© 1995 г.

ДРЕВНЕЕ ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО И АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ

(*К постановке проблемы*)*

1. Процесс освоения древними культурами прогрессивных и непривычных для них технологий сопровождался, как правило, широким развитием новых энерго- и материалоемких производств. Разрушительные вторжения в "кладовые природы" становились едва ли не обязательным следствием подобных акций. Сталкиваясь с такого рода сложными ситуациями на практике, культуры контролировали их или очень слабо, либо же не были способны воздействовать на них вовсе. Энергичная и бездумная разработка природных ресурсов почти всегда приводила к различному – по степени и характеру – дисбалансу в экологическом окружении культуры. Люди фактически всегда полагали, что эксплуатация этих ресурсов наиболее выгодна в непосредственной близости от мест их обитания. Однако такая локализация вызывала резкое нарастание признаков экологического кризиса. Перемены в природном окружении болезненно, нередко драматически воздействовали на многие сферы повседневной социальной жизни, и это чрезвычайно существенно для полноценного раскрытия затронутой нами проблемы. Такие общества неудержимо скатывались к экологической катастрофе, и у катастрофы легко угадывались антропогенные корни[1].

Горнометаллургическое производство, стремительно, в основном скачкообразно развивавшееся последние шесть – шесть с половиной тысяч лет во многих регионах Старого Света, почти всегда таило в себе угрозу стать одной из самых тяжких причин для антропогенных катастроф, постоянно возникавших в различных географических областях Евразии. Такая роль металлургии в жизни людей была обусловлена ее физической природой и господствующей технологией производства. Для нашей темы, пожалуй, очень важно, что именно особенности технологии данного промысла позволяют выделять в его длительной исто-

---

*Публикация статьи осуществлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта "Древний мир: проблемы экологии" (код проекта 93.06.10594).

[1] Тема экологических антропогенных катастроф в археологии и древней истории исследована явно недостаточно, хотя число публикаций, где экологическая терминология употребляется иногда в совершенно произвольной манере, кажется порой даже чрезмерным. Основной слабостью работ такого рода является отсутствие комплексных, целенаправленных аналитических изысканий с применением целой совокупности археобиологических методов, а также едва ли не полное отсутствие более или менее надежных количественных показателей для наблюдаемых экологических изменений. Довольно слабо разработаны и предпосылки подхода к данной проблеме.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

рии два достаточно четко выраженных кардинальных этапа. Необходимость же предлагаемого разграничения станет ясной для настоящей темы из дальнейшего изложения.

Этап ранний, он же самый протяженный, длился в целом около шести тысяч лет. Начало его восходит к середине или второй половине V тыс. до н.э., когда на Северных Балканах и в Карпатском бассейне неожиданно вспыхивает яркий феномен подунайских культур медного века[2]. Завершающие же, финальные фазы этого этапа приходились по существу уже на новое время. Лишь только к XVIII–XIX столетиям в большинстве основных регионов Старого Света прекращается повсеместная практика основных приемов этой древней технологии.

Наиболее характерными чертами данного этапа являлись: *1*) почти исключительное использование древесного угля в качестве топлива для плавки руд и обработки металлов, *2*) ориентация по преимуществу на плавку окисленных руд (причем не только медных, но и железных), *3*) донаучная организация разработок рудных месторождений и металлургического производства. Этап в целом можно именовать домашинным или же протоиндустриальным, а также до- или же протонаучным[3]. Древесный уголь, бывший тогда основным (если не единственным) топливом для пирометаллургических процессов, позволил некоторым исследователям даже металлургию данного этапа называть "древесноугольной", тем самым отличая ее от производства последующего этапа, ставшего как бы "каменноугольным и электрическим".

Упомянутый поздний и заключительный этап развития горнометаллургического дела по сравнению с ранним весьма краток. Его протяженность в целом почти не превышает двухсот лет (этап продолжается еще и поныне). Сигналом, возвестившим его наступление, послужила индустриальная революция в металлургии, бурно начавшаяся в конце XVIII в. на крайнем западе Европейского континента, в Англии[4]. Процессы смены технологий происходили там очень быстро, и уже через несколько десятков лет в индустриальных центрах Западной и Центральной Европы подверглись коренным изменениям практически все основные производственные приемы этой важнейшей отрасли хозяйственной дятельности человека.

Для нашей темы, может быть, самым важным явилось то, что каменный уголь повсеместно вытеснял уголь древесный. Кроме того, база неорганической химии стала для горного дела, металлургии и металлообработки прочной научной опорой при объяснении скрытой сути пирометаллургических процессов и управления ими. Энергично внедрялись новые методы металлургического передела. Параллельно производство стремительно обретало машинный, индустриальный облик, ручной же труд отступал на задний план, использование электроэнергии при разнообразных металлургических операциях занимало все большее место[5].

---

[2] *Черных Е.Н.* На пороге несостоявшейся цивилизации // Природа. 1976. № 2; Premier or de l'Humanite en Bulgarie. 5e millenaire / Ed. de la Reunion de musées nationaux. P., 1989.

[3] Едва ли не на всех хронологических стадиях раннего этапа обучение основным процессам горнометаллургического производства велось из поколения в поколение по преимуществу путем личного общения и примера, от мастера к подмастерью. Те же крайне немногочисленные и созданные лишь в XVI–XVII вв. описания методов горного дела и металлургии (см., например: *Georgius Agricola*. De re metallica. Libri 12. Basileae, 1556; *Де Геннин В.* Описание уральских и сибирских заводов. 1735 г. М., 1937) сводились по существу, к характеристике и последовательности основных стандартных приемов самого производства. Донаучная система господствовала не только в горном деле; методы химической науки, столь существенной при пирометаллургических операциях, не выходили здесь за рамки интуитивных представлений.

[4] *Мантуи П.* Промышленная революция XVIII столетия в Англии. М.–Л., 1925. С. 204 сл.

[5] В связи с этим следует, конечно, же напомнить и о неравномерности развития данной отрасли производства в различных регионах Земного шара, – ведь она была чрезвычайно контрастной даже в пределах Европы. "Открытие" Урала российскими промышленниками в начале XVIII в. привело к тому, что высококачественное уральское железо к середине этого столетия экспортировали уже в Западную Европу и, в частности, в Англию. Однако, если на Британских островах сложившаяся ситуация стимулировала активнейшие поиски новой технологии в горнометаллургическом деле, то на исключительно богатом лесом и рудой Урале безоглядно ориентировались на экстенсивную технологию завершающей фазы "древесноугольной" металлургии, которая переживала здесь полосу самого яркого расцвета. Вскоре поиски новых методов привели в Англии к технологическому "взрыву". За этим последовало стремительное отставание Урала, и уже к началу XVIII столетия разрыв в уровнях горнометаллургической индустрии на западе Европы и на восточной периферии континента выглядел весьма впечатляющим. Говоря о неравномерности развития, напомним, конечно же, и о совершенно архаичных формах металлургии, господствовавших тогда во многих культурах Африки к югу от Сахары, описанных европейскими путешественниками (см., например: *Брайант А.Т.* Зулусский народ до прихода европейцев. М., 1953. С. 111 сл., а также многие другие работы).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Выделение и краткая характеристика основных этапов развития горнометаллургического дела, представленные выше, необходимы здесь для обоснования того исследовательского приема, который будет использоваться ниже. Мы постараемся на базе позднейших примеров, скажем, из уральской металлургии XVIII–XIX вв., попытаться обосновать оценки экологических последствий этого производства для достаточно глубокой древности. Ведь принципиальное сходство технологий практически на всех фазах раннего этапа развития горного дела и металлургии по существу очевидно. Позднейшие металлургическое "мануфактуры" по сути развивают все хорошо известные уже с бронзового века технологические методы в рамках одной принципиальной модели. Различались количественные показатели (масштабы добычи руд и выплавки металлов), но отнюдь не главнейшие виды используемой энергии.

2. Воздействие горнометаллургического производства раннего типа чрезвычайно сильно сказывалось, во-первых, на земных недрах, и, во-вторых, на характере растительного покрова того района, где производились горняками и металлургами все важнейшие технические операции. Добыча руды – медной, железной или же какой-либо другой – всегда влечет за собой большее или меньшее локальное разрушение земных недр. Поскольку в древности внимание горняков в первую очередь привлекали поверхностные выходы руд, то разработки подобных рудных залежей в той или иной мере искажали облик земной поверхности. Со свидетельствами этого мы сталкиваемся, например, при обследовании многочисленных и порой исключительно крупных карьеров. Такого рода карьеры закладывались на поверхности тех месторождений, где в древности наиболее выгодным или так называемым "открытым" способом велась добыча медных и железных минералов в различных горнорудных областях и центрах Евразии

Разрушения недр, однако, не были столь катастрофичны и повсеместны, поскольку распространение металлических руд в природе отнюдь не повсеместно, но ограниченно. Правда, иногда рудные разработки захватывали весьма обширную площадь. К числу последних, например, принадлежат медные месторождения горнометаллургического центра (рудного поля) Каргалы. Локализованные в степной зоне Южного Урала Каргалинские рудники уже в бронзовом веке подвергались интенсивнейшим разработкам на площади до 500 (!) квадратных километров. Понятно, что эти работы приводили не только к заметным изменениям ландшафта, но одновременно и очень сильно искажали растительный покров и гидрорежим значительного участка земной поверхности.

Примеры сходных по масштабу разрушений земных недр и земной поверхности в результате древнего горнометаллургического дела нетрудно умножить. К ним, скажем, относится и такой гигантский производственный центр как Странджа, функционировавший по преимуществу начиная с эллинистического времени. Его многочисленные и огромные по масштабам разработок рудники и медеплавильни сосредоточены в юго-восточном углу Болгарии и северо-западном – Европейской Турции[6]. Очень мощные разрушения поверхностного рельефа явились результатом аналогичной деятельности в пустынном районе Вади эль-Араба – в Тимне и Фейнане к северу от Акабского залива, вдоль южного пограничья Израиля и Иордании[7]. Можно вспомнить и о покрывавших огромную площадь следах горнометаллургической деятельности мастеров железоделательного производства близ Мероэ в Судане, или же так называемый "Черный край" близ Бирмингема в Англии, Донбасс, Рур, да и еще множество примеров из иных регионов Евразии.

3. В экологическом отношении, однако, несравненно более разрушительным оказывалась непременная и жестко детерминированная сопряженность горнометаллургического дела ранней технологической модели с пиротехнологическими процессами. Как известно, выплавка металла из руд, а также плавка и литье меди и иных металлов требовали огромного количества органического топлива, прежде всего древесного угля. Кроме того, топливо очень часто использовалось в горном деле для обжига рудовмещающих пород, что заметно облегчало извлечение из них рудных минералов, особенно когда последние были вкраплены в крепкие скальные породы. Необходимым оказывалось топливо и для пред-

---

[6] *Черных Е.Н.* Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии. София, 1978. С. 19–39.

[7] Antikes Kupfer im Timna-Tal // Der Anschnitt. Bhf. 1. Bochum, 1980; *Hauptmann A.* The Earliest Period of Copper Metallurgy in Feinan, Jordan // Old World Archaeometallurgy. Proceedings of the International Symposium (Heidelberg, 1987). Bochum, 1989. P. 119–135.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

варительного, происходившего перед плавкой, обжига руд. Например, в специальных "кучах" почти обязательному обжигу подвергались сульфидные (сернистые) руды для удаления избыточной серы[8].

В течение не менее шести тысяч лет, вплоть до конца XVIII в. в Англии, а в иных странах вплоть и до начала последнего столетия все пирометаллургические операции велись исключительно (или же почти исключительно) с применением древесного угля. Практически в любых обществах с развитой металлургией или же металлообработкой обязательно выделялись профессиональные группы специалистов по выплавке и обработке металлов; большое число людей занималось приготовлением древесного угля. Еще в IV–III вв. до н.э. тонкому ремеслу углежога и указаниям по использованию древесного угля посвятил Феофраст целый раздел своего ботанического трактата[9]. Лес и заготовка деревьев для их передела в древесный уголь за полтора тысячелетия до Феофраста служили специальной заботой высших придворных царя Хаммурапи в Вавилоне; его чиновники строго расписывали количество и размер отправляемых кузнецам древесных стволов[10]. Любопытно, что три с половиной тысячи лет спустя, уже в России, в царском именном указе Петра I о бессрочном владении Никитой Демидовым Тульским заводом перечисляются все, даже самые мелкие делянки леса под Тулой, на которых монарх разрешал "...сечь со адну сторону половину, а другую половину старого лесу беречь для всякого опасения от приходу неприятельских людей"[11].

За внешней простотой процесса "кучного выжигания" древесного угля скрывалось требование обладать определенными профессиональными навыками, как это стало ясно из современных экспериментов[12]. Кроме того, пережогом угля занималось огромное число рабочих – доля углежогов была гораздо большей, нежели прочих работников, занятых во всех иных операциях горнометаллургического цикла. Например, на металлургических "железных" заводах А. Демидова, расположенных близ Нижнего Тагила, пережогом и заготовкой угля занимались 2048 человек, не считая лесорубов, валивших деревья для иных нужд. Но уже добычу железной руды на близких к заводу месторождениях вели только 300 человек, а домны и железоделательные печи обслуживали всего лишь около 90 рабочих различной квалификации[13]. Выплавка же меди требовала существенно большего количество угля, отчего доля углежогов среди всех работников на медеплавильных заводах могла быть еще выше.

Некоторые наблюдения и приближенные расчеты показали, что для выплавки одной тонны меди из предварительно обожженных руд необходимо было "пережечь" на уголь примерно 500–600 стволов акаций, т.е. фактически уничтожить целую рощу[14]. В данном случае очень трудно учесть дополнительную массу угля, необходимого на предварительный обжиг медных руд, что зависело от характера медных минералов; однако и на данную операцию также требовалось много угля. Приблизительная калькуляция позволяет говорить, что в долине Тимны, в Вади-эль-Араба, лишь в печах одной медеплавильни (№ 30), датированной временем XIX–XXII древнеегипетских династий выплавили около 100 тонн меди. По всей вероятности, только для металлургических операций на этой медеплавильне понадобилось пережечь не менее 60–70 тысяч стволов акаций – целый лес[15]. Но ведь таких медеплавилен в Вади эль-Араба (Тимна и Фейнан[16]) насчитывалось не один десяток (а может быть, даже сотен).

Речь в данном случае идет о южных, пустынных и полупустынных районах Передней Азии, и подобные цифры говорят о колоссальной по своим масштабам переработке дре-

---

[8] Кстати, обжиг сернистых руд также оказывал резко угнетающее воздействие на окружающую природу, поскольку сопровождался выделением огромной массы сернистых газов, исключительно вредных для всего живого.

[9] *Феофраст*. Исследования о растениях. М., 1951.

[10] *Forbes J*. Metallurgy in Antiquity. Leiden, 1950. P. 95.

[11] *Кафенгауз Б.Б*. История хозяйства Демидовых в XVIII–XIX вв. М., 1949. С. 495.

[12] *Агапов С.А., Кузьминых С.В., Терехин С.А*. Моделирование процессов древней плавки меди // Естественнонаучные методы в археологии. М., 1989. С. 100–108.

[13] *Кафенгауз*. Ук соч. С. 307–320.

[14] *Bachmann H.-G., Rothenberg B*. Verhattungsverfahren von Site 30 // Antikes Kupfer im Timna-Tal.S. 232–234; *Allen J.C*. Consideration on the Antiquity of Mining in the Iberian Peninsula // Royal Anthropological Institution of Great Britain and Ireland. Occasion Paper. № 27. L., 1970. P. 10.

[15] *Černych E*. Rez.: Antikes Kupfer im Timna-Tal // Germania. 1984. 62. S. 487.

[16] *Hauptmann*. Op. cit.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

весного материала. Интенсивная плавка руды с целью получения меди и, соответственно, пережог деревьев на уголь в очень бедной своей растительностью Сиро-Палестине могли привести к непоправимым экологическим изменениям растительного покрова на больших пространствах, к сильнейшему искажению гидрографического режима; и это, естественно, влекло за собой уже цепную реакцию ряда иных последствий порой драматического свойства.

Все это сравнительно недавно можно было видеть, например, как на западной, так и на восточной окраинах Европейского континента, в то время, когда завершался ранний период – доиндустриального горнометаллургического промысла. Уже к XVII в. огромное большинство леса на Британских островах было истреблено. В 1665 г. некто Д. Додли опубликовал в Англии книгу "Metallus Martis", в которой писал: "Если леса будут и впредь уменьшаться и, в конце концов, исчезнут, то для нас будет потеряно то, что составляет главную силу Англии: ее суда, ее матросы, ее торговля, ее рыболовство, военный флот Ее Величества, наше наступательное и оборонительное оружие. Именно это и побудило предшественников Ее Величества до и после 1588 г... издать законы об охране лесов, *подвергающихся столь великой опасности из-за железоделательных и литейных заводов*" (курсив мой. – *Е.Ч.*)[17]. Принимались охранительные законы, но они не исполнялись; в Англии же тогда стоял буквально стон: "*Опустошения, причиняемые железоделательными заводами ...превосходят всякое воображение*" (курсив мой. – *Е.Ч.*). В Ирландии в первой половине XVIII столетия из-за нехватки деревьев останавливались даже кожевенные мануфактуры, а "лес сюда вынуждены были завозить даже из Норвегии"[18].

На другом – восточном краю Европы финальная фаза доиндустриальной или же "древесноугольной" металлургии в XVIII в. как бы только зачиналась после едва ли не трехтысячелетнего перерыва в эксплуатации южноуральских рудников. Но даже там картина стремительных экологических разрушений устрашала заинтересованных наблюдателей. В 1770 г. недавно назначенный губернатор обширнейшей области Урала – Оренбургской губернии генерал И.А. Рейнсдорп, ознакомившись с краем, пришел в ужас от плачевного состояния здесь горных лесов. В своем донесении императрице Екатерине II он пишет, что бывшие еще совсем недавно обильные "строительные и дровяные леса" настолько оскудели, что за ними нужно ездить за пять или шесть сотен верст от Оренбурга. Конечно, горные промыслы, пишет Рейнсдорп, суть "одна из самых больших и прибыточных отраслей" края. Но если срочно и решительно не обуздать их "размножение сверх потребности, то от этого возпоследовать могут вредные обстоятельства"[19]. Примечательно, что первый медеплавильный завод на Южном Урале был запущен в дело И.Б. Твердышевым только в 1745 г., т.е. всего лишь за 25 лет до письма Рейнсдорпа, но возникшая картина уже внушала страх за судьбу целой области.

По всей вероятности Рейнсдорп, предлагая меры борьбы против гибели лесов, не мог не знать, что еще в 1754 г. российский Сенат при согласии императрицы Елизаветы Петровны принял указ о запрещении строительства металлургических заводов в радиусе 200 км от Москвы. Цель запрета – сохранение подвергающихся нещадному истреблению лесов в центральном регионе государства. Более того, Сенатом было предписано всем заводовладельцам "генерально" уничтожить и сломать прежние действующие металлургические и винокуренные заводы на этой территории[20].

Многочисленные статистические отчеты XVIII–XIX столетий с уральских горных заводов позволяют представить объем необходимых расходов угля на металлургическую промышленность, все еще полностью отвечавшую эпохе доиндустриальной модели ее развития. Так, для получения тонны чугуна из богатых уральских руд необходимо было затратить около 17–18 кубометров древесины (сосны или березы). Бедные руды (к примеру, подмосковные или олонецкие) требовали возрастания этого расхода почти вдвое. Передел чугуна в железо увеличивал суммарную потребность угля на тонну металла до 70–100 кубометров древесины; передел железа в сталь требовал уже тотального расхода до 100–150 кубометров леса на тонну этого металла. Для выплавления и рафинировки тонны

---

[17] Цит. по кн.: *Манту*. Ук. соч. С. 205.

[18] Там же. С. 206.

[19] Материалы по истории Башкирской АССР. Т. IV. Ч. 2. М., 1956. С. 479–483. И.А. Рейнсдорп хорошо известен широкой читающей публике благодаря многочисленным описаниям полугодовой драматической осады Оренбурга Емельяном Пугачевым в 1773–1774 гг.

[20] *Павленко Н.И.* История металлургии в России XVIII века. М., 1962. С. 462–468.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

меди, доведения ее до товарной кондиции нужно было от 300 до 500 кубометров древесины. Я подчеркиваю, что здесь имеются в виду лишь операции по выплавке и переделу (очистке) металла. Обработка же железа или меди для получения из них изделий в данные расчеты не включались, равно как не учитывалась и древесина, шедшая на нужды горного дела (крепежный лес) и для прочих целей, вроде деревянного строительства на территории заводов, сооружения различных механизмов (на цели последнего вообще направлялся отборный, так называемый корабельный лес).

Довольно трудно рассчитать соотношение объемов срубленной древесины для пережога ее в уголь с площадью делянок. Полагали, скажем, что в среднем на Южном Урале с одного гектара лесной площади при сплошной вырубке леса можно было получить до 250–270 кубометров древесины. Следовательно, тонна меди требовала по сути абсолютного уничтожения леса с площади до 1,5–2 гектаров леса, но при том не сорного, а вполне качественного. Лес, его соотношение с объемами заготовок и с площадью порубок в других областях мог характеризоваться и иными пропорциями. Лесопромышленники Урала считали также, что восстановление лесного массива до приемлемых кондиций происходит приблизительно в 60 лет для березы и 80 лет для сосны.

В 1767 г. была проведена сравнительно полная ревизия всех горных заводов Урала и получена, видимо, достаточно реальная информация в отношении общей массы выплавленных меди, чугуна и железа. Расчеты показывают, что в указанный год на цели только *выплавки металла и его передела (рафинировки) было вырублено не менее 5 миллионов кубометров леса*[21] – цифра, конечно же, впечатляющая. Совершенно очевидно, этот объем использованной древесины должен быть увеличен как минимум в полтора или даже два раза, если принимать во внимание, что на нужды металлообработки (кузнечные и литейные операции) также уходила огромная масса угля.

4. Весьма любопытно, что масштабы добычи руд, технология горных работ, равно как и выплавка меди даже на самых ранних фазах доиндустриального этапа (в рамках медного и бронзового веков) в известной мере сопоставимы с позднейшими, характерными, скажем, для уральской горнозаводской промышленности XVIII–XIX столетий[22]. Обратимся к некоторым примерам:

Исключительная древность, выразительность и удивительная сохранность выделяют медный рудник Аибунар в Южной Болгарии среди всех евразийских памятников такого рода. Аибунарское месторождение разрабатывалось племенами энеолитической культуры Караново-VI – Гумельница[23]. Максимально возможные пределы датировок его активной эксплуатации колеблются в рамках от второй половины V вплоть до начала IV тыс. до н.э. В реальности же период горных работ на Аибунаре был, по всей вероятности, намного короче (максимум две-три сотни лет). Масса медной руды (точнее, окисленных минералов меди), добытой тогда из здешних громадных "открытых" карьеров, равнялась примерно 30000 тонн. Аибунарская руда очень богата, и поэтому можно думать, что даже если металлурги и извлекали из нее не более 3% меди (на деле, видимо, больше), то общий вес выплавленной меди был равен примерно одной тысяче тонн.

---

[21] Все приведенные выше для уральской горнометаллургической промышленности расчеты строились на авторской обработке и переработке многочисленных и опубликованных ранее во многих монографиях данных. Часть этих работ уже упоминалась в настоящей статье: *Де Геннин*. Ук. соч.; *Кафенгауз*. Ук. соч.; *Агапов и др*. Ук. соч. Кроме того использовались статистические сведения и сводки из монографий: *Павленко*. История металлургии...; *он же*. Развитие металлургической промышленности России в первой половине XVIII века. М., 1953; *Кашинцев Д*. История металлургии Урала. М.–Л., 1939; *Сигов С.П*. Очерки по истории горнозаводской промышленности Урала. Свердловск, 1936; *Брейтерман А.Д*. Медная промышленность России и мировой рынок. Ч. 2. Л., 1925; Россия. Полное географическое описание нашего отечества / Под ред. В.П. Семенова-Тян-Шаньского. Т. V. Урал и Приуралье. М., 1914, а также ряд других работ. Характеристика и описание способов пересчета, к сожалению, за недостатком места остаются за рамками настоящей статьи.

[22] Ранние уральские медеплавильные заводы на Урале по существу мало чем отличались (или же практически ничем не отличались) от мастерских бронзового века; например, устройство заводов начала XVIII в. под Кунгуром поражает своим архизмом (см. *Черноухов А.В*. История медеплавильной промышленности России XVII–XIX вв. Свердловск, 1988. С. 40–41). Масштабы выплавки меди на многих уральских заводах XVIII в. даже уступали тем, что наблюдались, скажем, в конце бронзового века в долине Тимны (см. выше, а также сравните с данными, приведенными в упомянутой здесь книге Черноухова, приложение 11).

[23] *Черных*. Горное дело... С. 56–78.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Пример Аибунара нам важен еще и потому, что никаких позднейших следов разработок на этом руднике мы не знаем. Горняки медного века по окончании работ на этом руднике заваливали все карьеры отработанной, "пустой" скальной породой, тем самым как бы "запечатывая" его рудное "чрево", делая его недоступным для "чужаков". Стало быть, есть основания полагать, что вся масса добытой аибунарской руды была использована исключительно энеолитическим населением этой части Балканского полуострова.

Предположение о вполне вероятной выплавке древнейшими металлургами Европы еще в V тыс. до н.э. "целой" тысячи тонн меди из руды только одного месторождения может вызвать изумление у читателя, привыкшего к традиционным утверждениям наших исторических хрестоматий о ничтожных масштабах древнейшего горнометаллургического производства. Однако весь комплекс активных исследований в области этой индустрии, проводящихся самыми различными изыскательскими группами, говорит о противоположном, и это мы подчеркнем особо. Исходная ошибка таких представлений объясняется довольно просто: в руках позднейших исследователей оказывается предельно малая доля сохранившегося до наших дней металла, и это невольно приводит к сильному искажению реальных представлений[24].

Итак, только для выплавки из минералов Аибунара предполагаемой тысячи тонн меди (не говоря уже о выделке из нее орудий), необходимо было срубить, по всей вероятности, до миллиона деревьев и пережечь их в древесный уголь. В окрестностях Аибунара металлургических шлаков не обнаружено; руду отсюда увозили на многие десятки, а может быть, даже и сотни километров к пока что остающимся для нас неведомым местам выплавки добытой здесь меди. Окрестности фракийского региона Средна Гора, где находится рудник, вряд ли смогли бы выдержать такую "экологическую" нагрузку. Еще раз напомним при этом, что для расплавления уже полученной меди и последующей отливки из нее орудий (или уже собственно процесса металлообработки) требовалась также огромная масса древесного угля.

Приведем примеры из более поздних периодов. Рудник Кенказган расположен в засушливой, пустынной и безлесной части Казахстана – Бетпакдале, или Голодной степи. Медные руды здесь разрабатывались в гигантском открытом карьере размером 500 на 100 м. Происходила разработка, видимо, только в период андроновской историко-культурной общности. Как и в случае с Аибунаром, карьер Кенказгана оказался заваленным примерно 270 000 кубических метров так называемой "пустой", уже отработанной и перемещенной в него обратно по окончании горных работ породы. Приблизительная датировка рудника – вторая половина II тыс. до н.э.; вероятные и максимально широкие хронологические рамки проводившихся на нем разработок – около 500–700 лет. Сам рудник входил в число очагов Евразийской металлургической провинции позднего бронзового века. Всего же на Кенказгане андроновскими горняками добыто около 800 тысяч тонн медной руды, что равнялось около 300 000 кубических метров руды[25].

Ориентируясь на тот же невысокий трехпроцентный уровень извлечения меди из богатых окисленных минералов, получаем огромную для бронзового века цифру – не менее 25 тысяч тонн выплавленной кенказганской меди. Если же и здесь в качестве абсолютно условного материала для пирометаллургии мы подразумевали бы "акации", то в нашем представлении возникло бы трудно вообразимое число – до 25–30 миллионов деревьев. Однако отыскать такую массу древесины даже во всей Бетпакдале вряд ли возможно и это при условии, что эксплуатация Кенказгана продолжалась, вероятно, не менее полтысячелетия. Но ведь Кенгказган – это далеко не единственный рудник в Центральном Казахстане. Вполне вероятно, он не был даже самым мощным в пределах Казахстанской

---

[24] Известно, что все свои знания о древней металлургии и о масштабах горнометаллургического дела в древности мы строили ранее исключительно на базе сохранившихся коллекций древнего металла. К примеру, на сегодняшний день по музейным коллекциям и из археологических раскопок нам известно небольшое, но достаточно определенное число металлических изделий, медь которых по химическому составу может надежно связываться с плавкой рудных минералов Аибунара. Общий вес этой сохранившейся до наших дней коллекции металла не превышает пяти килограммов. Поэтому масса сохранившейся "аибунарской" меди соответствует приблизительно 0,0005%(!) от всего выплавленного – предположительно тысячи тонн – объема металла. Заметим также, что не имей ныне исследователи в своем распоряжении надежных памятников, подобных Аибунару, Кенказгану (см. ниже) или же сходных с ними, вряд ли стал бы возможным вывод о таких масштабах добычи и плавки руд в глубочайшей древности.

[25] *Алексеев В.А., Кузнецова Э.Ф.* Кенказган – древний медный рудник в Центральном Казахстане // СА. 1983. № 2. С. 203–212.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

древней горнометаллургической области. К примеру, считают, что с еще большим размахом велась добыча руды на месторождениях Джезказгана, где было добыто не менее миллиона тонн окисленных медных минералов[26]. Район Джезказгана также относится к числу полупустынных, лишенных леса. Кроме них весьма энергично разрабатывались во второй половине II тыс. до н.э. и другие многочисленные медные месторождения степного Казахстана[27].

Даже эти немногочисленные примеры показывают, что правильная оценка данного аспекта хозяйственной деятельности человека требует к себе, безусловно, самого пристального внимания. До сих пор, однако, подобные вопросы или же вовсе не попадали в поле зрения исследователей древнейшего горнометаллургического промысла, или же упоминались ими вскользь. Разработаны эти важные вопросы пока что крайне слабо, и это заставляет нас в рамках настоящей статьи ограничиться лишь постановкой самой проблемы.

5. Совершенно ясно, что эффективное развитие горнометаллургического производства было абсолютно нереально без истребления огромных лесных массивов. Также вполне очевидно, что особенно остро проблема снабжения топливом стояла перед степными народми. Добыча топлива даже для бытовых нужд, не говоря уже о пирометаллургии, в этих безлесных местах всегда была чрезвычайно трудным делом. Это необходимо постоянно иметь в виду при исследованиях горного дела и металлургии в гигантской и безлесной евразийской степи, ведь горное дело и металлургия здесь (особенно в позднем бронзовом веке) достигали высот чрезвычайных. Поэтому особенно интересным становится вопрос о методах преодоления в далеком и недалеком прошлом подобных кризисных состояний.

Появилась определенная надежда, что некоторые, хотя бы даже предварительные, ответы мы сможем получить в ходе специальных комплексных изысканий на древнейшем в северной половине Евразии и уже упоминавшемся выше горнометаллургическом комплексе Каргалы. Археологи в самое последнее время зафиксировали здесь многие тысячи шахт, штолен, шурфов, отвалов "пустой" породы и т.п. Вполне очевидно, что на Каргалинских рудниках были добыты многие сотни тысяч (а скорее даже миллионов) тонн медной песчаниковой руды. Четко выделяются два периода активной разработки. Первый из них относился к бронзовому веку и протекал по преимуществу в пределах двух (III и II) тысячелетий до н.э. Второй период был обязан исключительной энергии пионеров южноуральской горной промышленности И.Б. Твердышева и И.С. Мясникова, а также их наследников, организовавших здесь весь горнометаллургический комплекс на базе Каргалов. Длился этот поздний период всего лишь около полутора столетий – от середины 1740-х годов вплоть до рубежа XIX–XXвв.[28]

Крайне интересно, что на Каргалах на рубеже IV и III тыс. до н.э. начинались широкомасштабные горнометаллургические работы раннего этапа этого производства в северной половине Евразии, а на рубеже XIX–XX столетий здесь же, на Каргалах, сам доиндустриальный этап и завершался. Естественно, что наиболее полный комплекс данных о каргалинском производстве мы имеем для финальных стадий этого этапа; полученные свидетельства и послужат нам своеобразной отправной точкой для дальнейших сопоставлений.

Так, подсчеты показывают, что уже за первые 27 лет (с 1745 по 1772 г.) эксплуатации Каргалов, после их "переоткрытия" в XVIII в., из этих рудников извлекли и перевезли на пять отдаленных медеплавильных заводов Твердышева и Мясникова за сотни километров

---

[26] *Сатпаев К.И.* Доисторические памятники в Джезказганском районе // Народное хозяйство Казахстана. 1941. № 1.

[27] См., например: *Кабанов Ю.Ф., Кожин П.М., Черных Е.Н.* Андроновские находки на реке Алтынсу // Памятники древнейшей стории Евразии. М., 1975. С. 230–239.

[28] *Chernij E.N.* Kargali. Origenes de la metalurgia en Eurasia Central // Revista de arqueologia. 1994. XV. № 153. P. 12–19. Равный примерно 25–27 столетиям перерыв в эксплуатации (по меньшей мере активной) богатейших Каргалинских месторождений загадочен и не может не удивлять. О его основных причинах говорить со всей определенностью трудно, но явление это отнюдь не изолированное. Аналогичный перерыв в разработках с конца бронзового века вплоть до первой половины XIX в. отмечается и при изучении очень многих рудников степной части Казахстана. Вполне вероятно, что причины следует искать в полном отсутствии навыков (или сознательном отвержении этого рода занятий?) у степных номадов. Примеры такого рода сознательного отвержения некоторыми народми или племенными группами "низкого" занятия горнометаллургическим промыслом (особенно скотоводами) не столь уж редки. См., например: *Черных Е.Н.* Металл – человек – время. М., 1972. С. 183–196.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

до 200–240 тысяч тонн высококачественных медных окисленных руд. Там из этих руд выплавили до 10 тысяч тонн меди. По-видимому, с Каргалов везли руду и на южноуральские заводы иных владельцев, на долю которых тогда же приходилось более трех тысяч тонн чистой меди. Следовательно, примерно из 265–325 тысяч тонн каргалинской руды удалось получить более 13 тысяч тонн металла, т.е. более четверти всей меди Российской империи[29]. Всего за полтора столетия разработок с Каргалинского рудного поля было вывезено, по всей вероятности, от 2,5 до 3,0 миллионов тонн медной руды, из которой выплавили более 115 тысяч тонн меди. Только на плавку руды и ранифинировку каргалинской меди за полтораста лет пережгли на уголь от 35 до 45 миллионов кубометров древесины. Вполне очевидная мощь каргалинского горнометаллургического промысла без дополнительных комментариев проясняет для нас причины и степень губительного, быстрого воздействия возникшего здесь обширного горнометаллургического комплекса на растительный покров южноуральского горного края (именно эта нота столь трагично прозвучала в письме оренбургского губернатора И. Рейнсдорпа в его письме в 1770 г.).

Поскольку позднейшие шахты закладывались с поверхности почти исключительно по разработкам бронзового века, то определить истинный объем добытой в эпоху бронзы медной руды достаточно сложно. Но не приходится сомневаться, что и в бронзовом веке масштабы горных работ в Каргалинском центре были также огромны. Для Каргалов вряд ли были пределом даже те 800 000 тонн кенказганской медной руды, извлеченной там в синхронный исторический период. Ведь Каргалы, судя по разным наблюдениям, никак не уступали Кенказгану по масштабам разработок. Вполне возможно предположить, что в эпоху бронзы на Каргалах было добыто не менее миллиона тонн руд (как и на уже упоминавшемся Джезказгане), причем гораздо более богатых, нежели те, с которыми столкнулись российские заводчики. Результаты спектроаналитических исследований металла позднебронзового периода косвенно подтверждают огромный масштаб выплавки: доля химических групп каргалинской меди в это время была велика, и к тому же из этого металла отливались самые массивные изделия (серпы и т.п.)[30]. Поэтому у нас имеются все основания полагать, что воздействие экологического пресса со стороны горнометаллургического производства на Южном Урале в бронзовом веке вполне может быть до известной степени сопоставимо с намного более поздним, датируемым уже XVIII–XIX вв. Давление это ощущалось в данном районе особенно болезненно, поскольку лесов в степной зоне было совсем немного. Какими же путями могли пользоваться для выхода из этого положения?

В бронзовом веке на Каргалах не только добывали руду. Возможно, здесь ее также плавили, хотя пока что прямых свидетельств плавки минералов мы не нашли. Вполне определенно можно лишь утверждать, что рядом с шахтами обрабатывали выплавленный металл, отливая из меди различные орудия, о чем говорят находки литейных форм в слоях местных поселений бронзового века. Последнее, пожалуй, вызывает удивление, поскольку более резонными были бы находки мест выплавки меди из руд. Культурный слой изучаемых селищ II тыс. до н.э. буквально забит костями крупного рогатого домашнего скота. Так, всего лишь на 112 кв. м вскрытого слоя поселка срубной археологической культуры у б. хутора Горный, принадлежавших каргалинским горнякам и металлургам, зафиксировано до 180 тысяч костей! Исключительная концентрация костного материала на поселении достойна специального внимания. Вполне вероятно, что ее решение станет возможным именно через призму проблемы топлива. Имеются довольно определенные, но пока редкие этнографические свидетельства, что сухой навоз крупного рогатого скота мог использоваться в качестве горючего материала при пиротехнических операциях с металлом[31]. Свидетельства эти, правда, не только редки, но, к сожалению, весьма скупы и туманны. Данная версия требует особой проработки: представляется необходимым целый ряд специальных анализов культурного слоя, остатков на дне очагов-медеплавилен, а также

---

[29] Расчеты по данным авторов: *Черноухов*. Ук. соч. С. 75, 158–161. Прил. 11; *Павленко*. История металлургии... С. 237–238.

[30] *Кузьминых С.В., Агапов С.А.* Медистые песчаники Приуралья и их использование в древности // Становление и развитие производящего хозяйства на Урале. Свердловск, 1989. С. 184, 194–197, рис. 5.

[31] *Перси Дж.* Руководство к металлургии. Т. 2. СПб., 1869. С. 427 сл. Кстати, навоз в качестве главного вида бытового топлива использовался чрезвычайно широко во множестве аридных областей Старого и Нового Света. Нет ни малейшего сомнения, что тот же источник энергии использовался здесь с глубокой древности. Однако этой темы археобиологи касаются очень редко. См., например: *Miller N.F., Smart T.L.* Intentional Burning of Dung as Fuel: a Mechanism for the Incorporation of Charred Seeds into Archaeological Record // Journal of Ethnobiology. 4(1). May 1984. P. 15–28.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

проведение соответствующих экспериментов по выплавке меди из руд. Однако нельзя исключить, что это был один из малознакомых для нас методов, которым древние степные металлурги пытались решить острую проблему топлива.

Другим и более очевидным способом снятия избыточных экологических напряжений в этой степной зоне стал вывоз руды с Каргалов и транспортировка ее населению достаточно отдаленных регионов. Вполне ясно, что Каргалинский рудный регион и его ближайшие окрестности никак не могли обеспечить местные мастерские достаточным количеством топлива. Ситуация диктовала необходимость рассредоточения медеплавилен и кузнечных мастерских по обширной территории. Поэтому руда вывозилась с Каргалов за 100, 200 и более километров. Для нас сейчас становятся более ясными даже конкретные пути транспортировки этой руды: каргалинские медные минералы встречаются в древних поселениях и могилах III–II тыс. до н.э., расположенных по преимуществу в западном направлении от рудного центра.

Любопытно, что почти три тысячелетия спустя к такому же приему рассредоточения промышленности прибегнут и российские заводчики. Даже на несравненно более богатом лесами Среднем Урале они (Акинфий Демидов и др.) старались строить металлургические и металлообрабатывающие заводы так, чтобы те локализовались в разных и порой отдаленных друг от друга регионах. Лесные массивы все равно истреблялись полностью, хотя "лесные дачи", отведенные под отдельные, наиболее крупные заводы, вроде Нижнетагильского, могли охватывать огромные пространства – до 25000 кв. м (90 км в радиусе). Время от времени владельцы передислоцировали свои металлообрабатывающие заводы, чтобы улучшить обеспечение их топливом[32]. И.Б. Твердышев и И.С. Мясников, владельцы Каргалинских рудников, строили металлургические заводы для плавки этих руд на покрытом лесами горном Южном Урале за 200–400 км от Каргалов. Туда, уже к северо-востоку от месторождений непрестанно, в течение полутораста лет возили на лошадях руду. Испытывая тяжелую нужду в угле, близ всех заводов на огромной площади до 30000 кв. км выжигали под корень леса. Однако этот экстенсивный и весьма малоэффективный путь производства, спонтанно повторявший опыт древних, никаких перспектив в новое время уже не имел.

6. Экологические катастрофы были страшны не только тем, что гибли леса, искажались и разрушались недра земли, иссыхали реки и другие водные источники и что все это в конечном итоге тяжело сказывалось на физическом состоянии населения. В каком-то отношении гораздо более существенным по своим результатам было воздействие экокатастроф на структуры социальных объединений; они влекли за собой драматические искажения в основном характере культуры.

Общий облик культуры и структура факторов ее существования в очень большой степени зависят от характера взаимодействия культуры с ее природным окружением[33]. Окружающая природа всегда предоставляет обществу определенный набор возможностей. Совершенно ясно, что населявшая безрудную зону популяция не могла иметь в своем составе горняков – специалистов по разработкам металлических руд. Вместе с тем очень часто можно было наблюдать, что культуры, распространенные, скажем, в горнорудных областях, совершенно не представляли истинных свойств медных минералов и потому не могли использовать их в качестве металлургического сырья. Пример Каргалов, который мы приводили выше, да и других горнометаллургических центров обширнейшей степной зоны Евразии, очень убедителен: ведь в течение почти трех тысяч лет – от конца бронзового века и вплоть до XVIII–XIX столетий – местные номады горнометаллургическим делом фактически не занимались.

Технологические инновации всегда резко активизировали перемены в основных ячейках социальных структурных блоков. У культуры общества, проникшего в тайны окружавших его природных ресурсов, овладевшего секретами технологии извлечения материалов и обработки последних, эти важные перемены немедленно отражаются в тех структурных разделах, что связаны с характером и степенью его функциональной дифференциации[34]. В

---

[32] *Павленко.* История металлургии... С. 81–116.

[33] *Черных Е.Н.* Исторический процесс: циклы развития мировых культур. Учебная программа. Российский Открытый университет. М., 1993. С. 19–23.

[34] Подобный эффект легче пояснить через ведущие признаки функциональной дифференциации общества, что служит одним из наиболее важных эндогенных факторов существования культур. См., например: *Черных Е.Н.* Символы древних культур // Знание – сила. 1989. № 9. С. 38–47.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

обществе появляются, формируются, а порой и социально обособляются группы профессионалов, берущих на себя исполнение какой-либо нетрадиционной для данной культуры функции. К примеру, у культур неолитического характера после освоения ими металлургии возникли ячейки, включавшие специалистов по горнометаллургическому делу. В случае же более дробной степени профессиональной дифференциации появляются профессиональные группы мастеров по горнодобывающему промыслу (горняков), либо только по выплавке металлов (металлурги), или же по металлообработке (кузнецы и литейщики).

Общества с более высокоразвитыми технологиями, как правило, отличались и более сложной социальной структурой в целом. При этом дело не ограничивалось вычленением структурных звеньев исключительно производственного характера. По сути одновременно с оформлением последних провоцировалась цепная усложненная реакция параллельного выделения или же заметной трансформации иных функциональных общественных групп. К последним могли, скажем, относиться те, которые принимали на себя административное регулирование социальной жизни общества, ведали торговыми, военными делами, отвечали за духовную жизнь (жрецы) и т.п. Весьма нередко и уже в глубокой древности (по крайней мере с началом эпохи раннего металла) результатом технологического прогресса становилось отчетливо прослеживаемое международное разделение труда, когда определенные производственные функции сосредоточивались только в руках как бы особых, "избранных" культур[35].

Исторические примеры убеждают, что одним из самых тяжких следствий экологических перемен становилось формирование кризисной ситуации так называемого функционального возврата. Когда внезапно для культуры в ее природном окружении оказывается исчерпанным привычный источник природных богатств – руда, металл, лес, вода, да и многое другое, тогда общество (и в древности, и ныне) непременно повергается в исключительно болезненный в структурном отношении реверсивный процесс. В эти периоды функциональные группы профессионалов оказываются не у дел. Культура терпит очевидный крах и, утрачивая свои привычные черты, порой вынужденно возвращается к архаичному или какому-либо иному варианту своей социально-экономической структуры. Ситуации кризисной ломки культур, когда надвигаются тяжкие экологические перемены, когда пустеют "кладовые природы", кормившие миллионы людей и дававшие им работу, мы можем свободно наблюдать и в наши дни. Культура тогда испытывает острую нужду в принципиально новых технологиях, чтобы заполнить драматическую для нее лакуну. Однако, если ожидания свершаются, а за изобретениями технологий следует их широкое внедрение, то это уже будет означать *гибель старой и формирование на ее останках новой культуры.*

При этом, пожалуй, весьма любопытен один парадокс: экологические катастрофы, будучи исключительно опасным испытательным средством для любой культуры, одновременно становились у людей энергичным стимулятором в дальнейшей разработке новых и нетрадиционных технологий для преодоления возникшего кризиса. Приближаясь к финалу, выскажем такое соображение, что дефиниция антропогенных экологических катастроф должна непременно учитывать два важнейших обстоятельства, восходящих к социоэкологическим взаимодействиям. С одной стороны, неумеренное (хищническое) истребление природных ресурсов человеческими коллективами приводит к резким и порой необратимым изменениям в природном окружении. С другой стороны и в свою очередь, эти экологические изменения вызывают серьезные рефлекторные сдвиги в социальных структурах тех сообществ, деятельность которых содействовала этой критической ситуации. По существу такие действия культуры подобны эффекту бумеранга, отчего во многих случаях справедливее говорить не о разрушении культуры, но о ее саморазрушении.

И наконец, еще об одном: подобные катастрофы редко захватывают одно-единственное сообщество, процесс этот совсем не изолирован. Культуры, и даже самые древние, как правило, формируют родственные, тесно взаимосвязанные обширные блоки, где господствует единая стратегия экономики. Это влечет за собой синхронную и порой весьма протяженную цепь антропогенных экологических катастроф. Однако, по всей вероятности, всеобщим является вариант, когда сталкиваются как бы взаимоисключающие принципы хозяйствования, что и приводит к фактическому разрушению культур слабейших. Упомянем пример, уже привычный для нашей статьи: российская горнозаводская промышленность на Урале привела к гибели лесов на громадных пространствах. Для башкир и других народов Урала, ориентированных в своем хозяйстве на охоту, бортничество и т.п.,

---

[35] *Chernykh E.N.* Ancient Metallurgy in the USSR. The Early Metal Age. Cambr., 1992. P. 158–162.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

все это окончилось полной разрухой. Это же стало причиной многих восстаний в XVIII в.[36] Примеры же, сходные с упомянутым здесь, в человеческой истории по существу бесчисленны.

7. И наконец, в заключение наметим основные хронологические периоды эпохи раннего металла, а также те области, где в итоге бурного развития горнометаллургического производства с V по начало I тыс. до н.э. мы могли бы ожидать возникновение локальных или же достаточно обширных экологических антропогенных катастроф, где также были бы возможны все те драматические события, о которых шла речь выше.

Медный век, вторая половина V – начало IV тыс. до н.э.: север Балкан и Карпатский бассейн.

Ранний бронзовый век, вторая половина IV – начало III тыс. до н.э.: слабое развитие горного дела и металлургии в большинстве регионов.

Средний бронзовый век, середина III – начало II тыс. до н.э.: Кавказ, Малая Азия, Иран, Балкано-Карпатье, Эгеида, Альпы, Центральная Европа, Иберийский полуостров.

Поздний бронзовый век, вторая четверть II – начало I тыс. до н.э.: Альпы, Западная и Центральная Европа, Карпаты, Северные Балканы, Кавказ, Урал, юг Восточной Европы, Казахстан, Саяно-Алтай, Китай.

Е.Н. Черных

ANCIENT MINING AND SMELTING AND ANTHROPOGENIC ECOLOGICAL DISASTERS

(*To the Statement of the Problem*)

Ye.N. Chernykh

The article singles out two main stages in the development of mining and smelting in ancient times. The earlier and longer stage lasted from the middle or the secong half of the 5th millennium B.C. to the 18th – 19 th centuries A.D. The second, final stage in the development starts at the end of the 18th century. The article considers the impact of mining and smelting technologies on the earth's surface in various regions of the planet. The author draws the conclusion that ecological disasters which posed an extremely dangerous challenge to any culture at the same time played the role of a catalist in the further development of new non-traditional technologies to overcome the existing crises.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ