



**Горнозаводская цивилизация Урала**  
**Екатеринбург – Нижний Тагил – Пермь – Екатеринбург**  
**Постконференс тур**  
**28-30 июня 2024 года**

На экскурсии имеется уникальная возможность пересечь Уральский хребет дважды и посмотреть особенности изменения геологической ситуации по различным структурно-тектоническим зонам: от Тагильского синклинория (прогиба) Тагило-Магнитогорского мегасинклинория через Главный Уральский разлом и Центрально-Уральского мегантиклинория (Центрально-Уральское поднятие) до Западно-Уральской складчатой системы (передовых складок Урала), депрессионной зоны Предуралья (краевого прогиба) и Восточно-Европейской платформы (рис. 1).

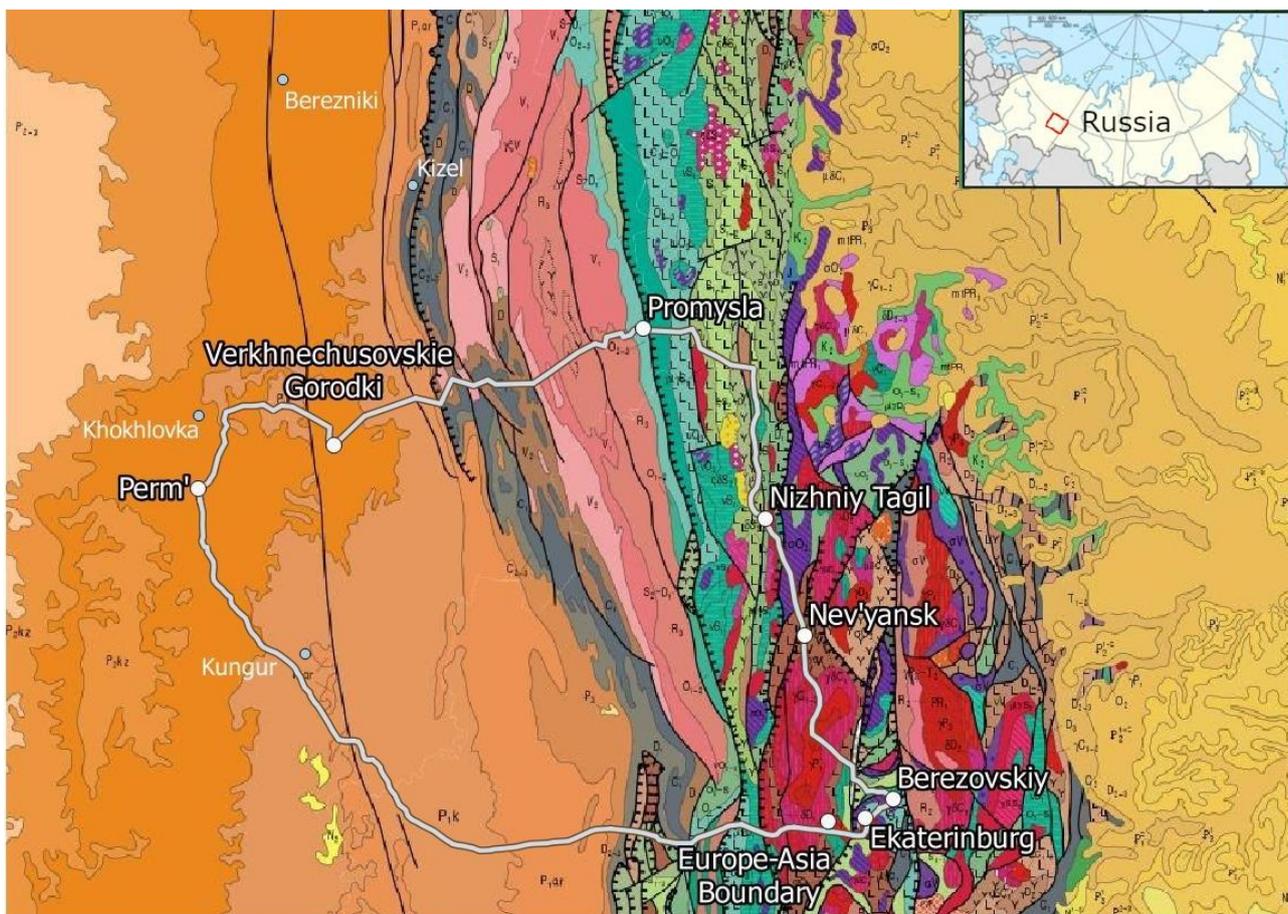


Рисунок 1 – Геологическая карта района проведения экскурсии

Основными остановками по пути следования являются старинные уральские города, основанные как места развития горного промысла и исторические места. Это точки находок первой нефти в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, первого алмаза, первого рудного и россыпного золота, старейшие железорудные и меднорудные месторождения.

## 1 Геологическое строение Урала

Урал является границей между двумя частями света — Европой и Азией. Граница проводится по осевой части гор, а на юго-востоке по реке Урал. В природном отношении Урал ближе к Европе, чем к Азии, чему способствует отчетливо выраженная его асимметрия. Горный пояс Урала оказал влияние на

особенности климата региона, который меняется в трех направлениях: с севера на юг, с запада на восток и от подножий гор к их вершинам. На севере – многолетняя мерзлота, на юге – плодородные почвы. Средние температуры на севере зимой  $-20^{\circ}\text{C}$ , летом  $+15^{\circ}\text{C}$ , на юге зимой  $-16^{\circ}\text{C}$ , летом  $+20^{\circ}\text{C}$ .

«Каменный пояс» Урала и примыкающие к нему возвышенные равнины Приуралья простираются от берегов Северного Ледовитого океана на севере до полупустынных районов Казахстана на юге. На протяжении более 2500 км они разделяют Восточно-Европейскую и Западно-Сибирскую равнины. Основной частью этого региона является Уральская горная система. Уральские горы состоят из невысоких хребтов и массивов, наиболее высокие из них располагаются в Приполярном (гора Народная — 1895 м), Северном (гора Тельпосиз — 1617 м) и Южном (гора Ямантау — 1640 м) Урале. Массивы Среднего Урала намного ниже, обычно не выше 600—650 м. Западные и восточные предгорья Урала и предгорные равнины рассечены глубокими речными долинами. На Урале и в Приуралье много рек и озёр, создано несколько сотен прудов и водохранилищ.

С точки зрения **геосинклинального подхода** Урал принадлежит к числу древних складчатых гор. В палеозое здесь располагалась геосинклиналь; моря редко покидали его территорию. Они меняли свои границы и глубину, оставляя после себя мощные толщи осадков. Урал испытывал несколько горообразовательных процессов. Каледонская складчатость, проявившаяся в нижнем палеозое (включая салаирскую складчатость в кембрии), хотя и охватывала значительную территорию, но не была основной для Уральских гор. Главной складчатостью была герцинская, на востоке Урала она началась в среднем карбоне, а в течение пермского периода распространилась и на западные склоны.

Наиболее интенсивной герцинская складчатость была на востоке хребта. Она проявилась здесь в образовании сильно сдавленных, нередко опрокинутых и лежащих складок, осложненных крупными надвигами, приводящими к возникновению чешуйчатых структур. Складкообразование на востоке Урала сопровождалось глубокими расколами и внедрениями мощных гранитных интрузий — до 100—120 км длины и 50—60 км ширины.

Значительно менее энергичным было складкообразование на западном склоне, там преобладают простые складки, надвиги наблюдаются редко, интрузий нет.

Тектоническое давление, в результате которого происходило складкообразование, было направлено с востока на запад. Жесткий фундамент Русской платформы препятствовал распространению складчатости в этом направлении. Наиболее сжаты складки в районе Уфимского плато, где они отличаются большой сложностью даже на западном склоне.

После герцинского орогенеза на месте Уральской геосинклинали возникли складчатые горы, и позднейшие тектонические движения носили здесь характер глыбовых поднятий и опусканий, которые сопровождались местами, на ограниченной территории, интенсивным складкообразованием и разломами. В триасе-юрре большая часть территории Урала оставалась сушей, происходила

эрозионная переработка горного рельефа и ее поверхности, главным образом по восточному склону хребта.

Геологические структуры, которые пересекаем на территории прохождения экскурсии с запада на восток: Восточно-Европейская платформа (осадочный чехол Русской плиты), Предуральский краевой прогиб (депресссионная зона), Западно-Уральская зона складчатости, Центрально-Уральское поднятие, Зауральская мегазона (Тагильский мегасинклиорий).

### **1.1 Восточно-Европейская платформа**

В ее строении выделяют два структурных этажа: древний кристаллический фундамент архейско-нижнепротерозойского возраста (карельский, с возрастом более 1,6 млрд лет) и субгоризонтально залегающий на нем осадочный чехол верхнепротерозойских, палеозойских отложений (Русская плита). Осадочный чехол состоит из малоизмененных осадочных пород различного возраста – от верхнего протерозоя (рифья, венда) до кайнозоя включительно. В основании платформенного чехла залегают терригенные отложения венда-кембрия; выше по разрезу субгоризонтально залегают карбонатные и терригенно-карбонатные породы среднего и верхнего девона, карбонатные и терригенно-карбонатные породы карбона, карбонатные – нижней перми, терригенные – средней и верхней перми, триаса и юры. Большую часть территории занимают континентальные породы верхнего и среднего отдела пермской системы, открытые здесь Родериком Импи Мурчиссоном (19 февраля 1792 г. – 22 октября 1871 г.). Мурчиссон – британский геолог и путешественник, впервые описавший и исследовавший силурийский, девонский и пермский геологические периоды. Мурчиссон совершил три путешествия по России. По результатам исследований он впервые обосновал выделение новой геологической системы – пермского периода.

В осадочном чехле развиты пологие положительные и отрицательные округлые структуры: мегасводы, своды, мегавпадины и впадины, более мелкие купола, валы и депрессии, локальные поднятия.

### **1.2 Предуральский краевой прогиб (ПКП, депрессионная зона)**

ПКП является пограничной линейной структурой между платформой и складчатой областью, как по географическому положению, так и по внутреннему строению. ПКП — это крупная синклиальная структура, отделяющая Русскую плиту от Уральской складчатой области. Краевой прогиб характеризуется более глубоким залеганием фундамента, чем на платформе (до 9 км и более). В разрезе краевого прогиба выделены мощные толщи пород галогенной (карбонатно-сульфатно-соляной) формации кунгурского яруса пермской системы и биогенных рифов артинского яруса пермской системы. В прогибе обнажаются в основном нижнепермские отложения, частично перекрытые среднепермскими отложениями. В прогибе выделяются с севера на юг Верхнепечерская, Соликамская и Юрюзано-Сылвинская депрессии, разделенные Колвинской и Косвинско-Чусовской седловинами.

### **1.3 Западно-Уральская зона складчатости (ЗУЗС)**

ЗУЗС (передовые складки Урала) находится восточнее Предуральяского краевого прогиба и отделена от него Всеволодо-Вильвенским надвигом. ЗУЗС протягивается непрерывной полосой шириной около 40 км вдоль западного склона Среднего Урала и резко расширяется до 80-100 км к востоку в пределах Северного Урала. ЗУЗС представляет собой крупную моноклиналичную структуру с постепенной сменой с запада на восток относительно молодых палеозойских пород более древними. Распространены преимущественно терригенные и карбонатные породы девона, карбона и нижней перми. Ограниченное распространение имеют вендские, ордовикские и силурийские отложения. В силурийских и ордовикских отложениях установлены относительно маломощные интрузии (дайки) диабазов и габбро-диабазов.

ЗУЗС сильно осложнена надвигами, складками, от крупных и сложных до мелких, а также многочисленными мелкими разрывными нарушениями типа сбросов, сбросов, надвигов крутых на востоке зоны и очень пологих на западе. Зона представляет собой сложное сооружение из линейных складок уральского направления, осложненных разрывной тектоникой, в том числе надвигового характера и связанных с ними тектонических «останцов» и «окон».

В ЗУЗС развиты преимущественно шельфовые отложения от среднего ордовика до ранней перми. Полнота палеозойского разреза в пределах ЗУЗС имеет изменчивый характер.

### **1.4 Центрально-Уральское поднятие (ЦУП)**

ЦУП или Центрально-Уральский мегаантиклинорий расположено еще далее на восток от ЗУЗС. ЦУП расположено субмеридионально и является осевой частью Уральской складчатой области. Длина ЦУП 600 км (от верховьев р. Печоры до верховьев р. Чусовой), ширина 30-80 км. Тектоническая граница поднятия с зоной складчатости проходит по серии разломов и надвигов. Восточной границей ЦУП является Главный Уральский разлом. ЦУП – подразделяется на ряд мегаантиклинориев и мегасинклинориев, которые осложнены более мелкими складчатыми формами разных порядков и морфологии и множеством разрывных нарушений. Здесь распространены в основном древние метаморфизованные осадочные и вулканогенно-осадочные породы рифея, венда и нижнего палеозоя (ордовик, силур, девон). Они интенсивно дислоцированы и прорваны малыми интрузиями ультраосновных, основных и кислых магматических пород.

**Интрузивные образования** наиболее распространены в пределах Центрально-Уральского поднятия. Это многочисленные комплексы, отражающие эпохи тектоно-магматических активизаций в возрастном диапазоне от раннего венда до раннего девона. Наиболее древними являются магматические комплексы архейско-протерозойского возраста, развитые в кристаллическом основании Восточно-Европейской платформы. Сведения о них весьма ограничены, известно лишь, что в активных контактах с кристаллическими сланцами, гнейсами и гранулитами встречаются габбро-нориты, габбро и плагиограниты.

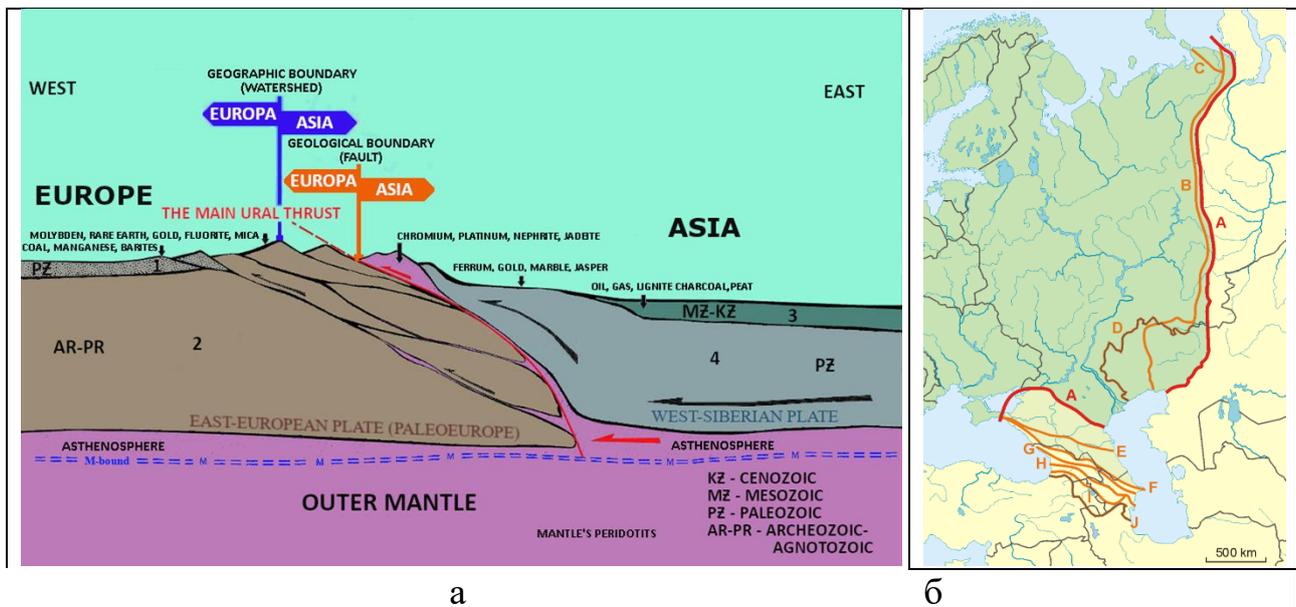


Рисунок 2 – Граница Европа-Азия: а - схематический геологический разрез Урала – контакта литосферных плит (составил И.И. Попов по материалам А.А. Савельева); б - различные современные взгляды на границу между Европой и Азией (А-Ж). Условные обозначения к рис. 2а: 1 -сланцы, песчаники, известняки; 2 – граниты, кварциты, гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы; 3 – глинистые отложения, аргиллиты, алевролиты 4 – филлиты, кремнистые сланцы, известняки, андезиты, диориты, базальты, долериты, габбро, пироксениты, офиолиты перидотиты

**Землетрясения.** Уральские горы образовались в результате столкновения Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформ (рис. 2). Рост Уральских гор давно прекратился, горы постепенно разрушаются. Однако до сих пор на Урале постоянно регистрируются тектонические подвижки, масштаб которых несравним с более молодыми горами. Тем не менее, каждый год сейсмологи фиксируют на Уральских горах до пяти толчков с магнитудой более 2 баллов. Всего с XIX века было зафиксировано более сотни заметных землетрясений.

Самое сильное землетрясение произошло 17 августа 1914 года в поселке Билимбай под г. Первоуральском (в 40 км от г. Екатеринбурга) с толчками в 6,5 баллов. От них в Билимбае обрушились печные трубы, а в Екатеринбурге в некоторых домах сорвало окна и двери. Жертв и серьезных разрушений не было. 5 сентября 2018 года произошло землетрясение с магнитудой примерно 5,5 баллов. Эпицентр находился в районе города Катав-Ивановска в Челябинской области (Южный Урал). Толчки чувствовались также в соседних Башкирии и Свердловской области.

На Урале происходят и техногенные землетрясения – так называемые горные удары. На многих шахтах происходят обрушения, сопровождающиеся подземными толчками. Сдвиг и обрушение целых пластов весом в тысячи тонн отзываются на поверхности. Такие горные удары не редкость в г. Североуральске, где отрабатывается Северо-Уральское бокситоносное месторождение. Их сила достигает 3 баллов, что вполне ощутимо, но к разрушениям, как правило, не приводит [10].

## 2 Минеральные ресурсы

Из природных богатств Урала важнейшее значение имеют его минеральные ресурсы (рис. 3). Академик Александр Евгеньевич Ферсман назвал Урал «жемчужиной минерального царства», «минералогическим раем». Здесь обнаружено более 5 тысяч минералов. В Ильменском заповеднике (Южный Урал) на площади около 300 км<sup>2</sup> сосредоточено 5% всех минералов Земли.



Рисунок 3 - Редкий изумруд весом 1,6 кг, найденный на глубине 260 м на Малышевском месторождении изумрудов; крупнейшая находка за последние 30 лет

Сложная геологическая структура Урала обусловила исключительные богатства и многообразие его ресурсов, а длительные процессы разрушения Уральской горной системы обнажили эти богатства и сделали их доступными для эксплуатации. Ещё в XVI веке на западной окраине Урала разрабатывались месторождения каменной соли и медистого песчаника. В XVII столетии появились железодельные заводы, со строительства одного из которых началась история «столицы Урала» - города Екатеринбурга. Были найдены россыпи золота и месторождения платины, на восточном склоне — драгоценные камни. Из поколения в поколение передавалось мастерство искать руду,

выплавлять металл, изготавливать из него оружие и художественные изделия, обрабатывать самоцветы.

Здесь были разведаны многочисленные месторождения высококачественных железных и медных руд, редких и цветных металлов, золота, серебра, платины, бокситов, каменных и калийных солей (рис. 4). Кроме того, были найдены нефть, природный газ, уголь, асбест, драгоценные и полудрагоценные камни.

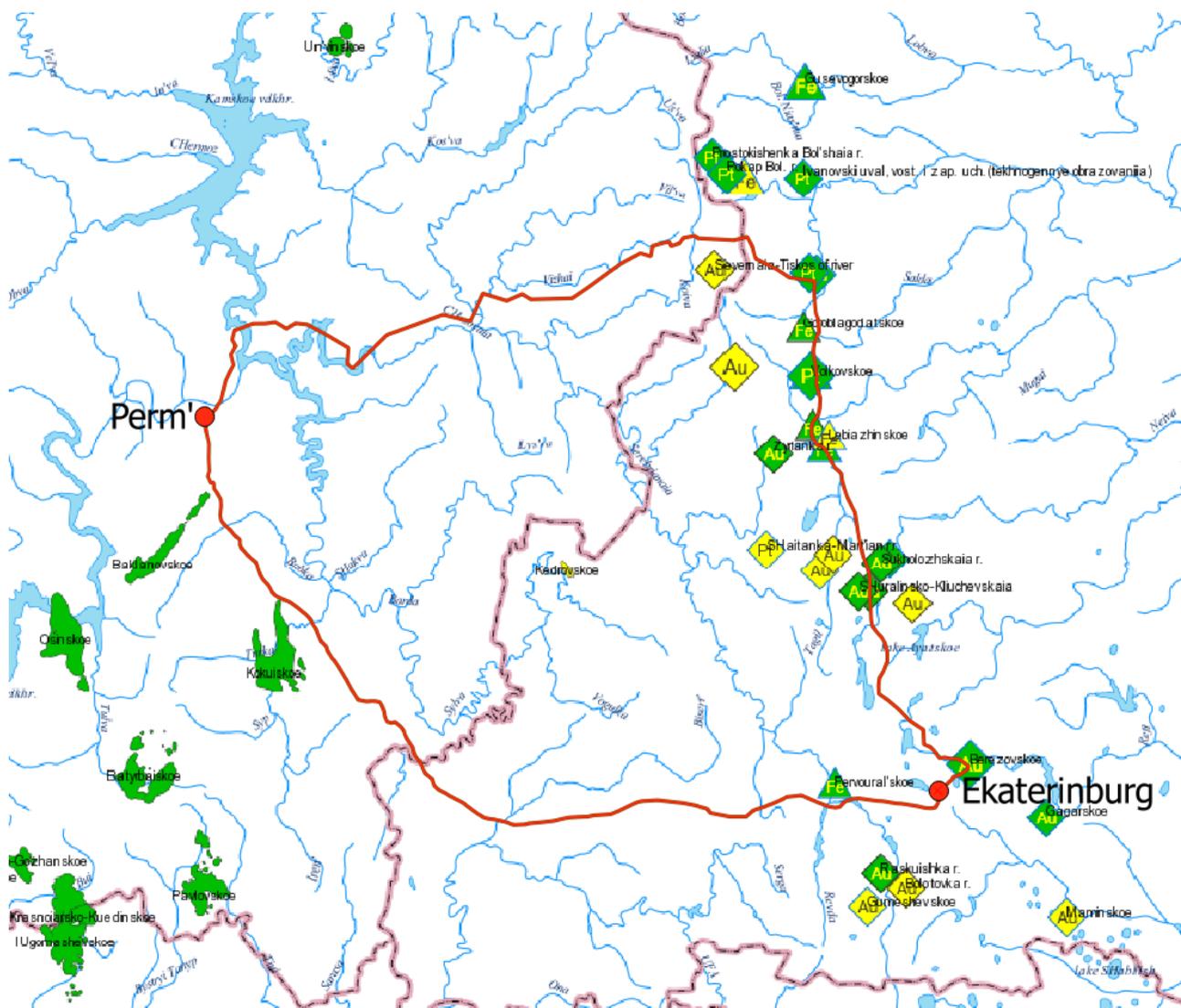


Рисунок 4 – Схема размещения месторождений полезных ископаемых

Уралу принадлежит особая заслуга в истории русского золота. Первую русскую залежь самородного золота нашли в 1745 г. именно на Урале Первооткрывателем стал крестьянин-раскольник Ерофей Марков из деревни Шарташ близ Екатеринбурга. В 1747 г. была заложена шахта, к началу XIX века в окрестностях этого рудника было выявлено еще около 70 золоторудных жил. Так было открыто уникальное месторождение мирового класса — знаменитое Березовское месторождение, которое вошло в геологические учебники всех стран мира. Его отличало необычайно высокое содержание золота: 450 г/т. К

концу XVIII века в верховьях бассейна реки Исети было выявлено 140 золоторудных полос, разработкой которых занимались десятки золотых рудников. Район золотоносных месторождений в долине Исети даже получил особое название — «Екатеринбургская золотая долина». В первое время на Березовском месторождении добывали более 1 кг золота в год. К началу 19 века месторождение состояло из более 50 золотых рудников. Спустя 50 лет добыча вышла на уровень 10 пудов золота в год. Но все это золото было рудное — его получали за счет разработки золотосодержащих руд. Для нужд государства его было катастрофически мало.

1814 г. — знаменательная дата в истории уральской, российской и мировой золотопромышленности. В этом году на Урале было сделано важнейшее открытие — впервые в России было найдено россыпное золото. Это сделал Лев Иванович Брусницын, уже имевший значительные успехи в рудном золотоискательном деле. В 1814 г. он исследовал техногенные отвалы после промывки золота из продуктов дробления руды. Брусницын обратил внимание на две крупинки золота. По своей форме и внешнему виду эти частицы золота отличались от золота, полученного при дроблении (толчении) из кварцевых жил. Частицы не были расплющены, разорваны, а были ровными и имели более темный цвет. Это было золото из россыпей.

Брусницын начал поиски «другого, россыпного» золота в долине р. Березовки. В поверхностном слое золота было мало, но на глубине около метра среди желтоватой глины был установлен песчаный слой мощностью 5-10 см с огромным (ураганным) содержанием «инового» золота (слой был «так богатый, что золото местами было видно глазом», более 200 г/м<sup>3</sup>). Так в бассейне рр. Березовки и Пышмы была открыта первая богатейшая промышленная золотая россыпь. В конце сентября 1814 г. на р. Березовке начал работать первый в России прииск по добыче россыпного золота. С 21 сентября по 1 ноября 1814 г. здесь промыли 8 тысяч пудов песков (131 т) и получили 2 фунта 63 золотника металла (1088 г; содержание 8,3 мг/т).

Открытие Брусницына совершило переворот в золотодобывающей промышленности России. Добыча золота из россыпей обходилась вчетверо дешевле, чем разработка рудного золота. Не надо было проводить лишние затраты: строить шахты, бороться с подземными водами, дробить руду. В россыпях эти операции выполняла природа. Кроме того, россыпи разрабатывали наиболее дешевым открытым способом.

Особой заслугой Л.И. Брусницына являются разработанные оборудование и технологии извлечения золота путем промывки песков на прямоточных шлюзах. Валуны и гравийно-галечную фракцию не дробили, как это принято по рудной схеме, а промывали и отсеивали на грохотах. Полученные концентраты перечищали и получали чистое золото. Для извлечения золота Брусницын использовал амальгамационную схему, весьма технологичную по тем временам. Брусницын создал свою школу золотоискателей. Он учил рудознатцев поиску и разработке золотоносных россыпей сначала по всему Уралу, а затем и в Сибири, и по всему миру.

В результате россыпная золотодобыча по своему объему значительно

превысила добычу рудного золота. В 1823 г. на Урале действовало уже около 200 приисков россыпного золота, где добывалось до 105 пудов золота в год (1,7 т), в то время как добыча коренного золота составляла всего 14-18 пудов в год (0,29 т). Если раньше доля России в мировой добыче золота не превышала трех процентов, то вскоре после открытия Брусницына, русское золото составляло уже половину того, что добывалось на планете. В результате этого к 1845 г. Россия вышла на первое место по количеству добываемого золота (47% мировой добычи) и удерживала первенство целых тридцать лет.

Березовское месторождение россыпного золота стало колыбелью русской и мировой золотодобычи. Вслед за открытием Льва Брусницына и обучением уральских рудознатцев была спровоцирована первая в мире «золотая лихорадка», сначала на Урале, потом в Сибири. Позднее «золотые лихорадки» были экспортированы в Калифорнию, на Аляску, Клондайк, Австралию.

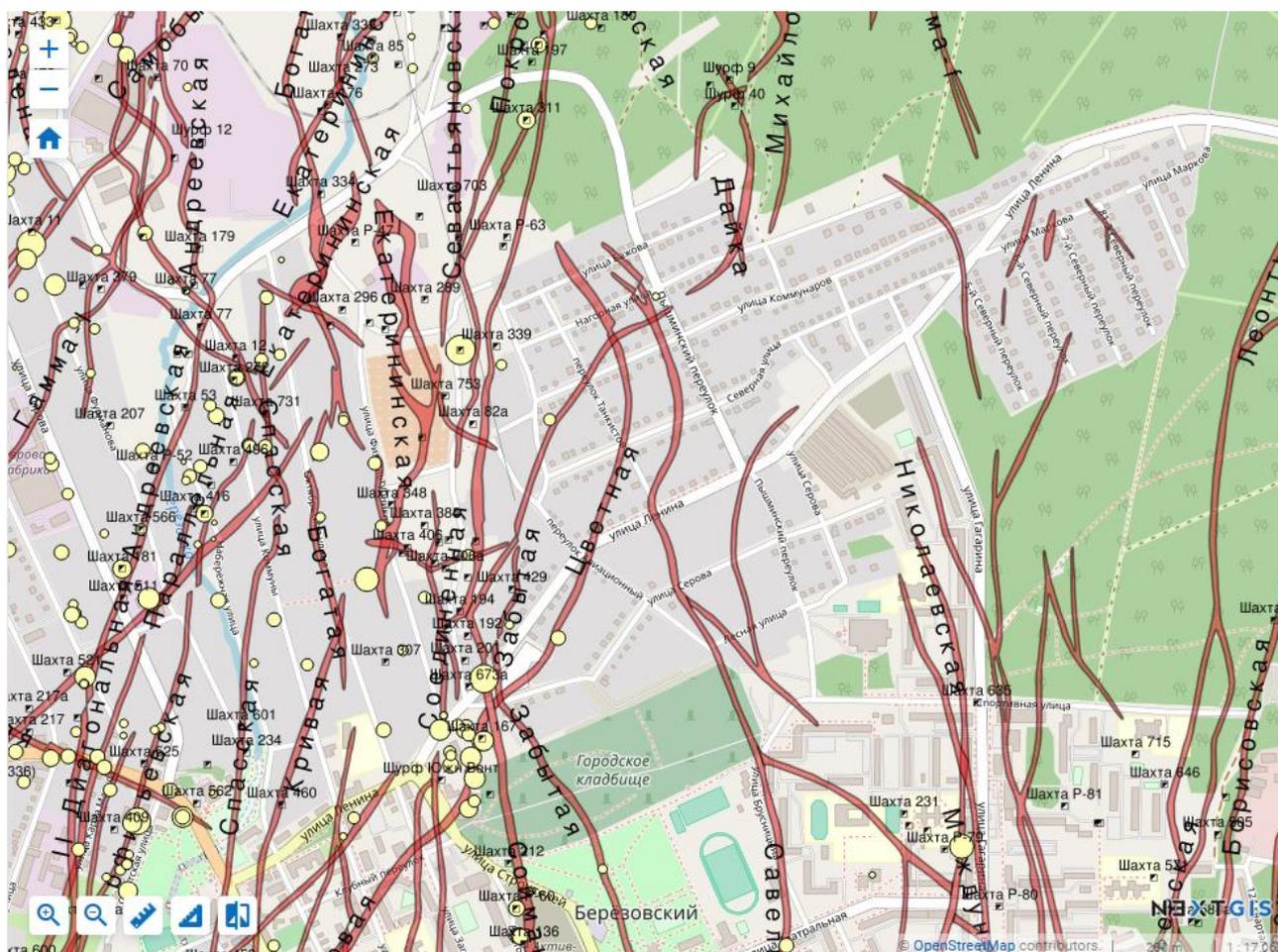
В свой «золотой век» — первую половину 19-го века и позже — Урал каждый год изумлял своими сокровищами, золотыми самородками. Чаще всего они попадались в россыпях на Южном Урале. Именно здесь, на Урале, были найдены самые большие самородки в истории русской золотодобычи. Каждый из них получил собственное имя. Долина реки Миасс знаменита тем, что здесь была открыта самая высокая на Земле концентрация золота (100 грамм на тонну). Здесь был найден самородок «Большой треугольник» весом 36 кг, этот самородок до сих пор является чемпионом в истории отечественной золотопромышленности.

В начальный период основной проблемой отработки Березовских рудников являлась очень высокая обводненность, были построены дорогостоящие водоотливные штольни, затраты на которые отчасти компенсировались тем, что подземные воды использовались для промывки измельченной руды, а при прокладке штолен попутно выявлялись продуктивные жилы.

Считалось, что причиной обводнения шахт являются воды озера Шарташ, граничившие на северо-востоке с водосбором р. Березовки. Было выдвинуто предположение, что сброс вод озера позволил бы навсегда покончить с проблемой осушения рудника. Но озеро Шарташ со всех сторон окаймлено полосой болот, и если бы озерные воды действительно питали горные выработки, то в первую очередь были бы осушены болота. В июле 1832 г. в северной части озера была закончена дорогостоящая проходка в гранитах штольни глубиной 5 м, вырыты отводные каналы, и вода из Шарташа пошла по руслу речки Калиновки в р. Пышму. Уровень в озере упал почти на 5 м, площадь его поверхности сократилась в 16 раз, однако приток воды в рудник не уменьшился, а в колодцах, находящихся вблизи озера со стороны рудника, вода не понизилась. В дальнейшем осушение озера не проводилось, в настоящее время это благоустроенная рекреационная зона.

В современный период Березовское месторождение обрабатывается на глубине более 500 м. Геологоразведочные работы ведутся на глубине более 700 м от поверхности. В пределах города над выработанным пространством

образуются зоны обрушения (рис. 5). С целью ликвидации провальных явлений планируется замыв подземных пустот шламами.



Дайки



Провалы (зоны обрушения):

○ - маленькие ○ - средние ○ - большие ○ - очень большие

Рисунок 5 – Березовское месторождение. Золоторудные дайки и провалы на территории г. Березовского

### 3 Основные пункты маршрута

#### 3.1 Город Екатеринбург

Екатеринбург - четвертый по численности город России, административный центр Свердловской области и Уральского федерального округа. Население города составляет около 1,5 миллиона человек.

История Екатеринбурга ведет отсчет с 1723 г., когда на реке Исети по указу царя Петра I был основан «железодельный» завод-крепость. Место для завода выбрал Василий Татищев, строительство крупнейшего в Европе железодельного завода было завершено под руководством Вильгельма де Геннина. Город назван в честь императрицы Екатерины I, жены царя Петра I.

Сердцем завода стала плотина, которая заставляла реку вращать водоналивные колеса и тем самым давать энергию заводским механизмам и послужила началом строительства города. Плотина построена из стволов лиственницы и гранита. После сооружения плотины на реке Исеть образовался пруд, который называется сейчас «Городской пруд». Плотина является старейшим сооружением города, которое сохранилось до сих пор. В народе это место называется «Плотинка» (рис. 6).



Рисунок 6 - «Плотинка» - сердце города: механизмы железодельного завода

С начала строительства Екатеринбург был задуман как главный административный центр Урала — столица уральского «горного царства». Одно из первых каменных зданий — Обер-Бергамт или на русский лад — Канцелярия Главного правления Сибирских и Казанских заводов. Отсюда до 1919 г. осуществлялось управление более чем 150 заводами, рудниками и приисками, располагавшимися по обе стороны Уральского хребта. В 1807 г. роль столицы горнозаводского края была подтверждена присвоением Екатеринбургу статуса единственного в России «горного города». До 1863 г. он оставался в подчинении у главного начальника горных заводов хребта Уральского, министра финансов и лично императора.

В 1878 г. была построена первая на Урале железная дорога Екатеринбург-Пермь, связавшая заводы Среднего Урала с губернской столицей. Через город проходит основная магистраль из Центральной России в Сибирь, самая длинная железная дорога в мире – Транссибирская магистраль.

В 1917 г. власть переходит к большевикам. Смена власти омрачена трагическим событием, в ночь с 16 на 17 июля 1918 г. в доме купца Ипатьева был расстрелян последний русский Император Николай II со своей семьей и четырьмя слугами. В 1977 году дом был снесен, а на его месте в 2004 году был возведен «Храм-на-Крови во имя Всех святых, в земле Российской просиявших».

В 1924 году город переименован в Свердловск.



Рисунок 7 – Вид на Екатеринбург-сити с набережной городского пруда

В 1991 г. городу возвращено историческое имя – Екатеринбург.

Это родной город первого президента России Бориса Ельцина. Одной из главных достопримечательностей города является Президентский центр Бориса

Ельцина (Ельцин-центр). Это общественный, культурный и образовательный центр, открытый в Екатеринбурге в 2015 г. под эгидой одноимённого фонда, рядом с кварталом Екатеринбург-Сити (рис. 7). Сфера интересов Центра широка: поддержка образовательных, научно-исследовательских, благотворительных и культурных проектов.

### **3.2 Город Невьянск, Невьянская падающая башня**

Невьянск - первый настоящий завод Урала, положивший начало горнозаводской цивилизации. Город расположен на восточном склоне Среднего Урала, в 99 км севернее Екатеринбурга, на реке Нейва, которая в черте города образует Невьянский пруд.

Заводской поселок, а впоследствии город Невьянск был заложен в начале 1700 года при строительстве одного из первых на Урале казенного железоделательного завода. В 1702 году завод из казны был передан промышленнику Никите Демидову. Наряду с производством чугуна и железа производились различные боеприпасы. Практически с самых первых десятилетий завод превратился в крупнейший металлургический завод России и сохранял это положение вплоть до середины XVIII века.

В первой половине XIX века в окрестностях Невьянска были открыты богатые месторождения россыпного золота, и заводской поселок стал одним из центров золотодобычи.

Невьянская наклонная башня Демидовых – самый знаменитый архитектурный памятник Уральского края. Его часто называют российской Пизанской башней. Башня построена в 1732 г. Высота башни 57,5 метров, ее основание квадрат со стороной 9,5 метров. Отклонение башни от вертикали – около 1,85 м в верхней точке, наибольший угол наклона наблюдается у нижнего яруса.

Наклонной башня стала по причине просадки фундамента из-за грунтовых вод во время строительства. Это заставило строителей изловчиться и достраивать саблевидное сооружение под наклоном. В 60-е гг. XX в. ученые три года обследовали башню. Установлено, что проявляется лишь так называемая «вековая осадка» – 0,9 мм/год. При этом наклон башни не увеличивается, строения не смещаются.

Часовой механизм, установленный на верхнем ярусе, работает до сих пор. Часы привезены из Англии и обошлись в 5 тысяч рублей золотом. Механизмы курантов, как предполагают, изготовил Лонгли Бредли, а колокола отливал лондонский мастер Ричард Фельпс. Оба эти мастера известны были тем, что делали часы для собора Святого Павла в Лондоне. Часы установили в 1732 г. и за 300 лет лишь трижды ремонтировали. Сегодня их, как и в старину, заводят вручную: ежедневно часовщик взбирается на башню и двадцать минут тяжело вращает лебедку.

Шпиль башни не простой, а громоотводный. Это полезное изобретение увидело мир раньше, чем официально запатентованное Бенджамином Франклином. Когда-то в башне располагались заводская лаборатория, заводской архив, казначейская контора, тюрьма и смотровая площадка, сейчас это

достопримечательность города с великолепной смотровой площадкой и любопытным музеем в подвале (рис. 8).

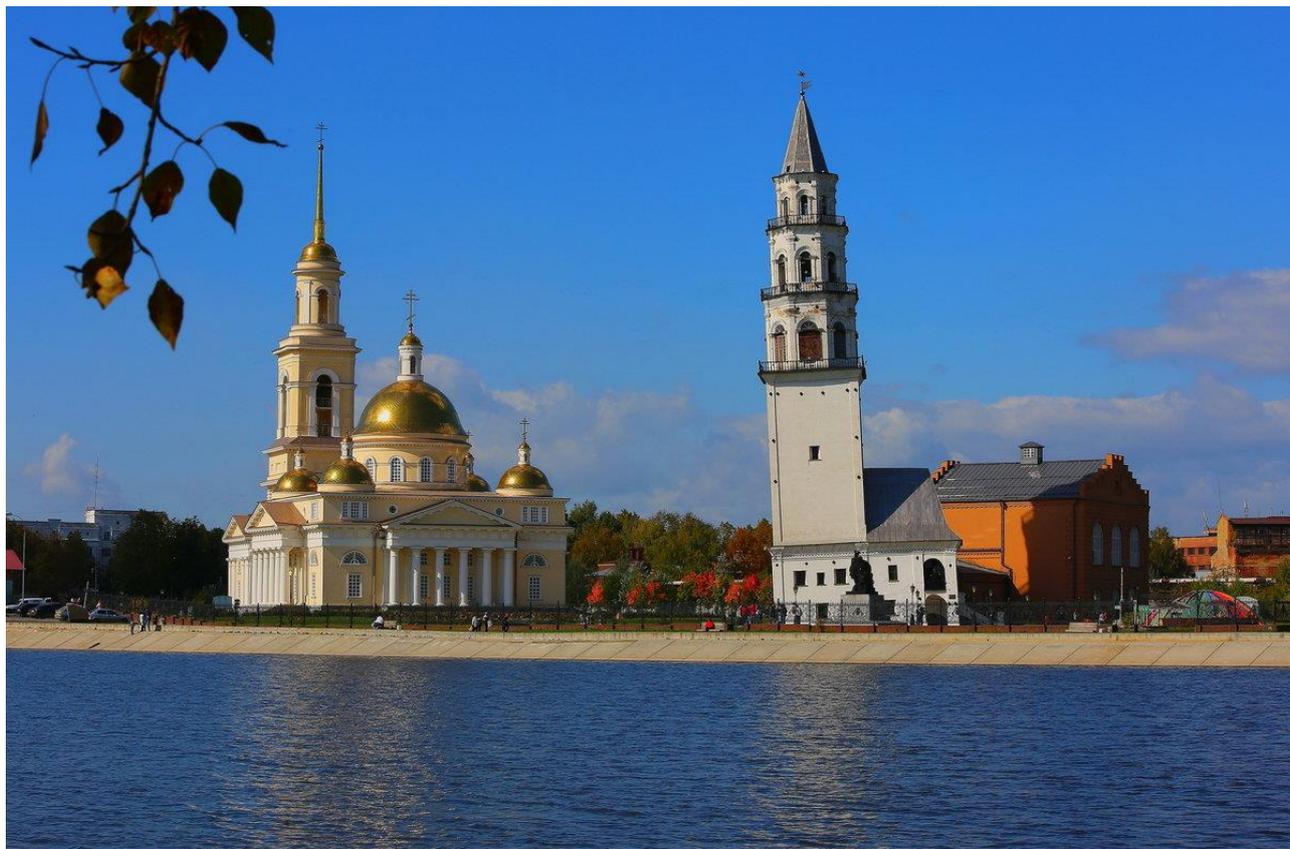


Рисунок 8 - Спасо-Преображенский собор и Невьянская наклонная башня Демидовых

### 3.3 Город Нижний Тагил

Нижний Тагил - второй (после Екатеринбурга) по численности населения и промышленному значению город Свердловской области (около 350 тыс. чел.). Основанный тульскими промышленниками Никитой и Акинфием Демидовыми в 1722 году, Нижний Тагил стал столицей их «железного царства», крупнейшим центром горнозаводского дела.

Город лежит на восточном склоне Уральских гор, в долинах реки Тагил и ее притоков. Нижний Тагил находится на водоразделе азиатских и европейских рек, где установлено несколько знаков и обелисков, обозначающих географическую границу двух частей света - Европы и Азии.

История Нижнего Тагила берет начало в первой половине 20-х годов XVII века. Царь Петр I своим указом дал разрешение Демидову на постройку чугуноплавильного завода. Для развития горного дела здесь оказалось на редкость удачное сочетание: бескрайние нетронутые леса, реки, на которых можно строить плотины, и залежи руды с малым содержанием серы и фосфора. Уральский металл с фирменной маркой «Старый соболь», выплавленный из тагильского магнетита, по рекам Чусовой, Каме, Волге, каналам перевозился в Европу и в конце XVIII века занял важные позиции на мировом рынке (рис.14). Некоторые историки проводят аналогию между свойствами уральского железа и

мехом соболя. Уральское железо получали из руды, которая содержала примесь меди. В результате железо получалось «мягким», отличалось хорошей ковкостью. Мех соболя тоже ценился за мягкость.



Рисунок 9 – Старый соболя, клеймо Демидовых

Заводчики Демидовы поставили на промышленную основу горное и металлургическое дело, что стало толчком к созданию и развитию других отраслей. Именно в Нижнем Тагиле были созданы машины и оборудование для горного и железоделательного производств.

В начале XIX века неподалеку от заводского поселка было открыто меднорудное месторождение, крупнейшее из разведанных к тому времени месторождений медной руды на территории России. В связи с находкой залежей золота, платины, драгоценных и поделочных камней были построены предприятия по обработке камня. По легенде медь для облицовки знаменитой статуи Свободы была добыта на тагильской земле.

Современный Нижний Тагил – один из крупнейших центров черной металлургии и машиностроения на Среднем Урале. С развитым промышленным производством связаны экологические проблемы. Нижний Тагил один из самых загрязненных городов Урала.

В центральной части города с Лисьей горы открывается широкая панорама (рис. 10).



Рисунок 10 – Вид на город с Лисьей горы

**Демидовский музей-завод.** В конце 17 – начале 18 веков на Урале в районе горы Высокой и по берегам р. Выи была найдена медная руда. По указу царя Петра I были основаны заводы по производству чугуна, железа и меди. Нижнетагильский завод был основан династией Демидовых в 1725 г. Этот завод был одним из самых крупных и передовых не только в России, но и в Европе.

Завод непрерывно работал почти 300 лет. В 1987 г. старый доменный цех завода был остановлен. Промышленный гигант превращен в музейный комплекс.

Сегодня это единственный в России завод-музей истории развития черной металлургии. На заводе сохранилась планировка действующего предприятия. Здания и оборудование XIX-XX веков демонстрируют развитие металлургических технологий, совершенствование энергетической системы. Здесь можно проследить все этапы развития типичного уральского завода с использованием разных источников энергии: воды, пара, электричества. На территории памятника горнозаводской промышленности сохранились доменные и мартеновские печи, мостовой кран, водонапорная башня, механические цеха, водяные лари и водяная турбина 1892 года, приводившая в движение прокатный стан. На территории завода работает небольшой железнодорожный музей, где представлен подвижной состав и заводская техника XIX-XX веков (рис. 11).



Рисунок 11 - Эко-индустриальный технопарк «Старый Демидовский завод»

**Главный карьер Высокогорского горно-обогатительного комбината.** Разработка Высокогорского железорудного месторождения началась в 1721 г. Добываемые здесь руды доставлялись на многие железоделательные заводы, Высокогорский железный рудник был в числе главных предприятий, обеспечивших развитие металлургической промышленности на Урале.

Руды, добываемые во времена Демидовых, содержали свыше 60 процентов железа (рис. 12). Теперь этот показатель вдвое ниже. Во второй половине XX века в районе Главного карьера и под ним начата добыча руды подземным способом



Рисунок 12 - Бурый железняк Высокогорского месторождения, содержание руды составляло 60%

Высокогорский горнообогатительный комбинат занимает территорию почти 2 тыс. га. Здесь находятся отработанные и действующие карьеры, зоны обрушений, отвалы вскрышных пород и хвостов обогатительного производства. В результате почти трехвековой деятельности Высокогорского железного рудника объемы карьерных выемок составили 182 млн м<sup>3</sup> на площади 384 га. Отвалы пустых пород и хвостохранилища размещены на 597 га, накоплено около 100 млн м<sup>3</sup> отходов производства. Зоны обрушения от действующих подземных горных работ занимают 158 га практически выведенной из пользования земли.

На смотровой площадке Высокогорского ГОКа можно увидеть процесс рекультивации Главного карьера, который с 1995 г. закладывается хвостами обогащения. Железную руду в Главном карьере добывали почти 270 лет, объем выработанного пространства 72 миллиона кубических метров. Глубина в середине карьера – 270 метров, площадь – 78 гектаров. Объемы карьерных выемок составили 182 млн м<sup>3</sup> на площади 384 га. Отвалы пустых пород и хвостохранилища размещены на 597 га, накоплено около 100 млн. м<sup>3</sup> отходов

производства. Зоны обрушения от действующих подземных горных работ занимают 158 га практически выведенной из пользования земли (рис. 13). Пульпа поступает в карьер самотеком по системе шламопроводов, проходя расстояние 1,2 км. Сейчас он заполнен более чем на треть. Уникальность такого решения в том, что внизу, под карьером, отрабатываются горизонты шахты «Магнетитовой». Для обеспечения безопасности горных работ пришлось разрабатывать оригинальные научные и инженерные решения.



Рисунок 13 - Вид на Меднорудянский (слева) и Главный (справа) карьеры

Наличие карстовых каналов, зон обрушения и трещин разгрузки предопределили крайне неблагоприятные условия формирования хвостохранилища в Главном карьере из-за прямой гидравлической связи между хвостохранилищем и шахтными выработками. На момент организации хвостохранилища уровень депрессионной воронки шахты «Магнетитовая» под дном карьера располагался на отметке -300 м, при сливе пульпы могли резко возрасти водопритоки к зумпфу и возникнуть угроза прорыва в подземные выработки шламов.

Для обеспечения защиты подземных выработок шахты были запроектированы и построены глухие железобетонные перемычки в квершлагах горизонтов -130 и -50 м, в качестве основного средства снижения потерь воды из хвостохранилища при затоплении его глубинной части методом намыва создана система межслоевых экранов из глинистого материала.

Техническая рекультивация Главного карьера предположительно продлится до 2030 года, после чего начнется биологическая рекультивация (рис. 14).



Рисунок 14 – Рекультивация Главного карьера

### 3.4 Поселок Промысла, памятник первого алмаза в Европе

Понятие «русский алмаз» до середины XX века во всем мире прочно ассоциировалось с Уралом. Первый в России (и в Европе) алмаз был найден 5 июля 1829 г. на западном склоне Урала, в Пермской губернии, **в бассейне реки Койвы у Крестовоздвиженских золотых промыслов** (в настоящее время пос. **Промысла**) (рис. 15). Алмаз был найден 14-летним мальчиком Павлом Поповым. Мальчик принес свою находку смотрителю. Первоначально камень был определен как топаз. Позднее минерал был диагностирован как алмаз. Три дня спустя другой мальчик Иван Соколов нашел другой алмаз. Первый найденный кристалл весил 105 мг, два других – 132 и 253 мг. Всего в течение 1829 г. было обнаружено 4 кристалла. Считают, что крепостной крестьянин Павел Попов за первый русский алмаз получил вольную.

Основная масса алмазов (более 250 кристаллов), найденных до революции, была добыта в окрестностях пос. Промысла из золотых россыпей притоков Койвы. Самый крупный из них весил 2,93 карата (1 карат= 00 мг). К 1955 г. на Урале было известно 97 мест находок алмазов, из них 92 пункта располагались на Среднем Урале, в том числе 73 на западном склоне.

В результате поисково-разведочных работ на Северном Урале в 1958-1966 гг. был выявлен ряд богатых алмазоносных россыпей. **Уральская алмазоносная провинция** протягивается вдоль западного склона Урала на расстояние более

1 000 км. Россыпи в основном палеоген-неоген-четвертичного возраста, но алмазы встречены и в более древних отложениях девонского и силурийского возрастов. Древние россыпи представлены песчаниками, гравелитами и конгломератами, современные россыпи – рыхлыми песками и галечниками. Коренные источники уральских алмазов все еще не найдены, несмотря на многочисленные заявления об их обнаружении в Пермском крае и в Башкирии.



Рисунок 15 - Памятный знак находки первого алмаза, установленный у пос. Промысла

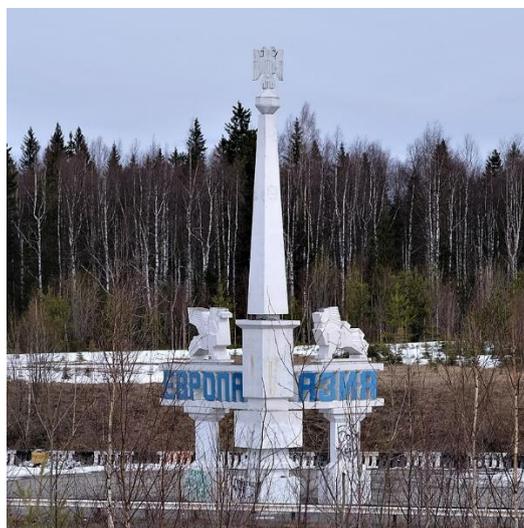


Рисунок 16 - Стела на границе Европы и Азии близ посёлка Промысла Горнозаводского района на автодороге Чусовой - Нижний Тагил (граница Свердловской области и Пермского Края)

### 3.4 Верхнечусовские Городки, стела об обнаружении нефти

После открытия калийных солей под руководством профессора Пермского университета Павла Преображенского началось оконтуривание соленосной залежи. В южной зоне развития солей Преображенский установил нефтеносность и промышленное значение 20-й скважины («Бабушка») в районе Верхнечусовских Городков. Для разведки месторождения прибыли специалисты из Грозного и Баку, передовых нефтяных районов страны. Скважинами был вскрыт пермский риф с макушкой, пропитанной нефтью. Сегодня памятник представлен в виде стелы, венчает стелу капля нефти - «черного золота». На самой колонне изображена та самая первая скважина № 20, которая в 1929 году дала первую нефть Западного Урала. В 1945 г. Верхнечусовской промысел прекратил добычу, из маленького пермского рифа была выкачана последняя тонна нефти. Скважину-первооткрывательницу нефтяники ласково прозвали «Бабушка» (рис. 17).

Открытие Верхнечусовского месторождения нефти имело большое государственное значение. Это было начало освоения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции – одной из крупнейших в России.



Рисунок 17 - Сквжина № 20 – родоначальница прикамской нефти, легендарная «Бабушка», июнь 1929 г

### 3.5 Город Пермь

Пермь – город в Предуралье, административный центр Пермского края. Стоит на берегу большой реки Камы, ниже устья реки Чусовой. Пермь вытянута вдоль Камы на 65 км и по занимаемой площади (800 км<sup>2</sup>) является четвёртым городом России (после Москвы, Санкт-Петербурга и Волгограда). Численность населения – 1,05 млн человек.

Официальной датой основания Перми считается 15 мая 1723 г., начало строительства медеплавильного завода под руководством Татищева и де Геннина. В 1734 г. посёлок при заводе стал административным центром Пермского горного округа. В посёлке была открыта цифирная школа с преподаванием арифметики, геометрии, тригонометрии и словесных наук. В 1736 г. в 4 верстах от Егошихинского завода выше по течению Камы был заложен Мотовилихинский медеплавильный завод.

В 1781 г. было открыто Пермское наместничество (с 1796 г. – Пермская губерния) в составе 16 уездов из Пермской и Екатеринбургской областей.

В 1840 г. британский геолог сэр Родерик Мурчисон, исследуя обширные выходы геологических пластов в окрестностях Перми, открыл Пермский геологический период, получивший название в честь города.

В 1909 г. Пермь посетил С. М. Прокудин-Горский, пионер русской цветной фотографии. В коллекции его фотографий, опубликованной на сайте Библиотеки Конгресса США, можно найти 12 фотографий, сделанных в Перми и в Пермской губернии (рис. 18).



а



б

Рисунок 18 – Фотографии С. М. Прокудина-Горского: а - железнодорожный мост через Каму; б - Церковь Марии Магдалины

С 1940 по 1957 г. город носил название Молотов в честь В. М. Молотова, председателя правительства СССР в 1930-1941 гг. В 1955 г. закончилось сооружение Камской гидроэлектростанции. В 1958 г. введена в эксплуатацию

первая очередь Пермского нефтеперерабатывающего завода (ныне — ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»). В 1967 г. был открыт для движения Коммунальный мост — автомобильно-пешеходный мост через Каму, связавший центр города, расположенный на левом берегу, с правобережной частью.

Пермь стала прообразом города Юртина в знаменитом романе Бориса Пастернака «Доктор Живаго». Также считается, что прообразом города из «Трёх сестёр» А.П. Чехова тоже стала Пермь, а прототипы героинь — сёстры Циммерман.

Пермь - один из крупнейших транспортных узлов России. Город занимает выгодное географическое положение, так как находится в центре страны на пересечении Транссибирской магистрали с водным путём, по которому можно попасть к пяти морям. Из Перми ходят туристические теплоходы, на которых можно добраться до Казани, Москвы, Санкт-Петербурга, Ростова-на-Дону.

Скульптура «Легенда о пермском медведе» установлена в 2009 г., идея её возникновения связана со стереотипом иностранцев о том, что «по улицам уральских городов ходят медведи». Медведь издавна является символом Перми и Пермского края, изображён на гербах. Считается, что если загадать желание и прикоснуться к медвежьему носу, то желание исполнится, а в делах будет сопутствовать удача (рис. 19 а). Самый популярный памятник города – «Пермяк–солёные уши». Так шуточно называли жителей Прикамья, занимавшихся соляным промыслом. Поскольку рабочие носили мешки с солью на плечах, соль попадала на голову и разъедала кожу. Уши краснели и опухали. Скульптура состоит из двух частей: бронзовой рамки с большими ушами и фотографа со старым фотоаппаратом (рис. 19б).



а



б

Рисунок 19 - Достопримечательности Перми: а - скульптура «Легенда о пермском медведе»; б – «Пермяк–солёные уши»

Набережная Перми была недавно отреставрирована (рис. 20). Летом по выходным тут проводятся разные интересные мероприятия. Набережная невелика по длине – примерно 2 км. Она тянется от Речного вокзала до порта. Вдоль набережной проходит железная дорога. Вскоре её планируют закрыть, несмотря на возмущения жителей, которым садиться на электрички станет намного сложнее.

Здание Речного вокзала в стиле «сталинский ампир» было возведено в 1940 году по проекту А.З. Гринберга. в 1932-40 гг. После сокращения речных перевозок в 1990-е годы его перестали использовать по назначению. Летом от бывшего Речного вокзала отправляются как большие туристические теплоходы, так и маленькие прогулочные. В 2008 г. открылся первый за пределами столиц музей современного искусства PERMM, который позже переехал на бульвар Гагарина, 24.

На набережной около Речного вокзала расположен знаменитый арт-объект «Счастье не за горами». Эффектная фраза, сложенная из ярко-красных букв, известна всем жителям страны по ярким фото, многочисленным фильмам и клипам, в которых она мелькает.



а



б

Рисунок 20 - Достопримечательности Перми: а – набережная р. Камы; б – Речной вокзал и арт-объект «Счастье не за горами»

### 3.6 Граница Европа-Азия

Екатеринбург считается самым восточным европейским городом. История научной фиксации границы Европы и Азии по Уральскому водоразделу насчитывает 300 лет. Заслуга в этом принадлежит видному государственному деятелю, известному историку и энциклопедисту, первому исследователю Урала и одному из основателей города Екатеринбурга Василию Никитичу Татищеву.

Водораздел разделяет между собой бассейны рек Волги (Каспийское море) и Оби (Северный ледовитый океан).

Монумент стремится передать особое положение места. Камни, лежащие в его основании, были привезены из крайних точек Европы и Азии: с мыса Рока (Португалия) и мыса Дежнева (Дальний Восток, Россия) (рис. 20). Обелиск представляет собой две символические буквы, «Е» и «А», сплетенные друг с другом.



а



б

Рисунок 21 – Граница Европа-Азия в Свердловской области: а – новый обелиск у горы Берёзовой, на Московском тракте, на подъезде к г. Первоуральску со стороны г. Екатеринбург; б - обелиск на 17 км Ново-Московского тракта (автодороги Р-242) под Екатеринбургом

### Список литературы

1. Географическое положение и его анализ. <http://www.geografer.ru/geos-589-1.html>
2. Владимиров Ю.И. Озеро Шарташ. <http://file.magzdb.org/ul/14/2013-11.pdf>
3. Гидрогеология СССР. Том XIV. Урал. Уральское территориальное геологическое управление. Редактор В.Ф. Прейс. М.: Недра, 1972. 648 с.
4. Главный карьер Высокогорского железного рудника <http://historyntagil.ru/images3/763.jpg>
5. Гладкова И. Екатеринбургская "золотая долина" // Стройкомплекс Среднего Урала. 1998. № 11. <http://www.1723.ru/read/dai/dai-13.htm>
6. Истории золотодобычи в России 200 лет. <http://www.expert-oil.com/cat/mostest/articles/Zolotodobycha-v-Rossii.html>
7. Альбрехт В. Г., Набиуллин Ф. М., Клейменов Д. А. Первое золото России. Екатеринбург: Уральский рабочий. 2015. 248 с.
8. Информационно-аналитический центр Минерал – все о минерально-сырьевом комплексе России. <http://www.mineral.ru>
9. Корнилков С.В. О концепции создания геоинформационной системы «Безопасность природо- и недропользования» / Авт.: Корнилков С.В., Рыбников П.А., Ведерников А.С., Панжин А.А.// Информационные технологии в реализации экологической стратегии развития горнодобывающей отрасли: Горный информационно-аналитич. бюл. – 2017.–СВ 23. – С. 32-43.
10. На Урале нашли крупнейший изумруд за последние 30 лет. <https://nashural.ru/news/na-urale-nashli-krupnejshij-izumrud-za-poslednie-30-let/>
11. Невьянск. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Невьянск>
12. История одного заброшенного завода. <http://sila-mesta.ru/ural/istoriya-odnogo-zabroshennogo-zavoda/>
13. Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал» <http://museum-nt.ru/index.php>
14. Осламенко В. В. Разработка методов экологической реабилитации земель, нарушенных горными работами: дисс. канд. техн. н. в форме науч. докл. - Н. Тагил, 1999. - 32 с.

15. Путешествие из Свердловска в Екатеринбург. [http://rustur.ru/puteshestvie-iz-sverdlovsk-a-v-ekaterinburg?fbclid=IwAR3U9ibBRVStrxOw\\_2MwrgXXCcG60XIBWslY1VlyORU0OU6jcLmoi7qZ8Fk](http://rustur.ru/puteshestvie-iz-sverdlovsk-a-v-ekaterinburg?fbclid=IwAR3U9ibBRVStrxOw_2MwrgXXCcG60XIBWslY1VlyORU0OU6jcLmoi7qZ8Fk)
16. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А., Тарасова И.В. Геоэкологические проблемы использования выработанных карьерных пространств на Урале. ФТПРПИ. 2017. №1. С. 170-181. (Версия Rybnikova L. S., Rybnikov P. A., and Tarasova I. V. Geocological Challenges of Mined-Open Pit Area Use in the Ural. Journal of Mining Science January 2017, Volume 53, Issue 1. P. 181–190. DOI 10.1134/S1062739117012006).
17. Смотровая площадка Высокогорского ГОКа. <https://photos.google.com/share/AF1QipNbqyFaeNtP0R1ZOlxuDtQSEQGUzzkwp4wxDcYiyftgNUNHIZQM9DTgddy5eAVzo7A?key=ajlwcNVMQUxuaUNsUGR1S1FidDVRQW9ORHpvdk9n>
18. – Старый соболь, клеймо Демидовых [<https://nb159.ru/wp-content/uploads/2018/06/brand03.jpg>]
19. Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программе EUROPROBE. — М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2006. 736 с.
20. Схематический геологический разрез Полярного Урала. Контакт литосферных плит. <https://sever-press.ru/2018/12/26/geograficheskij-punkt-krajnjaja-vostochnaja-tochka-evropy-na-kontinente-priglasheet-na-poljarnyj-ural/>
21. The Russian Gold Rush. National Geographic in Russia. [https://vk.com/miningmuseum?z=video-77123354\\_456239027%2Fvideos-77123354%2Fpl\\_-77123354\\_-2](https://vk.com/miningmuseum?z=video-77123354_456239027%2Fvideos-77123354%2Fpl_-77123354_-2).
22. Характеристика Уральского федерального округа. <http://diplomba.ru/work/75515>
23. Грозят ли Уралу землетрясения? <https://nashural.ru>
24. Граница «Европа-Азия». <http://exkurs-ekb.ru/yevropa-aziya>
25. История Екатеринбурга. <https://екатеринбург.рф/жителям/город/история>
26. Высоцкий (небоскреб). [https://ru.wikipedia.org/wiki/Высоцкий\\_\(небоскрёб\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Высоцкий_(небоскрёб))
27. Уральский геологический музей. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Уральский\\_геологический\\_музей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Уральский_геологический_музей)
28. Невьянская башня. <https://moiarussia.ru/nevyanskaya-bashnya/>
29. История города. Нижний Тагил. <https://ntagil.org/gorod/istoriya/>
30. Обелиски «Европа – Азия». <https://ural-n.ru/p/obeliski-evropa-asia.html>
31. Уникальные экспонаты геологического музея. <http://ugm.ursmu.ru/unikalnye-eksponaty-geologicheskogo-muzeya.html>
32. Спасо-Преображенский собор и Невьянская падающая башня Демидовых. <https://yandex.kz/collections/card/599eb3bb2a6f9300b1eb3a3f/?torec=1>
33. Вид на город с Лисьей горы. <https://golos.io/mapala/@snake911/moij-gorod-na-mapala---nizhnij-tagil>
34. Металлургический завод Демидовых. <http://joyreactor.cc/post/2913883>
35. Geological structure and mining development of the Urals. Post-conference tour.. - Perm – Yekaterinburg – Nizhny Tagil — Perm. 19-22 July 2019. Rybnikova L.S., Naumova O.B., Rybnikov P.A., Naumov V.A., Navolokina V.Yu., Sosnin V.E., Kopylov I.S. Депонированная рукопись/ Редакторы: Рыбникова Л.С., Наумова О.Б. № 462283. 12.08.2019.