



Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б. Н. Ельцина

Институт новых материалов  
и технологий

**М. В. ВЕНГЕРОВА**

**А. С. ВЕНГЕРОВ**

**А. В. АЛЕКСЕЕВ**

# УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие





Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

М. В. Венгерова, А. С. Венгеров, А. В. Алексеев

# УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методическим советом  
Уральского федерального университета  
для студентов вуза, обучающихся  
по направлению подготовки бакалавров  
08.03.01 — Строительство

Издание второе, исправленное

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2022

УДК 55(075.8)

ББК 26.3я73

В29

Рецензенты:

д-р геол.-минерал. наук, *Г. А. Петров*, доцент кафедры геологии ФГБОУ  
Уральского государственного горного университета;

канд. геол.-минерал. наук *В. Ф. Рябинин* (Институт геологии и геохимии  
УрО РАН)

Научный редактор — д-р техн. наук, проф. *Ф. Л. Капустин*

**Венгерова, М. В.**

В29 Учебная геологическая практика : учебно-методическое пособие / М. В. Венгерова, А. С. Венгерова, А. В. Алексеев ; М-во науки и высшего образования РФ. — 2-е изд., испр. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. — 100 с.

ISBN 978-5-7996-3596-1

Учебно-методическое пособие содержит сведения о методах проведения учебной геологической практики, описание основных экскурсий на геологические объекты и горнопромышленные предприятия по производству строительных материалов, требования к отчету студента по практике.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся на образовательной программе «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство».

Библиогр.: 6 назв. Табл. 2. Рис. 30. Прил. 5.

УДК 55(075.8)

ББК 26.3я73

ISBN 978-5-7996-3596-1

© Уральский федеральный  
университет, 2014

© Уральский федеральный  
университет, 2022, с изменениями

## Введение

**Д**анное учебно-методическое пособие предназначено для студентов первого курса, проходящих учебную геологическую практику. Оно содержит всю необходимую информацию о целях и задачах практики, правилах ее проведения и описание всех месторождений и предприятий, которые предполагается посетить.

Учебно-методическое пособие разделено на два раздела — методическая часть и описание геологических экскурсий на предприятия и месторождения. Оно содержит всю необходимую и достаточную информацию для написания и правильного оформления отчета по практике. В приложениях приведены общие правила подготовки отчета и собственно его защиты.

Дополнительную информацию студенты могут почерпнуть из списка литературы, рекомендованного для самостоятельного изучения.

Руководители практики благодарят главного маркшейдера ООО «Сибирский гранитный карьер» М. Ю. Зеленина за активную помощь в проведении экскурсии и предоставленные материалы, использованные авторами при описании технологии производства облицовочных гранитов. Также выражаем благодарность главному инженеру Первоуральского рудоуправления А. В. Дзюбе за многолетнее сотрудничество при проведении экскурсий.

# Раздел А.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

---

### 1. Цель и задачи учебной геологической практики

---

Практика — критерий Истины.

*Карл Маркс*

**У**чебная геологическая практика является составной частью учебного процесса и проводится с целью овладения студентами профессиональных навыков в соответствии с требованиями к уровню подготовки бакалавров по образовательной программе «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство».

Подразумевается, что к началу геологической практики студенты уже прослушали, а главное — поняли и запомнили основные геологические термины и понятия, знают обо всех основных геологических процессах, происходивших на Земле ранее и развивающихся в настоящее время, а также познакомились с лабораторными коллекциями минералов и горных пород и научились методам их определения.

*Цель учебной геологической практики* состоит в закреплении теоретических знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Геология», приобретении практических навыков ведения геологической документации и умении анализировать полученные результаты геологических, гидрогеологических и геоморфологических наблюдений и исследований.

*Основными задачами геологической практики являются:*

- изучение основ конкретных методик полевых геологических, геоморфологических и гидрогеологических наблюдений;
- получение навыков ведения документации полевых наблюдений, описания обнажений горных пород, различных горных выработок, естественных и искусственных выходов подземных вод и других геологических объектов;
- закрепление навыков диагностики горных пород и минералов на естественных и искусственных обнажениях;
- обучение методике отбора образцов и проб различных горных пород, их упаковке и первичному описанию;
- получение практических навыков работы с горным компасом при выполнении замеров элементов залегания горных пород;
- знакомство с методами определения дебита источников грунтовых вод, скорости течения и расхода рек в разных сечениях;
- изучение влияния хозяйственной деятельности человека на формирование рельефа и экологию;
- изучение сырьевой базы, основных технологических процессов и оборудования добычи горных пород, используемых для производства строительных материалов;
- обучение камеральной обработке собранных материалов в процессе проведения экскурсии, оформлению отчета по практике с необходимым набором иллюстрационных видео-, фото-, графических материалов.

В результате прохождения геологической практики студент должен:

- *знать*: способы и методы инженерно-геологических изысканий; законы геологии, гидрогеологии, генезис и классификации пород и грунтов; основные виды технологий производства строительных материалов; основные технологические процессы подготовки и переработки минерального сырья; уровень развития отечественных предприятий строительных материалов; законов взаимодействия между гидро-, атмо-, лито- и техносферами;
- *уметь*: обрабатывать и систематизировать исходную информацию; решать простейшие задачи инженерной геологии; читать геологическую графику;
- *владеть*: методами ведения геологической разведки и анализа полученных результатов.

## 2. Организация учебной геологической практики

---

Учебная геологическая практика проводится преподавателями кафедры «Материаловедение в строительстве» и представляет собой автобусные и пешие однодневные экскурсии студентов в карьеры горнодобывающих предприятий Свердловской области и по окрестностям г. Екатеринбурга. В экскурсии включены классические месторождения полезных ископаемых и наиболее интересные геологические объекты, дающие представление о геологическом строении Урала. Студенты знакомятся с основными генетическими типами горных пород Урала, современными и древними геологическими процессами. В процессе посещения горнодобывающих предприятий студенты знакомятся со способами разработки полезных ископаемых, технологиями добычи и переработки полученного минерального сырья.

Практика состоит из трех основных этапов: подготовительного, полевого и камерального.

### 2.1. Подготовительный этап

Предварительно составляются договоры о практической подготовке студентов между ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» и горнодобывающим предприятием. После подписания договора подается заявка на предоставление автотранспорта в транспортный отдел УрФУ с маршрутами запланированных экскурсий.

В первый день практики проводится организационное собрание студентов, на котором обсуждаются цель и задачи практики, ее содержание, правила безопасного проведения, формы отчетности. На собрании также решаются следующие организационные вопросы:

- объявляются маршруты экскурсий, определяется место сбора и вид транспорта для проезда к месту экскурсии;
- формируются бригады, включающие 5–6 студентов;
- проводится инструктаж по технике безопасности;
- проверяется наличие необходимых предохранительных прививок;

- обсуждается необходимое снаряжение бригады: полевая сумка, мешки для образцов, рулетка, фотоаппарат, складной нож, ручка, карандаш, линейка;
- на кафедре бригадиры получают полевое геологическое снаряжение: геологический компас, геологический молоток, лупу, полевой дневник, журнал образцов, образцы этикеток для образцов;
- рекомендуется форма одежды и обувь, решаются вопросы организации питания и объем индивидуального запаса питьевой воды;
- проводится практическое занятие по обучению студентов приемам работы с горным компасом.

## 2.2. Полевой этап

Полевые работы заключаются в прохождении пеших маршрутов по хорошо обнаженным геологическим объектам с проведением полевых наблюдений и автобусных экскурсий на горнопромышленные предприятия. На полевом этапе геологической практики студенты осваивают основные методы полевых исследований, учатся формулировать обоснованные заключения из наблюдаемых фактов и устанавливать взаимосвязь между различными геологическими объектами и процессами.

Проведение геологической экскурсии включает информационную и рабочую части. Информационная часть — это объяснения преподавателя на природном объекте или рассказ специалиста горнопромышленного предприятия. Рабочая часть — исследовательская и регистрационная деятельность студентов на специальных остановках — точках наблюдения (изучение обнажений и их зарисовка, измерения элементов залегания, отбор образцов, фотографирование и т. д.).

На первой точке наблюдения преподаватель объясняет студентам порядок описания, показывает связь между наблюдаемыми геологическими объектами и различными процессами и явлениями, делает зарисовку в полевом дневнике. На последующих точках наблюдения, когда студенты овладеют определенными навыками и усвоят общую схему описания обнажения горных пород, можно поручить одному из них рассказать о том, что бы он написал в полевом днев-

нике на данной точке. Рассказ может быть дополнен другими студентами. Преподаватель в итоге обобщает все сказанное и формулирует данные для записи.

При описании горных пород в обнажении рекомендуется следующий порядок работы: вначале внимательно осматривают обнажение, отбирают серию образцов, определяют все разновидности пород и контакты между ними. Затем определяют элементы залегания горных пород (азимуты падения и простирания, угол падения). Преподаватель консультирует и направляет работу как отдельных студентов, так и всей бригады. В итоге устанавливается общая картина обнажения горных пород. После этого студенты выполняют полное описание, схематическую зарисовку и фотографирование обнажения. В полевом дневнике с левой стороны размещаются зарисовки и фотографии обнажений горных пород, а описание обнажения выполняется справа.

При проведении геологической экскурсии на горнодобывающее предприятие необходимо уделять внимание характеристике видов природопользования, оценке воздействия человека на природу и на конкретных примерах показывать позитивные и негативные последствия.

Успешное выполнение экскурсионного задания зависит от четкой работы студенческой бригады во время полевого этапа. Каждой бригаде целесообразно распределить обязанности между членами бригады. Одни отвечают за привязку обнажений, другие за работу с горным компасом и отбор образцов горных пород, третьи за документацию и фотографирование. Во время последующих экскурсий членам бригады рекомендуется меняться обязанностями. Такая организация обеспечивает получение основных навыков всеми членами бригады.

### **2.3. Камеральный этап**

Камеральный этап проводится после завершения экскурсий. Студенты выполняют следующие виды работ:

- обработка полевых дневников (преподаватель контролирует правильное заполнение дневника);
- оформление рисунков, различных схем и карт;
- изготовление фотографий, при необходимости нанесение на них геологической информации;

- окончательное уточнение полевых определений образцов горных пород у преподавателя;
- маркировка отобранных образцов и занесение их в журнал образцов;
- написание и оформление отчета;
- оформление стенда с фотографиями о геологической практике;
- защита отчета.

Главная цель камерального этапа — составление и написание отчета. Преподаватель демонстрирует студентам геологические отчеты, составленные их предшественниками, указывает на характерные и типичные ошибки, отмеченные в этих отчетах, помогает найти правильные пути их разрешения. При написании отчета студенты должны научиться анализировать и обобщать разные геологические наблюдения, а также грамотно излагать результаты такого обобщения. Студенты вырабатывают навыки работы с литературой геологического профиля, учатся правильно оформлять отчет, составлять элементарные геологические разрезы, читать геологическую карту.

### 3. Техника безопасности

---

Каждая строчка в технике безопасности написана чьими-то жизнями и чьей-то кровью.

*Народная мудрость*

**З**нание и соблюдение правил техники безопасности является залогом сохранения студентом своей жизни и здоровья.

Перед началом геологической практики все студенты обязаны пройти инструктаж по технике безопасности, после которого расписываются в тетради учета. Важнейшим залогом безопасности и успешного проведения экскурсий является взаимопомощь. Каждый студент должен строго соблюдать сам и требовать от своих товарищей неуклонного выполнения правил техники безопасности при прохождении экскурсий.

*К экскурсиям не допускаются студенты, находящиеся под алкогольным или наркотическим опьянением или с явными признаками какого-либо заболевания.*

Перед выходом на пеший маршрут студенты подбирают себе соответствующую экскурсии одежду, прочную, максимально закрывающую тело. Головной убор обязателен, обувь нужна основательная, с толстой ребристой подошвой, удобная для ходьбы. Куртка — плотная, с капюшоном и имеющимися на рукавах манжетами, защищающая от царапин и укусов насекомых. В идеальном случае следует иметь непромокаемую куртку, специально пропитанную жидкостью от насекомых. Даже в теплую ясную погоду обязательно брать с собой теплую одежду, упакованную в рюкзак, поскольку погода может резко испортиться.

*Настоятельно рекомендуется носить яркий шарф, косынку или рубашку, которую хорошо видно издалека, лучше всего ярко оранжевую или красную, потому что эти цвета наиболее хорошо различимы в лесу.*

У каждого студента должен быть при себе минимальный индивидуальный набор необходимых вещей: питьевая вода, небольшой запас еды (бутерброды), карандаш и блокнот, зонтик, бинт и пластырь, индивидуальные лекарства, если есть какие-то хронические заболевания. Для переноски этого набора лучше всего подойдет рюкзак или удобная сумка через плечо.

Каждая бригада заранее решает, кто в ее составе отвечает за отбор, маркировку и переноску образцов, кто хранит компас и молоток, а также поручает одному человеку подготовить и хранить аптечку с минимальным необходимым набором лекарств и перевязочных средств.

Категорически запрещается пить сырую воду, особенно из поверхностных непроточных источников.

Передвижение групп в черте города должно быть компактным и организованным. Посадку в городской транспорт производить в порядке очереди, если требуется, то разделить группу, вторая подгруппа должна следовать тем же маршрутом и в установленные сроки прибыть к месту сбора. Пересекать проезжую часть дороги можно только по пешеходным переходам, а вне населенных пунктов — в местах, где дорога хорошо просматривается в обе стороны. Движение по полотну железной дороги запрещено, пересекать железнодорожные пути разрешается по специальным пешеходным переходам или железнодорожным переездам.

За городом необходимо перемещаться на расстоянии полной видимости и голосовой связи. Движение останавливается, если с кем-нибудь потеряна видимая и голосовая связь, до появления отставшего.

*При передвижении по лесу, долинам рек, на территории месторождений, карьеров и прочим опасным участкам следует соблюдать максимальную осторожность.*

Ходить по узким тропам и карнизам нужно очень осторожно, предупреждая идущих сзади о выступах камней, корнях деревьев. На склонах, обрывах и бортах карьера категорически запрещается отбивать образцы, сбрасывать камни или отваливать плохо устойчивые глыбы. При подъеме на склон опасайтесь случайных камнепадов и осыпей и всегда обращайтесь внимание, идет ли кто-то сзади вас.

При осмотре и описании обнажений скальных выходов горных пород студенты должны находиться на некотором от них удалении, опасаясь обвалов и скатывания обломков по откосу. Запрещается описание и отбор образцов из обнажений рыхлых пород и отвалов сразу после сильных дождей из-за опасности обвалов и оползней.

*При раскалывании образцов горных пород молотком всегда идет разлет мелких обломков породы на расстояние на 5–6 м. Поэтому отбивание образцов следует производить в стороне от других студентов с максимальными предосторожностями против попадания осколков в неза-*

щищенные места тела и лица. Желательно иметь на лице крупные закрывающие очки или максимально затянуть капюшон куртки.

В целях своевременного обнаружения клещей необходимо производить само- и взаимоосмотры одежды через каждый час.

В лесу категорически запрещается бросать горящие сигареты, спички, курить во время движения. Обязательно осуществляется уборка мусора после себя (уносится с собой), не разрешается собирать растения и цветы, занесенные в Красную книгу.

В случае резкого изменения погоды экскурсия может быть прекращена либо приостановлена по распоряжению преподавателей. Непогоду следует переждать в сухом защищенном месте, при сильной грозе не рекомендуется находиться на открытой местности и вблизи одиноко стоящих деревьев, металлических мачт, держать рядом с собой геологический молоток.

После окончания экскурсии каждому студенту необходимо отметить у преподавателей, убедиться, что вся его бригада находится в конечной точке маршрута в полном составе.

## 4. Методика полевых исследований

Многие люди приходят — смотрят, смотрят... Некоторые люди приходят — видят.

*Дава Тенинге*

**О**сновной метод изучения поверхности Земли — это *геологические маршруты*. Геологический маршрут — движение по заранее выбранному направлению, вдоль которого находится наибольшее количество выходов на поверхность горных пород. Как правило, это долины рек и ручьев, реже — автомобильные и железнодорожные трассы, а в горнодобывающих регионах — заброшенные и действующие карьеры по добыче полезных ископаемых.

В процессе маршрута обязательно ведется документация всей полученной информации в *полевой дневник*. Информация должна быть максимально полной, поскольку именно она служит основой для всех последующих камеральных работ. В некоторых случаях допускается ведение *аудиозаписи* на диктофон, однако в дальнейшем она должна быть обязательно перенесена в дневник.

Описание геологического маршрута начинается с занесения общих данных о нем — время и дата, направление маршрута, его цели и задачи. Любой маршрут состоит из серии последовательных *точек наблюдения*, каждая из которых представляет собой какой-то интерес с точки зрения геологии, геоморфологии, инженерной геологии или истории.

Описание маршрута всегда ведется *непрерывно*, но с различной степенью детализации. Наиболее полная информация записывается о каждой точке наблюдения, поскольку именно на них наиболее ярко выражены интересующие нас явления или предметы (горные породы). Описания между точками наблюдения, как правило, более краткие и содержат больше информации о рельефе и растительном покрове. Рекомендуется сначала записывать наблюдения на точке, а затем наблюдения по ходу к следующей точке. В этом случае наблюдение на точке будет своего рода выводом из наблюдений по ходу. Это может быть фиксация резкой смены пород в высыпках, другого стратиграфического подразделения, обнаружения тектонических нарушений и т. д.

#### 4.1. Точки наблюдения

По характеру изучаемых явлений точки наблюдения можно условно разделить на три вида:

- геоморфологические — изучение и описание геолого-географического рельефа;
- геологические — изучение и описание горных пород, условий их залегания в естественных и искусственных обнажениях;
- комплексные — изучение одновременно обоих вопросов.

Каждую точку наблюдения надо выбирать по наибольшему числу геологических объектов и явлений, с хорошо обнаженными породами и легкодоступными для наблюдения и описания. Каждая точка наблюдения обязательно должна быть привязана на карте и местности. Точке наблюдения присваивается номер, под которым ее местонахождение наносится на карту (схему).

Описание точки всегда начинается с ее четкой географической характеристики (например — левый борт реки «Патрушиха», в 500 м к югу от автомобильной трассы М5) и обязательно — *географических координат*, взятых с помощью приемника GPS или ГЛОНАСС. В настоящее время с этим нет проблем, поскольку такой приемник находится практически в любом сотовом телефоне. Также допускается автоматическая отрисовка маршрута на карте в сотовом телефоне с дальнейшим переносом в полевой дневник.

Дальнейшее описание точки наблюдения всегда ведется от большего к меньшему (или от общей картины к отдельным деталям). Прежде всего необходимо описать имеющиеся общегеологические явления, геоморфологию, гидрографию, тектонику и т. д. Обращается внимание на особенности рельефа данного маршрута, их связь с распределением горных пород; выявляются денудационные и аккумулятивные формы рельефа, устанавливаются основные агенты эрозии, результаты деятельности человека.

Все описания желательно сопровождать максимальным количеством фото- или видеосъемки, благо современные телефоны опять же позволяют это делать.

**ВАЖНО!** *Студентам следует иметь в виду, что далеко не всегда они могут разобрать и увидеть те или иные геологические особенности. Поэтому на каждой точке наблюдения следует внимательно слушать пояснения руководителя и не стесняться задавать вопросы.*

## 4.2. Описание речных долин и водоразделов

Главными элементами рельефа являются долины рек и водоразделы. В тех случаях, когда в пределы участка экскурсии входит часть долины реки, описание лучше начинать с нее и вести его от общего к частному. В самом общем случае сначала описывается речная сеть в целом — главная речная артерия, впадающие в нее реки и ручьи, имеющиеся сухие и пересыхающие долины и лога, выходы подземных вод.

*Необходимо знать, что практически всегда речная долина развивается по зонам тектонических нарушений.*

При описании речной долины указывается ее простирание (определяется компасом), размеры (длина и высота), форма сечения, иные характерные особенности. Далее характеризуется русло реки, описывается его ширина и глубина, расположение в плане (прямой участок, излучина), характер дна (песчаное, илистое, каменистое).

Пойма описывается как на правом, так и на левом берегу реки, где указывается ее примерная ширина и протяженность, наличие стариц, заболоченных участков. Отмечается наличие низкой поймы, которая затапливается ежегодно, и высокой поймы, которая затапливается в отдельные годы. При характеристике надпойменных террас указывается их тип (цокольная, аккумулятивная, эрозионная), ширина, протяженность вдоль долины, высота над меженным уровнем воды в реке и над нижележащей террасой. Характеризуя коренной берег, отмечают крутизну склона и его форму (ровная, ступенчатая, бугристая), высоту бровки над урезом воды, степень расчлененности коренного берега овражно-балочной сетью.

## 4.3. Изучение экзогенных геологических процессов

Изучение и описание экзогенных процессов производится одновременно с описанием обнажений. К экзогенным процессам относятся: оползни, карст, просадки, заболачивание, оврагообразование, речная эрозия, процессы выветривания. При описании любого экзогенного процесса отмечаются его внешние признаки, причины, которые способствуют этому явлению, интенсивность развития, влияние на рельеф, свойства пород и гидрогеологические условия.

### **Осыпи и оползни**

Осыпи горных пород часто встречаются в горных районах и в откосах крупных выемок. Основные факторы их образования — силы гравитации, процессы выветривания, крутизна склона. При описании осыпи указывают ее размер по высоте и простиранию, определяют объем смещенного грунта, фиксируют экспозицию, высоту, крутизну и форму откоса. Отмечаются выходы подземных вод и характер растительности. Действующие (подвижные) осыпи лишены всякой растительности.

Оползни — это скользящее смещение горных пород на склонах под действием гравитации и при участии поверхностных и подземных вод. Внешние признаки оползневого склона: трещины закола (серия концентрических трещин, ориентированных вдоль бровки склона); бугристость склона в нижней части; валы выдавливания у подошвы склона; террасовидные уступы (отличаются от речных террас наклоном в сторону, обратную падению склона); «пьяный лес» и разорванные стволы деревьев (за счет сползания пород деревья теряют свою вертикальность).

При наблюдении оползня необходимо выяснить причины его возникновения, определить его активность.

### **Выветривание**

Различают физическое, химическое и биологическое выветривание, которые могут проходить как по отдельности, так и вместе. Типичными примерами физического выветривания являются различного рода останцы, возникающие на территориях с чередованием прочных и мягких пород. Примером могут служить наиболее известные и популярные на Урале геологические объекты, как скалы Чертово городище, Каменные палатки, скалы Семь братьев. В более однородных объектах физическое разрушение выражается в растрескивании и осыпанию пород.

Химическое выветривание визуально выражается развитием на породах корки окисления и разложения минералов, появлении глинистых минералов, следов растворения и разложения (пустот и пор) неустойчивых минералов.

Биологическое выветривание проявляется в разрушении пород корнями деревьев и кустарников, разложении пород и минералов под действием органических кислот. Наиболее хорошо это проявляется на склонах и обрывах, где виден весь разрез дёрнового слоя леса или луга.

## Карст

Карст — процесс растворения и выщелачивания растворимых трещиноватых пород подземными и поверхностными водами и образования специфических форм рельефа на поверхности земли и различных пустот, каналов и пещер на глубине. Прежде всего определяют тип карста по литологическому признаку (карбонатный, сульфатный и соляной). По отношению к земной поверхности выделяют: открытый карст — карстующиеся породы лежат непосредственно на поверхности и скрытый — карстующиеся породы перекрываются слоями нерастворимых водопроницаемых или водонепроницаемых пород. При описании карстовых воронок, а также суффозионных понижений обращают внимание на их форму, глубину, крутизну и задернованность бортов. Делаются зарисовки, ориентированные по частям света. При описании обнажений карстующихся пород целесообразно давать оценку их трещиноватости и обводненности, как одних из главных причин развития карста.

### 4.4. Описание обнажений горных пород

Обнажение горных пород — это выход на поверхность блока коренных горных пород. Для Уральского региона это достаточно редкое явление, подавляющая часть территории Урала перекрыта чехлом молодых (четвертичных) рыхлых отложений или растительным покровом. Вместе с тем именно обнажения горных пород дают наиболее полную информацию о геологическом строении этого участка и поэтому на них чаще всего и устраивают точки наблюдения.

Различают *естественные* (природные) обнажения и *искусственные* (созданные человеком). Правила описания для них одинаковы.

При описании обнажения горных пород прежде всего определяют его тип (обрывистый склон, скальный выход на склоне, обнажения в русле реки, стенка карьера или шурфа), ориентировка по сторонам света и размеры (высота и ширина). Описание проводится все так же от общего к частным деталям и сильно зависит от сложности строения самого обнажения. Оно может проводиться в обобщенном виде, либо более подробно и послойно, либо по отдельным пачкам в зависимости от строения наблюдаемых образований.

Описание обнажения должно сопровождаться схемой, зарисовкой и фотоснимком с указанием масштаба, мощности и индексов отдельных слов. *Схему последовательности описания желательно иметь каждому студенту в виде краткой памятки, которую следует поместить в качестве вкладки в полевом дневнике.*

Изучение обнажений проводится в следующем порядке:

- определение местонахождения обнажения, нанесение его в виде точки или контура на карту (привязка обнажения);
- осмотр обнажения, установление порядка его изучения;
- определение и описание горных пород;
- выявление контактов и взаимоотношений геологических тел;
- определение условий залегания всех структурных элементов: слоистости, сланцеватости, полосчатости, разрывных нарушений;
- определение мощности пластов;
- отбор образцов горных пород, органических остатков и проб полезных ископаемых;
- зарисовка и фотографирование обнажения и отдельных его деталей.

#### **4.5. Описание техногенных процессов и пород**

Помимо природных геологических тел в маршруте могут встретиться антропогенные (созданные человеком) геологические объекты. К ним относятся карьеры, отвалы, плотины, дамбы, искусственные выемки и насыпи вдоль дорог и многое другое. Причем это могут быть и следы горных работ многовековой давности, вплоть до небольших карьеров железного и медного веков. Особенно много таких выработок сохранилось на территории Южного Урала.

Порядок описания техногенных находок тот же самый, но делается дополнительная характеристика типа объекта (карьер, шахта, шурф, дорожная выработка, отвал) и указываются его характерные или интересные с точки зрения геологии черты.

#### 4.6. Описание тектонических структур

К тектоническим структурам относятся складки и разломы (тектонические нарушения). При описании складок необходимо охарактеризовать: форму, размер, является ли складка основной или осложняющей, параллельной или подобной, с горизонтальной или погружающейся осью; выраженность в рельефе; соотношение с породами; соотношение с другими складками; возрастные соотношения.

При описании тектонических нарушений отмечается: их тип, протяженность, элементы залегания. К дополнительным особенностям относятся: зеркала скольжения, глинка трения, наличие брекчирования, волочение; породы, обнажающиеся в крыльях сброса; направление и амплитуда видимого смещения; соотношение с другими структурами (напластованием, складками, трещинами и т. д.); выраженность в рельефе; возрастные соотношения.

При описании трещин отмечается: протяженность, элементы залегания, форма, расстояние между трещинами и их выдержанность; в каких генетических типах пород образовались; соотношение с другими структурами; выраженность в рельефе; возрастные соотношения.

#### 4.7. Описание пород

*Перед описанием горной породы необходимо провести правильную подготовку.* Нужно выбрать для характеристики типовой образец или несколько образцов из каждого типа пород обнажения. Обязательно расколоть образец, чтобы убрать поверхностную корку выветривания и характеризовать именно свежую породу.

При описании любой разновидности горной породы записываются: однородность или неоднородность породы; цвет, структура, текстура, минеральный состав и название свежей породы; степень и характер выветривания, перечисляются вторичные минералы; характеризуется взаимоотношение с другими породами с точки зрения структурного положения и возраста (взаимоотношения на контактах, стратиграфическая последовательность, несогласия и т. д.).

#### Порядок описания разных генетических типов горных пород

Для каждого типа горных пород (магматических, метаморфических и осадочных) имеются свои особенности при их описании. Далее

приводится наиболее полное описание, но следует иметь в виду, что в обнажении могут отсутствовать многие из перечисленных деталей.

#### А. Магматические породы

1. Отмечаются форма залегания и размер магматического тела.
2. Описывается трещиноватость горных пород, выделяются основные системы трещин и фиксируются их элементы залегания.
3. Дается детальная минералогическая характеристика породы и ее название, фиксируются внутренние литологические особенности (структуры течения, шлиры, минеральные сегрегации и т. д.).
4. Характеризуются контактовые зоны магматических тел, соотношения с другими породами, наличие зон закалки и контактового метаморфизма.
5. Описываются включения чуждых пород (ксенолиты) — их состав, форма, величина, ориентировка и происхождение.

#### Б. Осадочные породы

Осадочные горные породы имеют наибольшее распространение на земной поверхности, кроме того, различают древние породы и современные (четвертичные), которые характеризуются по-разному.

1. В первую очередь при описании осадочной породы указывают ее происхождение (терригенное, хемогенное или органогенное), характеризуют форму и характер залегания (слой или линза).
2. Определяют размеры тела (мощность и протяженность по простиранию, изменчивость мощности), ширина выхода на поверхность, элементы залегания.
3. Степень консолидации (рыхлая, слабосцементированная, уплотненная, сцементированная каким-либо цементом).
4. В обломочных породах определяется состав, форма, величина и ориентировка частиц, наличие включений (конкреции, стяжения, жеоды). В хемогенных определяется состав породы (основные минералы).
5. Вид, положение, распределение и количество ископаемых органических остатков.
6. Литологические особенности (косая слоистость, волноприбойные знаки, трещины усыхания, местные несогласия и т. д.).
7. Влажность и плотность (пористость) пород, их цвет и запах.
8. Стратиграфическая последовательность.

Описание пород ведется снизу-вверх в порядке стратиграфической последовательности. Необходимо указать гипсометрическое положение самого нижнего слоя относительно уровня реки, дна оврага и т. д.

При описании четвертичных отложений в первую очередь характеризуется их генетическая природа: аллювиальные — отложения рек; делювиальные — отложения, покрывающие склоны и скапливающиеся у их основания; элювиальные — продукты физического выветривания приурочены к поверхностям водоразделов; пролювиальные — конуса выноса оврагов, логов, ручьев; коллювиальные — отложения осыпей, обвалов, оползней; озерные и озерно-болотные; техногенные — результат деятельности человека).

Далее описание повторяет таковое для осадочных пород.

#### В. Рыхлые осадки

Студентам необходимо помнить и уметь визуально определять основные классифицирующие признаки рыхлых обломочных пород, в частности классификацию пород по крупности:

- щебень (угловатые частицы) и галька (окатанные частицы) — преобладают частицы размером более 10 мм;
- гравий (окатанные частицы) и дресва (угловатые частицы) — преобладание частиц размером более 2–10 мм;
- песок — несвязный (сыпучий в сухом состоянии и непластичный) грунт, состоящий из частиц размером от 0,05 до 2 мм более 50 % по массе.

#### Г. Глинистые грунты:

- супеси — после растирания на ладони заметно преобладают песчаные частицы, во влажном состоянии скатываются в толстые короткие шнуры на ладони или не скатываются в шнур;
- суглинки — при растирании пробы на ладони чувствуется присутствие некоторого количества песка при преобладающей тонкодисперсной массе, во влажном состоянии скатываются в недлинный шнур диаметром 1–2 мм, шарики при сплющивании в лепешку трескаются по краям;
- глины — при растирании втирается в кожу, при разрезании ножом дает блестящую поверхность, во влажном состоянии скатываются в длинный шнур диаметром до 0,5 мм, при сплющивании шарика в лепешку не трескаются по краям.

Для глинистых пород указывается консистенция, т. е. состояние породы в зависимости от влажности. Твердая — грунт при ударе раз-

бивается на куски, при сжатии в ладони рассыпается; пластичная — грунт хорошо формируется и сохраняет приданную форму, при сжатии на ладони ощущается влажность, иногда может быть липким; текучая — грунт легко деформируется от незначительного нажима, не сохраняет приданную форму, растекается.

#### Д. Метаморфические породы

При описании метаморфических пород необходимо отметить предположительную исходную породу, по которой развивались метаморфиты.

1. Установить характер и степень метаморфизма.
2. Перечислить первичные (реликты) и вторичные (метаморфические) минералы в породе.
3. Описать первичную структуру и текстуру пород.
4. Описать метаморфическую зональность, вторичные элементы структуры породы (кливаж, плоскую сланцеватость, линейную сланцеватость, гнейсовую текстуру и т. д.).
5. Дать название метаморфической породы.

### 4.8. Отбор образцов

Из каждого обнажения отбираются образцы горных пород.

**ВАЖНО!** *Образцы следует отбирать непосредственно из обнажения, а не из осыпей рядом с ним.*

Главные критерии отбора: образец должен наиболее полно отражать тип и состав породы в обнажении, быть свежим, чистым, достаточно крупным. При отборе следует убрать с него корки выветривания и сделать максимум свежих сколов. Типовой размер образца от 6×9 до 9×12 см при толщине 2–3 см.

Образцу присваивается номер, фиксируемый в полевом дневнике и на зарисовке обнажения. Номер желательно нанести на образец несмываемым маркером. Образец заворачивается в бумагу или убирается в отдельный мешок вместе с сопровождающей этикеткой, на которой указывается: номер образца и обнажения, место взятия образца, название породы, фамилия, отбирающего образец, дата отбора.

Образцы рыхлых пород (суглинки, глины, пески и т. д.) весом 400–500 г отбирают в специально заготовленные мешки и сопровождают пояснительной запиской. Образцы из слабосцементированных четвертичных отложений — монолиты (образцы с ненарушенной струк-

турой), вырезаются ножом размерами  $10 \times 10 \times 10$  см, заворачиваются в клейкую пленку (для сохранения влажности) и упаковываются в картонные коробки. При наличии в слоях остатков фауны и флоры следует отбирать серии образцов, иллюстрирующих непрерывный разрез слоя (интервалы отбора 10–20 см).

Количество образцов на каждом обнажении в целом должно совпадать с количеством выделенных на нем петрографических и литологических разностей пород.

#### 4.9. Определение элементов залегания горных пород

Магнитная стрелка, непреодолимо влекомая к Северу, подобна мужу, который блюдет законы.

*Козьма Прутков*

Описание горных пород включает измерение элементов залегания складок, трещин, плоскостей напластования и т. д. Измерение элементов залегания документируется в виде сокращенной записи азимута и угла падения, например *аз. над.  $340^\circ$  уг. пад.  $30^\circ$* .

Элементы залегания горных пород определяются с помощью горного компаса. Пласты горных пород редко залегают горизонтально, чаще встречаются наклонно лежащие пачки пластов. К элементам залегания относятся простирание (распространение), падение и угол падения пласта горной породы, которые определяют его положение в пространстве. Линия простирания — горизонтальная линия на поверхности слоя, образовавшаяся при пересечении горизонтальной плоскости с поверхностью пласта. Направление линии простирания определяется ее азимутом.

Наклон пласта к горизонту называется падением пласта. Падение характеризуется двумя элементами: линией падения (направлением) и углом падения. Линия падения соответствует направлению максимального угла наклона пласта, т. е. в плоскости, перпендикулярной линии простирания. Направление падения пласта определяется азимутом линии падения, т. е. азимутом ее горизонтальной проекции, а угол между линией падения и этой проекцией называется углом падения пласта (рис. 1).

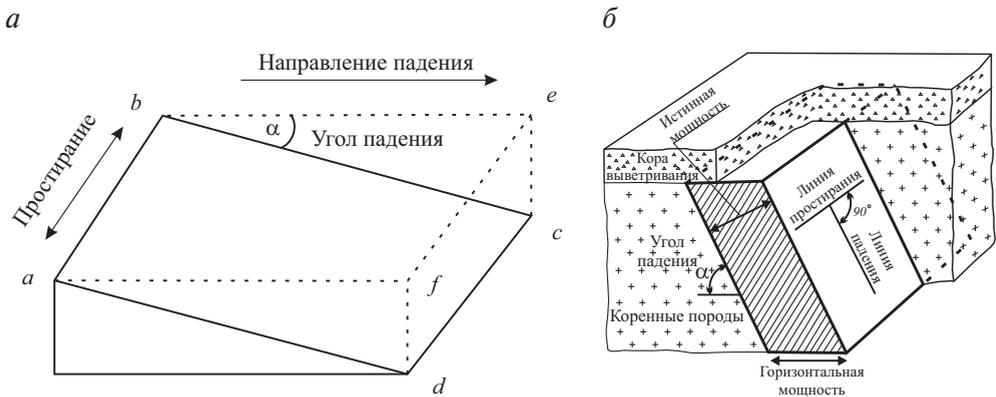


Рис. 1. Элементы залегания плоскости (а) и пласта горных пород в массиве (б):  
*abcd* — измеряемая плоскость; *abef* — горизонтальная поверхность

Горный компас смонтирован на прямоугольной пластине, большая сторона которой параллельна линии «север — юг» компаса. Деления шкалы лимба идут в направлении против часовой стрелки. На месте востока у горного компаса — запад (рис. 2).



Рис. 2. Горные компасы различных конструкций:  
*а* — ГГК-2; *б* — бакелит; *в* — RGK DQL-8

Это позволяет прикладывать пластину компаса к линиям, указывающим направление падения или простирания, и по показаниям северного конца магнитной стрелки считывать отчет азимута падения или простирания. Кроме того, у горного компаса имеется клинометр (отвес) и шкала (внутренняя) для измерения угла падения пласта. Приступая к замерам элементов залегания (рис. 3), нужно убедиться в том, что выбранная площадка представляет собой часть плоскости напластования, не искаженной ложными падениями, процессами выветривания, кливажем и т. д.

Первоначально определяется направление падения пласта (на практике правильное направление падения проверяется по падению ручки или камня). На расчищенный участок ставят компас на ребро так, чтобы отвес совпал с нулевым делением. Вдоль ребра компаса прочерчивают мелом или ножом линию, которая соответствует линии простирания пласта (рис. 3, *а*).

Затем к этой линии прикладывают компас плашмя южным ребром так, чтобы северное ребро лежало по направлению падения пласта, и вдоль длинного ребра компаса проводят линию, которая соответствует линии падения пласта.



Рис. 3. Измерение элементов залегания горным компасом:  
*а* — определение линии простирания; *б* — измерение азимута падения;  
*в* — измерение угла падения

После этого, не отрывая южного ребра компаса от линии простирания, приводят компас в горизонтальное положение, отпускают зажим магнитной стрелки и по северному (зачерненному) концу снимают показание азимута падения пласта (рис. 3, *б*).

Направление простирания пласта отличается от направления падения на  $90^\circ$  и имеет два значения, различающиеся на  $180^\circ$ . Условились брать то из них, которое будет соответствовать взгляду наблюдателя, если он встанет на пласт так, чтобы его правое плечо было обращено в сторону падения. Прежде чем определить угол падения, надо закрыть зажим магнитной стрелки, затем приложить компас длинным ребром к линии падения, отпустить зажим отвеса и определить по нему угол падения (рис. 3, *в*).

#### 4.10. Наблюдения за природными водами

Во время геологических экскурсий необходимо обращать внимание на важность наблюдений за поверхностными и подземными водами района. Природные воды имеют большое практическое значение. Они используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, изучаются при всех видах строительства, орошении засушливых районов, осушении заболоченных земель и т. д. Условия обводненности имеют большое значение при разработке полезных ископаемых. Подземные воды в своем составе содержат химические элементы вмещающих пород, в связи с этим они могут служить критерием при поисках и разведке полезных ископаемых. По выходам подземных вод можно установить границы литологических разностей пород и стратиграфических горизонтов, разрывные нарушения, зоны трещиноватости и т. д.

Во время экскурсии можно замерить расход ручья или небольшой речки (расходом называется количество воды, протекающее через сечение водотока в единицу времени). Для этого на прямолинейном участке реки выбирают два створа (сечения), расстояние между которыми в десять раз превышает ее ширину. Над каждым створом натягивают рулетку (или веревку с узелками) и через каждые 20–40 см замеряют глубину реки рейкой (веткой) с делениями. Затем подсчитываются площади сечения створов в пределах русла. Для вычисления площади поперечного сечения русла реки берется среднее арифметическое из двух замеров.

Вторая исходная величина для вычисления расхода реки — скорость течения, которая определяется методом поплавка. Для этого на водотоке выбирается прямолинейный участок русла, протяженностью не менее одного метра. Определяют скорость течения воды с помощью поплавка (кусоч влажной древесины длиной 1,5–2 см). Замеряют время движения поплавка по воде на замеренном расстоянии. Повторяют определение не менее трех раз. Средняя скорость течения будет равна отношению длины участка русла, на котором ведутся замеры, к среднему арифметическому времени движения поплавка.

Расход воды определяется произведением средней скорости течения на среднюю площадь сечения потока с введением поправочного коэффициента 0,82 (на извилистость реки).

Очень важно описание источников подземных вод. Под источниками (ключами, родниками) подразумеваются места естественных выходов воды на дневную поверхность. Наиболее часто источники встречаются при прорезании горизонтов грунтовых вод эрозионной сетью. Такие источники называются нисходящими. По своему характеру источники бывают сосредоточенные, когда выход воды наблюдается только в одном месте, и рассредоточенными, когда грунтовая вода просачивается на склоне оврага или речной долины через плохо проницаемый слой (глина, суглинок). Если расчистить такой источник, то он может стать сосредоточенным. Интенсивность выхода воды в единицу времени оценивается дебитом источника, л/с, м<sup>3</sup>/сут. Источник, выход которого улучшен человеком, называется каптированным. Иногда можно встретить фонтанирующие (восходящие) источники, что свидетельствует о выходе на поверхность напорных вод. Описание естественных выходов подземных вод ведется по следующей схеме:

- все встреченные источники и колодцы нумеруются и обозначаются на карте соответствующим знаком;
- определяется положение источника в рельефе местности (склон, долина, водораздел);
- высота источника над руслом реки;
- к каким горным породам приурочен (литология, возраст);
- органолептические свойства воды (температура, цвет, запах, прозрачность, вкус);
- характер выхода на поверхность (сосредоточенный или рассредоточенный);
- минеральные отложения вокруг источника;
- дебит источника, л/с;
- каптаж (оборудование места выхода) источника.

Желательно определить дебит хотя бы одного источника. Для этого источник расчищается и каптируется (устраивается желоб, который собирает всю воду источника). Замер дебита производится определением скорости заполнения сосуда известного объема или при помощи водослива.

## 4.11. Геологическая документация

Самый тупой карандаш острее самой острой памяти.

*Народная мудрость*

### Полевой дневник

Полевой дневник (полевая книжка) — основной первичный документ регистрации геологических наблюдений, на основании которого составляется отчет о проведенной работе. На титульном листе полевого дневника указывается название учебного заведения, его адрес, номер бригады, фамилии студентов, год (прил. 1). На обороте титульного листа помещается оглавление (прил. 2). На первой странице дневника помещаются условные обозначения к зарисовкам, список сокращений, принятых в тексте, и необходимые замечания (прил. 3).

Экскурсионные записи должны начинаться отметкой даты, точным обозначением маршрута экскурсии и раскрытием цели экскурсии.

Все записи должны делаться простым карандашом на правой стороне дневника максимально разборчиво. Здесь же отмечаются взятые пробы, образцы и другие виды каменного материала. Описание каждой точки наблюдения начинается с красной строки. Привязка точки к местности или предыдущей точке помещается рядом с ее номером и образует вместе с ним отдельную строку или абзац. Номера точек наблюдения выделяют прямоугольными рамками, номера образцов и проб подчеркиваются или заключаются в овальную рамку. Измерения элементов залегания пород выделяются отдельной строкой.

На левой стороне дневника помещаются вспомогательные записи, зарисовки геологических объектов и их деталей, различные схемы для обнажений (отбора образцов и проб, расположение рисунков, могут выноситься элементы залегания).

В конце описания каждой экскурсии должны быть приведены основные выводы, проверенные преподавателем.

### Журнал образцов

Журнал образцов предназначен для регистрации любых видов образцов и проб, взятых на протяжении всех геологических экскурсий, при описании обнажений, горных выработок и т. д. Журнал образцов оформляется в тетради, формат А4 или 21×30. Первая страница жур-

нала является титульным листом, далее (на развороте) помещаются регистрационные сведения (прил. 4), которые заполняются непосредственно после маршрута шариковой ручкой.

Этикетки рекомендуется печатать на плотной бумаге форматом 10×10 или 13×10 см и оформлять на месте взятия данного образца. Заполнение этикетки обязательно для рыхлых и слабосцементированных пород, для крепких пород в маршрутах можно подписывать номер шариковой ручкой на лейкопластыре, наклеенном на образец. В дальнейшем на каждый образец добавляется этикетка, где указываются привязка к точке наблюдения, номер образца, дата отбора, название породы, номер обнажения (прил. 5).

### Графическая документация

Большую часть точек наблюдения желательно сопровождать фотографиями, а наиболее сложные или интересные — зарисовками. Для максимальной информативности рисунок или фотография должны обязательно иметь:

- точную географическую привязку;
- ориентировку плоскости рисунка или фотографии;
- масштаб;
- заголовок, пояснительные надписи и условные обозначения (в дневнике условные обозначения могут быть указаны вначале);
- на рисунке указываются места, в которых делались измерения элементов залегания и их числовые значения, и места отбора образцов и проб, и их номера;
- все данные, помещаемые на рисунке, должны совпадать с записями в дневнике;
- запись в дневнике должна содержать ссылку на рисунок или фото.

В зависимости от объекта, масштаба изображения и степени его детальности выделяют несколько типов зарисовок.

*Схема* — мелкомасштабная зарисовка, выполненная в условной манере, в приближенном масштабе или вообще без масштаба (рис. 4). Ее назначение — пояснение записей в дневнике, указание на порядок отбора образцов и т. д. Показана общая зарисовка маршрута, масштаб, ориентировка, основные элементы для ориентировки на местности и места точек наблюдения.

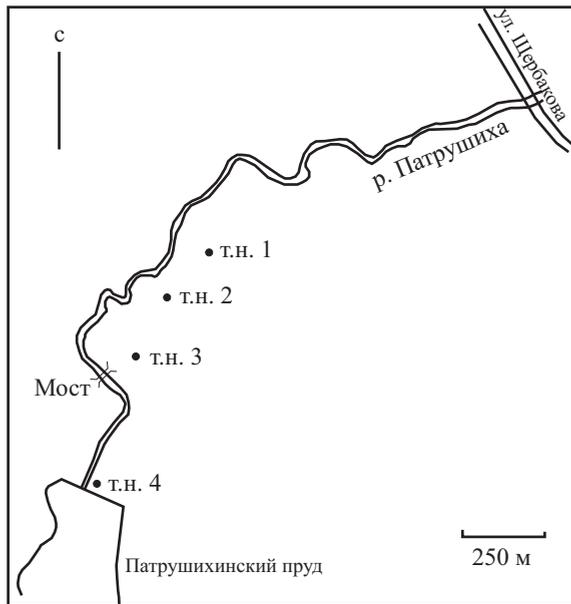


Рис. 4. Пример общей схемы маршрута «Уктус», составленной на основе наблюдений

*Зарисовка* обнажений и их отдельных частей в зависимости от характера может проводиться в проекции на вертикальную, горизонтальную и наклонные плоскости. Соблюдение масштаба и пропорций достигается предварительной разметкой, путем установки через определенные расстояния вешек или каменных пирамидок. Крутонаклонные и отвесные обнажения, а также расчистки используются для составления разрезов и могут выполняться в мелком масштабе, отдельные же их детали — в более крупном. Все зарисовки сопровождаются пояснениями (подрисуночными подписями). Пример зарисовки и оформления подрисуночной подписи представлен на рис. 5.

Ландшафтные зарисовки имеют важное значение при геоморфологических исследованиях, должны обладать эффектом перспективы и требуют применения некоторых технических приемов.

При фотографировании обнажений обязательно использовать линейку, компас или геологический молоток для масштаба, постараться выбрать наиболее освещенный участок или дождаться яркого солнца. Рекомендуется сделать несколько фотографий с разного ракурса и с разной степенью приближения к объекту (рис. 6).

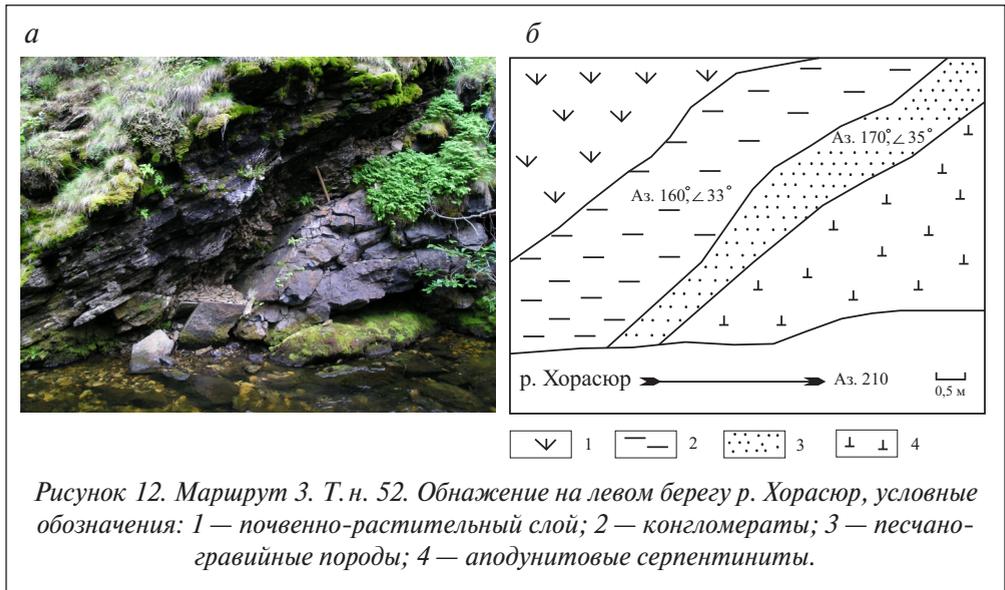


Рис. 5. Пример фотографии (фото А. В. Алексева) обнажения (а) и зарисовки на ее основе (б)



Рис. 6. Пример правильной компоновки фотографии (фото А. В. Алексева)

Всю информацию о фотографиях необходимо занести в полевой дневник: на рис. 6 есть масштаб (линейка на длинной стороне компаса), ориентировка (компас показывает «север — юг»). Поверхность коренного выхода расчищена, хорошо освещена, не имеет посторонних предметов и теней.

## 5. Подготовка и защита отчета

Указую боярам в Думе говорить по ненаписанному, дабы дурь каждого видна была!

*Из указа Петра I*

**П**о окончании экскурсионных работ каждая бригада начинает готовить отчет по практике, который состоит из: текстового отчета, коллекции образцов, полевого дневника, презентации для защиты. Защита проходит в назначенное время перед комиссией преподавателей.

Текстовый отчет по геологической практике готовится всеми студентами бригады (а не кем-то одним). Он готовится и распечатывается с соблюдением положенных стандартов и предоставляется на проверку. Материал для отчета берется из данного учебно-методического пособия, обязательно дополняется личными наблюдениями в экскурсиях и информацией из открытых источников в интернете или справочной литературы.

Отчет состоит из двух основных разделов. Первый из них — общие сведения о месте проведения практики (в нашем случае — Свердловской области). Этот раздел преимущественно содержит компиляцию материалов из учебно-методического пособия и открытых источников. Он должен включать в себя главы такие, как:

1. Введение (цель, задачи, сроки практики, состав бригады).
2. Физико-географический очерк: климат, рельеф (геоморфология), орография и гидрография, экономика Свердловской области.
3. Геологическая изученность Свердловской области.
4. Геологическое строение Свердловской области: стратиграфия, магматические и метаморфические комплексы пород, тектоника, гидрогеология, инженерно-геологические и геологические процессы, полезные ископаемые.
5. История геологического развития района.

Второй раздел состоит из детального описания экскурсий и обобщения материалов из методического пособия и личных наблюдений. Он включает в себя следующие главы:

6. Описание экскурсий: геологическое строение (по той же схеме, что и описание описания района в п. 4), технологии добычи и переработки полезных ископаемых.
7. Экологическая оценка деятельности горнодобывающих предприятий.  
В конце отчета приводятся краткие выводы, использованная литература (в том числе ссылки на электронные источники информации) и графические приложения:
8. Заключение (подведение итогов практики, ее организация, недостатки, предложения по улучшению).
9. Список используемой литературы.
10. Список текстовых и графических приложений (геологические и др. карты, схемы, разрезы, зарисовки, полевой дневник, журнал образцов).

### 5.1. Рекомендуемый порядок подготовки отчета

В каждой бригаде равномерно распределяют по студентам главы отчета для написания. Главное условие — каждый из студентов должен взять одну из проведенных экскурсий, чтобы описывать не только общие данные, но и свои конкретные наблюдения.

Все написанные главы объединяются в отчет и приводятся к *единообразному виду*: одинаковый тип шрифта и размер (кегель), межстрочное расстояние, выравнивание и прочие детали. Все таблицы и рисунки также приводятся к единому стилю, делается сквозная (единая) нумерация. Рисунки должны быть четкими, хорошо читаемыми, информативными.

Далее каждый из студентов внимательно знакомится *со всем текстом отчета* и должен хорошо знать не только свою часть, но и все остальные.

Для защиты создается презентация, которая должна сопровождать рассказ бригады и максимально иллюстрировать его. В презентации рекомендуется делать акцент на личные зарисовки и фотографии с экскурсий, чтобы показать объем самостоятельно выполненной работы. На защите каждый студент свою часть текста *озвучивает по памяти*. Никаких чтений с записанного листа не допускается. Комиссия должна убедиться, что студент понял весь пройденный материал, а не просто

бездумно прочитал написанный кем-то текст. Последующие вопросы от комиссии могут касаться не только темы выступления каждого студента, но и отчета в целом, а также, при необходимости, общих знаний.

По результатам проверки отчета и защиты каждому студенту ставится индивидуальная оценка по практике и общая оценка всей бригаде за отчет.

## 5.2. Типовые ошибки при подготовке отчета

Практически каждый год при подготовке отчета существенная часть бригад допускает одни и те же типовые ошибки.

*Устаревшие и непроверенные данные в отчете.* Нелепо смотрятся в отчете за 2020 год данные о промышленности Свердловской области за 1976 год. Также студенты механически копируют крупные куски текста из интернета, даже не удосужившись их просмотреть на предмет ошибок. В результате в первом разделе отчета идет мешанина из обрывков скопированного текста, обычно не связанных между собой логическими переходами.

*Несоответствие разделов друг другу по смыслу и объему.* Разделы в тексте не сбалансированы по объему, так, один раздел занимает пять страниц, а второй — половину абзаца. Бывает, что раздел написан лишь фрагментарно, когда, к примеру, детально характеризуют черную металлургию и просто забывают о цветной.

*Несбалансированность оформления.* Часто в отчете разделы отличаются размером шрифта, межстрочным интервалом, полями и прочими параметрами, *поэтому в конце при сборке всех разделов в отчет необходимо привести их к единому стилистическому виду.*

В заключение остается лишь пожелать студентам внимательно читать данное пособие и успешно пройти учебную практику.

## Раздел Б.

# ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСКУРСИЙ

---

### 1. Шабровское рудное поле

---

**Ц**елью экскурсии является знакомство с геологическими, гидрогеологическими и экологическими условиями района Шабровского рудного поля. До пос. Шабры добираемся городским автобусом № 9 от остановки «метро Ботаническая» или своим автотранспортом. Сбор в установленное заранее время на конечной остановке автобусного маршрута № 9 (рис. 7). Экскурсия начинается с посещения законсервированного карьера Шабровского месторождения талькомагнезитового камня Старая Линза, затем Григорьевского месторождения змеевиков и заканчивается посещением Шабровского камнеобрабатывающего завода ОАО «Кристалл».

#### 1.1. Геологическое строение Шабровского рудного поля

Шабровское рудное поле расположено в Свердловской области в 25 км к югу от г. Екатеринбурга. Оно представлено серией месторождений талька, змеевика, мраморов, хромитовых руд, золота и ряда других полезных ископаемых, приуроченных к крупной полосе метаморфических пород ордовикско-силурийского возраста, зажатой между Сысертским и Шабровским массивами гранодиоритов-гранитов (рис. 8).

В настоящее время производится добыча талькомагнезита, змеевика и мрамора.

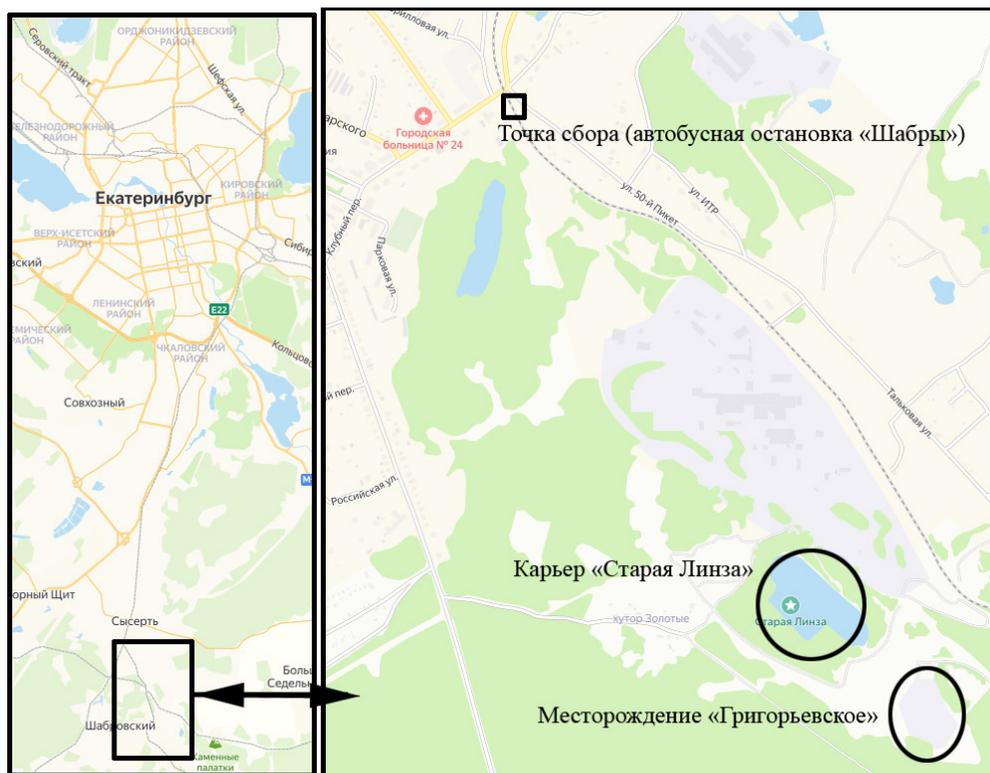


Рис. 7. Схема экскурсионного маршрута «Шабры», составленная авторами на основе сервиса «Яндекс-карты»

Первоначально вулканогенно-осадочные породы были превращены в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма в сланцы различного состава. Среди них широко развиты протрузии гипербазитов, контролируемые зонами разломов. Пространственно они фиксируются в виде линейно вытянутого пояса, согласного с общим простираением пород.

Отдельные массивы гипербазитов представляют собой бескорневые тектонические линзы, залегающие согласно со сланцеватостью вмещающих пород. Размеры массивов колеблются в широких пределах: протяженность от нескольких сотен метров до 30 км при мощности от первых метров до 1,5 км. Достаточно часто они разбиты тектоническими нарушениями на отдельные фрагменты. Гипербазиты подверглись метаморфическим преобразованиям под воздействием гранитоидов одновременно с вмещающими породами и превращены в серпентиниты, тальк-карбонатные и хлоритовые породы.

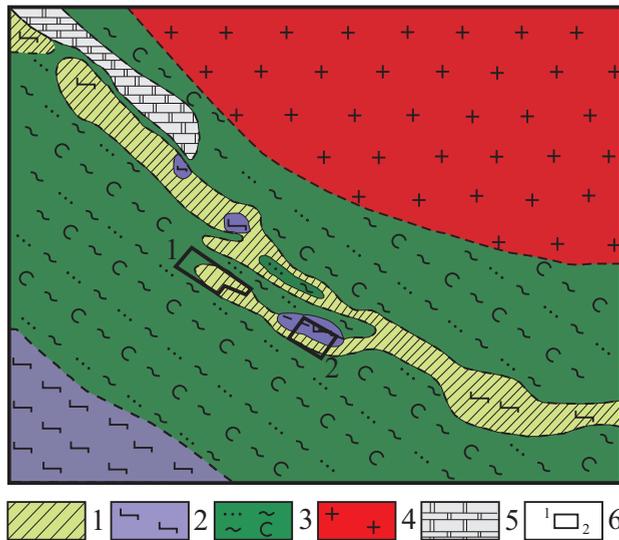


Рис. 8. Схема Шабровского рудного поля [1]:

1 — тальково-карбонатные породы; 2 — серпентиниты; 3 — слюдисто-хлорит-кварцевые сланцы и кварциты; 4 — граниты; 5 — мраморовидные известняки и хлорит карбонатные породы; 6 — карьеры (1 — Старая Линза, 2 — Григорьевское)

Собственно Шабровское месторождение талька и тальк-карбонатных пород представляет собой вытянутое тело ультрабазитов, превращенных в антигоритовые серпентиниты и тальк-карбонатные породы. Тальк-карбонатные породы образуют сложную вытянутую линзу (как правило, облекаемую антигоритовыми серпентинитами и часто несущую реликты серпентинитовых пород), разделенную на три залежи: Большую Линзу — наиболее северную, Новую Линзу на юго-западе и Старую Линзу — апофизу Большой Линзы. Размеры залежей: Большая Линза — длина 2 км при мощности до 250 м, падение крутое (70–90°); Новая Линза — длина 600 м при мощности 150–300 м, падение — 80–85°; Старая Линза — длина 1,8 км при мощности 50–180 м, падение — 80–90°.

Рудное тело расположено в напряженной тектонической зоне, что объясняет его блоково-складчатое строение и обилие интрузивных образований. Породы сланцевого комплекса имеют подчиненное развитие. Простираение пород северо-западное, в восточной части северо-восточное. В северной части моноклиналь срезается разломом, идущим по контакту с Шабровским массивом. Для Шабровской структуры характерна изоклиальная складчатость.

Тальк-карбонатные породы состоят в среднем на 60 % из талька и 35 % из брейнерита, второстепенные минералы — хлорит, магнетит, хромит, гидроокислы железа. Визуально тальк-карбонатный камень имеет светло-серую окраску, слабо рассланцован, местами с прожилками карбонатов и талька. Старая Линза в настоящий момент отработана и законсервирована, Новая Линза разрабатывается карьером. Месторождение относится к крупнейшим, запасы талькового камня на месторождении по кат. А+В+С<sub>1</sub> составили 87 013 тыс. т, по кат. С<sub>2</sub>—52 492 тыс. т (на 1970 г.). Помимо талька на данном месторождении добываются антигоритовые серпентиниты в качестве поделочного камня.

## **1.2. Карьер Шабровского месторождения талькомагнезитового камня Старая Линза**

Экскурсия начинается с посещения карьера Шабровского месторождения талькомагнезитового камня Старая Линза. Оно известно с 80-х годов XX столетия. Начало планомерной разработки — середина 20-х годов XX столетия. Добыча талькомагнезитового камня производилась открытым карьерным способом. Первые годы работы рудника все добычные работы велись вручную, при помощи ломов, клиньев и поперечных пил, транспортировка кирпичей осуществлялась на лошадях. В 1931 г. был основан Шабровский тальковый комбинат для получения естественного огнеупорного кирпича.

В 1934—1935 гг. изобрели первую в СССР камнерезную машину по резке кирпича непосредственно из массива горных пород. Установка А. М. Столярова состояла из двух машин. Первая машина с двумя дисками диаметром 1 м с промежутком между ними 250 мм шла впереди вдоль забоя и нарезала породу двумя вертикальными пропилами вкрест ее простирания. Вторая машина имела 3 горизонтальных диска на одном валу и моторе и 4 вертикальных диска на другом валу и моторе. Она следовала за первой и давала уже готовые кирпичи. В пределах забоя машины перемещались на платформе по рельсам узкой колеи. По мере разработки забоя рельсы снимались и перекладывались. Получаемые кирпичи были сырыми и ломались при транспортировке, имея большой процент отходов. Для решения этой проблемы были построены две обжигательные печи, в которых производился обжиг кирпичей.

В 1943 г. была построена обогатительная фабрика, и комбинат стал выпускать два вида продукции: талькомагнезитовый кирпич и флотированный тальк. В 1956 и 1963 гг. были построены цеха сухого размола талька, что позволило получать огнеупорные кирпичи из молотого талька, путем флотации (обогащения), прессования и спекания.

В 1962 г. карьер Старая Линза уже не мог в полной мере удовлетворять потребности в талькомагнезитовой руде и начались добычные работы на карьере Новая Линза. Работа на карьере Старая Линза была прекращена в 1977 г. На момент остановки добычи талькомагнезито-вого камня глубина карьера составляла более 50 м (рис. 9).



Рис. 9. Карьер Старая Линза до затопления (фото А. С. Венгерова)

Синим контуром показано субвертикальное дайковое тело амфиболитов.

При этом месторождение не является полностью отработанным, буровыми скважинами оно разведано до глубины 200–220 м. Но для продолжения отработки необходимы большие вложения для расширения карьера (разнесения бортов), которые на настоящий момент предприятие найти не в состоянии.

### Гидрогеологические условия

На месторождении выделяются два водоносных горизонта. Верхний водоносный горизонт приурочен к породам коры выветривания. Нижний, представлен трещинными водами, циркулирующими в трещиноватых метаморфических породах. Выходы данного типа подземных вод можно было наблюдать на южной стенке карьера на участках контактов пород и на западной стенке карьера, приуроченного к тектоническому нарушению.

Для защиты месторождения от подземных вод до 2017 г. использовали систему поверхностного дренажа, которая включала в себя: устройство каналов, по которым вода собиралась в зумпф, а затем по водопроводящим трубам поднималась наверх и поступала на обоганительную фабрику. Зимой 2017 г. после поломки откачных насосов началось постепенное затопление карьера подземными водами вплоть до их максимального уровня и на данный момент карьер представляет собой водоем (рис. 10).



Рис. 10. Карьер Старая Линза после затопления (фото с геологической практики из архива кафедры, студент М. А. Кузнецов)

В настоящее время добыча талькомагнезита производится только по участку Новая Линза с применением буровзрывных работ, Большая Линза — резерв Шабровского комбината.

Залежь Новая Линза имеет длину 1050 м, мощность талькомагнезитовых пород изменяется от 50 до 350 м, разведана на глубину 80–90 м. Средний минералогический состав талькомагнезита участка Новая Линза следующий: тальк — 55,9 %; магнезит (брейнерит) — 41,3 %; прочие — 2,8 %. Из второстепенных минералов, кроме преобладающих хлорита и серпентинита, наблюдаются кварц, магнетит, гематит, пирит, халькопирит. Минералогический и химический состав всего месторождения довольно однородный.

По горнотехническим условиям отработка месторождения производится горизонтальными слоями последовательно сверху вниз при высоте рабочих уступов 10 метров. Вмещающие породы представлены сланцами, плагиогранитами и амфиболитами. Среднегодовой объем добычи талькомагнезитовой руды составляет 19,7 тыс. м<sup>3</sup>, при этом объем вскрыши — 3,5 тыс. м<sup>3</sup>. Вскрышные породы после предварительного рыхления буровзрывными работами отгружаются экскаватором в автосамосвалы на отсыпку дорог и на дамбу хвостохранилища. Блоки талькомагнезитовой руды обуриваются станком СБМК-5, взрываются, после чего экскаватором ЭКГ-5 или ЭКГ-4,5 грузятся в автосамосвалы и подаются на промежуточный склад или в приемный бункер обогатительной фабрики.

### **1.3. Григорьевское месторождение серпентинита**

Григорьевское месторождение декоративных змеевиков расположено в границах горного отвода Шабровского талькового комбината и находится территориально между карьером талькомагнезита Новая Линза и карьером Старая Линза. До 1963 г. изучением декоративных свойств змеевика специально не занимались, при добыче талькомагнезитовых руд змеевик транспортировался в отвалы. С 1965 г. отдельные камнеобрабатывающие предприятия Урала начали разрабатывать отвалы на змеевик. В связи с тем, что добыча талькомагнезитового камня производилась с применением буровзрывных работ, выход кондиционного сырья из общей массы составлял всего 3,5–5 %.

Поиско-оценочные работы и предварительная разведка декоративных змеевиков в районе Шабровского месторождения талькомагнезитов проведены в 1980–1986 гг. Один из блоков метаморфизованных ультраосновных пород, представленный в основном плотными

антигоритовыми серпентинитами (змеевиками), был вовлечен в разработку. Сейчас можно наблюдать карьер шириной до 150 м и глубиной в нижней точке 20 м. В карьере можно наблюдать сами змеевики, изредка переходящие в тальк-магнезитовые породы, а также турмалиновые, актинолитовые, хлоритовые метасоматиты по дайкам основного состава. На южном борту карьера вскрыта серия жил благородного талька, в которых попадаются красивые кристаллы гематита.

### Краткое геологическое описание месторождения серпентинита

Григорьевское месторождение поделочного змеевика расположено в пределах небольшого массива Шабровской группы гипербазитов, который согласно залегает среди сланцев серицит-кварцевого и амфибол-эпидотового состава нижнего силура. Простираение массива и пород вмещающего комплекса  $315\text{--}320^\circ$ , падение северо-восточное, угол падения  $50\text{--}70^\circ$ .

Контакт массива с породами парасланцевой свиты вскрыт в северо-восточной части месторождения. В конце контакта сланцы подвергнуты интенсивному выветриванию и представляют собой породы зеленовато-серого цвета с ясно выраженной сланцевой текстурой (рис. 11).



Рис. 11. Григорьевский карьер (фото с геологической практики из архива кафедры, студент С. И. Суворина)

Поделочные змеевики развиты в центральной части массива ультрабазитов в виде трех линзовидных залежей, отделенных друг от друга тальк-карбонатными породами. На контакте змеевиков с породами парасланцевой свиты также развиты тальк-карбонатные породы. Контакт поделочных змеевиков с вмещающими тальк-карбонатными породами резкий, обычно прямолинейный.

Рыхлые четвертичные отложения на месторождении представлены почвенно-растительным слоем с бурыми глинами с дресвой, щебнем и глыбами серпентинитов и тальк-карбонатных пород. Мощность рыхлых отложений колеблется от 0,2 до 3,5 м, средняя 1,5 м. Под рыхлыми отложениями в отдельных скважинах залегает змеевик, затронутый выветриванием и характеризующийся повышенной трещиноватостью, что делает его непригодным для получения сортового камня. Мощность этих пород колеблется от 0 до 4 м, средняя 1 м.

Кора выветривания над тальк-карбонатными породами — глинистая интенсивно ожелезненная бурого цвета, над сланцами парасланцевой свиты — глинисто-щебенистая, зеленоватосерого цвета. Над габбро-диабазами развита песчано-глинистая кора выветривания серовато-зеленого цвета. Мощность коры выветривания колеблется от 3 до 8 м. Полезная толща месторождения представлена поделочными змеевиками светло-зеленого, темно-зеленого, темно-серовато-зеленого цвета. Рисунок породы пятнистый или пятнисто-полосчатый. Мощность полезной толщи — 25–30 м.

### **Гидрогеологические условия**

Согласно схеме гидрогеологического районирования Урала, Григорьевское месторождение находится в пределах Уральской системы бассейнов подземных зон трещиноватости и входит составной частью в бассейн подземных вод зоны трещиноватости в породах среднего и нижнего палеозоя восточного склона Урала. Территория характеризуется повсеместным распространением безнапорных подземных вод.

В гидрохимическом отношении подземные воды комплекса имеют четко выраженный гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и магниевый-натриевый тип вод с минерализацией 0,33–0,39 г/л.

По характеру режима подземные воды месторождения имеют сезонное питание, амплитуда сезонных колебаний уровня достигает 2–3 м.

Уровень подземных вод на месторождении соответствует абсолютным отметкам, изменяющимся от 318,5 до 327,9 м, и в среднем состав-

ляет 320 м. Величина прогнозного водопритока за счет подземных вод равен  $17 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в период снеготаяния дополнительный водоприток составит  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ , водоприток за счет ливневых вод определяется в количестве  $56 \text{ м}^3/\text{ч}$ . На планируемом участке отработки подземные воды залегают ниже контура отработки запасов.

### **Качественная характеристика**

Змеевик — плотная порода с раковистым изломом, которая относится к группе мягких камней, легко режется алмазными дисками и приобретает полировку хорошего качества. В полированном виде змеевик имеет яркую темно-зеленую, зеленую, серовато-зеленую окраску. Рисунок породы пятнистый, полосчатый, пятнисто-полосчатый.

Для изготовления облицовочного камня используют змеевик ярко-зеленого или темно-зеленого цвета и неоднородной окраски — пятнистой или струйчатой. Допускается редкая вкрапленность рудных минералов. Минимальные размеры сортового камня  $200 \times 200 \times 100$  мм. Средний выход блочного змеевика составляет 32,6%. Выход поделочного змеевика из отходов от добычи блочного камня — 5,6%.

Змеевик Григорьевского месторождения также отвечает требованиям ГОСТ 9479—2011 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Технические условия» и ГОСТ 9480—2012 «Плиты облицовочные из природного камня. Технические условия».

### **Технология добычных работ**

Отработка месторождения производится без применения буровзрывных работ, отработка предусматривается горизонтальными слоями. Рыхлый слой перекрывающих кор выветривания и дресвы сгребается экскаватором вплоть до слабо трещиноватых пород.

Добыча блочного змеевика осуществляется камнерезными баровыми машинами «Виктория» на двух добычных уступах (горизонтальные рез) и алмазно-канатными машинами «Надежда» (вертикальный рез). Баровая машина осуществляла 2-метровый горизонтальный рез вдоль всего забоя, после этого сверху уступа бурились шпурсы для заводки троса и производился вертикальный рез блока и его пассировка при помощи алмазно-канатной машины. Камень разрезался специальными плитами на крупные блоки прямо в забое. Отпиленные блоки отодвигались от массива ковшом экскаватора ЭО-5124 на площадку,

после чего автокраном грузились в автосамосвалы или автотранспорт потребителя. Блоки змеевика объемом 1–2 м<sup>3</sup> поступали на камнеобрабатывающий завод ОАО «Кристалл», который является смежным предприятием с ОАО «Шабровский тальковый комбинат». На ОАО «Кристалл» действует автоматизированная линия, позволяющая получать плитку змеевика в соответствии с заданными размерами (рис. 12).



Рис. 12. Добыча змеевика на Григорьевском месторождении  
(URL: <https://granit777.ru/upload/iblock/dec/decf20f52a5c11e45cab2b684c835ae0.jpg>  
дата обращения: 23.11.2022)

В настоящее время ведется расширение бортов Григорьевского карьера. Мощность полезной толщи составляет 25–30 м.

#### 1.4. Продукция ОАО «Шабровский тальковый комбинат»

В карьерах комбината производится добыча руды, содержащей тальк. Тальк — минерал  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ , твердость 1 по шкале Мооса, плотность 2,7–2,8 г/см<sup>3</sup>, малая тепло- и электропроводность, тем-

пература плавления 1530 °С, высокая кислотостойкость (целиком разлагается только в HF), рН 8,5–10,0.

В производстве тальк применяют преимущественно в молотом виде. Высококачественный молотый тальк используют при изготовлении керамических изделий, лаков, красок, резины, в литейном деле, а также парфюмерной, медицинской и пищевой отраслях промышленности. Тонкоизмельченный тальк используется в небольшом количестве в текстильной промышленности в качестве наполнителя хлопчатобумажных непромокаемых мешков для продуктов, различных такелажных и других тканей, при этом тальк должен обладать белым цветом и не содержать посторонних примесей. Кроме того, измельченный тальк применяют в качестве смазочного материала, для полировки проволоки, стекла и др. Цельнопиленые изделия из талькового камня применяют в строительстве, производстве декоративных поделок, электроизоляционных досок, огнеупорных кирпичей и т. д.

Добытая в карьере тальк-магнезитовая порода поступает на размол, проходит очистку методом флотации (размолотый тальк всплывает в воде и отделяется от более тяжелых фракций руды), после чего достигается стабильно однородный физико-химический состав готовой продукции. Однородность талька, степень очистки принципиально влияют на качество его применения на различных производствах. На всю производимую продукцию имеются гигиенические сертификаты, паспорта качества и радиационной безопасности.

Виды получаемой на комбинате продукции:

1. *Тальк и микротальк* (талькомагнезит молотый, тальк керамический, тальк резиновый, тальк кабельный, тальк обогащенный, тальк пищевой, микротальк).
2. *Магнезитовое удобрение.*
3. *Минеральный порошок для асфальтобетона.* Применяется в производстве асфальтобетонных смесей разных категорий. В отличие от ранее применяемых порошков он имеет следующие преимущества: более гидрофобный, обладает высокой битумоемкостью, что позволяет равномерно распределяться в битуме. Применение данного продукта приводит к большей плотности и однородности асфальтобетона. Предотвращает проникание влаги, снижает водонасыщение асфальтобетона, что положительно сказывается на сроке эксплуатации автодорог. Особое

значение приобретает возможность использование его в асфальтобетоне, где присутствуют глинистые частицы.

4. *Змеевик (серпентинит)* — декоративный камень. Серпентиниты Григорьевского месторождения можно увидеть в облицовке многих станций Екатеринбургского метрополитена, фасадов и колонн зданий, фонтанов.
5. *Плиты облицовочные из талькомагнезита и талькохлорита* — для каминов, печей, саун.
6. *Молотый мрамор*.

Собственная сырьевая база, комплексный подход к использованию природных ресурсов, освоение новых технологий и новых видов продукции являются благоприятными условиями для дальнейшего развития и повышения конкурентоспособности старейшего талькового комбината России.

### **1.5. Шабровский камнеобрабатывающий завод ОАО «Кристалл»**

Экскурсия заканчивается посещением Шабровского камнеобрабатывающего завода ОАО «Кристалл», который был основан в 1958 г. в поселке Шабровский. В этом же году началась разработка перспективного Шабровского месторождения с маленького карьера, и это положило начало строительству завода. В настоящее время на заводе работает 200 высококвалифицированных рабочих и специалистов, которые занимаются добычей блоков на Шабровском и Григорьевском месторождениях, а также производством готовой продукции.

Шабровский камнеобрабатывающий завод ОАО «Кристалл» является одним из ведущих камнеобрабатывающих заводов России. Производство оснащено высокотехнологичным оборудованием фирмы «Pedrini» (Италия). Выпускает продукцию из мрамора, серпентинита (змеевика) и гранита, плиты облицовочные, ступени, бордюры, тела вращения, а также плиты тротуарные бетонно-мозаичные, мраморные брекчию, крошку и пудру.

#### **Экскурсионные задания**

Итогом экскурсии по Шабровскому рудному полю является обработка записей в полевом дневнике, оформление зарисовок, состав-

ление каталога образцов и их маркировка. После обработки полевых материалов составляется глава отчета, где отражаются сведения по геологическому строению, тектоническим особенностям, гидрогеологическим условиям данного месторождения, технологическому процессу добычи и переработки тальк-магнезитового камня и серпентинитов. Оцениваются факторы, влияющие на рентабельность работы предприятия, дается экологическая оценка деятельности и негативные стороны работы предприятия.

Во время экскурсионного маршрута «Шабры» необходимо:

1. На карьере Старая Линза:
  - сделать зарисовку, сфотографировать и определить элементы залегания хлоритовых сланцев и филлитов первого уступа карьера;
  - отобрать образцы тальк-магнезитового камня, хлоритовых сланцев и филлитов. Место отбора нанести на план.
2. На Григорьевском карьере:
  - сфотографировать и сделать схематическую зарисовку карьера в полевом дневнике;
  - нанести на схему дайки амфибол-хлоритовых пород и зарисовать ее;
  - найти и отобрать образцы благородного талька и серпентинита, место отбора нанести на план;
  - описать технологический процесс добычи блочного змеевика.
3. На Шабровском заводе ОАО «Кристалл» записать:
  - какое оборудование применяется на заводе;
  - основные виды продукции.

## 2. Первоуральское месторождение строительного камня

Цель экскурсии — знакомство с геологическими, гидрогеологическими и экологическими условиями Первоуральского месторождения строительного камня (рис. 13).

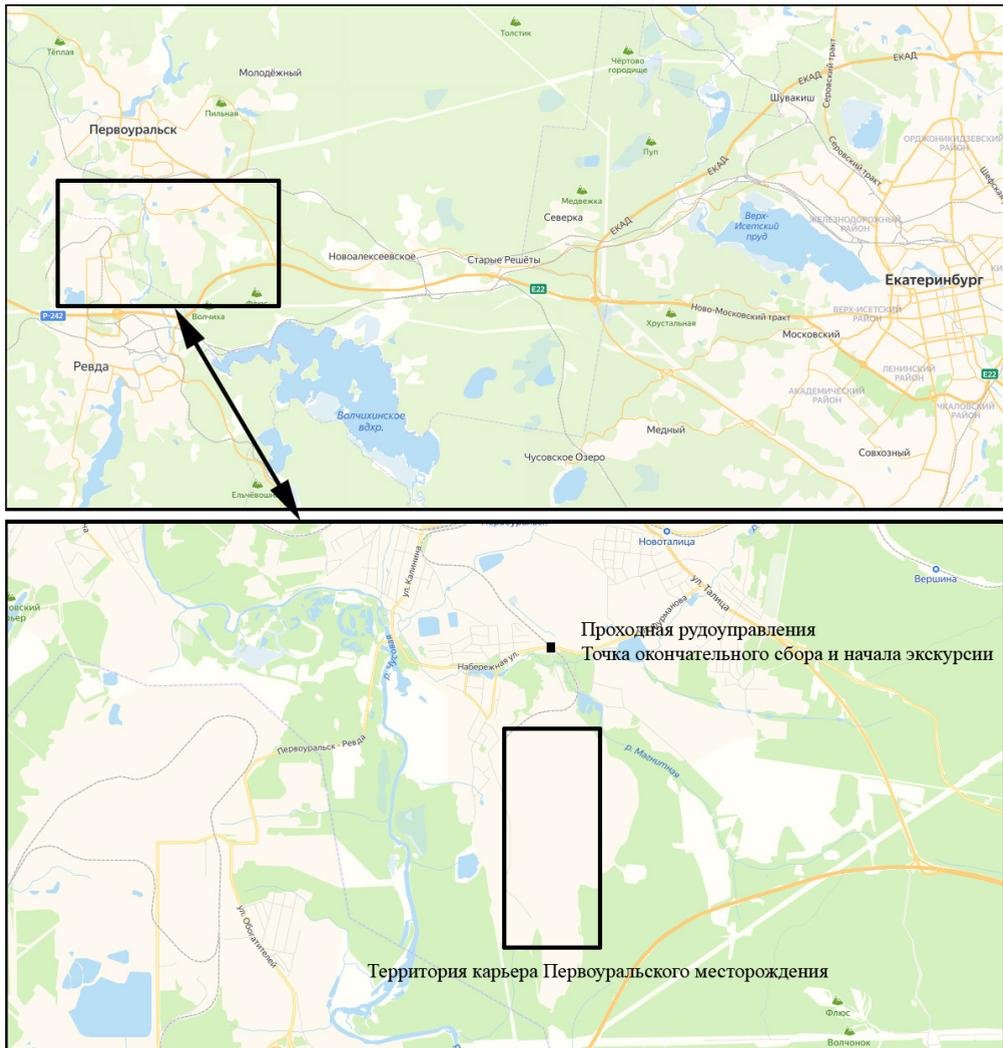


Рис. 13. Схема экскурсионного маршрута «Первоуральское месторождение», составленная авторами на основе сервиса «Яндекс-карты»

Сбор на экскурсию у 3-го учебного корпуса УрФУ (ул. Мира, 28) в заранее назначенное время. Отъезд автобусом до г. Первоуральска, далее посещение карьера Четвертая Магнитка в сопровождении геолога Первоуральского рудоуправления.

## 2.1. Географо-экономические сведения

Первоуральское месторождение находится на Среднем Урале в 44 км западнее г. Свердловска на территории МО «Город Первоуральск» у юго-восточной окраины г. Первоуральска.

Месторождение располагается в водораздельной зоне Урала. В оротографическом отношении район месторождения представляет собой сильно денудированную горную область, в которой выявляется связь между характером рельефа и петрографическим составом пород. Пониженные участки рельефа слагаются породами осадочно-вулканогенного и осадочного происхождения, а водораздельные гряды и возвышенности сложены габбро, горнблендитом, кварцитами и др.

Месторождение расположено на четырех сопках, имеющих меридиальное простирание и носящих названия с севера на юг: Первая, Вторая, Третья и Четвертая Магнитки. Первая Магнитка расположена на левом берегу реки Талицы. Она представляет собой небольшую возвышенность с пологими склонами. Её абсолютная отметка 320,5 м. От Второй Магнитки она отделена седловиной. Вторая Магнитка наиболее высокая из всех сопок. До разработки месторождения абсолютная отметка ее вершины была 396,6 м. Третья Магнитка является продолжением двух первых и состоит из трех разобщенных сопок с крутыми склонами. Максимальная отметка ее 394,6 м. Четвертая Магнитка состоит из ряда сопок с отметками вершин 370–380 м.

Гидрографическая система района представлена системой р. Чусовой с многочисленными притоками рек и речек; Талица, Пильная, Макаровка и др. В 2 км к юго-востоку от г. Волчиха построено Волчихинское водохранилище, называемое «Свердловским морем».

Первые находки железных руд относятся к началу 1700 годов, когда крестьянин Уктусской слободы Федор Россов нашел образцы железных руд и доложил о них в Горную канцелярию. В дальнейшем на территории месторождения обрабатывались небольшие богатые участки железных руд, но только в 1929–1930 гг. проведены первые крупно-

масштабные поисковые и оценочные работы на железное оруденение. Первоуральское рудоуправление основано в 1936 г. и первоначально основной продукцией предприятия был железорудный концентрат, содержащий оксид ванадия (V), по-другому — *пентаоксид диванадия*  $V_2O_5$ . Щебень выпускался как отходы предприятия.

В связи с резким спадом промышленного производства, начиная с 1992 г., спрос на концентрат упал. Встал вопрос о дальнейшей работе предприятия. Коллективом рудоуправления была разработана программа развития, в котором уделялось внимание комплексному использованию месторождения, где кроме запасов сырой руды имелось сырье для выпуска качественного щебня.

В 1996 г. Территориальной комиссией по запасам полезных ископаемых утверждены запасы скальных вмещающих пород в качестве сырья для получения строительного щебня. Была проведена реконструкция существующих фабрик, что позволило наряду с извлечением концентрата из сырой руды выпускать фракционный щебень, отвечающий требованиям ГОСТа.

В 2001 г. были введены важные пусковые объекты: газовая котельная, первая очередь вагонного депо. Проведена реконструкция корпуса 3-й стадии дробильно-обогащительной фабрики № 1 (ДОФ-1), запущена в работу установка по переработке отвалов обогащения. Установка дополнительного оборудования позволила наладить круглогодичное извлечение из отходов фабрик фракции 0–10 мм и фракции 3–10 мм, пользующихся повышенным спросом потребителей.

В настоящее время месторождение разрабатывается Первоуральским рудоуправлением (лицензия СВЕ № 00560 ТЭ), которое входит в состав Открытого акционерного общества «Уральский трубный завод». Предприятие является одним из крупнейших поставщиков строительных материалов для дорожных строительных организаций. География поставок продукции охватывает 28 регионов РФ. Численность предприятия около 500 человек.

## **2.2. Геолого-петрографическая характеристика**

Первоуральское титаномагнетитовое месторождение приурочено к Ревдинскому массиву, который протягивается меридиональной полосой шириной 5 км, длиной около 25 км. На западе он контактирует

с метаморфическими породами центрального антиклинория Урала: хлорито-кварцевыми и хлорито-карбонатными сланцами, серицито-хлорито-кварцевым филлитом, кварцевыми песчаниками, плейчатыми парасланцами и метаморфизованными известняками. Простира-ние пород северо-восточное  $25-30^\circ$ , падение юго-восточное  $30-50^\circ$ .

На востоке Ревдинский массив контактирует с толщей верхнесилурийских осадочно-вулканогенных пород зеленокаменной полосы, простираение которой близко к меридиональному ( $340-350^\circ$ ).

Массив имеет зональное строение. Центральная часть массива сложена горнблендитом, периферические части сложены соссюрит-роговообманковым габбро, нормальным габбро и габбро-амфиболитами (рис. 15). В районе западного контакта в горнблендите отмечаются тела пироксенитов. Горнблендиты залегают в виде полосы меридиального простираения длиной 8–9 км, при ширине в пределах месторождения 450–600 м; на юге она суживается до 100–150 м и у горы Волхича выклинивается. По данным разведочных работ горнблендитовая полоса в районе месторождения с глубиной выклинивается. Титаномагнетитовое оруденение приурочено на южном выклинивании горнблендитовой полосы к восточной ее зоне, где развито максимальное количество крупнозернистых разностей горнблендитов.

Вмещающими породами месторождения являются горнблендиты, среди которых выделяются по размеру зерна и минеральному составу несколько разновидностей: мелкозернистые (до 1 см), среднезернистые (1–2 см), крупнозернистые (2–5 см), особо крупнозернистые (свыше 5 см), комбинация которых дает неравномернозернистые разности и полевошпатовые горнблендиты. Минералогический состав горнблендитов одинаковый. Главные минералы — роговая обманка и титаномагнетит. Акцессорные — ильменит, сульфиды, апатит; вторичные — вторичная роговая обманка, хлорит, гранит, эпидот, цоизит, клиноцоизит. Роговая обманка представлена удлиненно-призматическими зернами темно-зеленого цвета. Зерна сильно трещиноваты, часто по трещинам развивается хлорит, эпидот, карбонаты (кальцит и анкерит).

### 2.3. Характеристика руд

В месторождении выделяется два типа руд: сплошные (массивные) и вкрапленные. Сплошные руды имеют незначительное распространение. Они локализируются главным образом в осевой части месторождения.

дения. Вкрапленные руды представляют основную ценность месторождения и распределяются неравномерно по всей юго-восточной рудоносной полосе горнблендитов. Основным первичным минералом обоих типов руд является титаномагнетит и первично обособленный ильменит. Нерудные минералы — роговая обманка и полевошпатовый шпат. Титаномагнетит составляет 90–95 % объема рудной части обоих типов руд. Под титаномагнетитом понимаются тонкие пластинчатые выделения ильменита в магнетите, образовавшиеся в результате распада твердого раствора. Титаномагнетит образует неправильной формы зерна, выполняющие промежутки между зернами роговой обманки, размером от 0,1 до 2 мм.

#### **2.4. Технология добычных работ**

Длина карьера составляет порядка 4,5 км, глубина 110 м. Подсчет запасов руды произведен до горизонта +210 м. Запасы участков Вторая и Третья Магнитка почти полностью отработаны. В настоящее время ведется отработка верхних горизонтов участка Четвертая Магнитка с добычей и переработкой на щебень вмещающих пород.

Восточный борт карьера габбровый, западный — горнблендитовый (с железной рудой). В настоящее время идет постепенное расширение карьера — разносятся борта, конкретно горнблендитовый борт.

Бортовое содержание железной руды 12,8 %, сейчас руда складировается, добыча ее имеет высокую себестоимость, поэтому карьер перепрофилировался на добычу строительного камня. Для сравнения: на Качканарском месторождении в Свердловской области наоборот идет добыча железной руды, а щебень является побочным продуктом.

Разработка месторождения ведется открытым способом: блоками с уступами высотой по 10 м (рис. 14). Для отделения породы от горного массива используют взрывной метод. В рабочих уступах стоят станки буровые шарошечные (СБШ) с диаметром бурения 215 мм, *Sandvik* с диаметром 130 мм, и старые станки «Буровая мачта трубчатая» с диаметром 115 мм (БМТ-115). Бурится сеть скважин, затем они заполняются эмульсионным взрывчатким веществом, далее монтируется взрывная сеть и производится подрыв. Отбитая масса расчищается экскаваторами карьерными гусеничными (ЭКГ-5 А) для прокладки железнодорожных путей и далее грузится в думпкары вагон-самосвал

(2 ВС-105). Вывоз производится электровозом ЕЛ-21 (перевод с нем. *Lokomotivbau Elektrotechnische EL21*). Контактная сеть 1500 В.



Рис. 14. Первоуральский карьер (фото А. С. Венгерова)

Вскрышные породы вывозятся в отвал, а сырая руда и скальная горная масса поступают на две дробильно-обогащительные фабрики ДОФ-1 и ДОФ-2.

Сырье, идущее из карьера на ДОФ-1, на первом этапе поступает на щековую дробилку, потом для более мелкого дробления — на конусную дробилку мелкого дробления (КМД 2200), и в конце — на сортировочный пункт с системой грохотов для сортировки материала. Весь цех оснащен системой вентиляции, обогрева в зимнее время и водным затвором. Вода используется для минимизации пылевых выбросов с дробилок и подается из шламохранилища, куда откачивается насосами из карьера. ДОФ-1 производит крупные фракции 60–150 мм, 40–70 мм, 20–40 мм и пески 0–5 мм, 0–10 мм, здесь же отдельно выделяется руда.

На дробильной фабрике ДОФ-2 получают те же фракции, но кроме этого дробильно-сортировочный комплекс оснащен центробежно-ударной дробилкой (ДЦ-1,6), позволяющей производить высоко-

качественный кубовидный щебень, который востребован железной дорогой в качестве балласта под железнодорожное полотно. Две фабрики построены для взаимозаменяемости в случае поломки или перенастройки.

Для удешевления производства идет монтаж новых установок, ставится барабанный грохот класса «Hercules» для переработки отвалов. Планируется строительство третьей фабрики с новыми современными дробилками и грохотами, позволяющими гораздо быстрее перестраивать производство на разные виды щебня или песка, а также автоматизация части производства действующей фабрики.

Рудоуправление имеет свою лабораторию, которая осуществляет постоянный контроль качества. На предприятии также имеется свое автохозяйство, газовая котельная, подстанции по двум бортам, питающие производство, ремонтная база.

После дробления продукция уходит на закрытый или открытый склад, или отгружается заказчику с соответствующими сопроводительными бумагами и данными лаборатории о качестве. Спрос на щебень сезонный, часть грузов (пески) зимой вообще запрещена к перевозке из-за смерзания.

## **2.5. Гидрогеологические условия**

Подземные водоносные горизонты не вскрыты. В карьер поступает только вода от осадков и талые воды, поэтому насосы зумпфа работают не постоянно, а несколько часов с периодичностью раз в два дня.

## **2.6. Экология**

На данном предприятии загрязнение незначительно. Дозу вредных веществ могут получить только взрывотехники, при пренебрежении индивидуальными средствами защиты.

Загрязнение атмосферного воздуха при взрывных работах происходит за счет выделения вредных веществ из пылегазового облака и выделения газов из взорванной горной массы. Взорванная горная масса — постоянно действующий в течение периода ее экскавации неорганизованный источник выброса оксида углерода и оксида азота.

## 2.7. Продукция

В настоящее время выпускается следующая продукция производственно-технического назначения:

- железо-ванадиевый концентрат с содержанием железа не менее 32 %, используемый в качестве сырья в металлургическом производстве для получения высококачественных легированных сталей;
- щебень из природного камня и плотных пород различных фракций, применяемый при строительстве и ремонте автодорог и железных дорог, производстве товарного бетона и сборного железобетона, минераловатных и керамических изделий, каменном литье;
- отходы обогащения используются для изготовления асфальто-бетонных смесей различных марок.

Щебень из вскрышных пород характеризуется следующими показателями: средняя плотность 3040–3200 кг/м<sup>3</sup>, марка щебня по дробимости — 1000–1200, по истираемости (И) — И3-И4 (для щебня из горнблендитов) и И1-И2 (для щебня из габбро), марка по сопротивлению удару (У) на копре «ПМ» — У75 (для щебня из габбро) и У40 (для щебня из горнблендитов), марка по морозостойкости F25-F50. Щебень по основным показателям удовлетворяет требованиям ГОСТ 8267–93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия» и ГОСТ 25607–2009 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия». Щебень пригоден в качестве крупного заполнителя в обычные и дорожные бетоны, для получения асфальто-бетонных и битумоминеральных смесей, устройства оснований автодорог. Установлена пригодность горнблендитов для каменного литья и горнблендитов — для производства минеральной ваты.

Щебень из продуктов дробления и обогащения (отходы сухой магнитной сепарации) имеет следующие качественные характеристики: средняя прочность — 800–1400 кг/м<sup>3</sup>, в основном 1000–1200; насыпная плотность щебня — 1600–1800 кг/м<sup>3</sup>; содержание пылевидных и глинистых частиц — 1,3–1,6 %. Щебень из отходов обогащения по основным показателям отвечает ГОСТ 8267–93 и ГОСТ 25607–2009.

Учитывая потребности рынка, постоянно ведется работа по расширению ассортимента выпускаемой продукции. Освоен выпуск щеб-

ня для балластного слоя железнодорожных путей, налажено круглогодичное извлечение из отходов фабрик фракций 0–10 мм и 3–10 мм, пользующихся повышенным спросом потребителей.

На предприятии стабилизирована производственная деятельность. За последние годы производство товарной продукции увеличилось на 50 %, количество рабочих мест — на 200 человек, значительно улучшилось финансовое состояние, выросли инвестиции в производство.

### **Экскурсионные задания**

Итогом экскурсии по маршруту «Первоуральское месторождение» являются обработка записей в полевом дневнике, оформление зарисовок, составление каталога образцов и их маркировка. После обработки полевых материалов составляется глава отчета, где отражаются сведения по геологическому строению, гидрогеологическим условиям месторождения, технологическому процессу добычи и переработки строительного камня, представленного габбро и горнблендитами. Оцениваются факторы, влияющие на рентабельность работы предприятия, дается экологическая оценка деятельности и негативные стороны работы предприятия.

Во время экскурсии по Первоуральскому месторождению строительного камня необходимо:

1. На добычном карьере:
  - сфотографировать и нарисовать схему карьера, найти и отобрать образцы горнблендитов различной крупности, габбро и титаномагнетита, место отбора нанести на план;
  - дать характеристику гидрогеологических условий месторождения;
  - записать, как осуществляется транспортировка породы из карьера.
2. На дробильно-обогательной фабрике ДОФ-1:
  - описать технологический процесс дробления горнблендита и габбро;
  - указать, какие типы дробилок используются на обогательной фабрике для производства щебня различных фракций и кубовидного щебня.
3. На техногенных отвалах обогательной фабрики:
  - описать и сфотографировать проявления процессов эрозии.

### 3. Сибирское месторождение серых облицовочных гранитов

---

**Ц**елью экскурсии является знакомство с геологическими, гидрогеологическими и экологическими условиями района Сибирского месторождения гранитов.

Экскурсия начинается у административного здания ООО «Сибирский гранитный карьер», расположенного по адресу г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 7 км. Добраться можно на электричке до остановки «Станция Путевка» или городским автобусом.

#### 3.1. Общая характеристика предприятия

Восточная часть г. Екатеринбурга в геологическом плане представлена крупным интрузивным телом гранитоидов — Сибирским массивом. В его пределах расположен парк «Каменные палатки» с крупными эрозионными останцами гранитов, Шарташский гранитный карьер, на котором ранее добывался щебень, и Сибирский гранитный карьер, специализирующийся на изготовлении поделочных строительных гранитов. В настоящее время Шарташский карьер остановил работу, его планируют затопить с созданием искусственного озера и жилого квартала вокруг.

Сибирский карьер будет продолжать работу, поскольку его продукция пользуется спросом, а разведанные запасы массива обеспечивают его работу на долгие десятилетия. При этом на Урале довольно много гранитных массивов, где можно развернуть аналогичное производство, однако это требует очень крупных геолого-разведочных работ и капитальных вложений.

Географически Сибирское месторождение гранитов находится на восточной окраине г. Екатеринбурга в 3 км к юго-востоку от станции Шарташ (рис. 15). К северу от карьера простирается обширное торфяное болото, а к северо-востоку на расстоянии 3,5 км расположено озеро Шарташ.

Центральная часть Сибирского месторождения гранитов располагается между двумя железнодорожными линиями: Екатеринбург — Че-

лябинск и Екатеринбург — Омск. Вблизи месторождения параллельно железной дороге проходит Сибирский тракт.

Добыча гранита Сибирского месторождения началась в 1915 г. Впервые на Урале начали изготавливать дорожную «пешку — шашку» и колотые плиты для нужд города. Первая партия блоков использовалась при строительстве Беломоро-Балтийского канала.

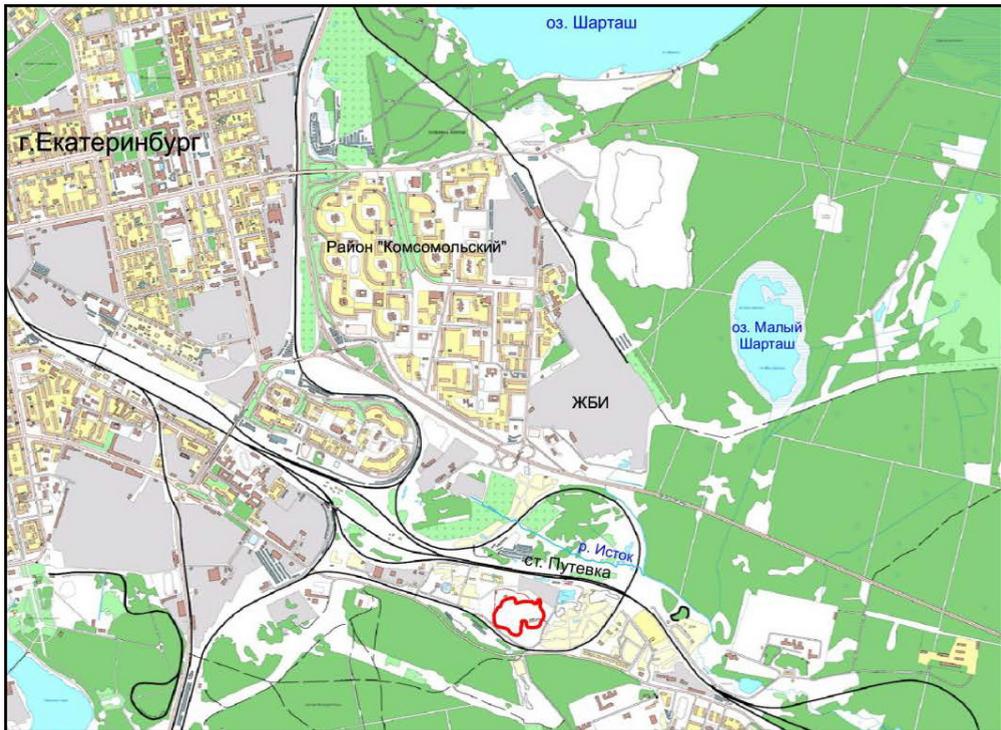


Рис. 15. Схема расположения Сибирского карьера (красный абрис) на обзорной карте г. Екатеринбурга, составленная авторами на основе сервиса «Яндекс-карта»

Предприятие ООО «Сибирский гранитный карьер» ведет разработку центрального участка Сибирского месторождения серых облицовочных гранитов с 1925 г. В настоящее время добыча гранитов ведётся на основании лицензии СВЕ № 07369 ТЭ от 22.11.2013 г. Срок действия лицензии — до 31.12.2027 г., участок недр имеет статус горного отвода. По глубине лицензионный участок недр ограничен нижней границей подсчета запасов — до горизонта +220 м.

Добыча ведется открытым способом (рис. 16). Продуктивная толща Центральной части Сибирского месторождения гранитов представ-

ляет собой куски (блоки) гранитной горной породы различных размеров. До 70-х годов XX века гранитные блоки только кололи, придавая зубилом конечную форму, и лишь с середины 70-х годов начали применять камнераспиловочные машины.

Продуктивная толща представлена равномерно зернистыми биотитовыми гранитами. В зависимости от физико-механических свойств и степени трещиноватости гранитов на месторождении, выделяется две зоны:

- верхняя зона — граниты, затронутые выветриванием, характеризуются повышенной трещиноватостью и пониженными показателями физико-механических свойств;
- нижняя зона — невыветрелые граниты.



Рис. 16. Сибирский гранитный карьер (фото с геологической практики из архива кафедры, студент О. А. Трясцина)

Горная масса, представленная затронутыми выветриванием гранитами, а также отходы от добычи горной массы в нижней зоне пород из невыветрелых гранитов и от производства гранитных изделий с термообработкой могут применяться для производства бутового камня по техническим условиям предприятий-производителей и в качестве сырья для производства щебня по ГОСТ 8267–93.

Из гранитов, не затронутых выветриванием, можно получать гранитные блоки по ГОСТ 9479–2011. Из гранитных блоков можно изготовить:

- гранитные изделия с термообработкой по техническим условиям «Гранитные изделия с термообработкой из гранитов Централь-

ной части Сибирского месторождения, расположенном на восточной окраине г. Екатеринбурга в 3 км к юго-востоку от станции «Шарташ» в результате последующей обработки (пассировки) добытых гранитных блоков. Пассировка производится бурошлиновым скалыванием и термической отбойкой для придания блокам наиболее правильной геометрической формы (прямоугольного параллелепипеда) и необходимых размеров;

- плиты облицовочные по ГОСТ 9480–2012 «Плиты облицовочные из природного камня. Технические условия»;
- изделия архитектурно-строительные по ГОСТ 23342–2012 «Изделия архитектурно-строительные из природного камня. Технические условия»;
- материалы и изделия облицовочные по ГОСТ 30629–2011 «Материалы и изделия облицовочные. Технические условия»;
- изделия строительно-дорожные по ГОСТ 32018–2012 «Изделия строительно-дорожные из природного камня. Технические условия».

### **3.2. Геологическое строение и характеристика гранитов**

Сибирское месторождение гранитов расположено в южной части Шарташского массива, в 0,5 км от контакта с вмещающими породами. Массив гранита в пределах разведанного участка на глубину 60 м (до отметки 220 м) сложен светло-серыми равномерно зернистыми биотитовыми гранитами, которые секутся лампрофировыми, пегматитовыми и кварцевыми жилами (мощность 2–7 см).

Минералогический состав гранитов: плагиоклаз — 40–60 % (средний 50–57 %); микроклин — 17–23 %; кварц — 18–30 % (преобладает 20–25 %); биотит — 3–8 % (преобладает 4–6 %); зернистость гранитов 1,5–2,0 мм.

Полезная толща месторождения содержит редкие включения в виде жил кварцполевошпатовых пород, гранит-порфиров, липаритодацитовых порфиров, а также шлифовые обособления овальной и округлой формы размером от 5–8 мм до 3–5 см мелкозернистых гранитов, обогащенных темноцветными минералами. Эти образования в объеме полезной толщи составляют менее 1 % и наиболее часто встречаются вблизи контактов гранитов и диоритов.

Кроме вышеперечисленных жил на месторождении встречены дайки диоритов и диоритовых порфиритов. Это мелкозернистые темно-серые массивные породы. Мощность даек от 0,6 до 1,0 м. Контакт с гранитами четкий. Падение северо-восточное под углом 60–80°.

Вскрышные породы на месторождении представлены делювиально-аллювиальными образованиями, сложенными песчаными глинами с редкой угловатой галькой кварца и обломками выветрелых гранитов и песчано-дресвяно-щебнистыми корами выветривания гранитов, а также техногенными образованиями. Мощность вскрышных пород изменяется от 0 до 5,5 м и в среднем составляет 1,2 м.

В верхней части месторождения под вскрышными породами залегают граниты, затронутые выветриванием, характеризующиеся повышенной трещиноватостью и пониженными физико-механическими показателями. Мощность гранитов, затронутых выветриванием, колеблется от 0 до 13,5 м и в среднем по месторождению равна 2,7 м.

Таким образом, полезная толща месторождения в основном представлена однородными гранитами. В соответствии с требованиями государственных стандартов качество гранитов Сибирского месторождения изучено по результатам физико-механических испытаний проб, проведенным по сокращенной, неполной и полной программам, петрографических исследований и минералогического анализа, технологических испытаний, опытных работ по добыче заготовок валов в карьере. С целью определения технологических параметров обработки (степени распиловки, полируемости и выхода плит) изучены и проанализированы практические материалы по работе камнерезного производства.

Верхний 15-метровый уступ чаще затронут ожелезнением (точечное по зернам биотита или в виде разводов), характеризуется наибольшим количеством маломощных прожилков кварца и изменчивостью физико-механических показателей, хотя по величине все они укладываются в нормируемые технические условия.

На месторождении наиболее благоприятной по условиям блочности и устойчивости качественных свойств является полезная толща ниже 15 м от поверхности. Физико-механические свойства гранитов приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Физико-механические свойства гранита [5]**

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели					
			Граниты, незатронутые выветриванием			Граниты, затронутые выветриванием		
			от	до	сред.	от	до	сред.
1	Плотность	г/см <sup>3</sup>	2,57	2,63	2,61	2,50	2,59	2,58
2	Водопоглощение	%	0,22	1,12	0,43	0,34	3,72	1,08
3	Предел прочности на сжатие в:							
	а) воздушно-сухом состоянии	МПа	104,2	271,6	182,8	71,8	229,9	140,6
	б) водонасыщенном состоянии	МПа	84,3	265,8	167,4	43,5	176,9	110,0
4	Предел прочности на изгиб	МПа	11	36	—	—	—	—
5	Марка по морозостойкости, F	ед.	100	100	100	—	—	—
6	Коэффициент размягчения	—	0,8	1,0	0,88	0,7	1,0	0,87
7	Истираемость	г/см <sup>2</sup>	0,03	0,32	0,15	—	—	—
8	Солестойкость в циклах (при потере объема не более 5%)	%	—	—	20	—	—	—

**Радиационно-гигиеническая оценка гранитов**

По содержанию естественных радионуклидов граниты Сибирского месторождения являются однородными и соответствуют требованиям 1-го класса по ГОСТ 30108–94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» (эффективная концентрация менее 370 Бк/кг).

**3.3. Сведения о запасах гранитов**

Запасы гранитов Сибирского месторождения утверждены протоколом государственной комиссии по запасам (ГКЗ) № 8965 от 19 марта 1982 г. по состоянию на 01.01.1981 г. в количестве всего 11 104 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по категориям: А — 4663 тыс. м<sup>3</sup>, В — 2622 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>1</sub>—3819 тыс. м<sup>3</sup>. Из них незатронутых выветриванием (пригодные для

получения блочной продукции) 10 415 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по категориям: А — 4486 тыс. м<sup>3</sup>, В — 2362 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>1</sub> — 3567 тыс. м<sup>3</sup>, и затронутых выветриванием (пригодные для получения щебня — стройкамень) 689 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе по категориям: А — 177 тыс. м<sup>3</sup>, В — 260 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>1</sub> — 252 тыс. м<sup>3</sup>.

Эти запасы разведаны и подсчитаны на глубину до горизонта 220 м.

В 1995 г. по результатам доразведки и переоценки были утверждены в пределах ранее разведанных блоков 2 В и 1 А (в отметках горизонт 255 м — горизонт 220 м) запасы Сибирского месторождения гранитов в качестве блочного камня, пригодного для получения заготовок пресовых валов, по состоянию на 01.01.1995 г. в количестве: по категории А — 3289 тыс. м<sup>3</sup>, по категории В — 1562 тыс. м<sup>3</sup>, А+В — 4851 тыс. м<sup>3</sup>.

Объем вскрышных пород по месторождению составляет 267,6 тыс. м<sup>3</sup>, средний коэффициент вскрыши 0,02. Фактически потери при добыче не превышают уровня нормируемых эксплуатационных потерь и составляют 2 % от погашенных балансовых.

#### 3.4. Технология добычи гранитов

Продуктивная толща месторождения представлена равномерно зернистыми биотитовыми гранитами, не затронутыми и затронутыми выветриванием. Коэффициент крепости гранитов по шкале профессора М. М. Протоdjяконова составляет  $f=10$ , средний предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии гранитов, не затронутых выветриванием — 167,4 МПа, гранитов, затронутых выветриванием — 140,6 МПа. Крепость гранитов по европейскому стандарту (EN) и стандарту 1969 года (P) соответствует X и XI категории, их средняя плотность — 2610 кг/м<sup>3</sup>.

Работы в карьере ведутся в две смены, во 2-ю смену только огневая резка пластов. Режим работы круглогодовой.

Уступы отрабатываются последовательно сверху вниз. Одновременно добыча ведется несколькими забоями в местах, определенных «Планом развития горных работ» на текущий год. Высота уступа кратна мощности отрабатываемого пласта и не превышает 3 м. В некоторых забоях уступы достигают высоты 6 м и разбиваются на подступы.

При этом необходимо соблюдать основные правила добычи горной массы (блоков):

- наличие трёх обнажённых плоскостей;
- шпуров лучше располагать вдоль вертикальных трещин или параллельно направлению наилучшего раскола;
- сочетание трещиноватости и анизотропности разрабатываемого гранитного массива.

Создание обнаженных плоскостей в обрабатываемом гранитном слое (пласте) может производиться двумя способами:

- *огневой резкой*, основанной на использовании инструмента, создающего высокую температуру, которая разрушает минеральный состав гранита. Для огневой резки массива, применяются терморезаки с бензовоздушными горелками типа ТРВ-1 Харьковского авиационного института. Температура на выходе из горелки 1100–1200°С. Длина терморезака зависит от мощности нарезаемых гранитных пластов и находится в пределах от 2,5 до 3,5 м. При резке огнем способом в гранитном массиве образуются щели шириной до 100 мм;
- *алмазканатным пилением*. Резка гранита алмазным канатом производится установками моделей: «Gran Fil Super» фирмы «Marini» (Италия) и «Quarry Wire Saw Machine» фирмы «Skystone» (Китай). Для этого буровыми установками «Driller» в массиве гранита бурят две пересекающиеся скважины диаметром 80 или 90 мм (вертикальную и горизонтальную), которые определяют направление и площадь резания.

После запасовки (продёргивания) алмазного каната в эти скважины, его концы соединяют металлической втулкой, укладывают в направляющие «ручьи» ведущего и отклоняющих шкивов и приводят в поступательное движение электроприводом установки. Пиление алмазным канатом производится с использованием воды, которая нужна для охлаждения каната и удаления шлама. Ширина реза при пилении составляет 15 мм. Площадь реза составляет от 18 до 90 м<sup>2</sup> и зависит от длины контура алмазного каната и мощности канатной установки.

В теплое время года могут использоваться оба способа добычи. При этом технологию определяет геология залегания гранитных пластов: угол падения, мощность, обводненность.

В холодное время года затруднено пиление алмазным канатом, т. к. возникают проблемы с водой при минусовых температурах, поэтому применяют в основном огневую резку пластов. Добыча горной мас-

сы (блоков) после создания плоскостей обнажения в обрабатываемом гранитном слое (пласте) производится буроклиновым способом или с использованием расширяющей смеси и газогенераторов.

### **Буроклиновой способ добычи гранитных блоков**

При буроклиновом способе добычи применяются промышленные перфораторы (ПП) 36, 54 и 63 В, металлические клинья с заложками, а также станки строчечного бурения итальянского производства «GM1» с двумя перфораторами марки «MA90SR» и «Spherical» с одним перфоратором. Совместно со станками строчечного бурения применяют пневмораскалывающие установки модели «AirSplit» (Италия).

Для добычи блоков с использованием ручного инструмента применяют промышленные перфораторы, металлические клинья и заложки. Перфоратором производится бурение шпуров диаметром 32–36 мм по линии намечаемого раскола гранитного пласта с интервалом 250–300 мм друг от друга на глубину до 300 мм (рис. 17). Затем в каждый шпур вставляют две заложки и клин между ними. Ударами кувалды поочерёдно пробивают все клинья в ленточке шпуров, до появления трещины в гранитном массиве. Клинья и заложки изготавливаются из стали марок У7, У8 диаметром 20 мм, длиной 150–180 мм.



Рис. 17. Шпуры по линии раскола гранитного пласта (фото с геологической практики из архива кафедры, студент О. А. Трясцина)

При применении станков строчечного бурения и пневмораскалывающих установок работа по закладке шпуров и раскол гранитного пласта производится механизировано. Станком строчечного бурения выполняют шпуры  $\varnothing$  32–33 мм в линию намечаемого раскола на всю глубину гранитного пласта. В шпуры вставляют симметрично камнеколы в количестве 16 шт. (10 шт. длиной 600 мм и 6 шт. длиной 1200 мм) и пневмомолотком системы «AirSplit» пробивают их до появления трещины раскола пласта. После чего камнеколы из шпуров убирают, а для увеличения ширины трещины в шпуры поочерёдно вставляют усиленный камнекол, который тоже пробивают пневмомолотком. Ширина трещины при этом достигает 30 мм.

Извлечение блока-монолита из гранитного массива и отделённых блоков от блока-монолита производят тяговыми лебёдками (ТЛ) ТЛ-7 и лебёдками механическими (ЛМ) ЛМ-12,5 с усилиями 7 и 12,5 т соответственно. Для этого в блоке забуривают один или два шпура диаметром 43 мм на глубину 300 мм, в которые вставляют поочерёдно инвентарный металлический штырь  $\varnothing$  40 мм, длиной до 400 мм. Петлей каната тяговой лебедки зацепляют за этот штырь и волоком перемещают блок в зону обслуживания грузоподъемного крана.

Погрузка блоков осуществляется в забоях пневмоколесными кранами грузоподъемностью 25 т. В качестве технологического автотранспорта используются автосамосвалы типа КРАЗ-256. Установленный на западном борту карьера «деррик»—кран позволяет осуществлять погрузку, транспортировку части добытой горной массы из забоев на верхнюю погрузочную площадку отм. 270 м, частично исключив вывозку блочной продукции автотранспортом по существующей схеме. Склады блоков находятся на временных площадках на территории земельного отвода и оборудованы кранами грузоподъемностью 25 т. Добыча блоков ведется на дневной поверхности круглый год.

### **Способ добычи гранитных блоков с использованием расширяющей смеси и газогенераторов**

Для добычи блоков при этом способе используются:

- а) известковая расширяющая смесь SCA-1. Это бесшумное разрывающее вещество представляет собой мелкий порошок серого цвета, произведённый из неорганических полимеров, смешивается с соответствующим количеством воды до текучего пастообразного состояния, непосредственно вливается в отверстие,

далее путем реакции происходит изменение формы кристаллов, что влечет за собой огромное давление расширения, оказываемое на стенки отверстия. Давление расширения прямо пропорционально температуре окружающей среды и времени реакции. Время, необходимое для того, чтобы предмет дал трещину, обратно пропорционально температуре окружающей среды;

- б) газогенераторы давления шпуровые (ГДШ), предназначенные для невзрывного дробления. ГДШ обладают способностью создавать квазистатическое избыточное давление газов только в замкнутом герметическом пространстве (в шпуре с забойкой). ГДШ состоят из полимерного цилиндрического пеналатрубки, закрытой с двух концов полиэтиленовыми крышками, содержащими окислительную композицию.

ГДШ инициируются электровоспламенителями с термостойким электрозапалом (ТЭЗ) ТЭЗ-3 П. Источником инициирования является конденсаторная подрывная машина (КПМ) КПМ-3У.

### **Режим работы карьера**

Режим работы карьера на добыче круглогодовой с прерывной рабочей неделей в течение 250 дней в две смены.

Первая смена используется для добычи и погрузки блоков, производства гранитных изделий с термообработкой и выполнения горно-подготовительных работ, вторая смена только для работы терморезчиков. Удаление рыхлых вскрышных пород производится сезонно в теплый период года в одну смену.

### **Система разработки**

Рабочим проектом предусматривается применение:

- на верхнем участке в восточной его части двухбортовой, а в западной однобортовой системы разработки горизонтальными слоями по транспортной схеме;
- на нижнем участке, в зависимости от местоположения на горизонте въездной траншеи, одно- и двухбортовой системы разработки горизонтальными слоями по транспортной схеме. Высота уступа до 3 м.

Направление фронта работ на обоих участках ориентируется в широтном или меридиональном направлении параллельно простиранию

соответственно III или II системам субвертикальных трещин. При этом предпочтение отдается широтному направлению фронта работ, которое совпадает с направлением линии наилучшего раскола гранитов.

### Технологическая документация по добыче гранитных блоков, их маркировка и хранение

Все добытые гранитные блоки должны соответствовать требованиям ГОСТ 9479–2011. Приёмку блоков осуществляет технический персонал предприятия партиями и поштучно. Блоки хранят на открытых спланированных площадках с твёрдым покрытием, обеспечивающих отвод воды. Блоки хранят не более чем в три яруса с обязательными прокладками из деревянных брусьев между блоками соседних ярусов.

### 3.5. Технология распиловки

На территории предприятия осуществляется распиловка и изготовление конечной продукции как гранитных блоков с самого Сибирского месторождения, так и привозных гранитов. Наиболее часто поставляют на обработку граниты красных оттенков с месторождений Челябинской области, Карелии и Казахстана.

В соответствии с технологической схемой по распиловке гранитных блоков, переработка горной массы производится на дисковых станках ИРК-1200, Terzago-T-35S, T-1600, СМР-014, СМР-092 (табл. 2).

Таблица 2

Основные технические данные станков с дисковыми пилами [5]

Технологические характеристики	ИРК-1200	T-35S	GTG-1600	ВРА	СМР-014	СМР-092
Режущий инструмент	Дисковые пилы с алмазными сегментами					
Наибольшие размеры блоков:						
Длина, см	350	380	380	280	280	280
Ширина, см	200	250	250	200	150	150
Высота, см	200	120	200	200	125	125
Максимальный диаметр вертикального диска, мм	1200	3000	1600	1600	1200	1200
Максимальный диаметр подрезного диска, мм	500	—	500	500	400	400

Окончание табл. 2

Технологические характеристики	ИРК-1200	Т-35S	GTG-1600	ВРА	СМР-014	СМР-092
Максимальное количество вертикальных дисковых пил, шт.	1	1	30	30	1	1
Мощность двигателя горизонтального суппорта, кВт	55	55	132	110	30/22	30/22

Одно- и многодисковые станки с алмазными сегментами предназначены для распиловки блоков из природного камня средней и высокой твердости, в том числе с высоким содержанием кварца. Данные станки обладают высокой производительностью и широкими параметрами как по типу перерабатываемого сырья, так и по линейным параметрам готовой продукции (плит, заготовок) (рис. 18).



Рис. 18. Распиловка гранитных блоков (фото с геологической практики из архива кафедры, студент О.А. Трясцина)

Тип станков с дисковыми пилами позволяет работать им на распиловке блоков как самостоятельно, так и в комбинации с другими станками, например:

- а) Т-35S, ВРА или GTG-1600;
- б) Т-35S, СМР-014, СМР-092;
- в) другие комбинации с использованием фрезерно-окантовочного станка МР- 600 и отрезного СО-6.

Достоинством станков с дисковыми пилами является также и автоматический режим работы, причем программы автоматических режимов самые различные. Возможности однодисковых станков позволяют получать из одного блока плиты разной толщины, а с помощью многодисковых станков из одного блока изготавливают плиты разной ширины. Переналадка станков ВРА и GTG-1600 с выпуска плит одной толщины на другую занимают очень мало времени (практически до 1,5–2 ч). Однодисковые станки нуждаются в замене пилы только в случае полного износа алмазных сегментов.

Принципы работы станков с дисковыми пилами заключаются в следующем. Запуск дисковых станков в работу производится после установки блока и выбора программы распиловки. Горизонтальный суппорт станков с фрезой (фрезами), опускаясь на заданную программой распиловки глубину, перемещается на всю длину взад-вперед, производя прорезание гранита. Для разных типов станков глубина реза за один проход различна. Резание гранита происходит как при движении вперед, так и назад (при движении назад глубина реза уменьшается). Отличие станков с дисковыми пилами разных типов заключается только в способе перемещения пил на новую заходку. Перемещение пил происходит за счет рабочей тележки (GTG-1600), либо за счет перемещения суппорта (ВРА, Т-35S, СМР-014, СМР-092). На многодисковых станках происходит цикличность операций по вертикальной резке плит и горизонтальной подрезки на заданную ширину плит. На однодисковых станках Т-35S такой цикличности нет, происходит только вертикальная резка. В процессе работы автоматически поддерживаются основные параметры распиловки:

- скорость горизонтальной подачи суппорта;
- вертикальная подача пилы (шаг пропила);
- расход воды;
- перемещение рабочей тележки с блоком.

Распиловка гранитных блоков осуществляется в следующей последовательности:

- осмотр полотен дисковых пил;
- осмотр алмазных сегментов;
- подбор блоков для данного станка: замер линейных размеров, определение наличия трещин, включений инородного материала, при необходимости производится выравнивание поверхности блока;

- установка блока на рабочую тележку, закрепление его при необходимости распорами, клиньями;
- выбор программы распиловки;
- установка тележки с блоком в рабочую зону;
- начало распиловки блока при постоянном контроле параметров;
- распиловка блока (на многодисковых станках — периодическое подрезание готовых по размеру плит и уборка их из рабочей зоны);
- конец распиловки: выкатывание рабочей тележки из зоны распиловки, снятие мостовым краном распиленного блока с тележки с однодисковыми станками, уборка отходов с тележки с многодисковыми станками, промывка технологической водой рабочей зоны станка, тележки;
- ежесменное техническое обслуживание станка в соответствии с руководством по эксплуатации.

### **3.6. Экологическая оценка предприятия**

Добыча, обработка и использование гранита ведёт за собой экологические проблемы. При добыче гранита происходит:

- изъятие земель сельскохозяйственного назначения, лесных земель;
- разрушение среды обитания некоторых живых организмов;
- эрозия грунтов;
- истощаемость и невозобновляемость данного природного ресурса;
- пылевое и шумовое загрязнение окружающей среды.

При обработке гранита используется большое количество воды (при полировке) и образуются загрязненные сточные воды, происходит загрязнение рабочей зоны и атмосферного воздуха пылью.

### **Экскурсионные задания**

Итогом экскурсии в район Сибирского месторождения гранитов являются обработка записей в полевом дневнике, оформление зарисовок, составление каталога образцов и их маркировка. После обра-

ботки полевых материалов составляется глава отчета, где отражаются сведения по геологическому строению, гидрогеологическим условиям месторождения, технологическому процессу добычи и распиловки гранита. Оцениваются факторы, влияющие на рентабельность работы предприятия, дается экологическая оценка деятельности и негативные стороны работы предприятия.

Во время экскурсии по Сибирскому месторождению серых облицовочных гранитов необходимо:

1. На распиловочной фабрике:
  - дать характеристику всем используемым в производстве станкам и механизмам;
  - описать схему распиловки и шлифовки гранитных блоков.
2. На Сибирском карьере:
  - сфотографировать и нарисовать схему карьера, описать технологический процесс добычи гранитных блоков;
  - описать, как осуществляется транспортировка блоков из карьера;
  - дать характеристику гидрогеологических условий месторождения;
  - найти и отобрать образцы гранита, диоритовых порфиров, место отбора нанести на план.

## 4. Уктусский ультраосновной массив

Целью экскурсии является знакомство с ультраосновными породами Уктусского дунитового массива, методикой полевых исследований (описания обнажений горных пород в естественном залегании) и изучением долины р. Патрушихи.

Сбор на экскурсию в 10 часов на остановке Уктус, доехать можно на троллейбусе или своим автотранспортом (рис. 19).

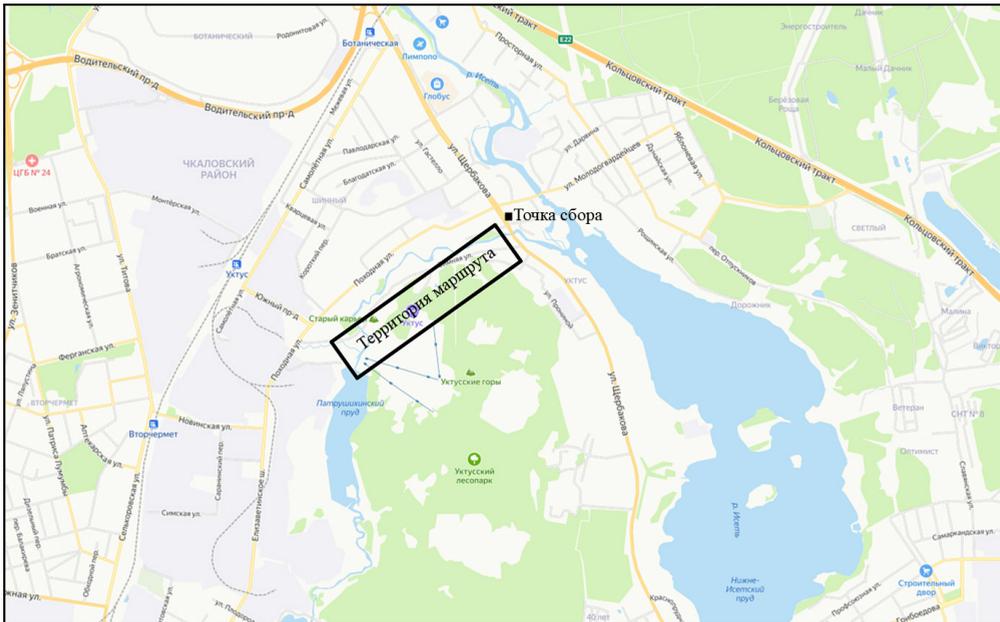


Рис. 19. Территория маршрута «Уктусские горы», составленная авторами на основе сервиса «Яндекс-карты»

### 4.1. Географо-экономические сведения

Массив расположен к югу от г. Екатеринбурга вблизи его окраины и слагает расчлененную возвышенность с относительной высотой над уровнем р. Исеть около 60 м. Наиболее возвышенные участки, как правило, приурочены к выходам дунитов.

Поселок Уктус был основан вокруг казенного железоделательного завода в 1704 г., когда Петру I для войны со шведами потребовалось

большое количество металла для пушек. Посёлок получил свое название по реке Уктус, которая при советской власти стала именоваться по названию ее левого притока — р. Патрушихой. В 500 м выше каменного моста (троллейбусная остановка «Уктус») сохранились остатки плотины пруда Уктусского завода. На левом берегу р. Патрушихи размещаются цеха лифтостроительного завода и основные гражданские постройки микрорайона Уктус.

#### 4.2. Геолого-петрографическая характеристика

Массив площадью около 50 км<sup>2</sup> имеет в плане овальную форму, слегка вытянут в меридиональном направлении и залегает среди вулканогенно-осадочных толщ предположительно силурийского возраста. Внутри массива обособляются интрузивные породы — пироксениты, дуниты и габбро; дуниты образуют три обособленных тела — южное, центральное и северное (рис. 20). Габбро отделены от дунитов полем пироксенитов и слагают восточную часть массива. В зоне контакта пироксенитов и дунитов в небольших количествах местами встречаются гарцбургиты и верлиты.

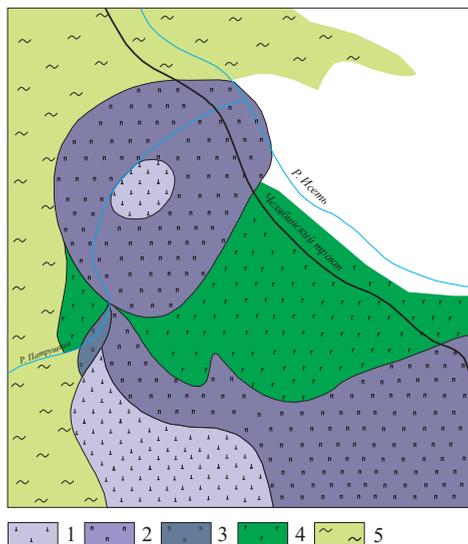


Рис. 20. Упрощенная схема Уктусского массива [5]:

- 1 — дуниты; 2 — гарцбургиты; 3 — серпентиниты неясной природы; 4 — габбро;  
5 — амфиболиты

Дуниты представляет собой темно-зеленые почти мономинеральные массивные породы мелкозернистой структуры, значительно серпентинизированные, буреющие на поверхности. В пироксенитах и габбро отчетливо наблюдается полосчатость. В пироксенитах она проявляется в чередовании полос или линз перидотита и пироксени-та, в вытянутости выделений магнетита и в развитии серпентиниза-ции. В габбро полосчатость наблюдается в закономерном расположе-нии шпиров, состоящих из смеси полевых шпатов и моноклинного пироксена, а также в ориентировке минеральных зёрен.

Пироксениты представляет собой тёмно-зелёные крупно- или среднезернистые, иногда порфировидные породы и состоят из пи-роксена, часто с небольшой примесью оливина, и постоянной незна-чительной примесью магнетита. Пироксениты повсеместно затрону-ты серпентинизацией. Серпентин в пироксенитах развивается за счет, как оливина, так и пироксена. Пироксениты нередко значительно ам-фиболитизированы.

Габбро имеют средне- и крупнозернистую структуру, состоят из сосюритизированного плагиоклаза и в различной степени изме-нённого моноклинного пироксена. Характерной особенностью ульт-раосновного массива является преимущественное развитие в нем систем трещин и разрывных нарушений северо-западной и северо-восточной ориентировки.

### 4.3. Описание маршрута

Маршрут начинается на правом берегу р. Исети, в устьевой части р. Патрушихи, у каменного моста, сложенного из бутового камня, па-мятника архитектуры начала XIX века.

#### Точка наблюдения (т. н.)

*Т. н. 1.* Первая точка наблюдения посвящена осмотру и описанию формы долины р. Патрушиха. Река здесь имеет широкую (300—400 м) корытообразную долину с крутым скальным правым берегом и терра-сированным высоким левым берегом. Хорошо видна высокая пойма реки и первая надпойменная терраса, на которой обычно и располага-ется пункт наблюдения (рис. 21). Скальные выходы на правом берегу реки сложены породами чёрного, темно-зелёного цвета средне-, круп-

нозернистой структуры, массивной текстуры, по составу представлены пироксенитами и перидотитами, слабо серпентинизированными.



Рис. 21. Плотина и водосброс на р. Патрушиха (фото с геологической практики из архива кафедры, студент М. А. Кузнецов)

*Т. н. 2.* На этом участке русло реки делает меандрирующий изгиб, используя зоны дробления и выветривания тектонических нарушений. С этой точки хорошо видны надпойменные эрозионно-аккумулятивные террасы левого берега и реликты эрозионных террас правого берега. В пойменной части отчётливо выделяются пойменные и старичные отложения. На берегу реки можно видеть отложения русловой отмели и береговой вал. На склоне массива отчётливо выделяется ложина, образовавшаяся вдоль геологического контакта дунитов и перидотитов и в результате развития в этой же зоне тектонической трещиноватости северо-западного направления.

*Т. н. 3.* Заброшенный дунитовый карьер № 1 по разработке дунитов размеры в плане  $60 \times 30$  м (рис. 22). Борта отвесные с высотой до 12 м. Разрабатывался в 50-е годы XX столетия для получения магнезиальных огнеупоров.

Выработкой вскрываются дуниты черного цвета с зеленоватым оттенком, массивные, мелко- и среднезернистые. На поверхности породы выветрелые, из-за чего их цвет становится светло-коричневым. Толщина корки выветривания 1–2 см. Окраска корочки выветривания обусловлена наличием глинистого минерала — керолита и гидрокарбоната магния.



Рис. 22. Зброшеный дунитовый карьер № 1 (фото с геологической практики из архива кафедры, студент З. В. Храпцов)

В дунитах наблюдается густая сеть тектонических трещин. По плоскостям некоторых систем трещин фиксируется серпентинизация дунитов с образованием корок серпентина толщиной до 0,5 см. Серпентин светло-желто-зеленый. На плоскостях трещин видны борозды скольжения и уступчики, по которым можно определить направления перемещения блоков. В восточном борту карьера в его верхней части наблюдаются результаты процесса десквамации, приводящие к образованию шаровой скорлуповатой отдельности. Наиболее интенсивно десквамация проявлена в зоне тектонического нарушения с паде-

нием на север. Здесь же наиболее интенсивно проявлены и процессы химического выветривания.

В восточном борту карьера можно увидеть пример бороздового опробования коренных пород в виде борозд длиной 0,5 м, шириной до 10 см и глубиной 3–5 см.

*Т. н. 4.* Дунитовый карьер № 2 размером 35×45 м с высотой бортов 15 м. расположен в краевой зоне дунитов, вследствие чего дуниты более трещиноватые, более интенсивно серпентинизированные и по трещинам наблюдаются прожилки магнезита. Трещины более пологие и в верхней части имеют куполообразный изгиб.

*Т. н. 5* Далее по маршруту на крутом склоне реки небольших размеров коренные выходы перидотитов. Горные породы темного цвета, чаще полосчатые или рассланцованные и реже массивные, мелко- и среднезернистые. Пространство между коренными выходами задерновано, но геологическим молотком можно вскрыть растительный слой и докопать до делювия, представленного остроугольными обломками перидотитов, сцементированных глинистой породой темно-зеленого цвета.

*Т. н. 6.* Коренные гребневидные выходы пироксенитов на берегу водоёма. Горные породы от чёрного до тёмно-зелёного цвета, среднекрупнозернистые, массивные. В обнажении хорошо наблюдаются тектонические трещины различных направлений.

Здесь же расположена плотина Патрушихинского пруда с водосбросом, на которой можно измерить дебит и расход воды реки Патрушихи.

### *Экскурсионные задания*

Во время экскурсии по маршруту «Уктусские горы» необходимо:

1. В точке наблюдения 1:
  - нарисовать поперечный профиль р. Патрушихи, взяв за основу рисунок схемы строения речной долины (рис. 23).
2. В точке наблюдения 3:
  - сделать зарисовку обнажения в дунитовом карьере;
  - произвести замеры элементов залегания трещиноватости;
  - отобрать образцы дунитов с коркой выветривания, перидотитов и пироксенитов.

## 3. В точке наблюдения 6:

- определить скорость течения реки методом поплавка, среднюю площадь сечения водного потока с введением поправочного коэффициента 0,82 и расход воды в реке.



Рис. 23. Схема строения речной долины [4]

- По окончании маршрута нарисовать общую схему по примеру, показанному на рис. 4.

## 5. Невьянское месторождение золота

Целью экскурсии является знакомство с осадочными породами, слагающими долину р. Нейва и связанным с этими породами россыпным месторождением золота.

Сбор на экскурсию у 3-го учебного корпуса УрФУ (Мира, 28) в указанное заранее время. Отъезд автобусом до г. Невьянска и далее на участок золотодобычи, разрабатываемый в настоящее время (рис. 24).

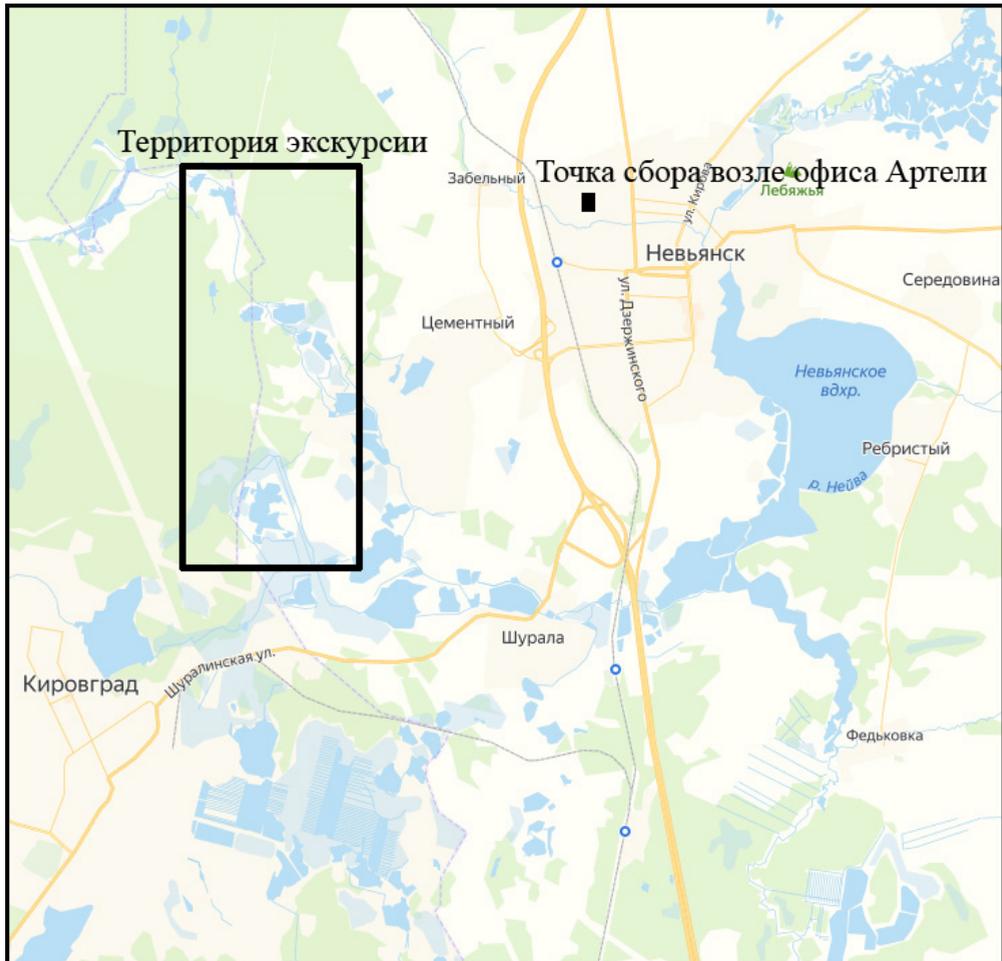


Рис. 24. Территория экскурсии по золотоносным россыпям Невьянска, составленная авторами на основе сервиса «Яндекс-карты»

## 5.1. Географо-экономические сведения

Город Невьянск, основанный Никитой Демидовым в 1701 г., находится в 90 км севернее г. Екатеринбурга. В настоящее время численность населения города составляет более 60 тыс. человек. Невьянск вместе с г. Кировградом и группой индустриальных пунктов образуют Кировград-Невьянский промышленный узел, в котором преобладающее значение имеет металлообработка, цветная металлургия и комплексное использование колчеданного сырья, а также промышленность строительных материалов. В промышленном комплексе Невьянска видное место занимает промышленность строительных материалов. В окрестностях города ведётся добыча золота (Невьянский карьер с шахтой «Быньговский» комбината Уралзолото) и каолина (Невьянский каолиновый карьер Свердловского завода керамических изделий).

Россыпное золото в Невьянском районе добывается с 1819 года старателями и мелкими артелями. С 1924 г. добыча осуществляется единым Уральским золоторудным управлением «Уралзолото», в составе которого в 1929 г. выделено Невьянское приисковое управление, а в 2006 г. образована Артель старателей «Невьянский прииск».

Геологически территория Невьянского россыпного узла относится к Невьянско-Кантуровской мезозойской эрозионно-структурной депрессии, которая простирается в меридиональном направлении и является вмещителем разновозрастных россыпей золота. Наиболее крупные прииски: Абросимовский, Быньговские 1-й и 2-й, Илимский, Коневской, Нейво-Ключевский, Николаевский, Одинский, Середовинский, Сухологовский, Шуваловский.

## 5.2. Стратиграфия

В Восточно-Уральской мегазоне в основании разреза находятся высокометаморфизованные кристаллические сланцы и мраморы среднего рифея. Выше располагаются метаморфические сланцы верхнего ордовика — нижнего силура.

Разрез наращивается девонскими вулканогенными, вулканогенно-осадочными и карбонатными породами. Разрез палеозойских образований завершается ниже- и среднекарбоновыми карбонатными и осадочными породами.

Фрагментарное развитие рыхлых континентальных образований мезозоя-кайнозоя объясняется положением рассматриваемой территории в пределах остаточных гор восточного склона Уральского хребта и в пределах отпрепарированного пенеплена, испытавшего морские трансгрессии в верхнем мезозое и палеогене.

Четвертичные образования представлены элювиальными, делювиальными, элювиально-делювиальными, коллювиальными, коллювиально-делювиальными, аллювиальными, делювиально-аллювиальными, озёрными, озёрными и болотными, болотными и техногенными генетическими типами. С четвертичными образованиями связаны месторождения торфа, кирпичных глин, россыпи золота и платины. Аллювиальные отложения рек Тагил, Нейва, Реж и некоторых малых рек и ручьев почти полностью перемыты при промышленной отработке россыпей.

Техногенные образования распространены довольно широко и связаны с добычей россыпного и коренного золота и платины, железных и медных руд, строительных и огнеупорных материалов. Представлены дражными отвалами в руслах и пойменных террасах рек и их притоков, отвалами гидравлической разработки, отвалами карьеров, осадками шламонакопителей. Дражные отвалы высотой 2–4 м сложены галечно-валунно-глыбовым материалом, часто образуют острова посреди днища реки. Отвалы гидравлической промывки представлены песчано-гравийно-галечным материалом желтовато-серого цвета, местами с отчетливой слоистостью, достигают высоты 15–20 м. Многочисленными карьерами также обрабатываются строительные материалы (известняки, диориты, пироксениты, серпентиниты и др.). Отвалы, высота которых достигает 20–40 м, сложены щебнисто-глыбовым материалом. Осадки шламонакопителей представлены иловатым тонкослоистым песчано-глинистым материалом мощностью 2–5 м. Возраст техногенных отложений не превышает 250–300 лет, и они являются результатом хозяйственной деятельности человека.

### **5.3. Золото рудное**

Невьянский золоторудный узел находится в пределах Верхотурско-Исетской зоны. Оруденение преимущественно золото-кварцевой формации пространственно тяготеет к отдельным интрузиям и дайковым

телам гранитоидов поздних фаз раннекаменноугольного западно-верх-исетского тоналит-плагиогранитового и ранне-, среднекаменноугольного верх-исетского гранодиорит-гранитового комплексов. Является наиболее продуктивным на золотое оруденение. Большинство месторождений и проявлений золота золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций обнаруживают тесную пространственную и генетическую связь с интрузивными телами западно-верх-исетского и верх-исетского комплексов. На образование золотого оруденения существенное влияние оказали магматизм, тектонические условия, процессы гидротермального метасоматоза и особенности состава вмещающих пород. Площади развития отдельных рудоносных интрузивных массивов определяют положение рудных полей в пределах рудного узла. Известно одно среднее, 6 малых месторождений и большое число проявлений рудного золота.

#### 5.4. Золото россыпное

Месторождения россыпного золота известны с 1819 г. и эксплуатируются по настоящее время. Всего известно около 250 россыпей общей протяжённостью более 600 км. Россыпи обрабатывались мускульным, гидравлическим и дражным способами. По неполным данным из всех отработывавшихся россыпей добыто более 55 т шлихового металла. Большая часть россыпей располагается в полосе девонских карстующихся пород.

Крупность металла различна по территории. Эпизодически встречались самородки золота, наибольшее их количество было взято в верховьях р. Шайтанка, притока р. Тагил. Самые крупные из них достигали 1 кг. Здесь же среднее содержание золота на пласт доходило до 20 г/м<sup>3</sup>.

На площади выделяются две крупные золотоносные россыпи — Шуралинско-Ключевская и группа россыпей Нейвинская, Невьянская и Белые Пески. Россыпи подразделяются на ложковые и аллювиальные, среди последних известны долинные и водораздельные. Возраст россыпей от верхнего мела до голоцена. Большинство из них четвертичного и неоген-четвертичного возраста. Типовой разрез золотоносной россыпи приведен на рис. 25.

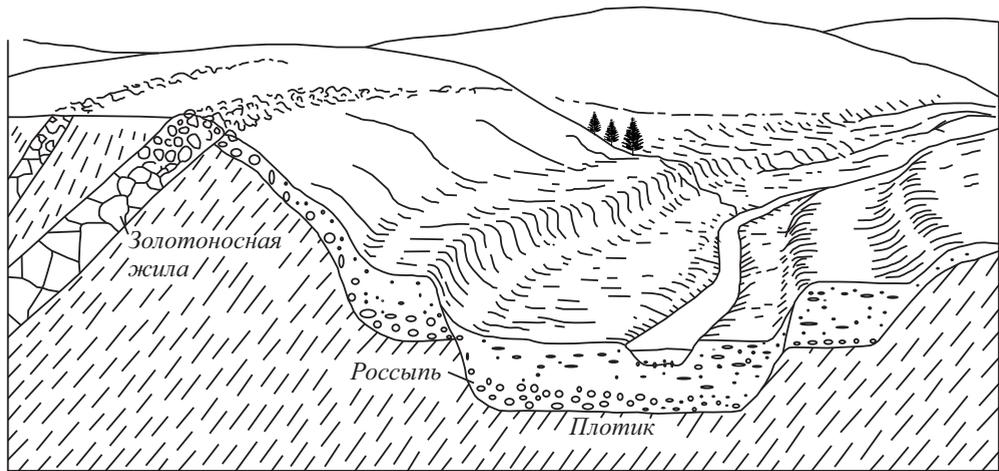


Рис. 25. Строение долинной золотоносной россыпи [4]

### 5.5. Геологические процессы

По степени поражённости территории экзогенными и эндогенными процессами в западной и центральной частях площади на первое место выходит глубинная эрозия, где на крупных и малых реках развиты врезанные меандры, обусловленные проявлением новейшей и современной тектоники. В карбонатных породах по долинам рек наблюдается карст (воронки, пещеры). В западной части широкое развитие получили процессы техногенеза и тесно связанные с ним техногенные формы рельефа (карьеры, отвалы, дражные полигоны, насыпи, дорожные выемки и т. д.). На приподнятых горных массивах развиты гравитационные склоновые процессы (курумы, осыпи), на вершинах — глыбовые развалы. Отмечается заболоченность территории.

### 5.6. Экология района

Экологическая нагрузка территории характеризуется, в целом, как напряженная. В результате многоотраслевого промышленного производства в атмосферу ежегодно выбрасываются более полумиллиона тонн вредных веществ, в реки и водоемы поступают в сутки сотни тысяч кубометров сточных и дренажных вод. На территории городов,

рабочих поселков и в их окрестностях складированы многие сотни тонн токсичных промышленных и бытовых отходов без какой-либо существенной переработки. Естественный ландшафт нарушен многочисленными горнорудными и дражными разработками с образованием на поверхности земли карьеров и отвалов, которые вместе со шламо- и хвостохранилищами являются источниками загрязнения окружающей среды. Поверхностные, грунтовые воды и донные осадки в значительной степени загрязнены тяжелыми металлами и вредными органическими соединениями. Все эти последствия интенсивного промышленного производства приводят к снижению качества природной среды обитания человека. Одним из крупных предприятий города является цементный завод (ЗАО «Невьянский цементник»), который вносит основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

С целью сохранения и улучшения состояния окружающей среды территории необходимо организовать экологический мониторинг на наиболее опасных участках загрязнения и особо важных, социально значимых объектах. Самое главное — осуществить комплекс мероприятий по совершенствованию технологии производства на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях с целью снижения выбросов вредных веществ, уменьшения стоков.

### **5.7. Артель старателей «Нейва»**

Артель старателей «Нейва» была образована в январе 1978 г. решением руководителей производственного объединения «Уралзолото» и Невьянского прииска, а с 1992 г. стала самостоятельным предприятием. Артель ведет разработку открытым гидравлическим способом россыпных месторождений золота и платины в Невьянском и Пригородном районах Свердловской области. За время существования артель добыла более 21 700 кг золота и 400 кг платины. В настоящее время на восьми добычных участках и ремонтной базе трудятся около 700 человек.

По условиям образования выделяют месторождения золота рудного в скальных горных породах (в кварце) и россыпные месторождения. Россыпи — это рыхлые, реже сцементированные скопления обломочного материала, содержащие ценные компоненты в количествах, представляющих промышленный интерес. Полезными компонента-

ми в россыпях являются минералы, устойчивые химическому и физическому выветриванию.

Россыпи золота являются вторичными месторождениями полезных ископаемых, так как образуются в результате разрушения более древних коренных месторождений, которые по отношению к россыпям являются первичными (коренными источниками). Образованию новой россыпи всегда предшествует разрушение, дробление, окисление и выщелачивание коренных источников процессами физического и химического выветривания.

При разработке россыпных месторождений золота в геологическом разрезе выделяют три основных слоя: нижний, так называемый *плотик* (рис. 26), может быть представлен коренными глинами или закарстованными известняками, вышележащий, представленный песчаными или глинистыми породами, где сосредоточена основная масса золота — *пески* и верхний слой — *торфа*, породы (пески и глины) не содержащие или с весьма низким содержанием полезного ископаемого, распространенные до глубины 5–10 м.

а



б



Рис. 26. Плотик, представленный закарстованными известняками (а) и глинами (б) (фото А. С. Венгерова)

В отличие от соседних участков сложность работы на Увальской оказалась в том, что плотик состоял из известняка, на который осаждалось золото. В результате выщелачивания в плотике появились пустоты, в которые проваливался золотосодержащий песок.

Главными характеристиками россыпного месторождения (в частности золота) являются: содержание полезного компонента в породе, составляющее от 150 мг до первых грамм на 1 тонну и запасы месторождения, измеряющиеся в килограммах и тоннах. Существует такое

понятие, как бортовое содержание, то есть такое количественное содержание золота, измеряемое в мг/т, ниже которого разработка месторождения считается экономически невыгодной.

### 5.8. Технология добычи

Добыча золота на прииске ведется открытым способом. Рядом с этими карьерами реки, как правило, отсутствуют, поэтому устраивают специальные водоемы, которые заполняются водой в количестве, достаточном для технологического процесса.

Для разработки россыпных месторождений золота открытым способом в карьерах глубиной до 15 м монтируются гидромониторы и землесосные установки. Вода, подающаяся к гидромониторам под давлением до 2 МПа, размывает золотоносные пески в бортах карьера, превращая их в гидросмесь (пульпу), стекающую в приямок (зумпф), где установлен землесос (рис. 27).



Рис. 27. Размыв золотоносных песков гидромонитором (фото А. С. Венгерова)

Мощный землесос, забирая размытую песчано-глинистую массу, подает ее по трубопроводу на наклонные лотки установленные на эстакаде. Стекая по лоткам вниз, из пульпы на специальных ковриках в лотках осаждается золотой песок, как наиболее тяжелый металл (рис. 28). Вся остальная масса гидросмеси попадает в отстойники, после чего вода, очищенная от механических примесей, снова подается к гидромониторам.



Рис. 28. Осажденный золотой песок на коврике (фото А. С. Венгерова)

Добытое золото оправляется в лаборатории и заводы, где оно обогащается до 999 пробы, и затем артель продает его различным банкам. Помимо золота артель старателей «Нейва» предлагает к реализации песчано-гравийную смесь, строительный гравий и строительный песок, которые накапливаются в отстойниках.

Песчано-гравийная смесь по качественным показателям соответствует требованиям ГОСТ 23735–2014 «Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия» и может применяться для устройства дорожных покрытий, верхнего слоя оснований под покрытия, для дренажных слоев и в других целях в дорожном строительстве в соответствии с требованиями норм и правил на строительство автомобильных дорог, а также в соответствии с требованиями строительных норм и правил на соответствующие виды строительных работ.

Строительный гравий по качественным показателям соответствует требованиям ГОСТ 8267–93 и может применяться в качестве заполнителей для тяжелого бетона, а также для дорожных и других видов строительных работ.

Песок строительный по качественным показателям соответствует требованиям ГОСТ 8736–2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» и может применяться в качестве заполнителя тяжелых, легких, мелкозернистых, ячеистых и силикатных бетонов, строительных растворов, приготовления сухих смесей, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

### **5.9. Рекультивация нарушенных земель**

Рекультивация нарушенных земель — это комплекс работ по экологическому и экономическому восстановлению земель и водоёмов, плодородие которых в результате человеческой деятельности существенно снизилось. Целью проведения рекультивации является улучшение условий окружающей среды, восстановление продуктивности нарушенных земель и водоёмов.

Работы по рекультивации земель в районах открытой разработки россыпей артель производит в два этапа — технический и биологический. На техническом этапе проводится корректировка ландшафта (засыпка рвов, впадин, разравнивание и террасирование промышленных терриконов), создаются гидротехнические сооружения (водоемы), производится нанесение плодородного слоя почвы. В результате осуществляются образование территории. На биологическом этапе проводятся агротехнические работы, целью которых является улучшение свойств почвы.

### **Экскурсионные задания**

Итогом экскурсии по Невьянскому золотоносному прииску является обработка записей в полевом дневнике, оформление зарисовок. После обработки полевых материалов составляется глава отчета, где отражаются сведения по геологическому строению, тектоническим особенностям, гидрогеологическим условиям данного месторожде-

ния, технологическому процессу добычи золота. Оцениваются факторы, влияющие на рентабельность работы артели, дается экологическая оценка деятельности и негативные стороны.

В ходе экскурсии по Невьянской россыпи следует выполнить следующие задания:

1. На территории добывающего карьера:
  - сфотографировать и описать технологию отработки золотоносных отложений;
  - отобрать образцы рыхлых пород (песков и глин)
2. Возле промышленной установки (промприбора):
  - сфотографировать и сделать схематическую зарисовку промприбора и винтового сепаратора;
  - отобрать образцы конечной продукции (песков разных фракций).

## Библиографический список

---

1. Геология СССР. Т. 12. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганские области. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1. / П. И. Аладинский, К. К. Золоев, А. А. Перваго, А. В. Сидоренко. — Москва : Недра, 1969. — 724 с. — Текст: непосредственный.
2. Геологическая документация при геологосъемочных работах и поисковых работах / А. И. Бурдэ, А. А. Высоцкий, А. Н. Олейников [и др.]. — Ленинград : Недра, 1984. — 271 с. — Текст: непосредственный.
3. Короновский Н. В. Геология России и сопредельных территорий : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Н. В. Короновский. — Москва : Издательский центр «Академия», 2011. — 240 с. — ISBN 978-5-7696-7435-1. — Текст: непосредственный.
4. Лахи Ф. Х. Полевая геология : в 2 т. / Ф. Х. Лахи ; [пер. с англ. В. А. Волкова]. — Москва : Изд-во «Мир», 1966. — 1031 с. — Текст: непосредственный.
5. Венгерова М. В. Учебная геологическая практика : учеб.-метод. пособие / М. В. Венгерова, А. С. Венгеров. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 84 с. — ISBN 978-5-7996-1318-1. — Текст: непосредственный.
6. Учебная геологическая практика / В. Н. Огородников, Ю. А. Поленов, В. Н. Сазонов, В. В. Григорьев ; под ред. В. Н. Огородникова. — Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2011 г. — 182 с. — Текст: непосредственный.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

---

## 1. Форма для заполнения обложки полевого дневника

---

Наименование учреждения

---

Название отряда или номер бригады

---

ПОЛЕВОЙ ДНЕВНИК № \_\_\_\_\_

Фамилии студентов бригады \_\_\_\_\_

Начат: \_\_\_\_\_ Окончен: \_\_\_\_\_

с пункта № \_\_\_\_\_ по пункт № \_\_\_\_\_

В случае нахождения утерянного дневника просьба вернуть его по адресу:

---

## 2. Оформление оглавления полевого дневника

---

### Оглавление

Дата маршрута	№ маршрута или профиля	Район экскурсии	№ точек		Страница
			от	до	

### 3. Образец оформления страницы условных обозначений и сокращений

---

#### Условные обозначения и сокращения

Наиболее распространенные сокращенные обозначения геологических терминов для полевого дневника:

Около — ок.

Базальты — б.

Напластование — нп.

Конгломераты — кн.

Диориты — дрт.

Граниты — грт., γ

Трещины или трещиноватость — тр.

Известняк — изв.

Метаморфизованные породы — мет.

Обнажение — обн.

Горные породы — г. п.

Песчаники — псч.

Глины — гл.

Сланцы — сл.

Глинистые сланцы — гл. сл.

Образец — обр.

#### 4. Форма для заполнения журнала образцов

Наименование учреждения \_\_\_\_\_

Название или номер отряда, бригады \_\_\_\_\_

Район экскурсий \_\_\_\_\_

Месторождение, карьер \_\_\_\_\_

#### ЖУРНАЛ ОБРАЗЦОВ

Начат: \_\_\_\_\_ Окончен: \_\_\_\_\_

Образцы от № \_\_\_\_\_ до № \_\_\_\_\_

Фамилия, имя студента \_\_\_\_\_

№ п/п	№ образца	Дата отбора	Место взятия образца (№ обозначения, интервалы)	Название стратиграфического подразделения, интрузивного или рудного тела, из которого взят образец	Определение породы		Примечание
					полевое	окончательное	
1	2	3	4	5	6	7	8

**5. Форма для заполнения  
этикетки отобранного образца**

---

Наименование учреждения

---

Название или номер отряда, бригады

---

Район экскурсий \_\_\_\_\_

Месторождение, карьер \_\_\_\_\_

ОБРАЗЕЦ № \_\_\_\_\_

Место взятия \_\_\_\_\_

Полевое определение \_\_\_\_\_

Дата отбора \_\_\_\_\_

Фамилия, имя студента \_\_\_\_\_

# Оглавление

---

<b>Введение</b> .....	3
<b>Раздел А. Методика проведения геологической практики</b> .....	4
1. Цель и задачи учебной геологической практики .....	4
2. Организация учебной геологической практики .....	6
2.1. Подготовительный этап .....	6
2.2. Полевой этап.....	7
2.3. Камеральный этап .....	8
3. Техника безопасности.....	10
4. Методика полевых исследований.....	13
4.1. Точки наблюдения.....	14
4.2. Описание речных долин и водоразделов .....	15
4.3. Изучение экзогенных геологических процессов.....	15
4.4. Описание обнажений горных пород.....	17
4.5. Описание техногенных процессов и пород .....	18
4.6. Описание тектонических структур .....	19
4.7. Описание пород.....	19
4.8. Отбор образцов .....	22
4.9. Определение элементов залегания горных пород.....	23
4.10. Наблюдения за природными водами .....	26
4.11. Геологическая документация .....	28
5. Подготовка и защита отчета .....	33
5.1. Рекомендуемый порядок подготовки отчета.....	34
5.2. Типовые ошибки при подготовке отчета.....	35
<b>Раздел Б. Описание геологических экскурсий</b> .....	36
1. Шабровское рудное поле .....	36
1.1. Геологическое строение Шабровского рудного поля ....	36
1.2. Карьер Шабровского месторождения талькомагнезитового камня Старая Линза.....	39
1.3. Григорьевское месторождение серпентинита .....	42
1.4. Продукция ОАО «Шабровский тальковый комбинат» .....	46
1.5. Шабровский камнеобрабатывающий завод ОАО «Кристалл» .....	48

---

2. Первоуральское месторождение строительного камня.....	50
2.1. Географо-экономические сведения.....	51
2.2. Геолого-петрографическая характеристика.....	52
2.3. Характеристика руд.....	53
2.4. Технология добычных работ.....	54
2.5. Гидрогеологические условия.....	56
2.6. Экология.....	56
2.7. Продукция.....	57
Экскурсионные задания.....	58
3. Сибирское месторождение серых облицовочных гранитов... ..	59
3.1. Общая характеристика предприятия.....	59
3.2. Геологическое строение и характеристика гранитов.....	62
3.3. Сведения о запасах гранитов.....	64
3.4. Технология добычи гранитов.....	65
3.5. Технология распиловки.....	70
3.6. Экологическая оценка предприятия.....	73
Экскурсионные задания.....	73
4. Уктусский ультраосновной массив.....	75
4.1. Географо-экономические сведения.....	75
4.2. Геолого-петрографическая характеристика.....	76
4.3. Описание маршрута.....	77
5. Невьянское месторождение золота.....	82
5.1. Географо-экономические сведения.....	83
5.2. Стратиграфия.....	83
5.3. Золото рудное.....	84
5.4. Золото россыпное.....	85
5.5. Геологические процессы.....	86
5.6. Экология района.....	86
5.7. Артель старателей «Нейва».....	87
5.8. Технология добычи.....	89
5.9. Рекультивация нарушенных земель.....	91
Экскурсионные задания.....	91
<b>Библиографический список.....</b>	<b>93</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>94</b>

*Учебное издание*

**Венгерова** Марина Витальевна

**Венгеров** Андрей Станиславович

**Алексеев** Александр Валерьевич

**УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
ПРАКТИКА**

Редактор О. В. Протасова

Верстка О. П. Игнатъевой

Подписано в печать 08.10.2022. Формат 70×100/16.  
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 8,06.  
Уч.-изд. л. 5,3. Тираж 30 экз. Заказ 205.

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13  
Факс: +7 (343) 358-93-06  
<http://print.urfu.ru>





### **ВЕНГЕРОВА МАРИНА ВИТАЛЬЕВНА**

Окончила Свердловский горный институт по специальности «горный инженер-гидрогеолог». Старший преподаватель кафедры МС УрФУ. Преподаватель дисциплин «Инженерная геология» и «Геология», руководитель учебной геологической практики студентов. Автор учебно-методических пособий «Геология», «Учебно-геологическая практика», «Минералы и горные породы», «Геологические карты и разрезы. Решение аналитических задач». Член Свердловского филиала Международной академии детско-юношеского туризма и краеведения им. А. А. Остапца-Свешникова. Автор 12 печатных работ.



### **ВЕНГЕРОВ АНДРЕЙ СТАНИСЛАВОВИЧ**

Окончил Свердловский горный институт по специальности «горный инженер-гидрогеолог». Доцент кафедры МС УрФУ. Преподаватель дисциплин «Инженерная геология» и «Геология», руководитель учебной геологической практики студентов. Автор учебно-методических пособий «Геология», «Учебно-геологическая практика», «Минералы и горные породы», «Геологические карты и разрезы. Решение аналитических задач». Автор 15 печатных работ.



### **АЛЕКСЕЕВ АЛЕКСАНДР ВАЛЕРЬЕВИЧ**

С отличием окончил Уральскую государственную горно-геологическую академию по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Кандидат геолого-минералогических наук. Старший научный сотрудник Института геологии и геохимии УрО РАН, доцент кафедры МС УрФУ. Преподаватель дисциплин «Геология», «Инженерная геология» и «Техническая петрография». Автор 25 печатных работ, в т. ч. 2 учебных пособий.