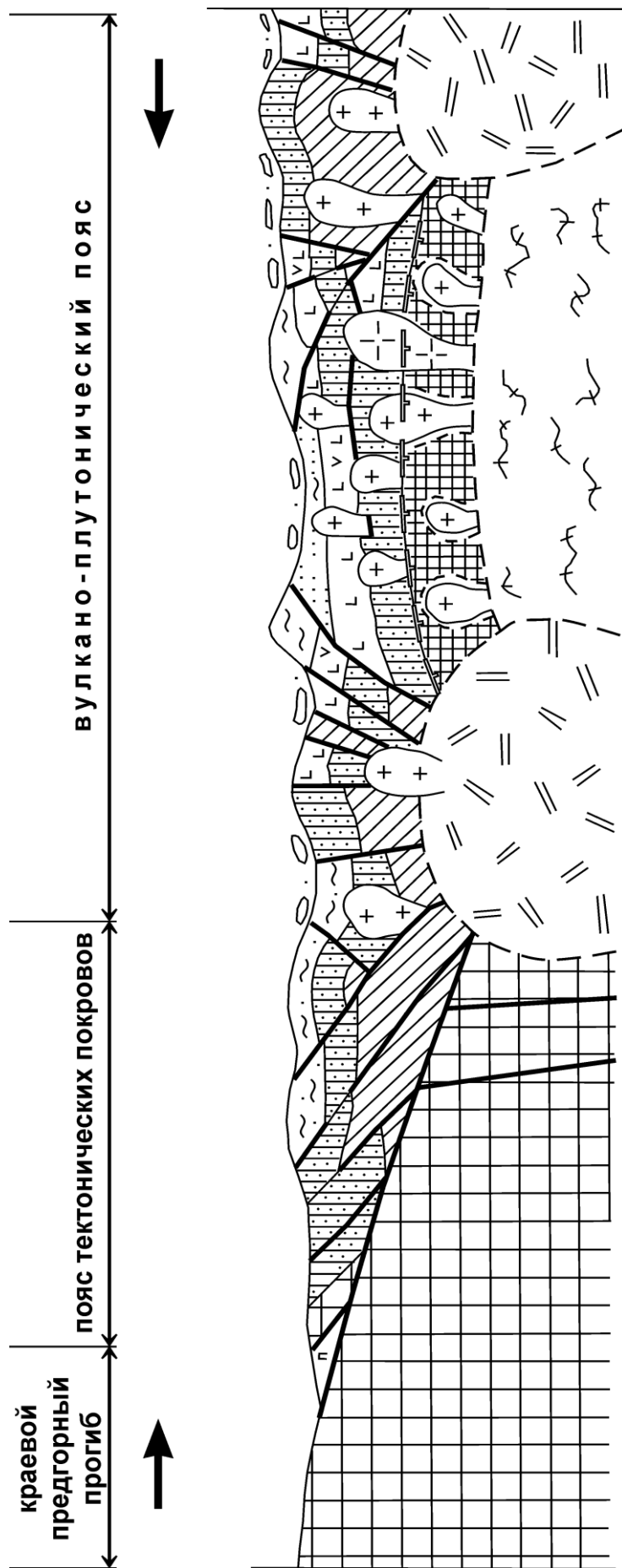
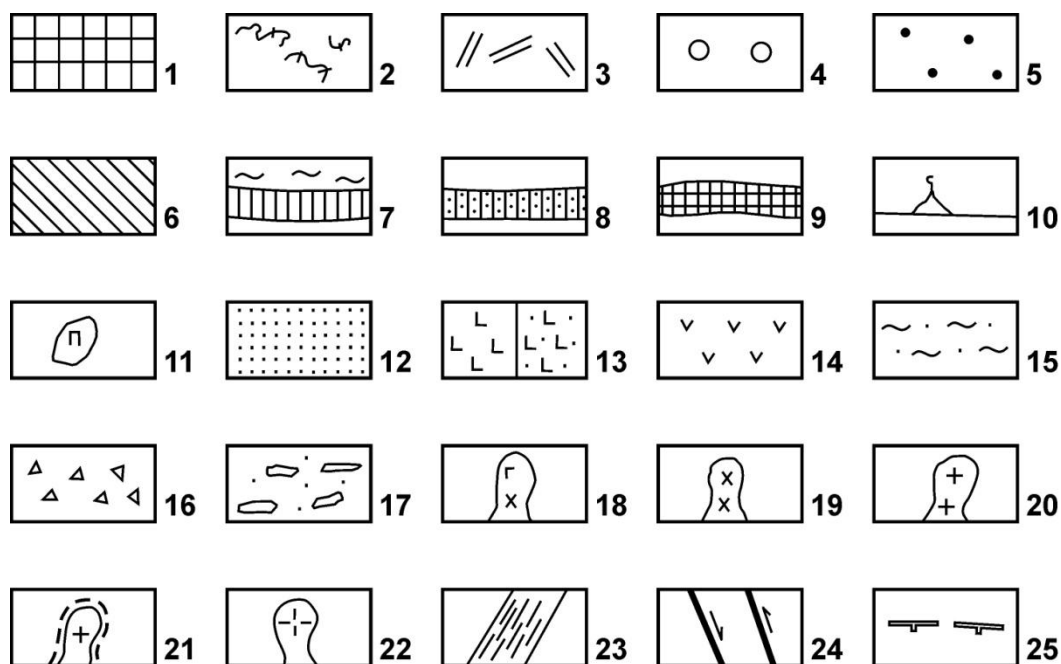


Рис. 14. Палеогеодинамические обстановки Уральского орогена в позднем карбоне – перми, из [3]  
 Условные обозначения см. на рисунке 15



1 – древняя консолидированная континентальная кора фундамента древних платформ; 2 – древняя консолидированная континентальная кора микроконтинентов в зонах сжатия (процессы сиалического плутонизма, плагиогранитизации и мигматизации); 3 – области новообразованной континентальной коры; 4 – слабо деплетированная палеомантия под континентами и микроконтинентами; 5-9 – офиолиты (5 – деплетированная палеомантия (реститы: дуниты, гарцбургиты, в меньшей степени – лерцоциты, верлиты); 6 – верхняя часть деплетированной мантии: серпентинизированные ультрамафиты; 7 – океаническая кора слабо метаморфизованная (терригенные, терригенно-кремнистые породы, в т.ч. глинистые с железо-марганцевыми конкрециями металлоносные осадки абиссальных равнин, толеитовые-высокотитанистые низкокальциевые базальты, блоки (массивы) низкотитанистых высокоизвестковистых габброидов и серпентинизированных пород дунит-гарцбургитового комплекса; 8 – океаническая кора областей зеленосланцевого динамотермального метаморфизма (см. п. 7, а также орто- и парасланцы, рассланцованные и будинированные ультрамафиты); 9 – океаническая кора областей метаморфизма амфиболитовой фации (амфиболиты, амфиболовые гнейсы, апоультрамафиты: оливин-энстатитовые, оливин-антофиллитовые, оливин-тальковые и др. породы); 10 – вулканические постройки гавайского типа – океанические острова (щелочные оливиновые базальты и др.); 11 – ультрамафиты перидотит-пироксенитовой формации тектонизированных краев платформ и палеомикроконтинентов; 12 – терригенные, терригенно-кремнистые и карбонатные породы пассивных окраин континентов и микроконтинентов; 13 – вулканиты контрастно дифференцированной (риолит-базальтовой, базальт-риолитовой) формации предостроводужной (неразвитых островных дуг) стадии зон субдукции океанической коры под океаническую; 14 – вулканиты непрерывной (базальт-андезит-риолитовой), андезит-дацитовой, андезит-базальтовой и андезитовой формаций стадии зрелых островных дуг и сингенетичные им флишоидные отложения; 15 – флишоиды; 16 – олистостромы; 17 – молассы; 18-22 – интрузивные формации: 18 – габбро-плагиогранитная надсубдукционная активных окраин, 19 – габбро-диорит-гранитная, тоналит-гранодиоритовая надсубдукционная активных окраин континентальной и переходной коры, 20 – гранитная (калиевых гранитов) коллизионная областей зеленосланцевого метаморфизма, 21 – реоморфизованных калиевых гранитов и плагиогранитов ядерных частей гранито-гнейсовых куполов в зонах амфиболитовой фации метаморфизма, 22 – гранит-лейкогранитовая бериллиеносная; 23 – зоны эклогит-глаукофансланцевого метаморфизма; 24 – разрывные нарушения и их вероятная кинематика; 25 – верхняя граница распространения метаморфитов амфиболитовой фации в зональном метаморфизованных комплексах.

Рис. 15. Условные обозначения к рис. 12-14, из [3]

чение ордовика-раннего карбона [2, 3, 5]. Аккумулировавшиеся в этот период в межгорных впадинах континентальные осадочные терригенные отложения различного генезиса (коллювий, делювий, пролювий, аллювий и др.) в конце позднего палеозоя-мезозое разрушаются, переносятся и аккумулируются в Предуральском краевом прогибе, на Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформах. Поэтому в настоящее время осадочные отложения давнего озрастного интервала на территории Атлянского полигона не наблюдаются. С коллизионной стадией связано проявление интрузивного гранитоидного магматизма, которые на полигоне фиксируются в виде гранитов атлянского магматического комплекса [2, 3, 5].

### Полезные ископаемые

На полигоне известны месторождения металлических (железо, золото) и неметаллических (тальковый камень) полезных ископаемых (рис. 16).



**Железо.** Круглогорское месторождение железа находится на северном склоне г. Круглая и приурочено к интенсивно тектонизированной экзо- и эндоконтактной зоне одноименного габброидного массива. Вмещающими оруденение породами являются базальтовые и андезит-тобазальтовые порфириты круглогорской свиты, габброиды круглогорского и серпентиниты кемпирсайского комплексов. Рудные тела имеют линзообразную форму и залегают согласно с вмещающими породами, тяготея к их контактам. Длина рудных тел до 500 м, мощность—первые десятки метров. В составе руд преобладает магнетит.

По содержанию железа и текстурным признакам выделяются участки сплошных (содержание железа более 50 %) и прожилково-вкрапленных (20-50 %) руд. Запасы магнетитовых руд по месторождению составляют 41,9 млн.т. категории С<sub>1</sub> и 6,7 млн.т. категории С<sub>2</sub> [2]. Месторождение относится к резервным.

**Золото.** На площади полигона располагается одно коренное месторождение золота и несколько золотоносных россыпей [2]. Коренное месторождение представлено зоной развития маломощных (до 0,2-0,5 м) крутопадающих кварцевых жил субмеридионального простирания, пересекающих массив серпентинитов. Жи-



Полезные ископаемые

Группа	Вид	Минеральные типы руд	Месторождения	Генетические типы месторождений	Рудные формации
Металлические	Железо	Магнетитовые	 Fe	Контактово-метасоматические	
	Золото		 Au	Осадочный механический	Золотоносных россыпей
 Au			Гидротермальный	Золото-сульфидо-кварцевая	
Неметаллические	Тальковый камень, тальк	Тальк-карбонатные		Гидротермально-метасоматические	Талькового камня, тальковая

Промышленная освоенность месторождений




-  Разрабатываемые
-  Отработанные
-  Законсервированные (резервные разведанные)

Рис. 16. Полезные ископаемые Атлянского полигона, из [3]

лы содержат редкую вкрапленность пирита и самородного золота. Месторождение принадлежит к золото-сульфидно-кварцевой рудной формации.

Золотоносные россыпи связаны с аллювиальными русловыми отложениями долины р. Атлян позднеплейстоценового возраста. Ширина россыпей в плане составляет первые десятки метров, их протяженность 0,5-2 км. Мощность золотоносных песков достигает 4-6 м, а содержание золота в песках 0,1-0,5 г/м<sup>3</sup>. К настоящему времени большинство золотоносных россыпей в данном районе выработано.

**Тальк.** Сыростанское месторождение талька связано с одноименным массивом ультрамафитов кемпирсайского комплекса. Месторождение включает 3 залежи: основную (размеры в плане более 3,5 км на 100 м) и две небольших с размерами 400х15 м и 250х50 м. Основная залежь представляет пластинообразное тело мощностью около 60 м вытянутое в северо-восточном направлении и падающее на восток под углом 40-50°. Рудное тело сложено тальк-карбонатными (тальк-брейнеритовыми) породами сланцеватой, реже, массивной текстуры. Содержание талька в тальк-карбонатных породах варьирует в пределах 55-65 %, составляя в среднем около 60 %. В настоящее время месторождение разрабатывается для получения тальк-магнезитовой муки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вот это вид! Карта высот, уклонов, видимости и красоты рельефа. – URL: votetovid.ru (дата обращения: 27.09.2022).
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-ХП – Златоуст. Объяснительная записка / Б.Н. Аулов, Ю.А. Владимирцева, Н.И. Гвоздик и др. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015. – 365 с.
3. Методическое руководство по проведению учебной геологической практики «Геология и полезные ископаемые Южного Урала» / В.С.Полянин, О.П.Шиловский, Е.Н. Дусманов. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2017. – 56 с.
4. Петрография магматических пород. Часть 1: учебно-методическое пособие / Сост. Л.М. Ситдикова, Е.Ю. Сидорова, А.И. Муллакаев // Казань: Казанский федеральный университет, 2022. – 50 с.
5. Пучков В.Н. Палеодинамика Южного и Среднего Урала / В.Н. Пучков – Уфа: ГИЛЕМ, 2000.– 146с.
6. Савельева Г.Н. Структура и петрология ультраосновного массива Нурали на Южном Урале / Г.Н. Савельева, Е.А. Денисова // Геотектоника. – 1983. –№ 2. – С. 42-57.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Классификация осадочных пород, из [3]

Группа пород	Размер обломков, мм	Название обломков	Рыхлые породы		Сцементированные породы	
			Окатанные	Угловатые	Окатанные	Угловатые
Грубо-обломочные	Более 1000,0	Глыба	Скопление глыб, валунов	Скопление глыб	Глыбовый конгломерат	Глыбовая брекчия
	1000,0 - 100,0	Валун	Валунник	Глыбы	Валунный конгломерат	Валунная брекчия
	100,0 - 10,0	Галька (щебень)	Галечник	Щебенка	Конгломерат	Брекчия
	10,0 - 1,0	Гравий (дресва)	Гравийник	Дресвяник	Гравелит	Дресвит
Песчаные	1,0 - 0,5	Крупнозернистые	Песок		Песчаник	
	0,5 - 0,25	Среднезернистые				
	0,25 - 0,1	Мелкозернистые				
Алевритовые	0,1 - 0,05	Крупно-алевритовые	Алеврит		Алевролит	
	0,05 - 0,01	Тонко-алевритовые				
Пелитовые	Менее 0,01	Пелит	Глина		Аргиллит	

Классификация магматических пород, из [4]

Происхождение, условия образования		SiO <sub>2</sub> , %						
		<45%	45-52%	52-65%	>65%	50-60%	~40-50%	
		ультраосновные (гипербазиты)	основные (базиты)	средние	кислые	щелочные		
		Содержание темноцветных минералов, %						
		>55%	35-55%	25-35%	10-15%	щелочные фемические минералы	гр. щелочных габброидов- базальтоидов	
<b>Интрузивные</b>		<b>Перидотиты</b> Пироксениты Дуниты Оливиниты	<b>Габбро</b> Нориты Габбро-нориты Анортозиты (лабрадориты) Плагиоклазиты Троктолиты	<b>Диориты</b> Габбро-диориты Кварцевые диориты	Нормальные <b>сиениты</b> Щелочные сиениты	<b>Граниты</b> Гранодиориты Плагиограниты Щелочные граниты	<b>Нефелиновые сиениты</b> (хибиниты, миаскиты, мариуполиты и др. разновид.)	Эссекситы Тералиты (нефелиновое габбро) Ийолиты Уртиты Якупирангиты
<b>Жильные</b>	<b>Асхистовые</b>	Пикриты Пикритовые порфиры Кимберлиты	Микрогаббро Габбро-порфиры Долериты Диабазы	Микродиориты Диоритовые порфиры	Микросиениты Сиенит-порфиры	Микрограниты Гранит - порфиры	Микросиениты – тингуаиты Нефелин-сиенитовые порфиры	—
	<b>Диасхистовые</b>		Диабаз-пегматиты	Диорит-аплиты Лампрофиры: спессартиты, керсантиты	Сиенит-аплиты Сиенит-пегматиты Лампрофиры: минетта, вогезит	Аплиты Пегматиты	Нефелин-сиенитовые пегматиты	
<b>Эффузивные</b>	<b>Палеотипные</b>	Меймечиты	Базальтовые порфиры Диабазы Спилиты	Андезитовые порфиры Кварцевые порфиры	Трахитовые порфиры (ортофиры) Кератофиры	Риолитовые (кварцевые) порфиры Дацитовые порфиры	Фонолитовые порфиры	Трахибазальты Тефриты
	<b>Кайнотипные</b>		<b>Базальты</b> Долериты	<b>Андезиты</b> Андезито-дациты	<b>Трахиты</b>	<b>Риолиты</b> (липариты) Дациты Фельзиты <b>Вулканические стекла:</b> обсидиан, перлит, пехштейн, пемза	<b>Фонолиты</b>	

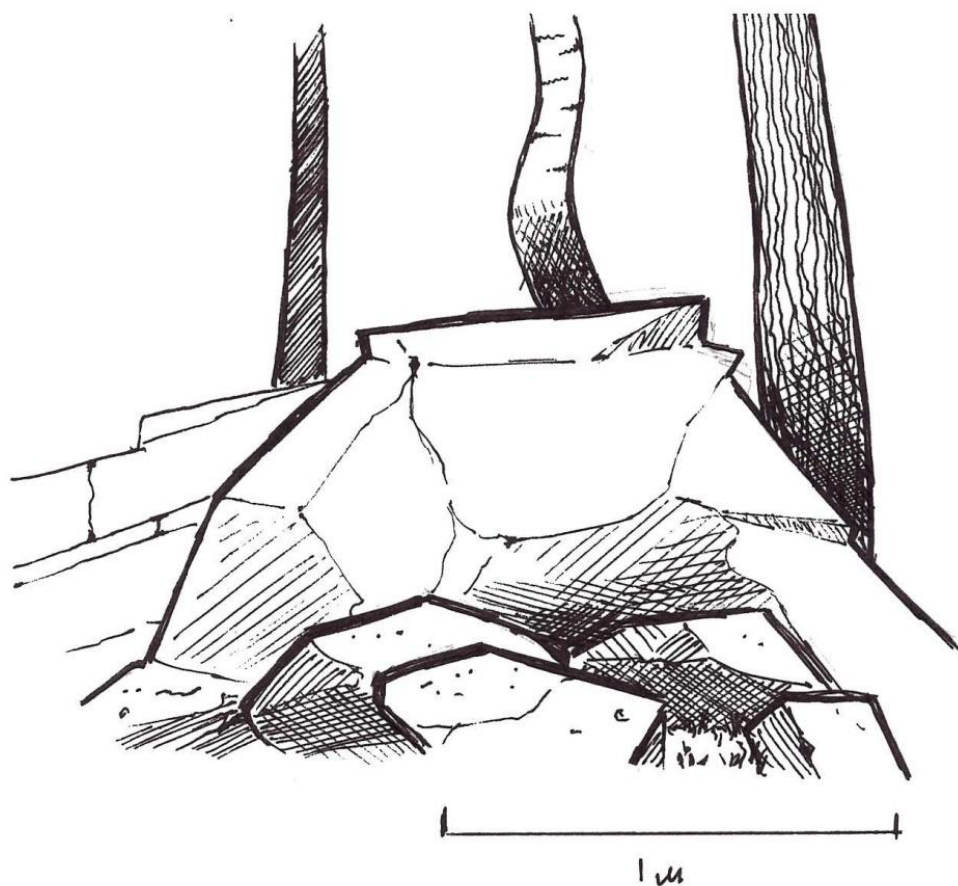
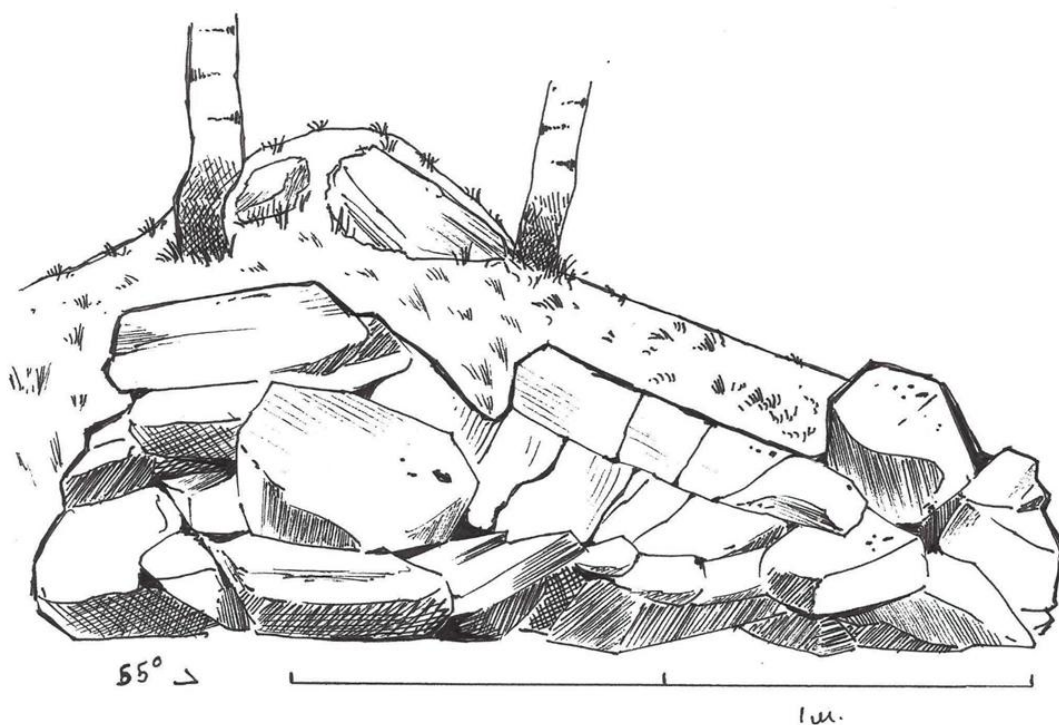
**Классификация магматических пород, из [4]**

Происхождение, условия образования	Характерные структуры и текстуры		SiO <sub>2</sub> , %						
	Структуры	Текстуры	ультраосновные <45%			основные 45-52%	средние 52-65%		кислые >65%
			Перидотит	Пироксенит	Дунит		Нормальный ряд	Щелочной ряд	
<b>Интрузивные</b>	Полнокристаллическая Порфировидная	Плотная Массивная	Перидотит	Пироксенит	Дунит	Габбро	Диорит	Сиенит	Гранит
<b>Эффузивные</b>	Неполнокристаллическая Стекловатая Порфировая	Плотная Пористая Миндалекаменная	-	-	-	Базальт	Андезит	Трахит	Риолит
Преобладающие цвета пород, цветовой индекс			Темно-зеленые, черные 85-100%			Черные 45-85%	Серые 25-45%		Светлые 0-25%
<b>Основной минеральный состав</b>									
<b>Кварц</b>			-			-	+/-	+/-	+
<b>Полевые шпаты</b>			-			Основной плагиоклаз	Средний плагиоклаз	Кислый плагиоклаз + КПШ	
Светлые (салические) минералы			-			Основной плагиоклаз 35-65%	Средний плагиоклаз (главным образом) 65 - 70%	Кислый плагиоклаз 10 - 30% КПШ 50 - 70%	Кислый плагиоклаз 20 - 25% Кварц 25 - 30% КПШ 35 - 40%
Темные (фемические) минералы			Пироксен 40-90% Оливин 10-60%	Пироксен >60% Оливин <40%	Оливин >90% Пироксен <10% Хромит	Пироксен 35-65% (иногда оливин, РО)	Роговая обманка, пироксен, биотит 25-30%	Биотит, роговая обманка, пироксен 10-20%	Биотит (реже РО, мусковит) 5-10%



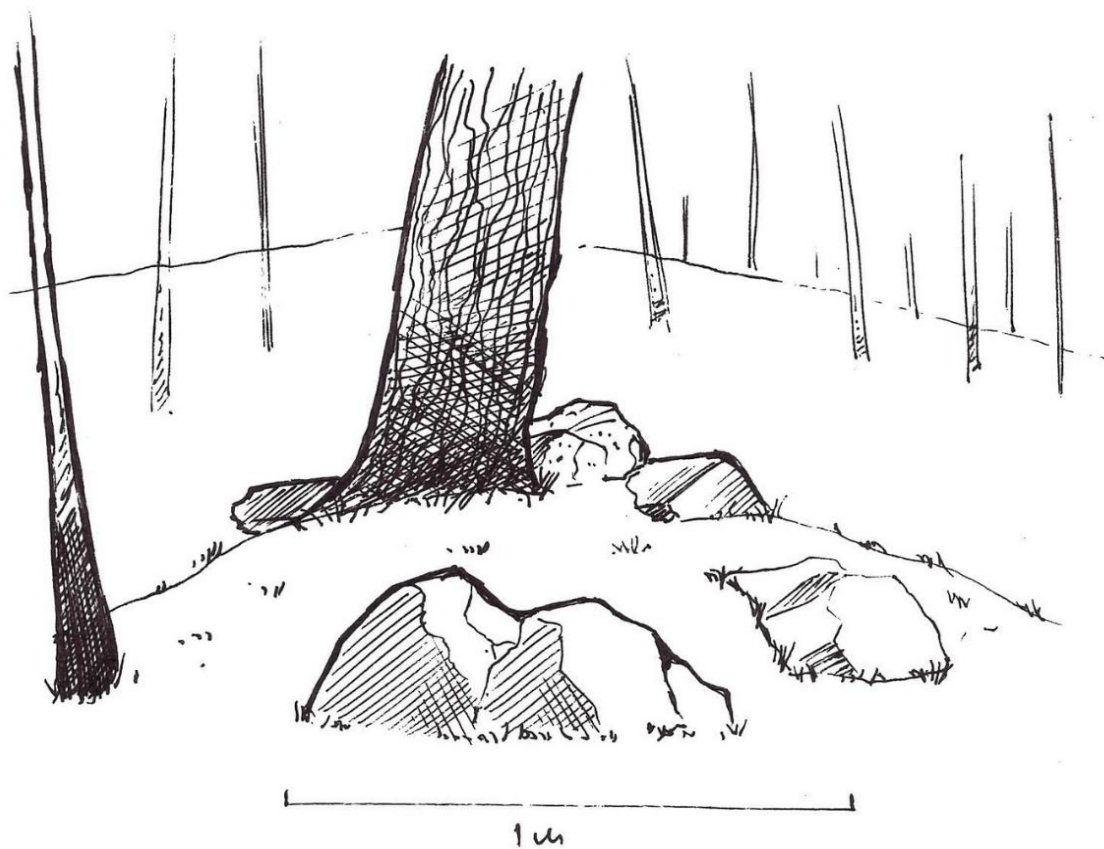
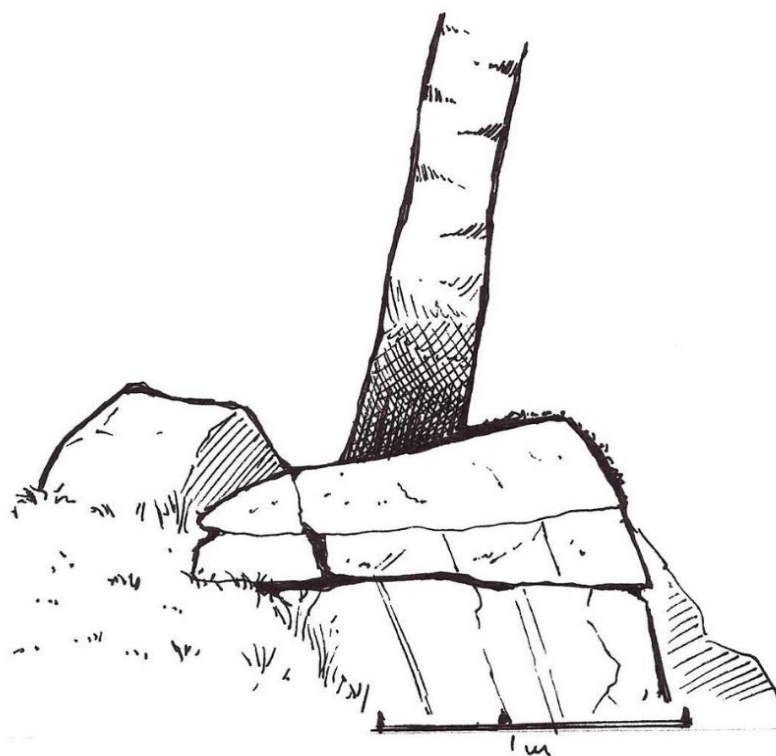
**Примеры зарисовок в полевом дневнике**

Зарисовки выполнены студентом А. А. Фахразиевым в 2021 г.



Левая сторона дневника

Зарисовка выполнена студентом А. А. Фахразиевым в 2021 г.





## Пример оформления полевого дневника

### Правая сторона дневника

Дата \_\_\_\_\_  
 Время начала маршрута \_\_\_\_\_  
**Маршрут №**  
 Погодные условия:  
 Место проведения:  
 Цель маршрута:






<u>Т.н. №</u>	Точка наблюдения № __ находится в 80 м от перекрестка трассы М5 и поворота на Нижний Атлян по азимуту хода 340°. Азимут хода от г. Круглой 140°, от г. Маяк 100°.	
D <sub>3</sub> -C <sub>1zl</sub>	<p>На точке наблюдается эволюционный развал метаморфизованных алевролитов. Цвет серый, структура пелитоморфная, текстура тонкослоистая. По размеру обломков порода относится к типу щебёнки.</p> <p>Маршрут продолжается по азимуту хода 315°. По ходу на интервале 0-30 метре наблюдаются аналогичные развалы. На 30 м наблюдается выход коренных алевролитов серого цвета пелитоморфных тонкоплитчатых. Размер выхода 90×30 см. Азимут падения 110°, угол 80°. На интервале 30-50 м наблюдаются выходы аналогичных пород, описанных ранее. На интервале 50 – 65 м задерновано. На 60 метре в почве встречаются обломки гранита, цвет светло-черный, структура мелко-зернистая, текстура массивная. На интервале 65-115 м задерновано. Редко встречаются глыбы гранита. На 115 метре обнаружена канава длиной 5 м, шириной 0,8 м. Азимут простирания канавы 300°.</p>	Обр.
γP <sub>1a</sub>	<p>В канаве вскрыты граниты. Наблюдается дайка субширотного простирания 110°. Был отобран образец. Цвет темно-серый, в верхней части выветренный, вследствие чего приобретает светло-коричневую окраску. Структура средне-зернистая. Текстура массивная.</p> <p>Произошла смена азимута хода с 315° на 300°. На интервале 0-70 м (с момента смены азимута хода на 300°) наблюдаются развалы алевролитов</p>	Обр.
D <sub>3</sub> -C <sub>1zl</sub>	<p><u>Т.н. № 2.</u> Находится в 70 метрах с момента смены азимута хода на 300°</p> <p>На точке наблюдения в южном боку карьера обнажаются алевропесчаники желтовато-коричневые, структура пелитоморфная. Угол падения 83°, азимут падения 280° - ориентировка слоистости.</p> <p>Далее маршрут продолжается по азимуту 335°.</p> <p>По ходу 0-35 м задерновано. Вышли из карьера. В районе точки наблюдения 2 отмечался щебень кварца.</p> <p>Далее маршрут продолжается по азимуту 65°.</p> <p>На интервале 0-50 м задерновано. По правую сторону от линии маршрута отмечаются свалы алевропесчаников, аналогичных описанным ранее.</p>	Обр.
	<p>Маршрут окончен в _____ (время)</p>	

## Каталог образцов/проб



№ п/п	Номер маршрута	Номер т. н.	Номер образца	Описание образца/пробы	Индекс
1	1	401	401-1	Песчаник зеленовато-коричневый, тонкослоистый, м/з, глинистый, перекристаллизованный	D <sub>3</sub> -C <sub>1z</sub> l
2	1	402	402-1	Алевролит серый, пелитоморфный, тонкослоистый	D <sub>3</sub> -C <sub>1z</sub> l
3	1	402	402-2	Гранит темно-серый, с/з, массивный	γP <sub>1a</sub>
4	1	402	402-3	Алевропесчаник желтовато-коричневый, пелитоморфный, т/з-м/з	D <sub>3</sub> -C <sub>1z</sub> l

## Условные обозначения к картам и разрезам


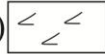



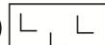
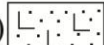
### Точки наблюдения


-  коренные выходы
  -  элювиальные отложения
  -  склоновые (коллювиальные, делювиальные) отложения
  -  аллювиальные, пролювиальные и другие дальнеприносные отложения
-  линии хода маршрутов с точками наблюдений

### Интрузивные породы

-  граниты
-  габбро

### Вулканогенные породы

-  кислого состава (лавы): трахириолиты, риолиты, трахириодациты
- а)  б)  среднего состава: а - лавы: андезибазальты, базальты; б - туфы: трахиты, трахибазальты; в - лавы: андезиты, г - андезитовые порфириты
- в)  г) 
- а)  б)  основного состава: а - лавы: базальты, б- туфы: базальты,

-  туфогенные породы

### Метаморфические породы

-  ультрамафиты
-  метаморфические сланцы
-  кварциты
-  доломитовые мрамора
-  тектониты
-  кремнистые породы
-  глинистые сланцы



### Карбонатные породы

-  известняки


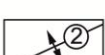
### Терригенные породы

-  песчаники
-  гравелиты
-  конгломераты

### Структурные этажи




-  Байкальский
-  Каледонско-герцинский

### Складчатые структуры

-  Оси синклиналей
-  Оси антиклиналей

Цифры в кружках – названия складчатых структур (1 – Северо-Сыростанская; 2 – Сыростанская; 3 – Южно-Сыростанская; 4 – Песочная; 5 – Атлянская; 6 – Маяковская; 7 – Круглогорская).

### Разрывные нарушения

-  Взбросо-надвигового типа. Штрихами показано направление падения сместителя, цифрами – угол наклона сместителя, цифры в квадрате – вертикальное смещение (в км)
- 
-  Неустановленной кинематики

Цифры в кружках – названия разрывных нарушений (1 – Сыростанский надвиг; 2 – Малосыростанский надвиг; 3 – Пекинская взбросо-надвиговая зона; 4 – Круглогорский разлом; 5 – взброс “Труба”; 6 – Смородинский надвиг).