



РУДНЫЕ КАРЬЕРЫ

ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ

ИЗ КОСМОСА.

ГОРНЫЕ РАБОТЫ

И ЭКОЛОГИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ



УДК 622.2:528.8  
ББК 33.33+32.95-013  
P834

**А в т о р ы:** И. В. Зеньков (руководитель проекта), В. В. Жукова, Б. Н. Нефедов, Ю. П. Юронен, Е. В. Логинова, А. С. Морин, В. Н. Вокин, Е. В. Кирюшина, Е. А. Юронен, Т. А. Веретенова, К. В. Раевич, Ю. А. Маглинец, А. А. Латынцев

**Р е ц е н з е н т ы:**

И. М. Шадов, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Управление промышленными предприятиями» Иркутского национального исследовательского технического университета (г. Иркутск);

А. А. Батоева, доктор технических наук, заведующий лабораторией инженерной экологии Байкальского института природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (г. Улан-Удэ)

P834

**Рудные карьеры цветной металлургии России из космоса. Горные работы и экология нарушенных земель : монография / И. В. Зеньков, В. В. Жукова, Б. Н. Нефедов [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 604 с. ISBN 978-5-7636-4131-2**

Представлены новые результаты исследования карьеров на месторождениях руд цветных металлов на территории РФ – в Мурманской, Архангельской, Челябинской, Оренбургской, Кемеровской и Амурской областях, в Республиках Башкортостан и Хакасии, в Красноярском, Забайкальском и Хабаровском краях, – находящихся в открытой разработке, в стадии доработки запасов, а также отработанных в недавние годы. Раскрыта сущность технологий, систем разработки открытым способом месторождений руд цветных металлов с использованием спутниковых снимков высокого разрешения, находящихся в свободном доступе. Представлена информация о парке горного и транспортного оборудования. Отражены результаты экологического мониторинга нарушенных земель под горными работами и восстановления экосистем на горнопромышленных ландшафтах, сформированных в ходе разработки месторождений. Информация, изложенная в монографии, может быть использована при разработке стратегической программы развития горнодобывающей отрасли российской экономики.

Предназначена для специалистов, изучающих научно-практическое направление «Дистанционное зондирование Земли», работников сектора государственного управления в области экологии и природопользования, собственников и менеджмента карьеров по добыче руд цветных металлов, руководителей и специалистов крупных предприятий горного машиностроения, преподавателей и учащихся вузов по направлениям подготовки «Техносферная безопасность», «Экология», «Природопользование», «Горное дело», «Экономика и управление народным хозяйством».

**Электронный вариант издания см.:**  
<http://catalog.sfu-kras.ru>

**УДК 622.2:528.8**  
**ББК 33.33+32.95-013**

ISBN 978-5-7638-4131-2

© Институт вычислительных технологий СО РАН, 2019  
© Сибирский федеральный университет, 2019  
© Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, 2019

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
Г л а в а 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛУРГИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В РОССИИ .....	11
1.1. Классификация и получение цветных металлов .....	11
1.2. Краткие сведения о состоянии сырьевой базы цветной металлургии .....	14
1.3. Краткие сведения о предприятиях и перспективах развития цветной металлургии .....	17
Г л а в а 2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НАЗЕМНОЙ ФОТОСЪЕМКИ ОБЪЕКТОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ НА СНИМКАХ ИЗ КОСМОСА .....	22
2.1. Идентификация изображений наземной фотосъемки горных и транспортных машин, объектов карьерной логистики с изображениями на снимках из космоса .....	22
2.2. Идентификация изображений наземной фотосъемки объектов горнопромышленных ландшафтов с изображениями на снимках из космоса .....	38
Г л а в а 3. КАРЬЕРЫ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ И СЕВЕРА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ .....	52
3.1. Открытые горные работы на территории Ждановского месторождения медно-никелевых руд .....	52
3.2. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на территории горнопромышленного ландшафта рудника «Ждановский» .....	58
3.3. Открытые горные работы на территории северной части вкрапленных медно-никелевых руд месторождения «Норильск-1» .....	69
3.4. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на территории северной части месторождения «Норильск-1» .....	81

3.5. Результаты оценки экологии нарушенных земель на обработанных открытым способом месторождениях медно-никелевых руд на территории Мурманской области и севера Красноярского края .....	91
---	----

**Г л а в а 4. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН.....93**

4.1. Географическое расположение и геология разрабатываемых медно-колчеданных месторождений.....	93
4.2. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Учалинского медно-колчеданного месторождения.....	97
4.3. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Западно-Озерного медно-колчеданного месторождения.....	109
4.4. Открытые горные работы на территории Сибайского и Камаганского медно-колчеданных месторождений.....	119
4.5. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на территории Сибайского и Камаганского месторождений.....	125
4.6. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории медно-колчеданного месторождения «Юбилейное».....	138
4.7. Современное состояние открытых горных работ на медно-колчеданных месторождениях и экологии нарушенных земель в Республике Башкортостан .....	147

**Г л а в а 5. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ МЕДНЫХ РУД В ЧЕЛЯБИНСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЯХ ..... 150**

5.1. Географическое расположение и геология разрабатываемых и обработанных месторождений медных руд.....	150
5.2. Характеристика горнопромышленного ландшафта и экология нарушенных земель на территории медно-колчеданного месторождения имени XIX партсъезда .....	153
5.3. Характеристика горнопромышленного ландшафта и экология нарушенных земель на территории медно-колчеданного месторождения «Молодежное» .....	165
5.4. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Михеевского месторождения медно-порфиновых руд.....	177
5.5. Современное состояние открытых горных работ на месторождениях по добыче медных руд и экологии нарушенных земель в Челябинской области.....	188

---

5.6. Результаты оценки экологии горнопромышленного ландшафта на территории обработанного медно-колчеданного месторождения «Каменушинское» с использованием ресурсов ДЗЗ.....	190
<b>Глава 6. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>199</b>
6.1. Географическое расположение и геология медно-колчеданных месторождений .....	199
6.2. Характеристика горнопромышленных ландшафтов и экология нарушенных земель на территории обработанных медно-колчеданных месторождений «Блявинское» и «Яман-Касы».....	205
6.3. Характеристика горнопромышленного ландшафта и оценка экологических показателей нарушенных земель на территории медно-колчеданного месторождения «Гайское».....	216
6.4. Результаты оценки экологии горнопромышленного ландшафта на территории обработанного медно-колчеданного месторождения «Джусинское» с использованием ресурсов ДЗЗ .....	228
6.5. Результаты оценки экологии горнопромышленного ландшафта на территории обработанного медно-колчеданного месторождения «Летнее» с использованием ресурсов ДЗЗ.....	231
6.6. Открытые горные работы и результаты оценки экологии горнопромышленного ландшафта на территории медно-колчеданного месторождения «Осеннее» с использованием ресурсов ДЗЗ .....	233
6.7. Результаты оценки экологии горнопромышленного ландшафта на территории обработанного медно-колчеданного месторождения «Левобережное» с использованием ресурсов ДЗЗ .....	239
6.8. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Весенне-Аралчинского месторождения медно-цинковых руд.....	241
6.9. Современное состояние открытых горных работ на месторождениях по добыче медных руд и экологии нарушенных земель в Оренбургской области .....	251
<b>Глава 7. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>254</b>
7.1. Географическое расположение и геология золоторудных месторождений.....	254

7.2. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Березняковского золоторудного месторождения .....	258
7.3. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории Светлинского золоторудного месторождения.....	270
7.4. Открытые горные работы и экология нарушенных земель на территории золоторудных месторождений «Западный Курасан» и «Южный Курасан» .....	286
7.5. Современное состояние открытых горных работ и экологии нарушенных земель на золоторудных месторождениях в Челябинской области.....	299
<b>Глава 8. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА КРУПНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ.....</b>	<b>302</b>
8.1. Географическое расположение и геология разрабатываемых золоторудных месторождений .....	302
8.2. Открытые горные работы на Олимпиадинском месторождении .....	305
8.3. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на Олимпиадинском золоторудном месторождении .....	312
8.4. Открытые горные работы на золоторудном месторождении «Титимухта» и экология нарушенных земель.....	328
8.5. Открытые горные работы на золоторудном месторождении «Благодатное» и экология нарушенных земель .....	336
8.6. Современное состояние открытых горных работ на крупных золоторудных месторождениях и экологии нарушенных земель в Красноярском крае .....	351
<b>Глава 9. ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ И ХАБАРОВСКОМ КРАЕ .....</b>	<b>353</b>
9.1. Географическое расположение и геология разрабатываемых золоторудных месторождений .....	353
9.2. Открытые горные работы на золоторудном месторождении «Пионер» .....	360
9.3. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на золоторудном месторождении «Пионер» .....	369
9.4. Открытые горные работы на Покровском золоторудном месторождении .....	388

---

9.5. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологии нарушенных земель на Покровском золоторудном месторождении.....	400
9.6. Открытые горные работы на золоторудном месторождении «Албын» и экология нарушенных земель .....	409
9.7. Открытые горные работы на Албазинском золоторудном месторождении и экология нарушенных земель .....	422
9.8. Современное состояние открытых горных работ на золоторудных месторождениях и экологии нарушенных земель в Амурской области и Хабаровском крае.....	434
<b>Г л а в а 10. КАРЬЕРЫ ПО ДОБЫЧЕ МОЛИБДЕНА И НИКЕЛЯ.....</b>	<b>437</b>
10.1. Географическое расположение и геология отработанных и разрабатываемых месторождений молибденовых и никельсодержащих руд .....	437
10.2. Характеристика горнопромышленного ландшафта и экология нарушенных земель на Черемшанском месторождении никелевых руд.....	442
10.3. Характеристика горнопромышленного ландшафта и экология нарушенных земель на Синарском и Черноозерском месторождениях никелевых руд .....	462
10.4. Открытые горные работы на Сорском медно-молибденовом месторождении.....	468
10.5. Информационное обеспечение мониторинга экологии нарушенных земель при разработке открытым способом Сорского медно-молибденового месторождения .....	480
10.6. Характеристика горнопромышленного ландшафта и экология нарушенных земель на Жирекенском молибденовом месторождении .....	495
10.7. Современное состояние открытых горных работ на месторождениях по добыче молибденовых и никелевых руд открытым способом и экологии нарушенных земель .....	511
<b>Г л а в а 11. КАРЬЕРЫ ПО РАЗРАБОТКЕ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ, НЕФЕЛИНОВЫХ И БОКСИТОВЫХ РУД.....</b>	<b>514</b>
11.1. Открытые горные работы на месторождениях апатит-нефелиновых руд в Мурманской области .....	514
11.2. Информационное обеспечение мониторинга экологии нарушенных земель при разработке открытым способом апатит-нефелиновых месторождений в Мурманской области.....	521

11.3. Открытые горные работы на Иксинском месторождении бокситов.....	540
11.4. Информационное обеспечение мониторинга экологии нарушенных земель при разработке Иксинского месторождения бокситов .....	546
11.5. Открытые горные работы на Кия-Шалтырском месторождении нефелинов .....	599
11.6. Информационное обеспечение мониторинга экологии нарушенных земель при разработке Кия-Шалтырского нефелинового месторождения.....	567
11.7. Современное состояние открытых горных работ на месторождениях по добыче апатитов, нефелинов, бокситов и экологии нарушенных земель.....	581
<b>Глава 12. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРКА ГОРНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА РУДНЫХ КАРЬЕРАХ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ В СВОБОДНОМ ДОСТУПЕ .....</b>	<b>584</b>
12.1. Количественные показатели парка горнотранспортного оборудования на рудных карьерах цветной металлургии России.....	584
12.2. Структура земель под горными работами и сформированными экосистемами на горнопромышленных ландшафтах при разработке месторождений руд цветных металлов открытым способом на территории России .....	588
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>598</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>600</b>



# Глава 1

---

---

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛУРГИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ В РОССИИ

### 1.1. Классификация и получение цветных металлов

Согласно промышленной классификации все металлы делят на две группы: черные и цветные. К черным металлам относятся железо и его сплавы, марганец, ванадий и хром. Все остальные металлы составляют группу цветных.

В свою очередь, цветные металлы по их физико-химическим свойствам подразделяют на следующие подгруппы:

- тяжелые цветные металлы с плотностью больше  $5 \text{ г/см}^3$ : медь, никель, свинец, олово, цинк, кадмий, кобальт, мышьяк, сурьма;

- легкие цветные металлы с плотностью до  $5 \text{ г/см}^3$ : алюминий, магний, натрий, бериллий, литий, барий, кальций, стронций, калий, титан, цирконий;

- благородные металлы: золото, серебро, платина, осмий, иридий, родий, рутений, палладий;

- редкие металлы, которые, в свою очередь, подразделяют на: тугоплавкие с температурой плавления более  $1873 \text{ }^\circ\text{K}$ ; рассеянные; редкоземельные; радиоактивные.

Исходным сырьем для производства абсолютного большинства как черных, так и цветных металлов являются минеральные образования – руды. Рудой называют горную породу, содержащую металл в такой форме и в таком количестве, что его экономически выгодно извлекать из земной коры на данном этапе развития техники. Руда, содержащая любой черный или цветной металл, состоит обычно из двух основных частей: рудного минерала, представляющего химическое соединение металла с другим (другими) элементом, механически перемешанного с соединениями, не содержащими данного металла, – пустой породой.

Все рудные минералы (более 3 000) по вещественному составу подразделяются на: самородные (золото, платина, сера, углерод); сульфидные – это минералы, в состав которых входит сера; несульфидные

(окисленные), которые подразделяются на окислы, силикаты, карбонаты; смешанные.

Процесс получения металла из руды включает две последовательные операции: отделение рудного минерала от пустой породы достигается в процессе обогащения на обогатительных фабриках; отделение металла от элемента, с которым он образует химическое соединение, происходит в пиро- или гидрометаллургических процессах на металлургических предприятиях.

Основные характеристики руд цветных металлов:

1. Руды цветных металлов являются комплексным сырьем. В рудах цветных металлов, наряду с основными металлами (медью, свинцом, цинком, никелем, кобальтом, молибденом, вольфрамом, висмутом), присутствуют золото, серебро, кадмий, индий, селен, теллур, рений, таллий, галлий, редкие земли, сера, барит, флюорит, кварц и другие элементы и минералы. Основная масса (80–85 %) цветных металлов в рудах представлена сульфидными минералами. благородные металлы и примеси присутствуют в рудах главным образом в виде изоморфных примесей и тонкодисперсных включений в минералы основных и сопутствующих полезных компонентов. Несульфидные минералы представлены оксидами, силикатами, карбонатами, фосфатами и другими породными минералами в различном их соотношении.

2. Низкое содержание цветных металлов в рудах. Среднее содержание меди в медно-порфировых рудах в настоящее время составляет около 1 %, в медистых песчаниках – 2 %, в медно-колчеданных рудах – 1,4 %. В этих же пределах изменяются средние содержания свинца, никеля и цинка. Содержания сопутствующих металлов при этом оцениваются обычно десятками, сотыми и тысячными долями процента. Постоянный рост производства и потребления основных цветных металлов (меди, свинца, цинка, никеля) сопровождается непрерывным снижением их содержания в перерабатываемых рудах. Например, среднее содержание меди в медных рудах за последние 90 лет уменьшилось в 10 раз и составляет в настоящее время около 1,3 %.

3. Руды цветных металлов весьма разнообразны и изменчивы по химическому и минеральному составу, характеру вкрапленности и степени окисленности, крепости, дробимости, измельчаемости, обогатимости. Различные сочетания свойств руд создают большое многообразие их типов и разновидностей, отличающихся между собой важными технологическими свойствами по отношению к процессам дробления, измельчения, обогащения и др.

4. Руды цветных металлов имеют сложные горно-геологические условия залегания. Месторождения цветных металлов обычно отличаются сравнительно небольшими запасами, сложностью и разобщенностью руд-

ных тел, весьма крепкими рудами и вмещающими породами, предопределяющими большую трудоемкость при их разработке.

5. Руды цветных металлов отличает тонкая дисперсная связь ценных компонентов с вмещающими горными породами и между собой. Как правило, руды цветных металлов требуют хорошего измельчения, чтобы разрушить эти связи.

Перерабатываемые в металлургическом переделе руды должны иметь: высокое содержание металла (или, что то же самое, минимальное содержание пустой породы); оптимальный состав пустой породы; минимальное содержание вредных примесей; требуемый для данной технологии гранулометрический состав руды; максимальную однородность химического и гранулометрического составов рудного материала.

Добытые из недр земли руды, как правило, не отвечают этим требованиям и нуждаются в предварительной обработке, представляющей часто целый комплекс специальных операций. Обогащением руды называется комплекс процессов, с помощью которых от руды существующими физическими и физико-химическими методами отделяют минералы пустой породы.

В результате обогащения происходит: концентрация ценного компонента в десятки, сотни раз; удаление вредных примесей из концентратов, что облегчает металлургический или другой последующий передел; сокращение затрат на перевозки материала потребителю (за счет сокращения общей массы продукта).

Продуктами обогащения являются:

- концентрат – материал, содержащий полезного минерала больше, чем его было в исходной руде. При обогащении многокомпонентных полезных ископаемых получают два или более концентрата. Концентраты должны удовлетворять ГОСТу или техническим условиям;

- хвосты – материал, состоящий в основном из пустой породы и содержащий небольшое количество полезного минерала. Это отходы обогащения. Но отвальные хвосты за один цикл обогащения удается получить не всегда. Если хвосты содержат много полезного минерала, их подвергают повторному обогащению один или несколько раз, в результате чего получают отвальные хвосты и продукт, обогащенный полезным минералом. Это продукты более бедные, чем основные концентраты. Они занимают по содержанию полезного элемента промежуточное положение между концентратом и хвостами и называются промежуточными продуктами (промпродукты), которые подвергают дополнительному обогащению.

Обогатительная фабрика – это промежуточное звено между рудником и металлургическим заводом. Мощность фабрики определяется обычно количеством переработанной руды и бывает различной – от десятков тысяч до нескольких миллионов тонн в год.

Методы получения металлов из руд (концентратов) можно разделить на пирометаллургические и гидрометаллургические.

Пирометаллургические процессы – это химические процессы, протекающие в металлургических агрегатах при высоких (700–2 000 °С) температурах. Это различные виды плавки и обжига.

Принцип гидрометаллургического способа переработки руд заключается в следующем: извлекаемый металл переводится в раствор, раствор отделяют от твердого остатка (пустой породы), а затем металл выделяют из раствора в форме элемента или химического соединения. Это процессы выщелачивания, сорбции, экстракции, цементации и т.д.

## **1.2. Краткие сведения о состоянии сырьевой базы цветной металлургии**

Сырьевая база цветной металлургии на территории РФ обладает рядом особенностей, к которым относят следующие.

Весьма низкое в количественном отношении содержание полезных компонентов в исходных рудах (медные – от 1 до 5 %, свинцово-цинковые – от 1,5 до 5,5 %, никелевые – от 0,3 до 5,5 %, оловянные – от 0,01 до 0,7 %, молибденовые – от 0,005 до 0,04 %). Для получения, например, 1 т меди требуется переработать не менее 200 т руды, никеля – до 300 т, олова – до 10 000 т. Расход сырья на 1 т готовой продукции в сотни раз превосходит объем готового изделия, а при производстве редких металлов – в сотни тысяч раз.

Руды цветных металлов обладают многокомпонентным составом. Например, полиметаллические руды, кроме свинца и цинка, содержат медь, железо, серу, золото, кадмий, серебро, селен, теллур, индий, галлий и другие элементы, в общей сложности до 30. Причем многие «спутники» по ценности значительно превосходят основные компоненты и иногда не образуют самостоятельных месторождений. Следовательно, в цветной металлургии велико значение комплексного использования сырья и производственного внутриотраслевого комбинирования.

Большинство месторождений руд цветных металлов отличается сложными горно-геологическими условиями разработки, суровыми природно-географическими условиями районов расположения. Качество руд (кроме медных и никелевых) характеризуется более низкими показателями по сравнению с зарубежными аналогами.

Огромна топливоемкость и электроемкость сырья в процессе его переработки. При получении 1 т никеля используется до 55 т топлива, для цинка – до 3 т, черновой меди – до 3,5 т, глинозема – до 12 т и т.д.). Для

производства 1 т алюминия требуется до 17 тыс. кВт/ч электроэнергии, 1 т титана – до 20–60 тыс. кВт/ч, магния – до 20 тыс. кВт/ч и т.д.

Особенности сырьевой и топливно-энергетической баз оказывают сильное влияние на размещение цветной металлургии, которая является материало- и энергоемкой отраслью промышленности. В связи с этим размещение цветной металлургии зависит главным образом от сырьевой базы. При этом обогащение непосредственно привязано к местам добычи руд цветных металлов, за исключением тех случаев, когда вблизи отсутствуют достаточно надежные источники водоснабжения, так как обогащение требует большого количества воды (8–10 тыс. м<sup>3</sup> на 1 т полиметаллических руд, 15–20 тыс. м<sup>3</sup> на 1 т медно-никелевых руд и т.д.).

Особенностью цветной металлургии, как уже было отмечено, является высокая энергоемкость сырья в процессе его подготовки к металлургическому переделу и переработке. В связи с этим в отрасли различают топливоемкие и электроемкие производства. В целом же по отрасли доля топливно-энергетических затрат составляет от 10 до 50–65 % общих затрат на 1 т производимой продукции. Эта особенность сырьевой базы обуславливает размещение цветной металлургии в регионах, наиболее обеспеченных электроэнергией.

На территории России имеется богатая сырьевая база для следующих типов предприятий цветной металлургии: медной подотрасли, свинцово-цинковой подотрасли, никель-кобальтовой подотрасли, оловянной подотрасли, алюминиевой подотрасли, вольфрам-молибденовой подотрасли, титан-магниевого подотрасли, редкометалльной подотрасли.

Алюминиевая промышленность выпускает легкий цветной металл. В качестве сырья она использует бокситы, месторождения которых находятся на Северо-Западе, Севере, Урале, в Восточной Сибири, а также нефелины, месторождения которых расположены на Севере, в Западной Сибири. Ежегодно для алюминиевой промышленности импортируется 3 млн т глинозема и бокситов, что свидетельствует о дефиците высококачественного алюминиевого сырья. В то же время в России есть огромные запасы нефелинов, но производство из них глинозема связано с большими затратами энергоресурсов.

Технологический процесс получения алюминия состоит из следующих основных стадий: добыча и обогащение сырья, производство полупродукта – глинозема, выпуск металлического алюминия. На каждую из стадий технологического процесса оказывают влияние различные факторы размещения. При изготовлении металлического алюминия расходуется большое количество массовой и дешевой энергии, среди которых первостепенную роль играют мощные ГЭС.

Производства глинозема и получение металлического алюминия территориально могут совпадать. Большую часть глинозема производят в европейской части страны: в Бокситогорске – на основе тихвинских бок-

ситов, в Волхове и Пикалево – на хибинских нефелинах, в Краснотурьинске и Каменск-Уральском используют северо-уральские бокситы.

Медная промышленность – одна из старейших отраслей цветной металлургии в нашей стране. Ее развитие началось в XVIII в. на Урале. Медь долгое время оставалась одним из самых потребляемых цветных металлов. Современная технология медной промышленности основывается на трех стадиях: добыча и обогащение руд, выплавка черновой меди, выплавка рафинированной меди. Медная промышленность из-за низкого содержания металла в руде сохранилась в основном в районах добычи, т.е. в Уральском экономическом районе. Здесь разрабатываются руды Гайского, Красноуральского, Ревдинского, Сибайского, Подольского, Юбилейного и других месторождений.

Сырьем для медной промышленности служат медно-никелевые и полиметаллические руды. На Урале металлургический передел значительно превосходит добычу и обогащение. Поскольку своих ресурсов не хватает, здесь используют привозные концентраты (из Казахстана, с Кольского полуострова) с содержанием металла 30–40 %. Здесь работают 10 медеплавильных заводов. Черновую медь производят на Красноуральском, Кировоградском, Среднеуральском, Медногорском и других предприятиях, а рафинирование меди – на специализированных Верхнепышминском и Кыштымском заводах.

В других районах страны также существуют предприятия по производству меди: в Северном районе (Мончегорск), в Красноярском крае (Норильский ГК). На севере Читинской области завершена разведка и ведется подготовка к началу промышленного освоения третьего в мире по объему запасов Удоканского месторождения медных руд. Ряд предприятий по рафинированию и прокату меди возник вне районов получения черновой меди (Москва), здесь огромное значение приобрело вторичное использование меди (медного лома).

Свинцово-цинковая промышленность базируется на использовании разных по составу полиметаллических руд. Особенность их переработки заключается в добыче, обогащении, выделении рудных минералов, получении разными методами металлов, рафинировании. Свинец и цинк широко применяют в различных сферах человеческой деятельности. Цинк, обладая антикоррозионными свойствами, используется для оцинкования железного листа, телеграфных проводов, труб различного назначения, входит в состав некоторых фармацевтических препаратов. Свинец необходим для изготовления кислотоупорной аппаратуры, различных труб и сосудов для химической промышленности и т.п., кроме того, свинец хорошо поглощает рентгеновские и ядерные излучения.

Территориальная организация свинцово-цинковой промышленности отличается от медной тем, что не всегда и не везде свинец и цинк

в чистом виде получают одновременно, т.е. для отрасли характерен территориальный разрыв отдельных стадий технологического процесса. Это становится возможным при получении концентратов руд с содержанием металла 60–70 %, что делает выгодным их транспортировку на большие расстояния. Для получения металлического свинца требуется относительно небольшое количество топлива по сравнению с цинковым переделом. Однако в целом свинцово-цинковая промышленность тяготеет к месторождениям полиметаллических руд, которые находятся на Северном Кавказе, в Западной Сибири, Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. На Урале цинк содержится в медных рудах. Полный металлургический передел представлен во Владикавказе, в Челябинске осуществляется производство металлического цинка из привозных концентратов, а в Среднеуральске выпускаются цинковые концентраты; в Белово (Западная Сибирь) получают свинцовый концентрат и выплавляют цинк, в Нерчинске (Восточная Сибирь) производят свинцовые и цинковые концентраты. Дефицит потребляемого в России свинца покрывается поставками из Казахстана.

Никель-кобальтовая промышленность тесно связана с источниками сырья из-за низкого содержания металлов в рудах (0,3 % никеля и 0,2 % кобальта в сульфидных рудах), сложности их переработки, большого расхода топлива, многостадийности процесса и необходимости комплексного использования сырья. На территории Российской Федерации разрабатывают руды двух типов: сульфидные медно-никелевые рядом с Мончегорском и Печенга-Никелем на Кольском полуострове, на Талнахском месторождении рядом с Норильском; окисленные никелевые руды добывали на Режском, Уфалейском и Орском месторождениях Урала.

Титано-магниева промышленность – относительно новая отрасль цветной металлургии. Месторождения, руды которых содержат магний, находятся на Урале, Кольском полуострове, в Западной Сибири. Получение титана и магния отличается большой электроемкостью. Если заводы по производству магния первоначально возникли у источников сырья, то предприятия по производству титана строились в местах дешевой энергии, они работают на привозном сырье и концентратах. В перспективе в составе Тимано-Печерского ТПК намечено создать титано-магниевою промышленность.

### **1.3. Краткие сведения о предприятиях и перспективах развития цветной металлургии**

Цветная металлургия России производит разнообразные по физическим и химическим свойствам конструкционные материалы и имеет свою специфику.

1. Отрасль отличается высокой концентрацией производства. Предприятия-монополисты составляют 12 % от общего числа предприятий.

2. Это экологически вредное производство. По степени загрязнения атмосферы, водных источников и почвы цветная металлургия превосходит все другие отрасли, имеющие в составе горнодобывающую промышленность.

3. На предприятиях цветной металлургии самые большие расходы, связанные с потреблением топлива и транспортными перевозками. Причем за последние годы из-за роста цен на ресурсы и транспорт, жесткой валютной политики государства, огромных налогов доля расходов на топливо и энергию увеличилась с 16 до 40 %, а доля транспортных расходов возросла с 6 до 20 %.

В связи с разнообразием используемого сырья и широким применением цветных металлов в современной промышленности цветная металлургия характеризуется сложной структурой. В связи с тем что в цветной металлургии приходится извлекать намного больше, чем в черной металлургии, горных пород на единицу готовой продукции и из-за значительной фондоемкости процесса добычи и обогащения, осуществляемого в районах добычи, существенное значение придается открытому способу разработки месторождений руд цветных металлов (более 2/3 всех месторождений). Получение дорогостоящих концентратов руд цветных металлов дает возможность транспортировать их на большие расстояния и тем самым территориально разобщить процессы добычи, обогащения и непосредственно металлургический передел.

Особенность технологического процесса получения цветных металлов состоит в том, что металлургический передел – энергоемкий процесс, требующий иногда до десятков тысяч киловатт-часов на 1 т готовой продукции, поэтому он размещается в районах дешевого сырья и топлива, что также становится одной из причин территориального разрыва стадий производства.

Крупнейшими российскими предприятиями медной подотрасли являются: Бурибаевский ГОК, Гайский ГОК (входит в холдинг «УГМК»), «Карабашмедь», Красноуральский медеплавильный комбинат, Кировградский медеплавильный комбинат, Медногорский медно-серный комбинат (входит в холдинг «УГМК»), «Ормет» (принадлежит РАО «Газпром»), «Производство полиметаллов» (входит в холдинг «УГМК»), «Сафьяновская медь» (входит в холдинг «УГМК»), «Святогор» (входит в холдинг «УГМК»), Среднеуральский медеплавильный завод (входит в холдинг «УГМК»), «Уралэлектромедь» (входит в холдинг «УГМК»).

Крупнейшими российскими предприятиями свинцово-цинковой подотрасли являются: Башкирский медно-серный комбинат, Беловский цинковый завод, Горевский ГОК, «Дальполиметалл», «Рязцветмет», Садонский свинцово-цинковый комбинат, Учалинский ГОК, Челябинский электролитно-цинковый завод, «Электроцинк».



Крупнейшими российскими предприятиями никель-кобальтовой подотрасли являются: ГК «Норильский никель» (принадлежит компании «Интеррос»), ПО «Режникель» (принадлежит РАО «Газпром»), «Уфалей-никель», «Южуралникель».

Крупнейшими российскими предприятиями оловянной подотрасли являются: Дальневосточная горная компания, «Дальолово» (принадлежит компании «НОК»), «Депутатсколово», Новосибирский оловянный комбинат, «Хинганское олово» (принадлежит компании «НОК»).

Крупнейшими российскими предприятиями алюминиевой подотрасли являются: Ачинский глиноземный завод (входит в холдинг «РусАЛ»), Богуславский алюминиевый завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Белокалитвинское металлургическое ПО (входит в холдинг «РусАЛ»), Бокситогорский глиноземный завод, Братский алюминиевый завод (входит в холдинг «РусАЛ»), Волгоградский алюминиевый завод, Волховский алюминиевый завод, Иркутский алюминиевый завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Каменск-Уральский металлургический завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Кандалакшский алюминиевый завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Красноярский алюминиевый завод (входит в холдинг «РусАЛ»), «Михалюм» (входит в холдинг «СУАЛ»), Надвоицкий алюминиевый завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Новокузнецкий алюминиевый завод (входит в холдинг «РусАЛ»), Самарский металлургический завод (входит в холдинг «РусАЛ»), Саянский алюминиевый завод (входит в холдинг «РусАЛ»), Ступинская металлургическая компания (принадлежит РАО «Газпром»), Уральский алюминиевый завод (входит в холдинг «СУАЛ»), Фольгопрокатный завод.

Крупнейшими российскими предприятиями вольфрам-молибденовой подотрасли являются: «Гидрометаллург», Жирекенский ГОК, Кировградский завод твердых сплавов, Лермонтовская горно-рудная компания, Приморский ГОК, Сорский ГОК.

Крупнейшими российскими предприятиями титан-магниевого подотрасли являются: АВИСМА, ВСМПО, Соликамский магниевый завод.

Крупнейшими российскими предприятиями редкометалльной подотрасли являются: Забайкальский ГОК, Орловский ГОК, «Севредмет» (принадлежит ЗАО «ФТК»).

Главная цель развития цветной металлургии России в 2014–2020 гг. на перспективу до 2030 г. – обеспечение растущего спроса на цветные металлы и изделия из них в необходимых номенклатуре, качестве и объемах поставок металлопотребляющим отраслям на внутренний рынок (с учетом перспектив их развития), на рынок стран СНГ и мировой рынок на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения ее экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, конкурентоспособности продукции, импортозамещения и сырьевого обеспечения.

Стратегия разработана исходя из основных макроэкономических показателей экономики страны на перспективу, в том числе Прогноза долгосрочного социально-экономического развития экономики России на период до 2030 г., основных направлений внешнеэкономической политики Российской Федерации до 2020 г., оценки производственного потенциала отрасли и основных тенденций в инвестиционной и инновационной деятельности, перспектив развития российских и мировых рынков металлопродукции с учетом принятых планов развития федеральными и региональными органами исполнительной власти, предприятиями, союзами и ассоциациями металлургической промышленности, а также предприятиями отраслей потребления цветных металлов с учетом необходимости реализации стратегий развития судостроения, авиации, транспортного машиностроения, энергетики, железнодорожного транспорта, строительства и других отраслей экономики.

Индекс производства цветных металлов в 2017 г. составил 97,5 %. Развитие отрасли в 2017 г. определялось двумя разнонаправленными факторами. С одной стороны, наблюдалось сокращение внутреннего спроса на цветные металлы со стороны строительного комплекса (его доля во внутреннем потреблении 30–40 %) и высокотехнологичных секторов экономики (в первую очередь автомобилестроения). С другой стороны, сохранились на прежнем уровне или незначительно выросли объемы экспортных поставок меди и изделий из нее, свинца, цинка, никеля и титана. При этом наблюдалось снижение экспортных поставок алюминия и изделий из него.

В январе – июле 2018 г. производство цветных металлов выросло на 1,7 %. Рост производства обусловлен в основном увеличением производства первичных металлов (алюминия, меди, свинца, цинка, магния, кобальта и титана) при существенном снижении объемов производства продукции с высокой добавленной стоимостью. Цветная металлургия вследствие своей экспортной направленности за последние годы испытала меньше падения производства, чем отрасли, работающие на внутренний рынок. Здесь более высокая по сравнению с другими отраслями тяжелой промышленности заработная плата. Но себестоимость продукции зависит в значительной мере от изменения тарифов на электроэнергию, так как производство отличается высокой энергоемкостью.

По итогам первого полугодия 2018 г. рост экспортных поставок наблюдается по алюминию и изделиям из него (112,1 % к уровню 2017 г.), по меди и изделиям из нее (110,5 %), по никелю и изделиям из него (101,5 %). Объемы импорта основных цветных металлов в общем объеме производства невелики (6–7 % для изделий из меди и алюминия и менее 1,0 % для никеля и изделий из него).

В среднесрочной перспективе не ожидается существенного роста объемов производства цветных металлов, при этом долгосрочное развитие

отечественного металлургического комплекса будет зависеть от эффективности программ компаний по реструктуризации и модернизации действующих производств.

Инвестиционная политика компаний отрасли в прогнозный период будет достаточно активной и в основном будет направлена на завершение начатых крупных проектов, особенно по развитию сырьевой базы и глубокой модернизации действующих мощностей с акцентом на решение экологических проблем и улучшение условий труда.

В настоящее время осуществляется крупная программа по модернизации алюминиевой промышленности Российской Федерации, в результате которой уже были закрыты и выведены из эксплуатации устаревшие мощности на Богословском, Волгоградском, Волховском, Новокузнецком и Уральском алюминиевых заводах. Ведется работа по их перепрофилированию.

Намечено строительство второй очереди Богучанского алюминиевого завода (пусковая мощность 147 тыс. т в год, пуск планируется на 2019 г.). Строительство Тайшетского алюминиевого завода продолжается, однако сроки ввода мощностей по производству первичного алюминия перенесены за 2020 г., а на 2020 г. запланирован пуск анодного производства.

На второе полугодие 2018 г. наметили пуск второй очереди крупного прокатного комплекса по производству широкоформатного листа на ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», объем инвестиций оценивается в размере 45 млрд руб.

В среднесрочной перспективе намечено завершение модернизации мощностей ОАО «ГМК «Норильский никель», вместе с тем сохранится имеющаяся кооперация по производству рафинированного никеля на мощностях компании в Финляндии.

Ведется создание новых обрабатывающих центров в особой экономической зоне «Титановая долина», осуществляется техническое перевооружение заводов по обработке цветных металлов и дальнейшее развитие сырьевой базы. Начата реализация программы по формированию в Российской Федерации промышленности по производству редких и редкоземельных металлов.

Итак, мы познакомились с особенностями руд цветных металлов, существующей минерально-сырьевой и металлургической базы цветной металлургии России. Для того чтобы перейти к изучению результатов исследования состояния горных работ и экологии нарушенных земель на исследуемых месторождениях с использованием космических технологий ДЗЗ, кратко остановимся на идентификации изображений горных и транспортных машин, элементов логистики и горнопромышленных ландшафтов на космоснимках с изображениями, полученными в ходе наземной фотосъемки.

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НАЗЕМНОЙ ФОТОСЪЕМКИ ОБЪЕКТОВ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ С ИЗОБРАЖЕНИЯМИ НА СНИМКАХ ИЗ КОСМОСА

## 2.1. Идентификация изображений наземной фотосъемки горных и транспортных машин, объектов карьерной логистики с изображениями на снимках из космоса

Открытые горные работы на любом месторождении твердых полезных ископаемых предполагают работу горных и транспортных машин, а также глобальную трансформацию природных ландшафтов в горнопромышленные. У нас была уникальная возможность провести идентификацию изображений наземной фотосъемки горных и транспортных машин, а также объектов производственной инфраструктуры на Коршуновском горно-обогатительном комбинате с изображениями аналогичных объектов на снимках из космоса.

Результаты идентификации мы считаем корректными при использовании для открытых горных работ не только на железорудных месторождениях, но и месторождениях углей, алмазов, медно-цинковых, молибденовых, никелевых руд.

Далее на рисунках показано горнотранспортное оборудование на снимках из космоса с расстояния 400 км от Земли и на фотографиях, сделанных с расстояния шаговой доступности от объектов съемки. Отметим, что открытые горные работы на железорудных месторождениях, как и на любых других, начинаются с подготовки горных пород к экскавации.

На рис. 2.1 кольцом красного цвета обведены два буровых станка СБШ-250, причем верхний станок находится в рабочем состоянии с поднятой мачтой, а нижний, по всей видимости, – в транспортном положении с мачтой, находящейся в горизонтальном положении.

На рис. 2.2 показан буровой станок СБШ-250 в процессе бурения взрывных скважин. Наклон мачты соответствует положению, в котором бурят наклонные скважины для так называемого приконтурного взрыва-

ния на завершающей стадии обработки уступов при их постановке в нерабочее стационарное положение.

Скважины бурят диаметром 250 мм глубиной до 32 м. После того как буровые станки закончили бурение скважин, начинают их зарядку. Длина взрывного блока достигает 300 м и более. Поэтому объем взрывчатого вещества, заряжаемого в скважины, может составлять несколько десятков и сотен тонн. Два массовых взрыва, производимых в разное время на карьере, можно видеть на рис. 2.3.



Рис. 2.1. Буровые станки СБШ-250 на снимке из космоса



Рис. 2.2. Буровой станок СБШ-250 в карьере «Кориуновский»

После того как горную массу подготовили к экскавации, к созданному развалу подгоняют экскаваторы типа ЭКГ или ЭГ для ее погрузки в средства железнодорожного или автомобильного транспорта.

На рис. 2.4 показан гидравлический экскаватор типа «прямая лопата» Komatsu PC 4000 с ковшем емкостью 18 м<sup>3</sup>. Тот же экскаватор демонстрирует фотоснимок на рис. 2.5.

На снимке из космоса гидравлический экскаватор типа «прямая лопата» Komatsu PC 4000 с ковшом емкостью  $18 \text{ м}^3$  работает в экскаваторном забое на погрузке горной массы в автосамосвал (рис. 2.6). Тот же экскаватор запечатлен на фотоснимке (рис. 2.7).



Рис. 2.3. Фрагменты взрывных работ в карьере «Коршуновский»

На снимке из космоса гидравлический экскаватор типа «обратная лопата» Komatsu PC 3000 с ковшом емкостью  $12 \text{ м}^3$  работает в экскаваторном забое на погрузке горной массы в автосамосвал (рис. 2.8). Тот же экскаватор показан на фотоснимке (рис. 2.9).

Этот же гидравлический экскаватор № 96 Komatsu PC 3000 с ковшом емкостью  $12 \text{ м}^3$  запечатлен в другом экскаваторном забое на погрузке горной массы в автосамосвал (рис. 2.10). Тот же экскаватор показан на фотоснимке (рис. 2.11).

Карьерный гусеничный экскаватор ЭКГ-8и с ковшом емкостью  $8 \text{ м}^3$  работает в экскаваторном забое на погрузке горной массы в автосамосвал (рис. 2.12). Экскаватор в момент снимка находился на западном фланге карьера. Тот же экскаватор изображен на фотоснимке (рис. 2.13).

Аналогичный карьерный гусеничный экскаватор ЭКГ-8и с ковшом емкостью  $8 \text{ м}^3$  изображен в экскаваторном забое на погрузке горной массы в автосамосвал на рис. 2.14. Экскаватор в момент снимка находился в центральном секторе карьера. Тот же экскаватор показан на фотоснимке на рис. 2.15.

После того как экскаватор погрузит горную массу в автосамосвал, она доставляется на внутрикарьерные перегрузочные склады. Отметим, что на карьере «Коршуновский» груженные вскрышными породами или рудой автосамосвалы на поверхность не выезжают. Вся горная масса выгружается на промежуточных складах, откуда ее экскаваторами ЭКГ-8и загружают в железнодорожные думпкары и транспортируют либо на отвалы, либо на обогатительную фабрику. На рис. 2.16 отражен момент начала разгрузки автосамосвала на складе, а также экскаватор ЭКГ-8и на погрузке предпоследнего думпкара в железнодорожном составе.



*Рис. 2.4. Гидравлический экскаватор типа «прямая лопата» Komatsu PC 4000 на снимке из космоса*



*Рис. 2.5. Гидравлический экскаватор типа «прямая лопата» Komatsu PC 4000*



*Рис. 2.6. Экскаватор Komatsu PC 4000 в работе на снимке из космоса*



*Рис. 2.7. Экскаватор Komatsu PC 4000 в работе*





*Рис. 2.8. Экскаватор Komatsu PC 3000 в работе на снимке из космоса*



*Рис. 2.9. Экскаватор Komatsu PC 3000 в работе*