



корпорация

российский
учебник

«МИРОВАЯ ЧЁРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

Баранчиков Евгений Владимирович

к.г.н., доцент, старший научный редактор

научного издательства «Большая Российская энциклопедия»

Чёрная металлургия – одна из ведущих отраслей комплекса конструкционных материалов. Её доля в мировом и российском промышленном производстве (по стоимости продукции) составляет около 10%.

Для **чёрной металлургии** характерны обширные производственные взаимосвязи с другими отраслями промышленности, сельским хозяйством и различными секторами сферы услуг.

Чёрная металлургия производит крупнотоннажную продукцию (её весовые характеристики исчисляются десятками миллионов тонн).

Виды продукции **чёрной металлургии**:

- **ЧУГУН** – сплав железа с углеродом (доля свыше 2,14%). Углерод придаёт чугуну твёрдость, но лишает его ковкости (вязкости и пластичности);
- **СТАЛЬ** (стали) – сплав железа с углеродом (доля менее 2,14%). Обладает таким важным свойством, как ковкость;
- **ФЕРРОСПЛАВЫ** – сплавы железа с легирующими цветными металлами (от нем. *legieren* – «сплавлять»). Обладают уникальными свойствами (твёрдость, тугоплавкость, устойчивость к износу, разрыву, коррозии, кислотам и др.), поэтому производятся адресно и, как правило, в небольшом объёме. Легирующие металлы («витамины чёрной металлургии», их доля в ферросплаве составляет несколько процентов): марганец (Mn), хром (Cr), никель (Ni), кобальт (Co), титан (Ti), молибден (Mo), вольфрам (W), ванадий (V), ниобий (Nb), бериллий (Be), литий (Li) и др. Также используется кремнезём как источник кремния (Si).

Производственные стадии **чёрной металлургии** (переделы):

1. **ЧУГУН;**
2. **СТАЛЬ;**
3. **СТАЛЬНАЯ ПРОКАТНАЯ ЗАГОТОВКА;**
4. **ГОТОВЫЙ СТАЛЬНОЙ ПРОКАТ.**

Экономические особенности **чёрной металлургии**:

- высокая **материалоёмкость** (сырьёёмкость, энергоёмкость, водоёмкость и др.);
- высокая **фондоёмкость** и **капиталоёмкость** (обладает крупномасштабными и дорогостоящими основными производственными фондами, нуждается в крупномасштабных инвестициях);
- сравнительно высокая **трудоёмкость**.
- современная чёрная металлургия ещё и **научоёмкая**.

Сырьё – железные руды [гематит (Fe_2O_3) – красный железняк; магнетит ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) – магнитный железняк; лимонит ($n\text{Fe}_2\text{O}_3 + n\text{H}_2\text{O}$) – бурый железняк; железистый кварцит (сочетание SiO_2 , FeO и Fe_2O_3); и др.]

Обогащённые железные руды – сепарированные рассыпчатые, железорудные агломерат, окатыши и брикеты

Вспомогательное сырьё – руды легирующих металлов и флюсы – известняк (CaCO_3 ; для кислых железных руд) и кремнезём (SiO_2 ; для основных железных руд; оба – для удешевления производственного процесса)

Топливо – кокс (C; из коксующегося угля) и *природный газ* (CH_4)

Электроэнергия

Вспомогательные материалы – *огнеупорные глины* (для отделки внутренней части печей – футеровки; от нем. *das Futter* – «подкладка»)

Формы общественного разделения руда и его рациональной организации: **концентрация** и **комбинирование**. Крупные комбинаты полного цикла являются главным типом предприятия и производят основную часть продукции. Другие типы предприятий имеют неполный цикл.

Факторы размещения различных типов предприятий чёрной металлургии

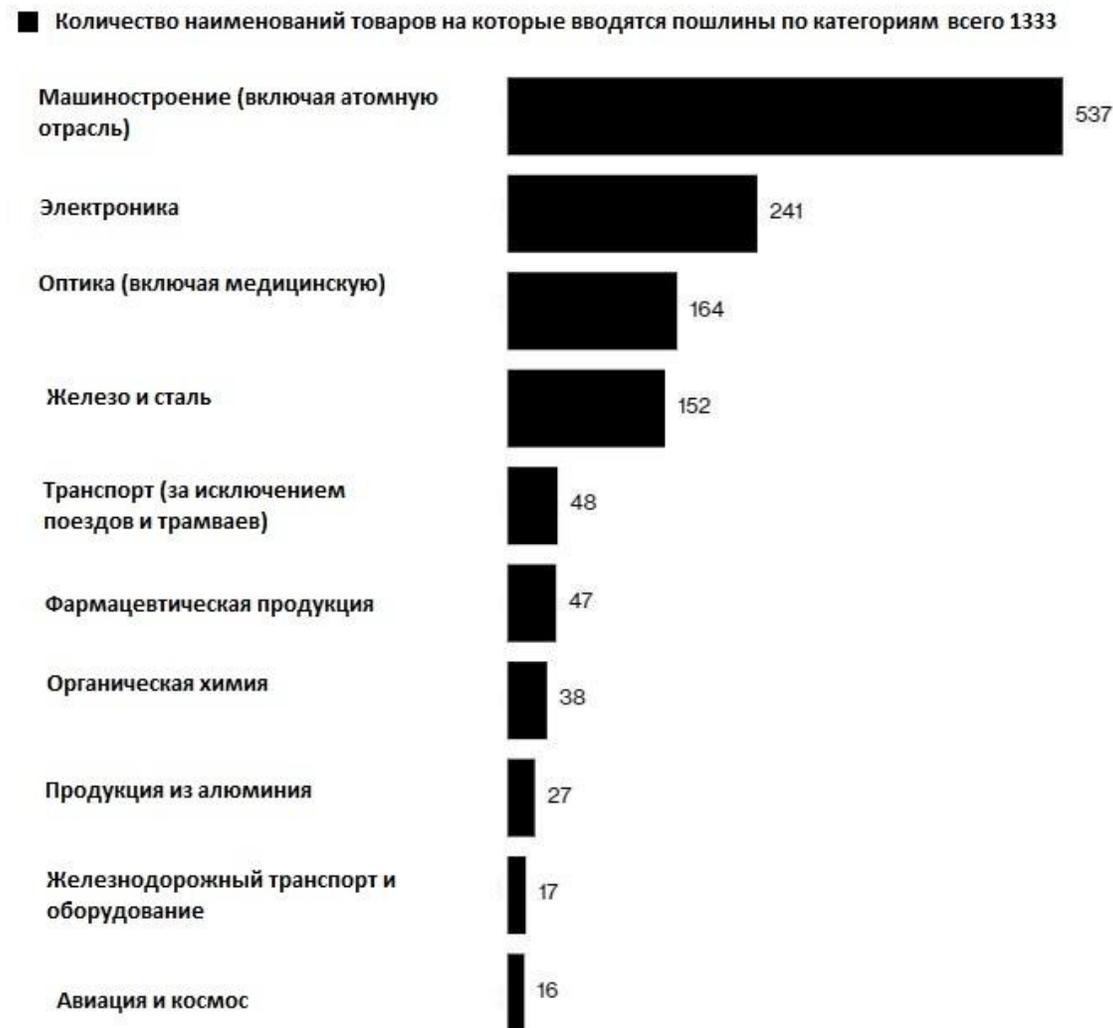
Тип предприятия	Виды производимой продукции	Факторы размещения
Комбинат полного цикла (КПЦ)	каменноугольный кокс, передельный чугун, сталь, стальные прокатные заготовки и готовый стальной прокат	<i>топливо</i> (50%) или <i>сырьё</i> (40%); <i>между ними, на встречных потоках топлива и сырья</i>
Доменный завод	литейный чугун	как и КПЦ
Передельный завод	сталь из металлолома, стальные прокатные заготовки и готовый стальной прокат	<i>сырьё</i> (металлолом), <i>источник и потребитель сырья</i> (крупные районы машиностроения)
Прокатный завод	готовый стальной прокат	<i>потребитель</i>
Трубопрокатный завод	стальные трубы	<i>близость КПЦ</i> или <i>потребитель</i>
Завод бездоменной металлургии	сталь, стальные прокатные заготовки и готовый стальной прокат	<i>сырьё</i>
«Малая» металлургия	металлургический цех крупного машиностроительного предприятия	<i>потребитель</i> (само машиностроительное предприятие)
Завод ферросплавов	ферросплавы	<i>источник дешёвой электроэнергии</i> или <i>месторождения легирующих металлов</i>

World Steel Association (Worldsteel; Всемирная Ассоциация стали) объединяет более 170 компаний-производителей стали; возникла в 1967; штаб-квартира размещается в Брюсселе, второй офис – в Пекине. Worldsteel извещает, что в 2018 г. мировое потребление стали увеличится на 1,8% по сравнению с 2017 г. и составит 1 616 млн. т. В 2019 г. темпы роста снизятся до 0,7%, а мировой спрос на сталь составит 1 627 млн. т.

Одной из основных причин этого торможения аналитики Worldsteel называют спад на китайском рынке стали. По их оценкам, в 2018 г. страна потребит 736,8 млн. т стали, столько же, сколько и в 2017 г, а в 2019 г. произойдет сокращение потребления на 2% до 722,1 млн. т.

Worldsteel отмечает, что нынешнее состояние мировой экономики благоприятное, что способствует расширению спроса на стальной прокат. В то же время, угрозу для рынка представляют риски эскалации торговых конфликтов.

Пошлины Трампа



Source: Bloomberg, Office of the U.S. Trade Representative

Note: HTS categories exclude certain products as listed in the full Chapter descriptions on the U.S. International Trade Commission's website



Гематит



Магнетит



Лимонит

Железистый кварцит



Железорудный разрез (Индия)

Железорудный агломерат
(для сравнения – монета 1 евро)



Железорудные окатыши
(для сравнения – монета 25 центов США)

Железорудные брикеты



Комплекс горячбрикетированного железа
(г. Губкин, Белгородская область)

Ряд углефикации

Б	Д	Г	Ж	К	ОС	Т	А
бурый	длинно-пламенный	газовый	жирный	коксовый	отощённо-спекающийся	тощий	антрацит



**Коксующийся уголь
(марка Ж)**

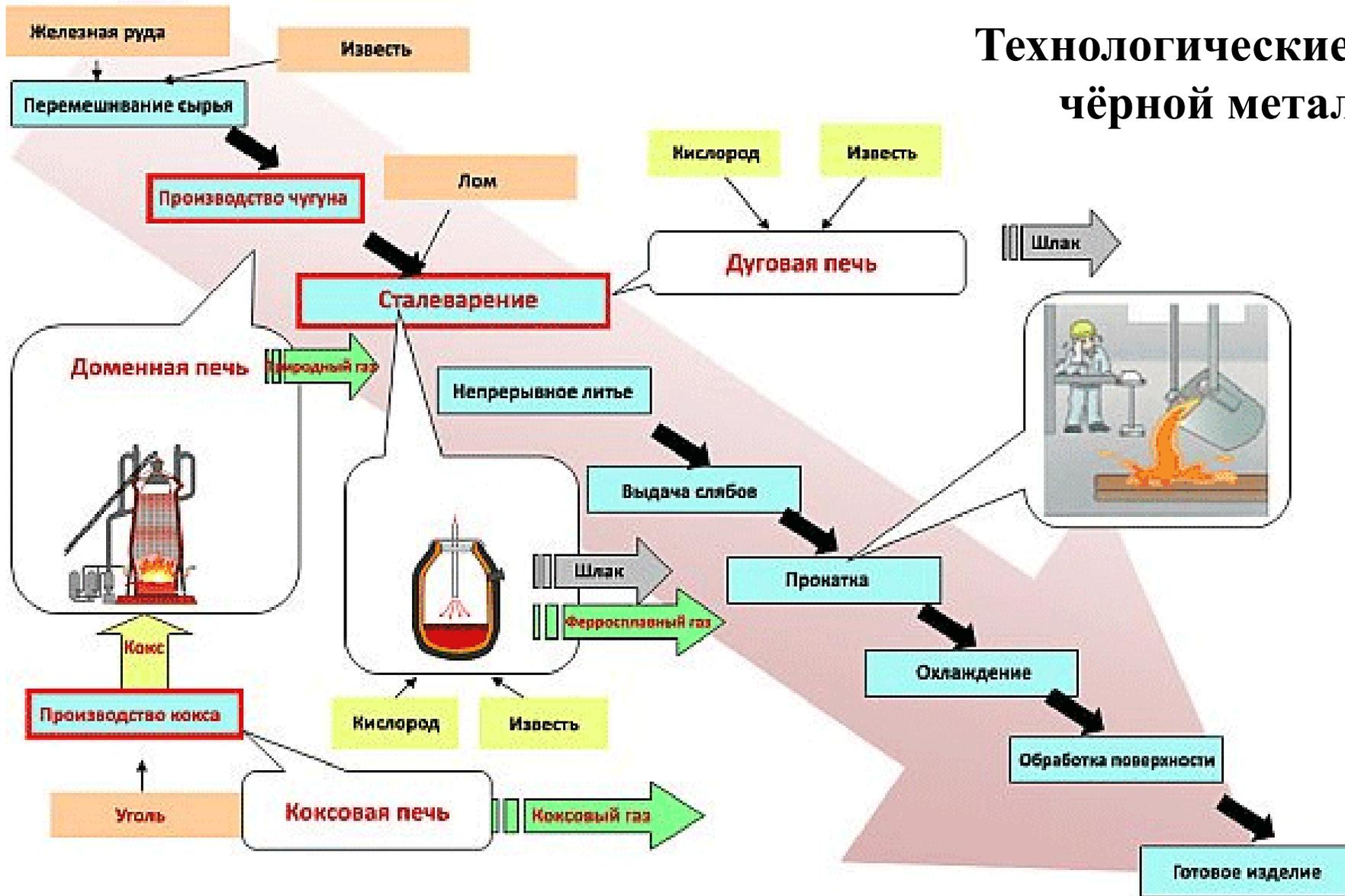


Каменноугольный кокс

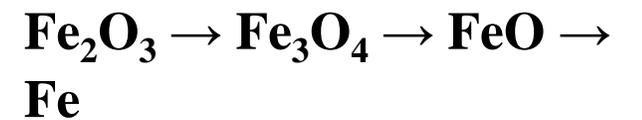


Коксовая батарея

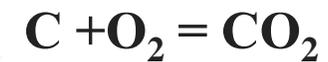
Технологические стадии чёрной металлургии

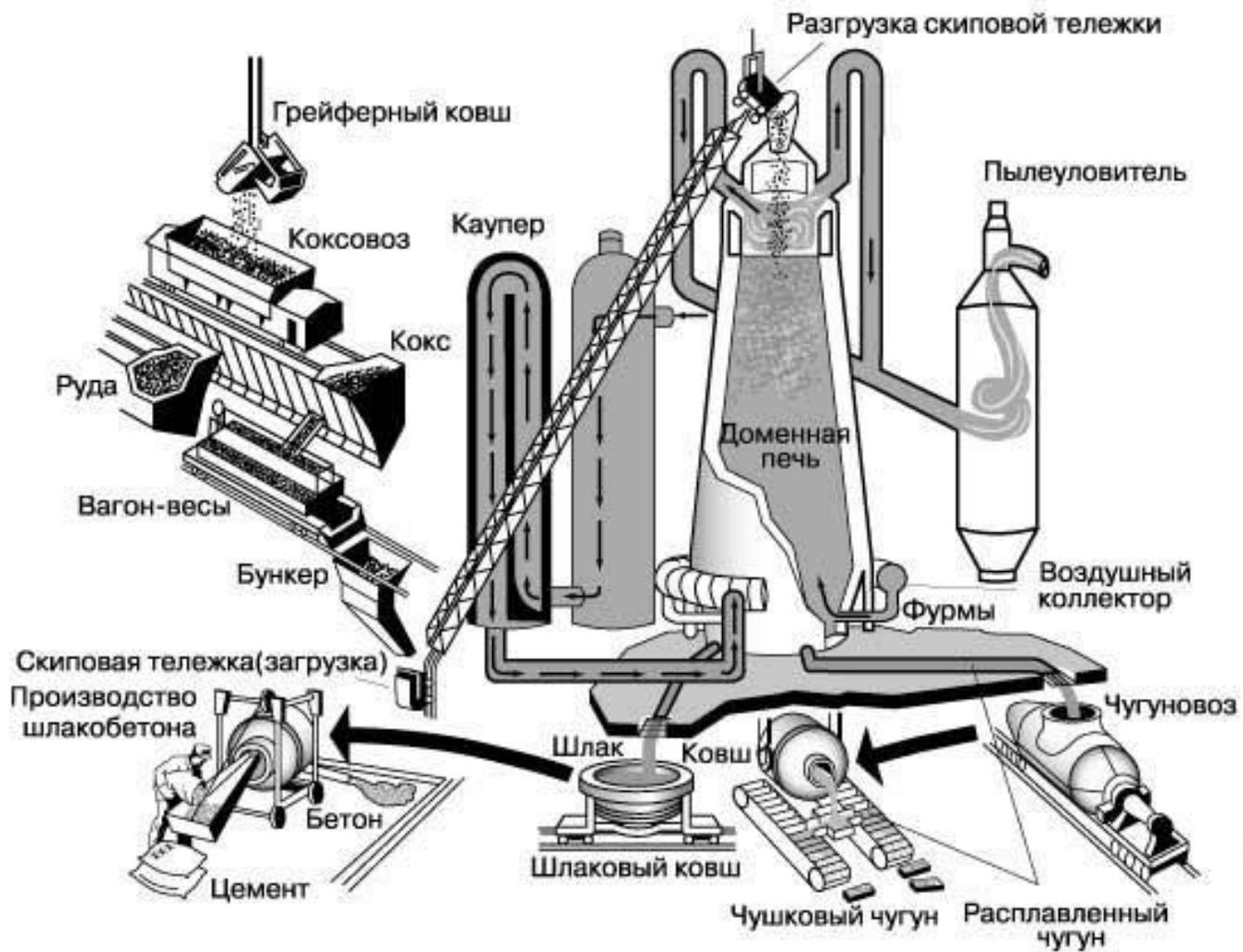


Свыше 90% чёрных металлов получают классическим способом. При производстве 1 т чугуна расходуется 4–5 т сырья и топлива, в т. ч. 1,5–1,65 т железных руд и 0,85 т коксующегося угля.

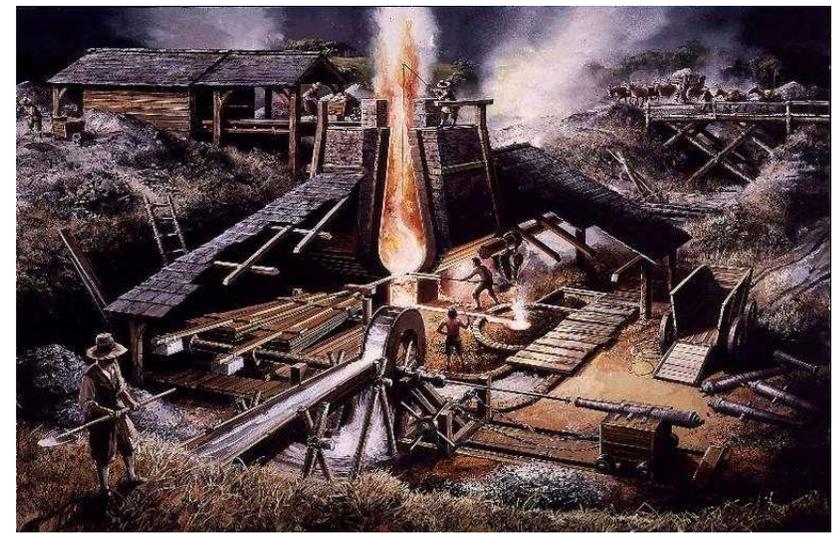


восстановитель – CO

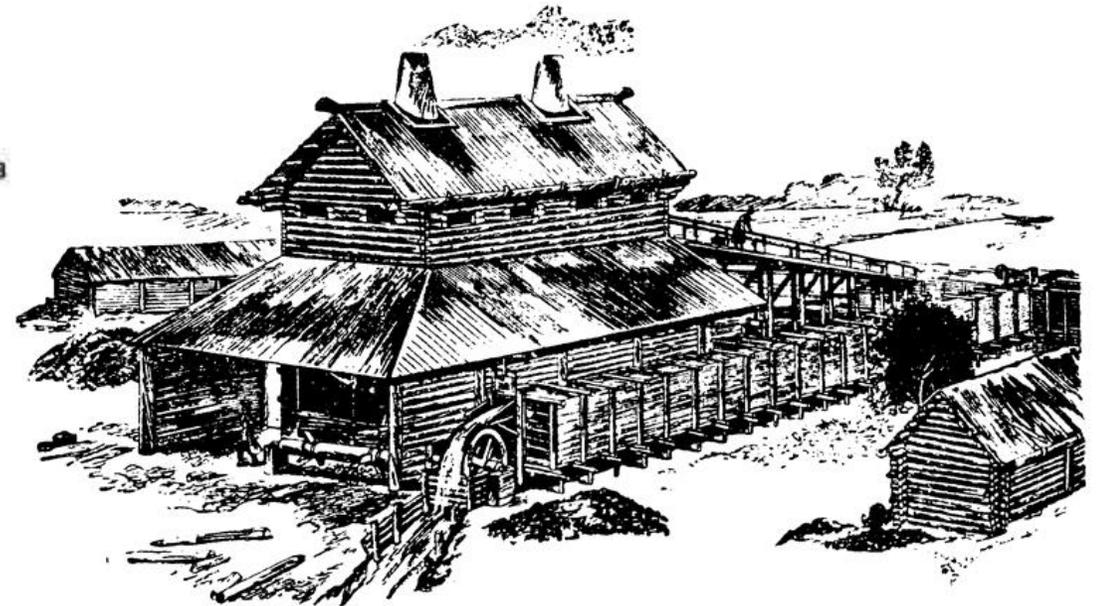




Доменный процесс

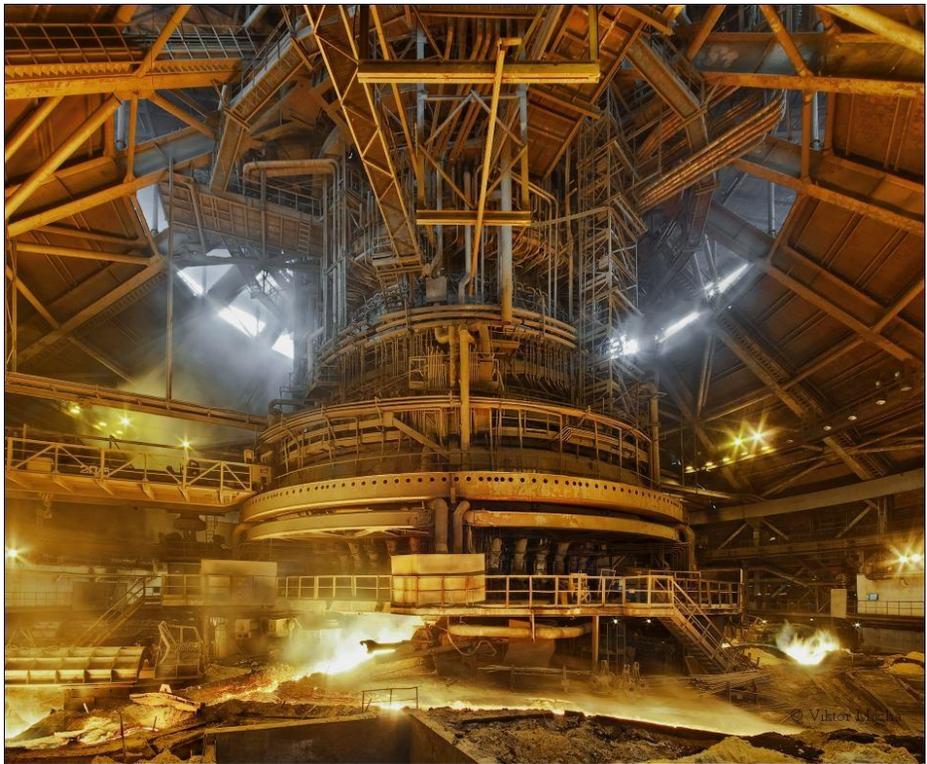


Средневековая доменная печь



Доменный амбар Демидовых (Урал)

Современные доменные печи



Кривой Рог (Украина)

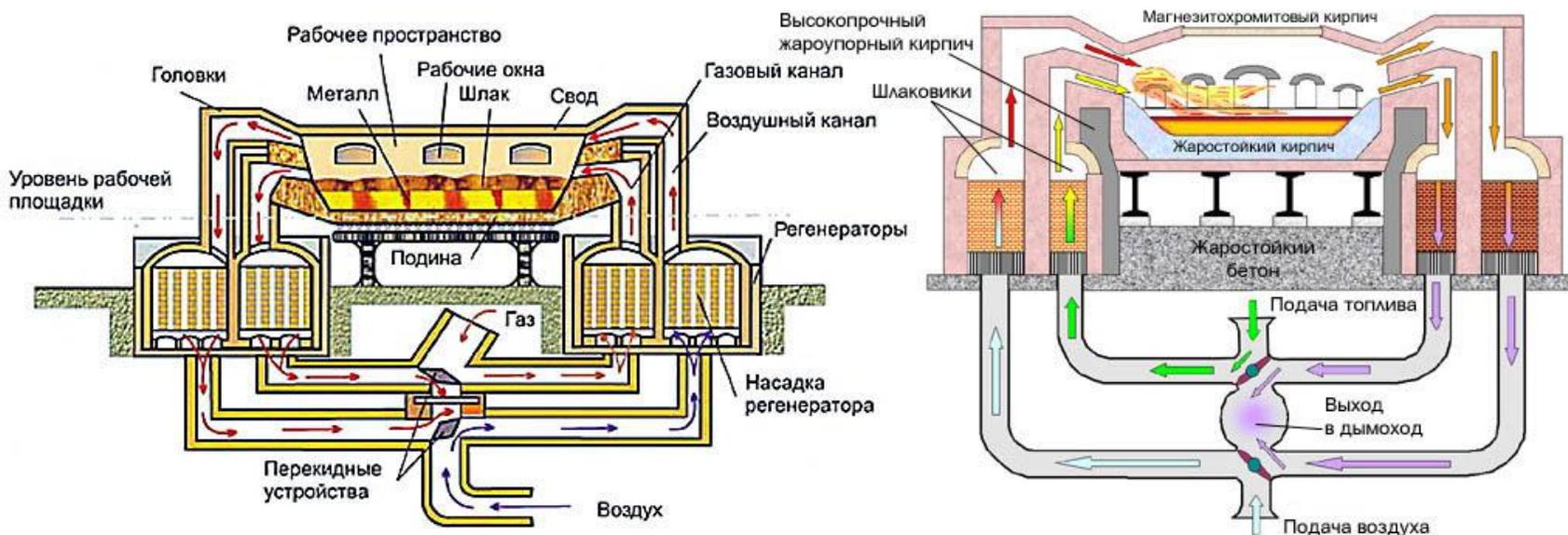


Липецк



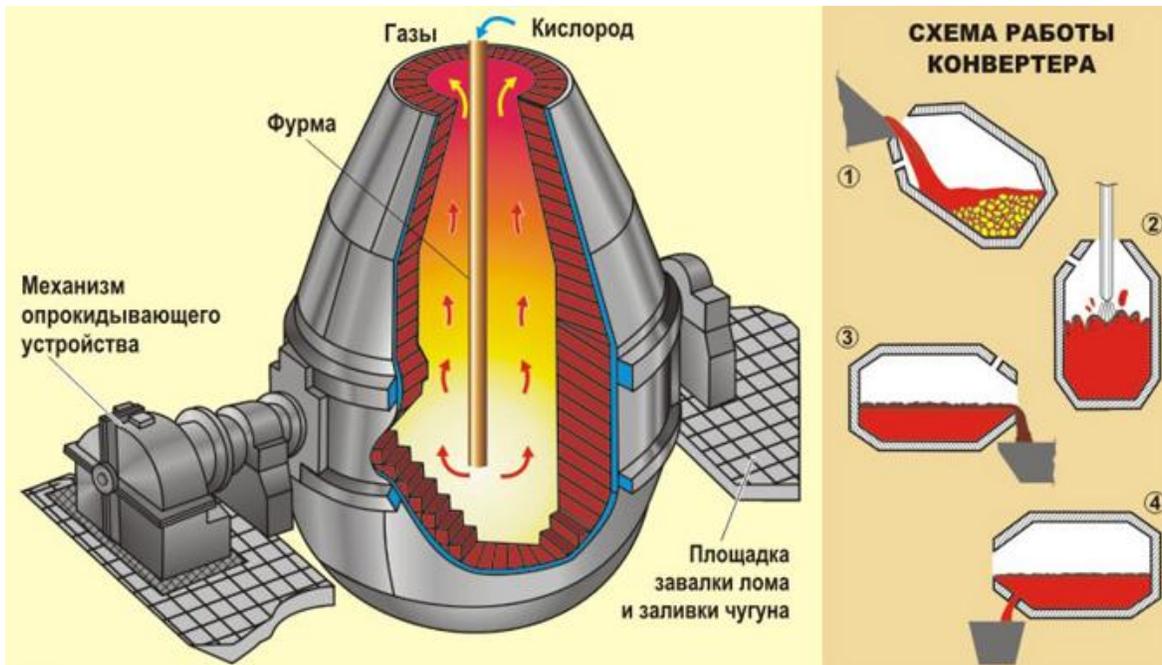
**Нижний Тагил
(Свердловская область)**

Мартеновская печь



Последняя в России мартеновская печь
(г. Выкса, Нижегородская область)

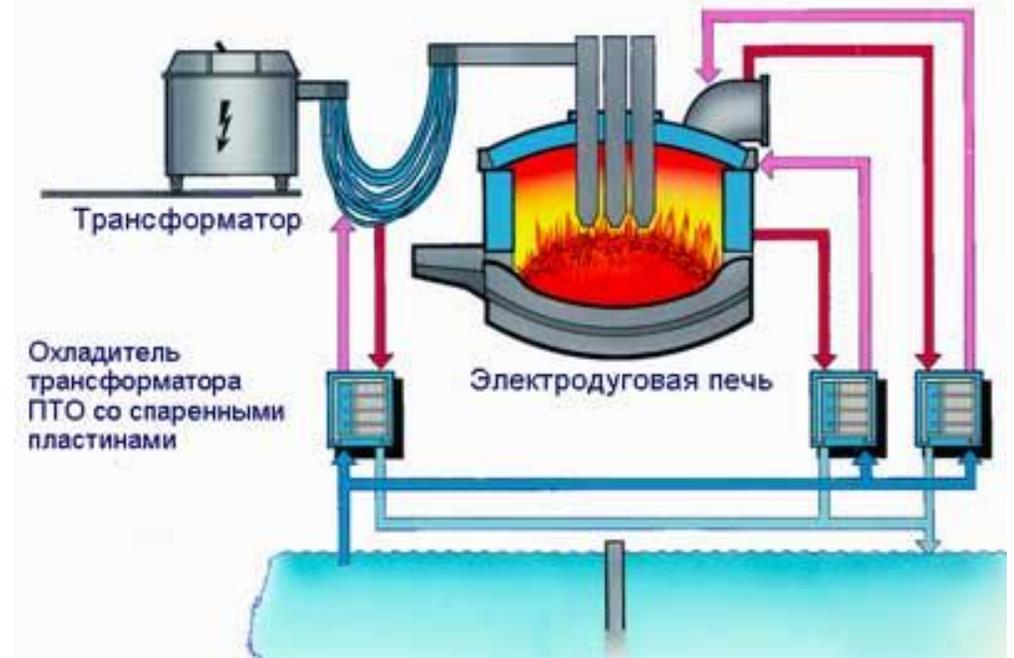




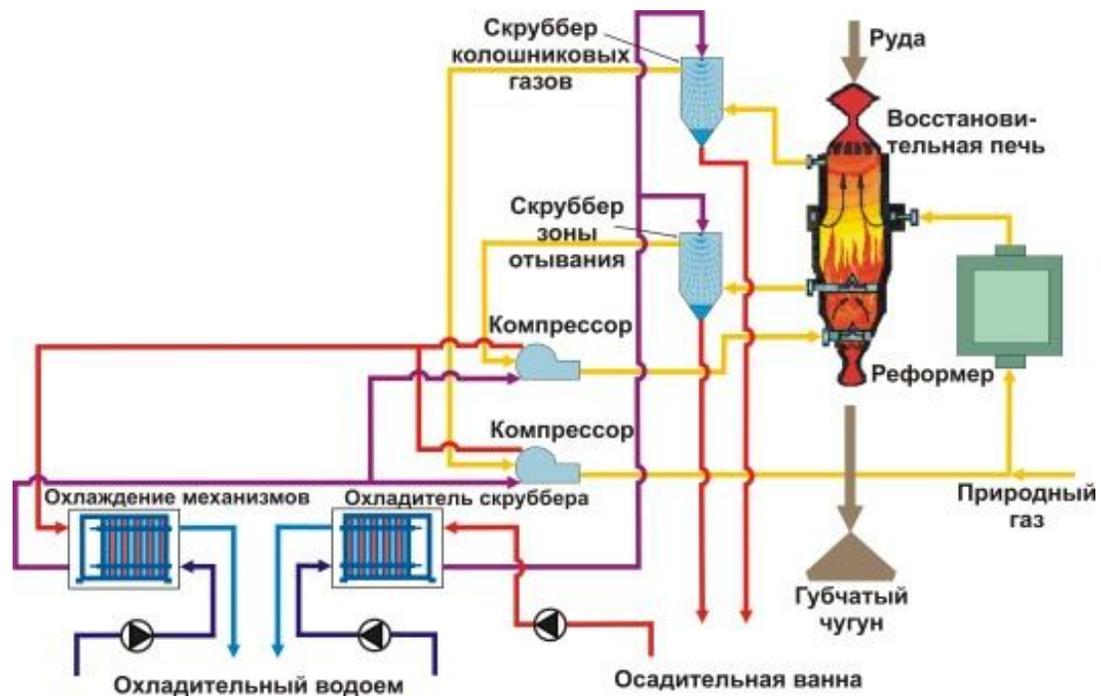
Кислородный конвертер



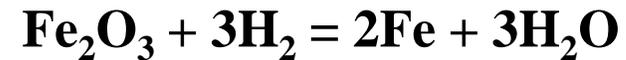
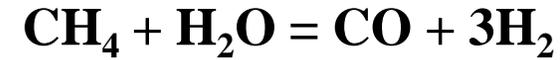
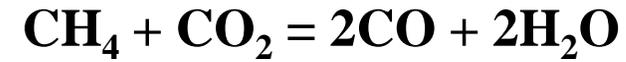
Электродуговая печь



Бездоменная (бескоксовая) металлургия



Метод Midrex американской компании «Midland-Ross Company» (1965–1967)

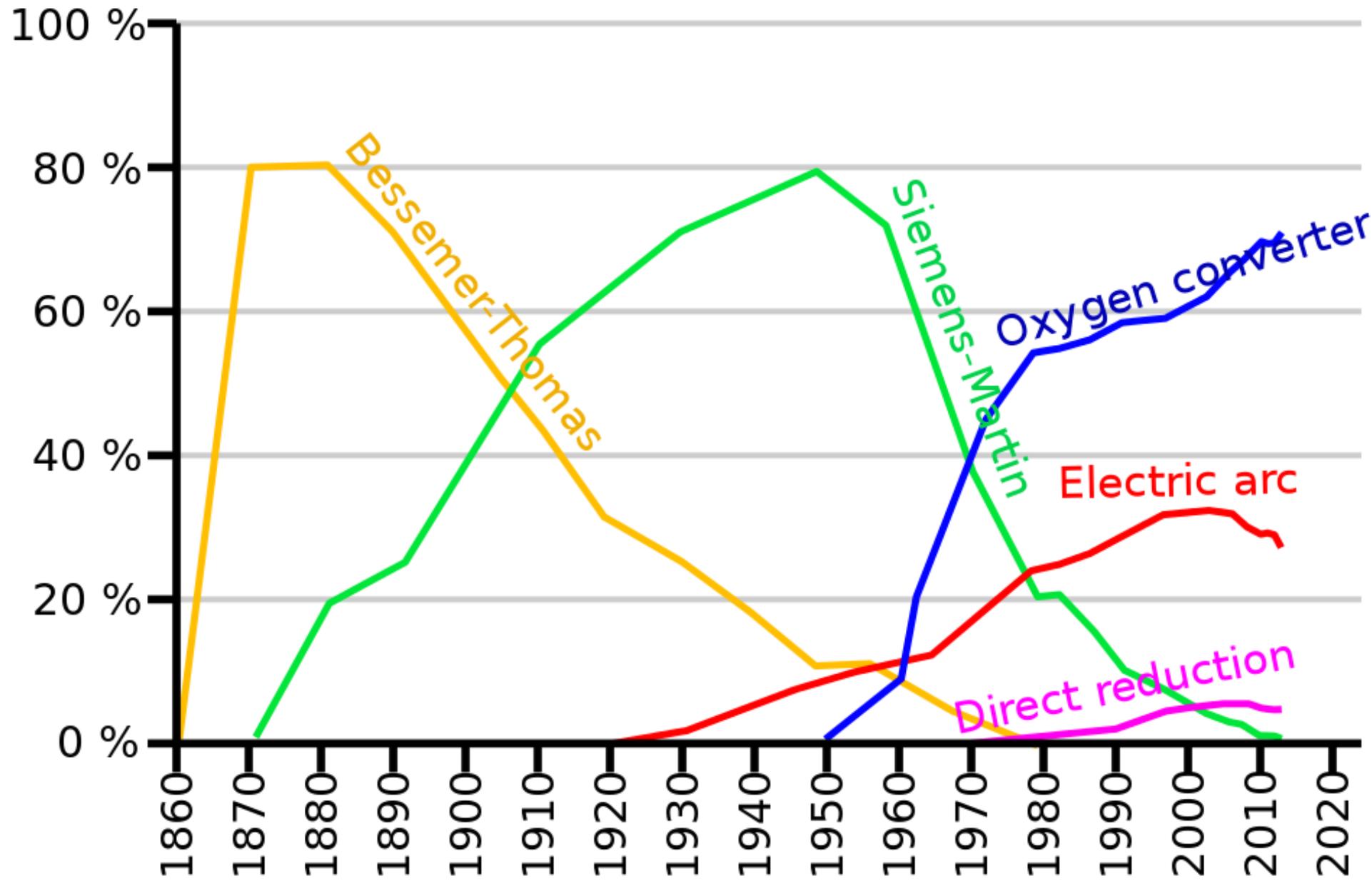


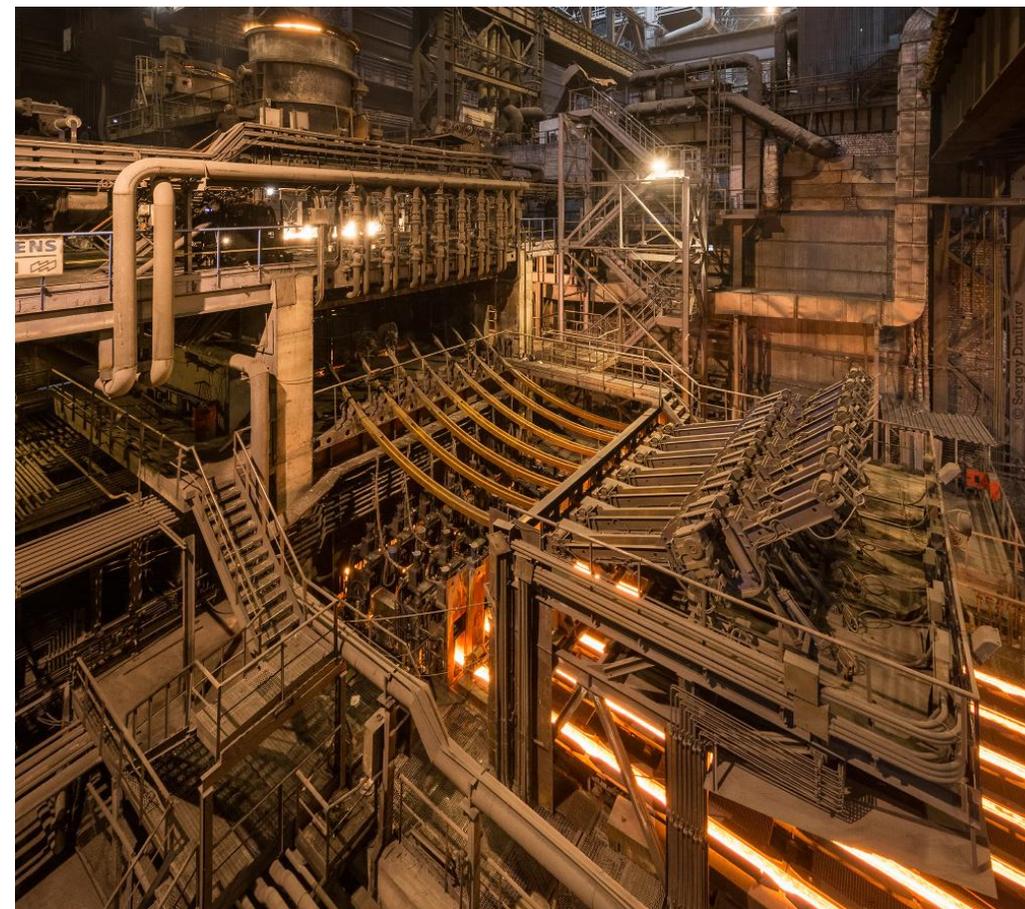
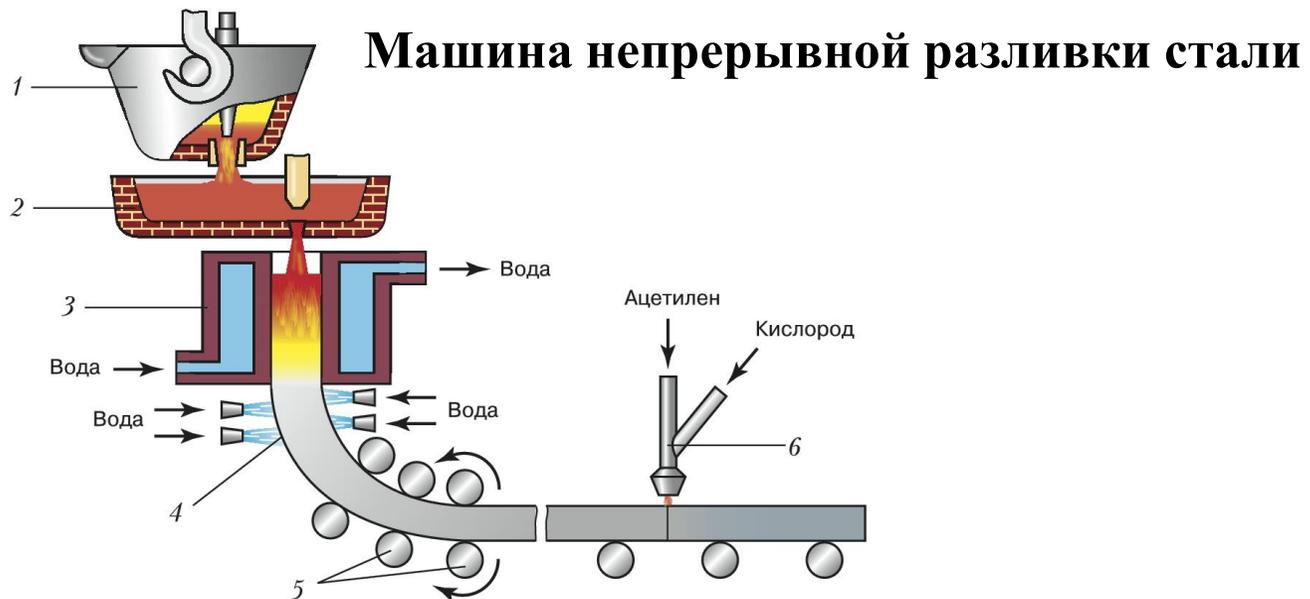
Доля этого метода в мире составляет 57%

Оскольский электрометаллургический комбинат (г. Старый Оскол, Белгородская область)



**Выплавка
стали разными
методами**

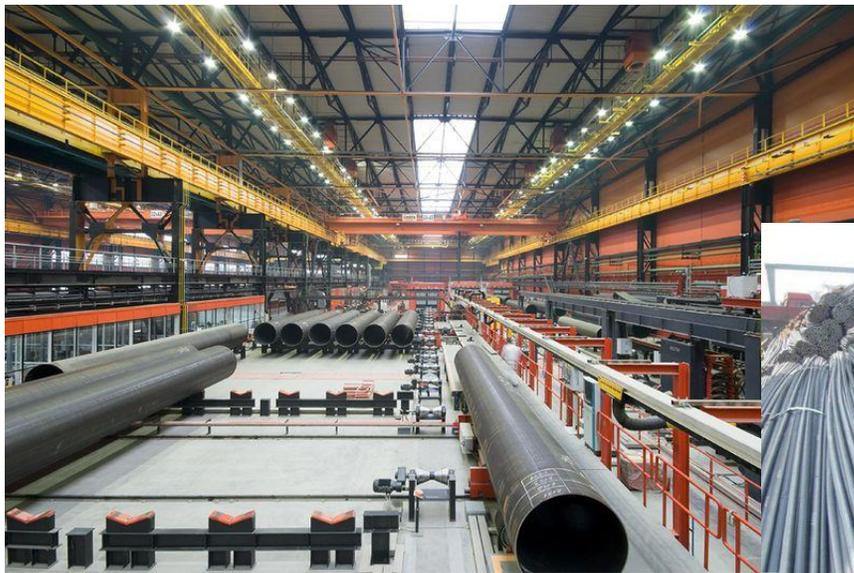




Машина непрерывного литья заготовок



Прокатный стан



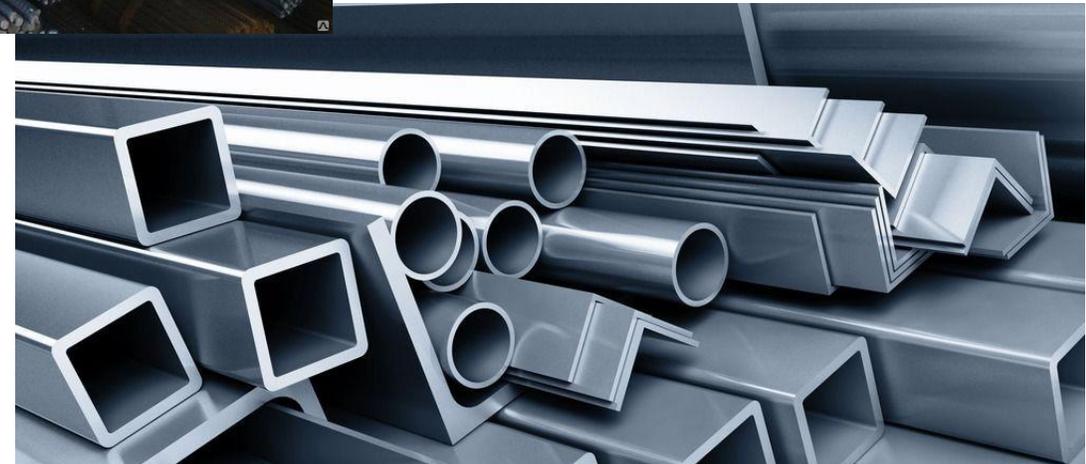
Трубный стальной прокат

**Строительная стальная
арматура и стальной пруток**



**Рулоны тонкого
стального листа**

**Рельсовый
стальной
прокат**



Сортовой стальной прокат



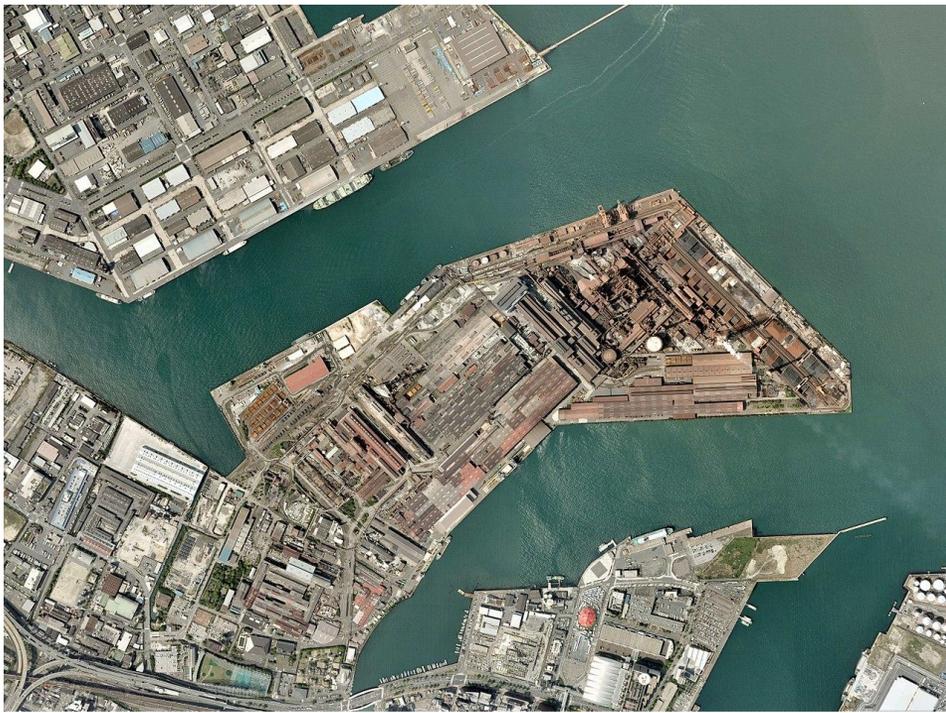
**Металлургический комбинат «Азовсталь»
(г. Мариуполь, Украина)**



Челябинский металлургический комбинат



**Кустарный металлургический завод
(авт. район Внутренняя Монголия, Китай)**



Металлургический комбинат в г. Китакусю (Япония)

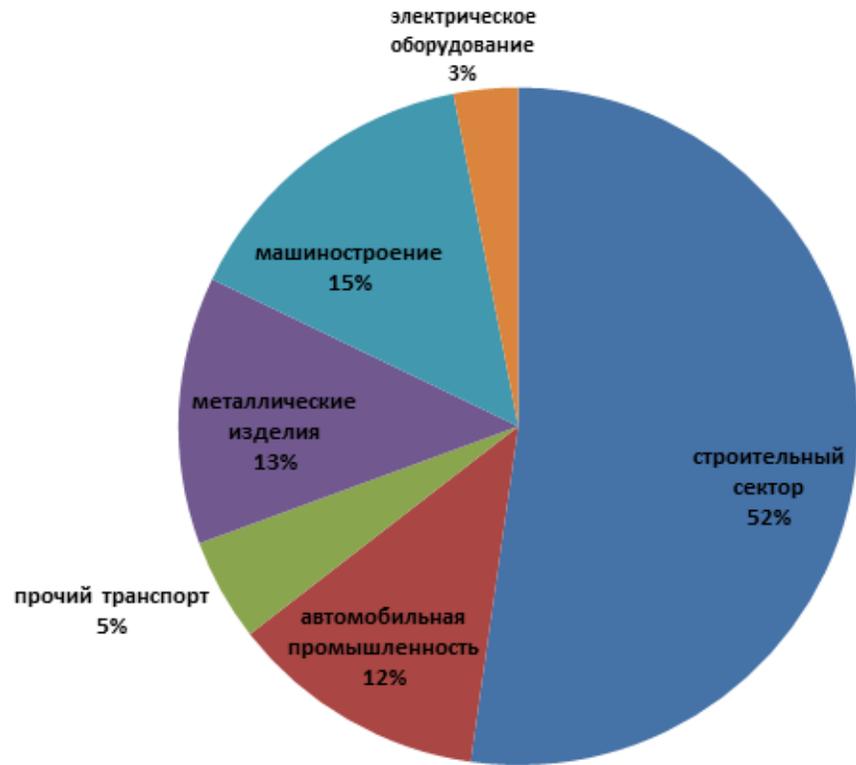


Новый металлургический завод в Тюмени



Электрометаллургический завод (г. Абинск, Краснодарский край)

Современное использование стали



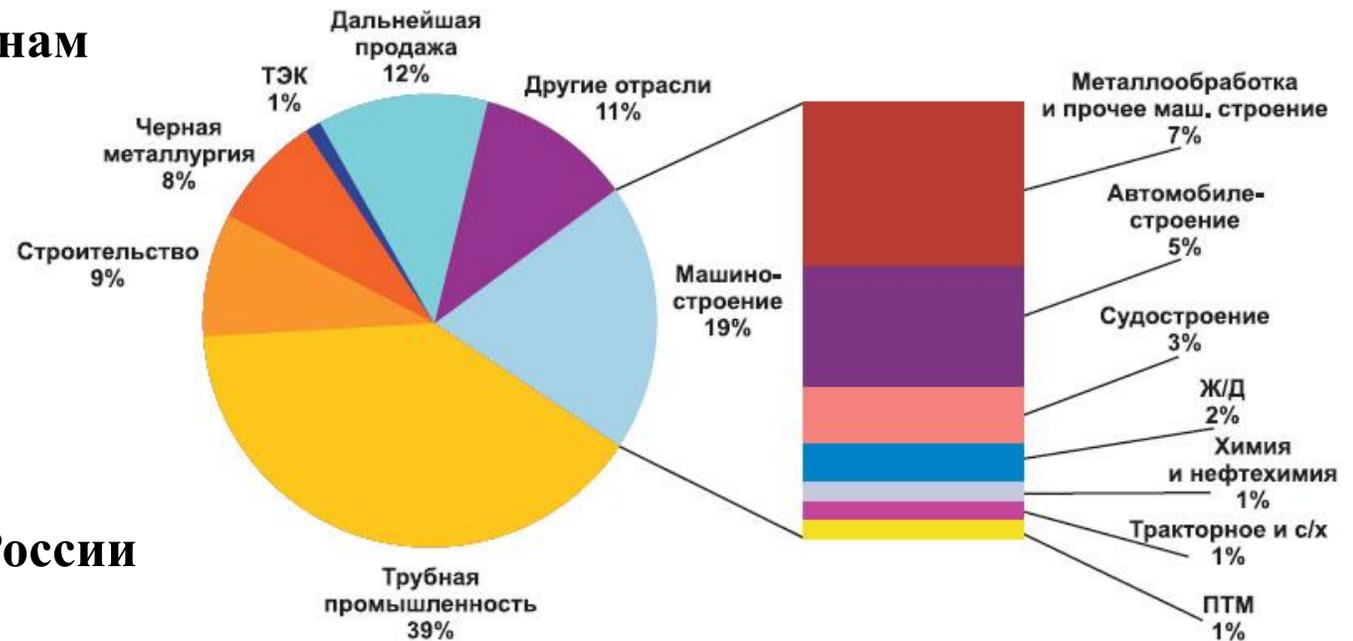
в мире



Рис. 4

Источник: WSA

по странам



в России

Запасы железных руд, млрд. т (2012)

Страна	Разведанные	Прогнозируемые	Общие
Австралия	15,3	118,2	133,5
Россия	55,5	45,2	100,7
Китай	19,3	71,4	90,7
Бразилия	11,8	73,7	85,5
Индия	7,1	25,2	32,3

Источник: http://nedradv.ru/mineral/msb/?id_obj=ca79a46078f5785d6a24f2c3830cd3dc

Добыча железных руд (2015)

№	Страна	Млн. т	Доля, %
1	Австралия	817	35,8
2	Бразилия	397	17,4
3	Китай	375	16,4
4	Индия	156	6,8
5	Россия	101	4,4
6	ЮАР	73	3,2
7	Украина	67	2,9
8	США	46	2,0
9	Канада	46	2,0
10	Иран	27	1,2
11	Швеция	25	1,1
12	Казахстан	21	0,9
13	Мексика	18,8	0,8
14	Чили	17,1	0,8
15	Венесуэла	16,8	0,7
	МИР	2 280	100,0 (сумма 15 = 96,4)

Месторождения железных руд в России



Торговля железными рудами (2009)

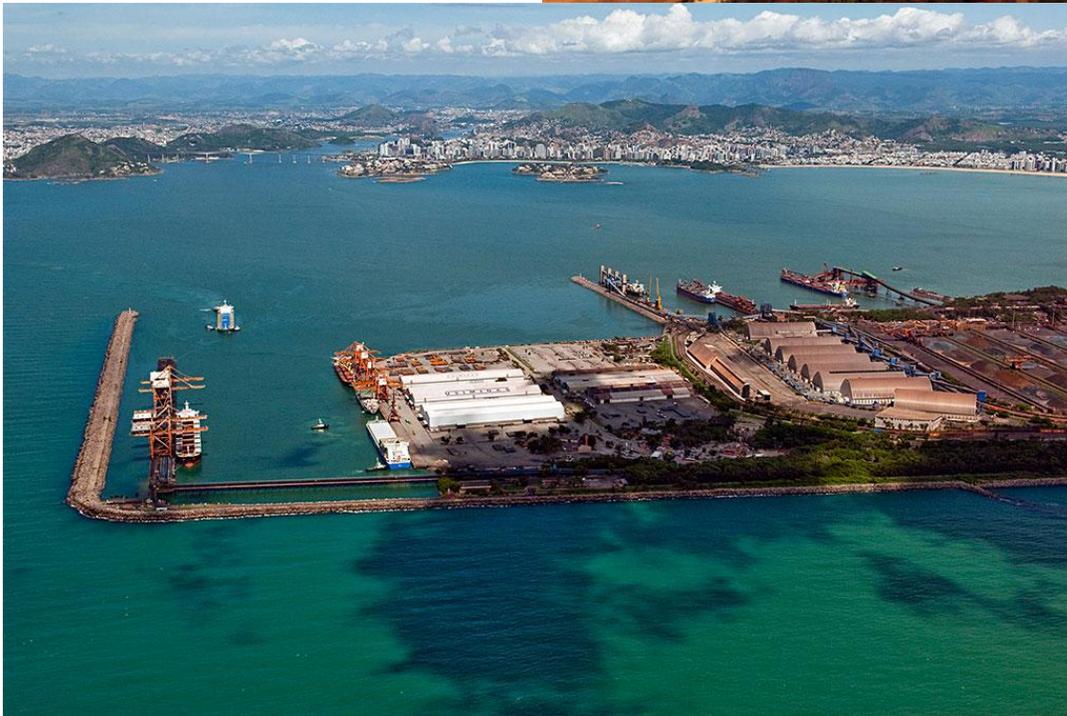
№	Экспорт		Импорт	
	Страна	Млн. т	Страна	Млн. т
1	Австралия	380,6	Китай	628,2
2	Бразилия	266,0	Япония	105,5
3	Индия	90,7	Южная Корея	42,1
4	ЮАР	44,6	Германия	28,8
5	Канада	31,1	Франция	17,0
6	Россия	21,7	Тайвань	14,6
7	Украина	21,0	Нидерланды	9,8
8	Швеция	16,1		
9	Казахстан	15,0		

Крупнейшие
экспортёры
железных руд —
Австралия и
Бразилия
(суммарно около
60%)



**Экспорт железных руд
из г. Порт-Хедленд (Австралия)**

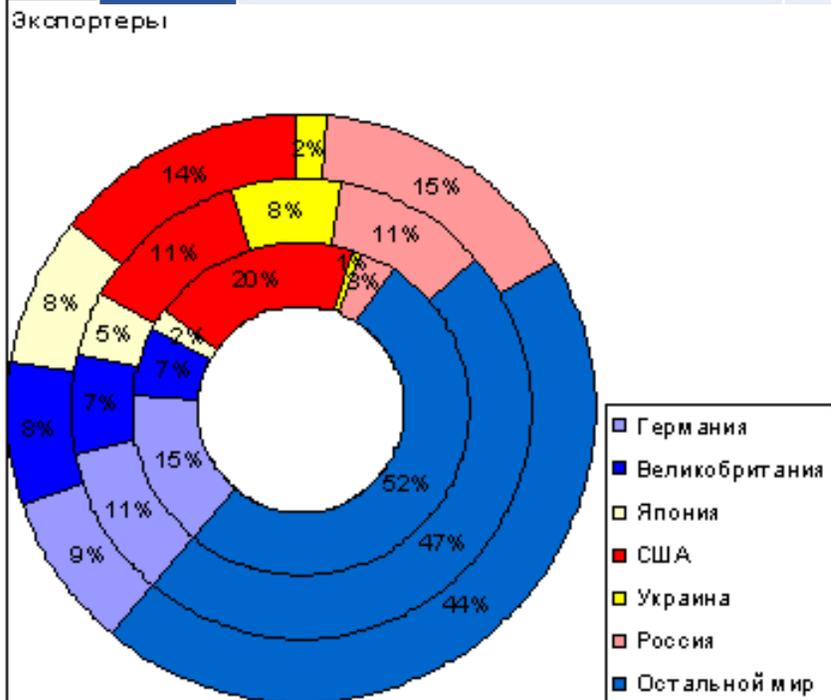
**Погрузка железных руд
в порту г. Сан-Луис (Бразилия)**



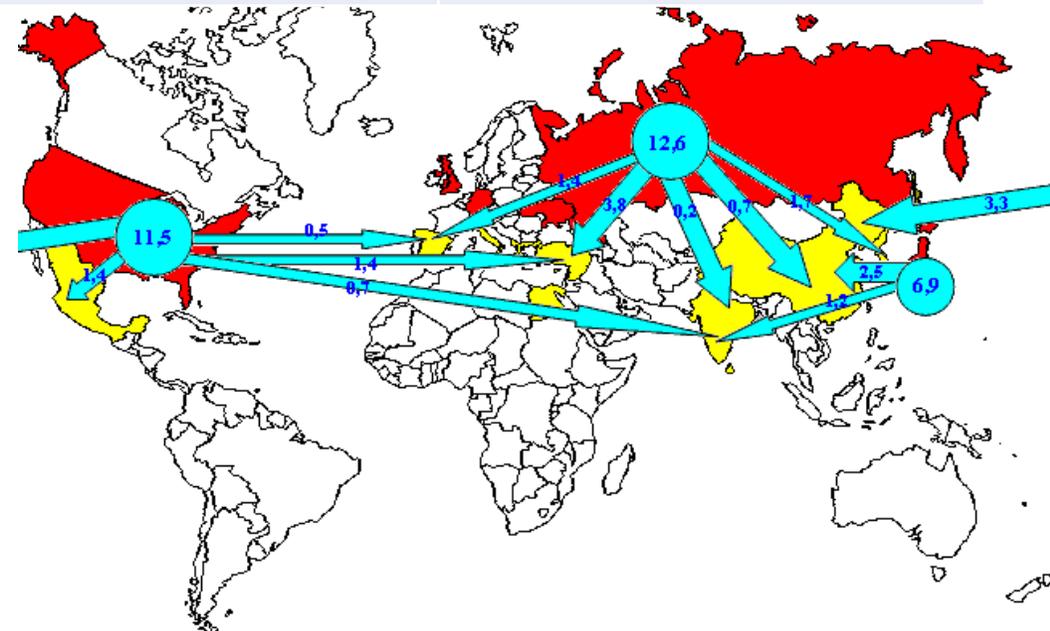
Экспорт железных руд из порта г. Тубаран (Бразилия)

Торговля металлоломом (2005)

№	Экспорт		Импорт	
	Страна	Млн. т	Страна	Млн. т
1	Россия	12,65	Турция	10,91
2	США	11,48	Китай	10,19
3	Германия	7,12	Южная Корея	8,31
4	Япония	6,92	Индия	6,81
5	Великобритания	6,52	Испания	5,57
6	Украина	1,26	Италия	5,33
	МИР	84,83	МИР	84,83

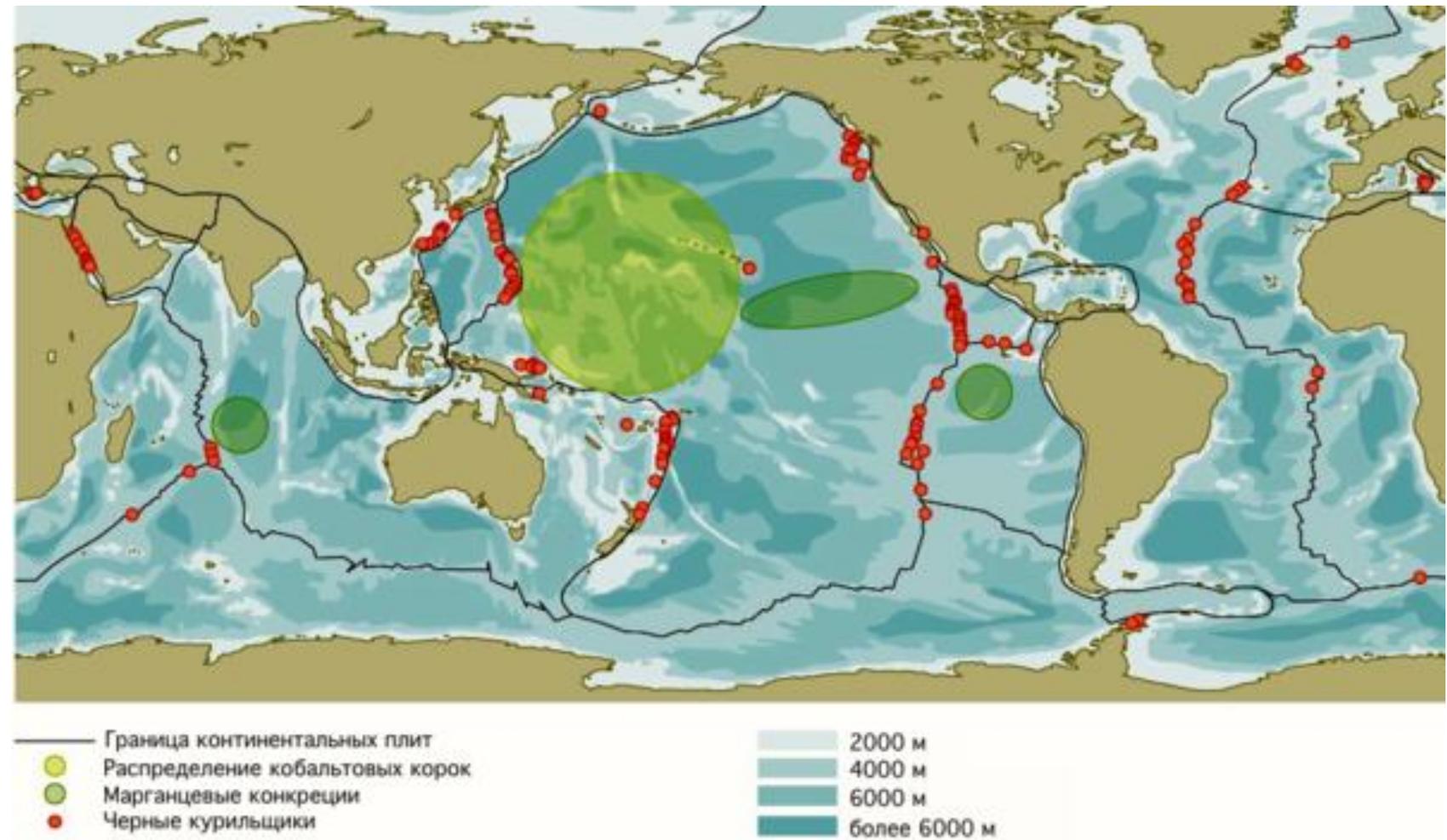


Крупнейшие экспортёры металлолома (1995, 2000, 2005)



Направления торговли металлоломом (2005)

Ареалы залегания железомарганцевых конкреций



Железомарганцевая конкреция

Добыча марганцевых руд (2017)

№	Страна	Тыс. т	Доля, %
1	ЮАР	5 300	33,1
2	Китай	2 500	15,6
3	Австралия	2 200	13,8
4	Габон	1 600	10,0
5	Бразилия	1 200	7,5
6	Индия	790	4,9
7	Гана	550	3,4
8	Украина	380 (концентрат)	2,4
9	Малайзия	270	1,7
10	Казахстан	230 (концентрат)	1,4
	МИР	Добыча хромитов (2017) 10 700	100,0 (сумма 10 = 93,8)

№	Страна	Млн. т	Доля, %
1	ЮАР	15,0	48,4
2	Казахстан	5,4	17,4
3	Индия	3,2	10,3
4	Турция	2,8	8,1
	МИР	31,0	100,0 (сумма 4 = 84,2)

Добыча коксующегося угля (доля, %)

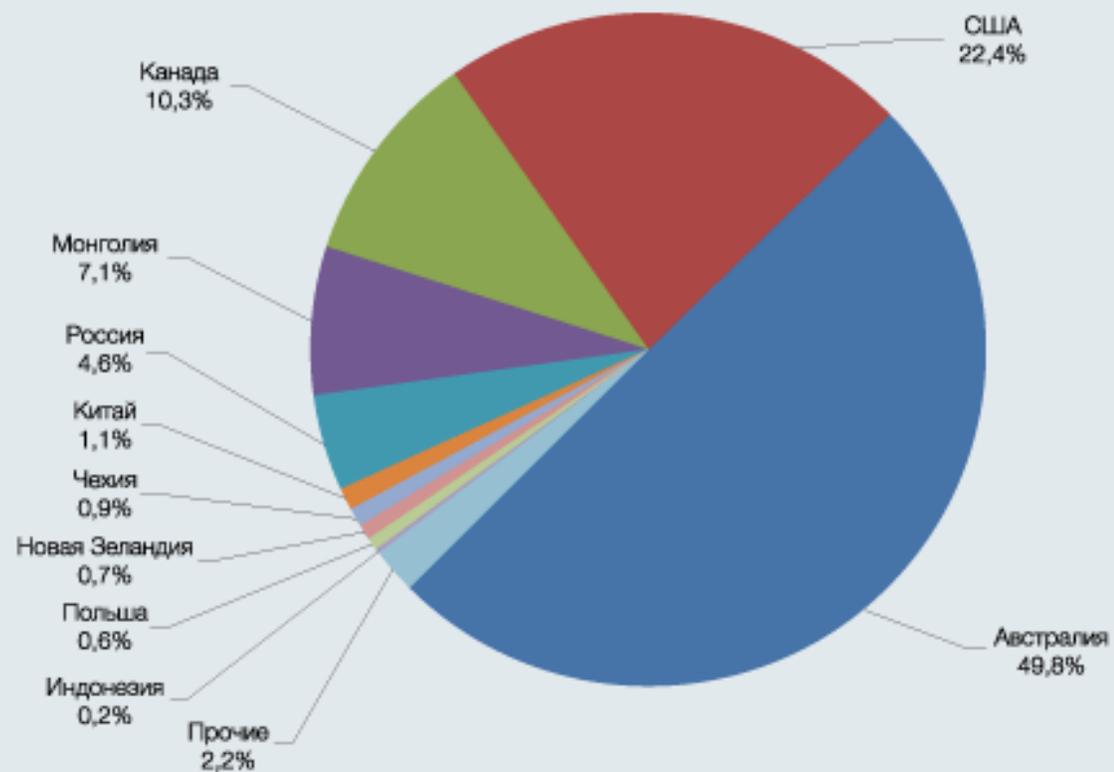
№	Страна	2013, %	2017, %	
1	Китай	50,0	59,7	
2	Австралия	16,7	22,8	
3	Россия	7,1	9,0	
4	США	6,1	8,5	
5	Индия	3,9		
6	Индонезия	3,4		
7	Канада	3,1		
8	Польша	1,1		
9	Германия	0,8		
	МИР	100,0 (сумма 9 = 92,2)		100,0 (сумма 3 = 91,5)

Добыча коксующегося угля – 900-920 млн. т в год (13-17% общей добычи угля), в 2017 г. – 941,8 млн. т

**Экспорт угля из порта
Восточный (Россия)**



Крупнейшие экспортеры коксующегося угля (прогноз на 2013 г.)



Крупнейшие импортеры коксующегося угля (прогноз на 2013 г.)

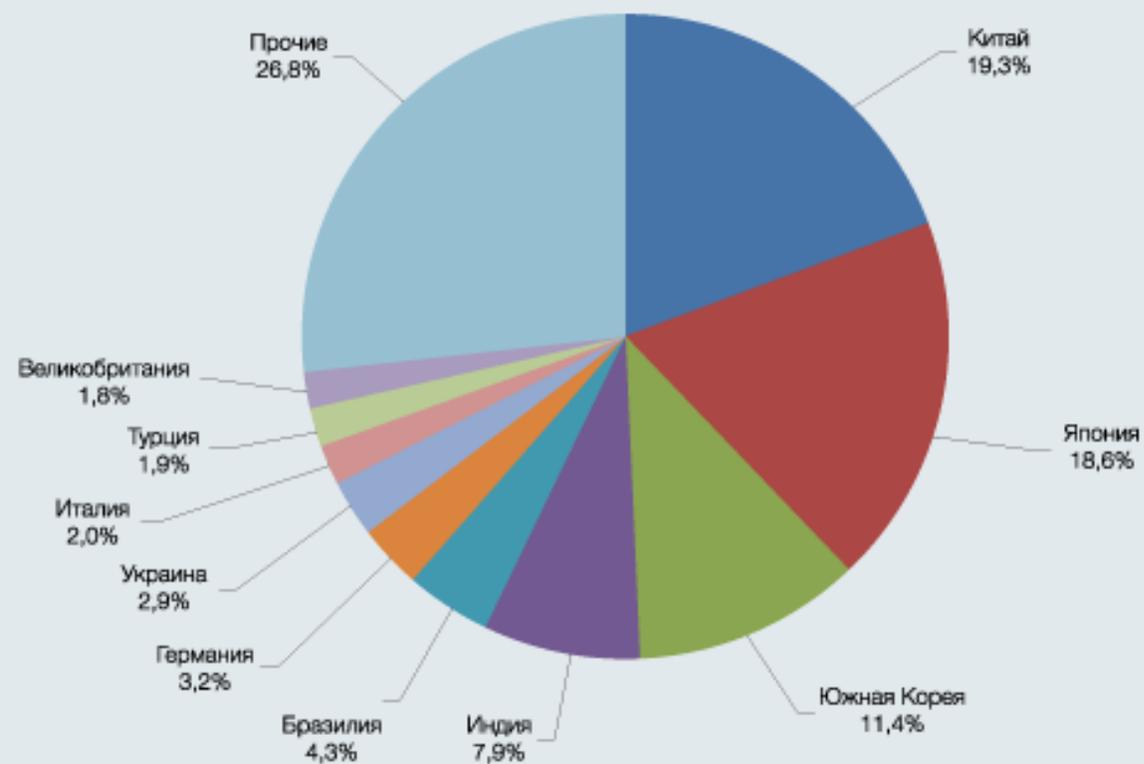


Рис. 2

Источник: Metal

Рис. 1

Источник: MetalTorg.Ru

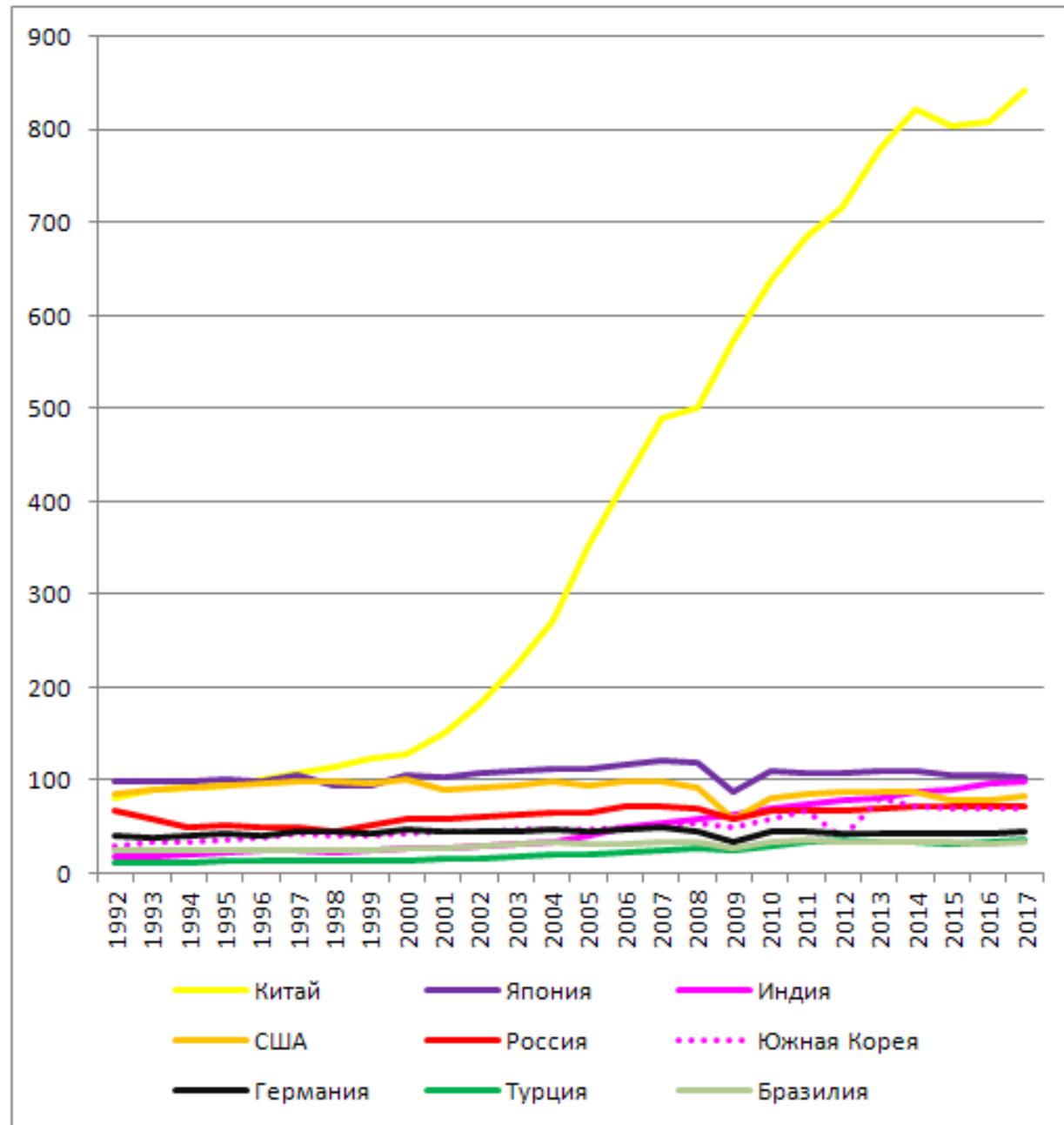
Выплавка чугуна (2016–2017)

№	Страна	Млн. т	%
1	Китай	710,8	60,5
2	Япония	78,0	6,6
3	Индия	64,8	5,5
4	Россия	51,6	4,4
5	Южная Корея	45,6	3,8
6	Германия	27,6	2,3
7	Бразилия	24,6	2,1
8	Украина	24,2	2,1
9	США	23,3	2,0
10	Тайвань	15,6	1,3
	МИР	1 175,0	100,0 (сумма 10 = 90,6)

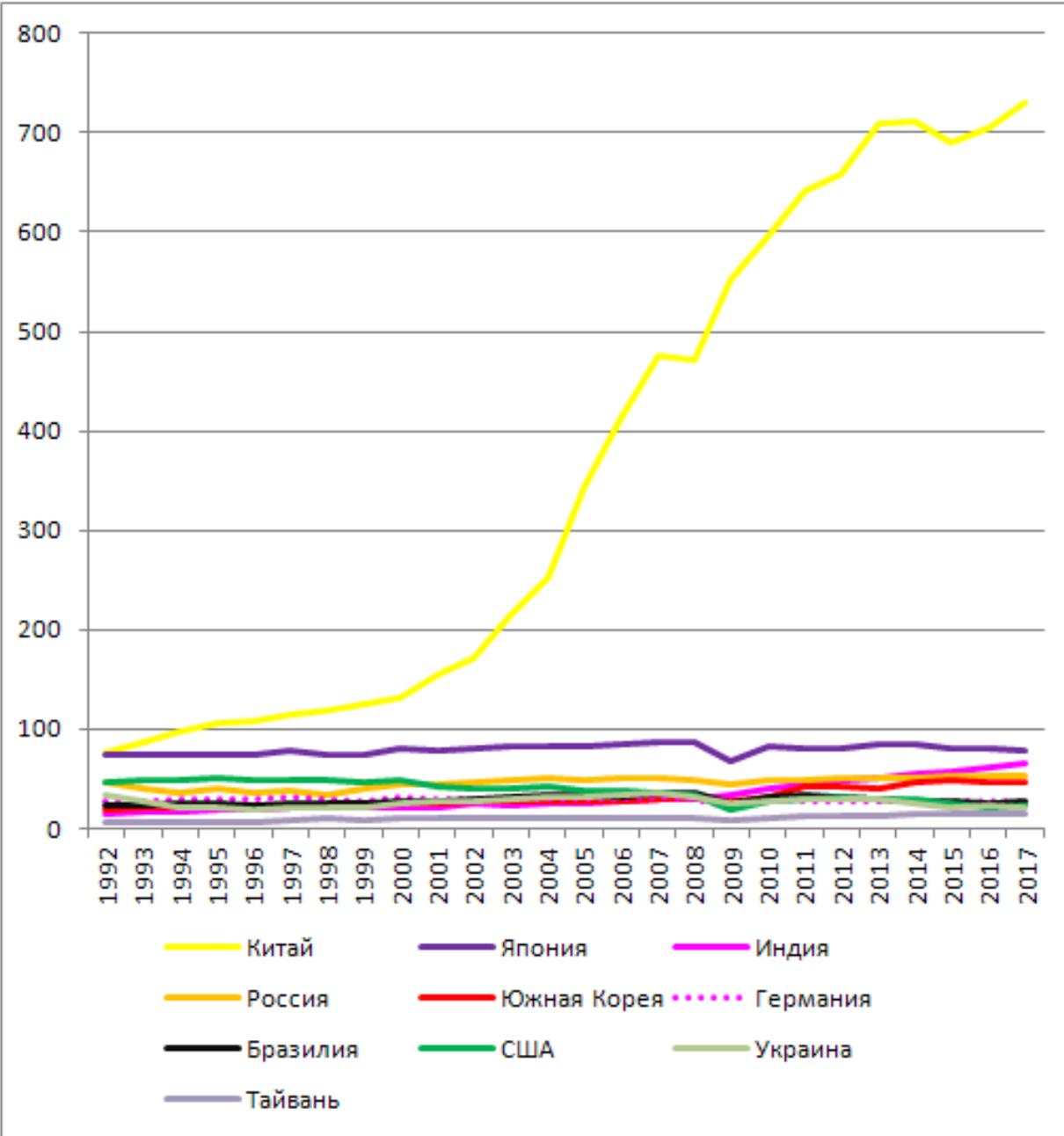
Выплавка стали (2017)

№	Страна	Млн. т	%
1	Китай	831,7	49,2
2	Япония	104,7	6,2
3	Индия	101,4	6,0
4	США	81,6	4,8
5	Россия	71,3	4,2
6	Южная Корея	71,1	4,2
7	Германия	43,6	2,6
8	Турция	37,5	2,2
9	Бразилия	34,4	2,0
10	Италия	24,0	1,4
11	Тайвань	23,2	1,4
12	Украина	22,7	1,3
13	Иран	21,8	1,3
14	Мексика	20,0	1,2
15	Франция	15,5	0,9
	МИР	1 691,2	100,0 (сумма 15 = 88,9)

Выплавка стали в странах мира

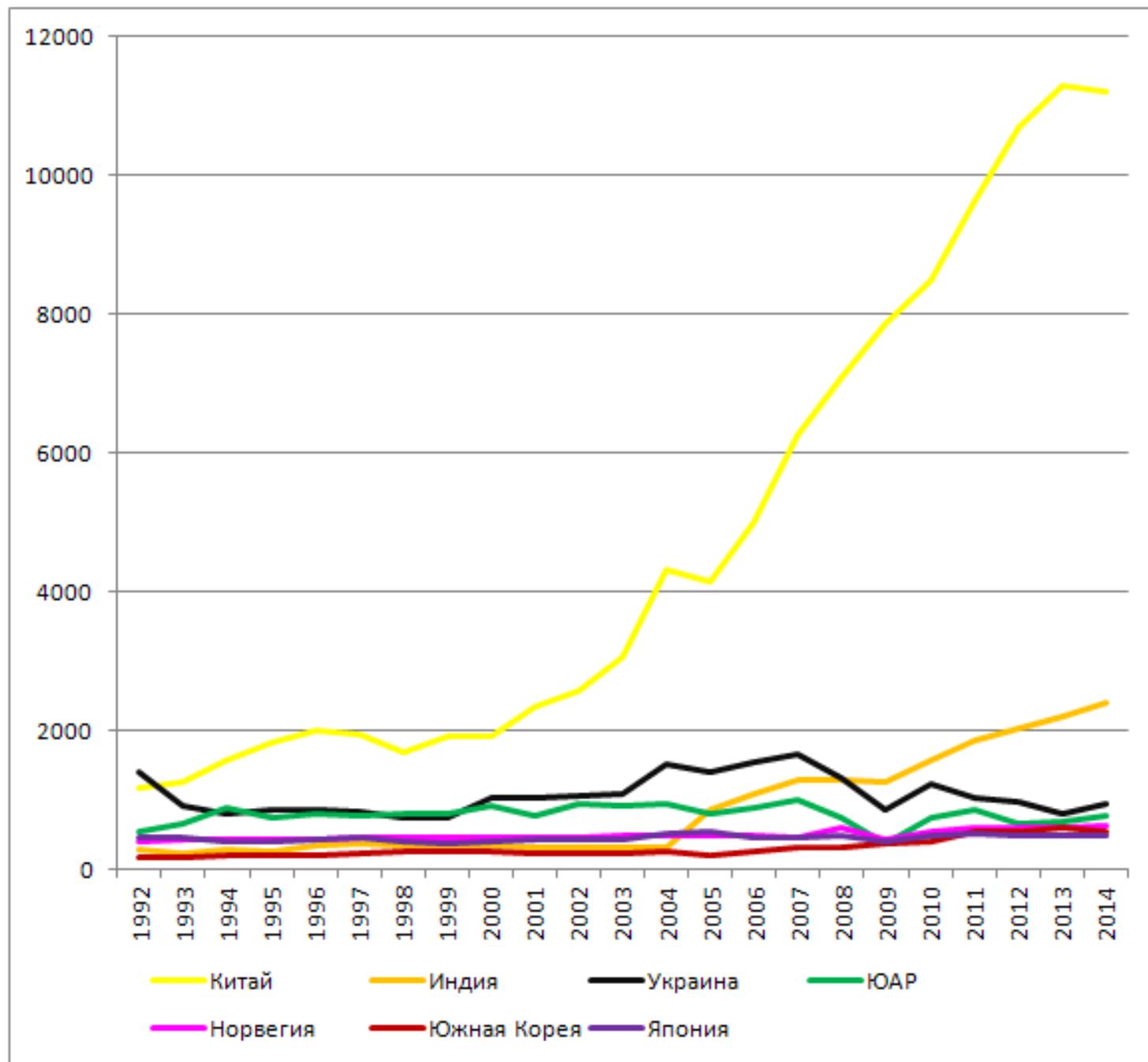


Выплавка чугуна в странах мира



Мировое производство ферросплавов
(ферросилиций, силикомарганец,
ферромарганец, феррохром и др.)
составляет 28,3 млн. т

**Производство ферросплавов
в странах мира**



Производство стали на душу населения (2017)

№	Страна	кг / чел.
1	Южная Корея	1 130,2
2	Тайвань	782,1
3	Чехия	634,7
4	Украина	535,4
5	Германия	499,5
6	Китай	492,7
7	Япония	492,6
8	Австрия	469,6
9	Турция	428,0
10	Канада	417,7

В Бельгии-Люксембурге – 367,1 кг/чел. (в т. ч. в «стальном герцогстве» Люксембург – 3 724,4 кг/чел.), в США – 282,7 кг/чел., в России – 265,7 кг/чел.

Экспорт стали (2013)

№	Валовой экспорт		Нетто-экспорт (экспорт – импорт)	
	Страна	Млн. т	Страна	Млн. т
1	Китай	61,5	Китай	46,8
2	Япония	42,5	Япония	37,1
3	Европейский Союз	38,7	Украина	23,0
4	Южная Корея	28,9	Россия	17,1
5	Украина	24,7	Южная Корея	9,9
6	Германия	24,3	Европейский Союз	7,9
7	Россия	23,6	Бразилия	4,4
8	Турция	17,3	Тайвань	3,8
9	Италия	16,9	Бельгия	3,8
10	Франция	14,2	Австрия	3,7
11	Бельгия	13,9	Турция	2,8

Импорт стали (2013)

№	Валовой импорт		Нетто-импорт (импорт – экспорт)	
	Страна	Млн. т	Страна	Млн. т
1	Европейский Союз	30,8	США	17,8
2	США	30,3	Таиланд	14,4
3	Германия	22,1	Индонезия	11,6
4	Южная Корея	19,0	Вьетнам	8,6
5	Таиланд	15,9	Саудовская Аравия	6,4
6	Италия	15,6	ОАЭ	5,3
7	Китай	14,8	Алжир	5,1
8	Турция	14,5	Филиппины	4,8
9	Франция	13,2	Ирак	4,5
10	Индонезия	12,3	Египет	3,9
11	Бельгия	10,1	Сингапур	3,9

Выплавка стали ведущими металлургическими компаниями (2017)

№	Компания	Страна	Млн. т
1	«ArcelorMittal»	Люксембург	97,0
2	«China Baowu Steel Group Corporation» (Baosteel) (гг. Шанхай и Ухань)	Китай	65,4
3	«Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation»	Япония	47,4
4	«Hesteel Group Company» (г. Шицзячжуан)	Китай	45,6
5	POSCO (гг. Пхохан и Кванъян)	Южная Корея	42,2
6	«Jiangsu Shagang Group Company» (г. Джанцзяган)	Китай	38,4
7	«Ansteel Group» (г. Аньшань)	Китай	35,8
8	«JFE Holdings»	Япония	30,2
9	«Shougang Group Company» (г. Пекин)	Китай	27,6
10	«Tata Steel»	Индия	25,1
11	«Nucor Corporation»	США	24,4
12	«Shandong Iron and Steel Group Company» (г. Цзинань)	Китай	21,7
13	«Hyundai Steel Company»	Южная Корея	21,2
14	«Jianlong Steel» (г. Таншань)	Китай	20,3
15	«Hunan Valin Steel Company» (г. Чанша)	Китай	20,2

Среди российских компаний выделяются: НЛМК (**Новолипецкий металлургический комбинат**) – 17-е место, EVRAZ (зарегистрирована в Лондоне) – 28-е место, ММК (**Магнитогорский металлургический комбинат**) – 30-е место, «Северсталь» (**Череповецкий металлургический комбинат**) – 34-е место

**Крупнейшие
металлургические
комбинаты
республик бывшего
СССР**

Страна	Название комбината	Компания	Мощность, млн. т стали
Россия	Магнитогорский (г. Магнитогорск, Челябинская область)	ММК	13,0
	Череповецкий (г. Череповец, Вологодская область)	«Северсталь»	11,3
	Новокузнецкий (г. Новокузнецк, Кемеровская область)	британская EVRAZ	7,5
	Челябинский (Челябинская область)	«Мечел»	4,3
	Нижнетагильский (г. Нижний Тагил, Свердловская область)	британская EVRAZ	4,2
	«Уральская сталь» (г. Новотроицк, Оренбургская область)	«УК Металлоинвест»	3,0
Украина	Криворожский (г. Кривой Рог, Днепропетровская область)	люксембургская «ArcelorMittal»	7,0
	«Азовсталь» (г. Мариуполь, Донецкая область)	нидерландская «Metinvest»	5,8
	им. Ильича (г. Мариуполь)	нидерландская «Metinvest»	5,6
	Алчевский (г. Алчевск, Луганская область)	введено внешнее управление	5,5
	«Запорожсталь» (Запорожская область)	нидерландская «Metinvest»	4,0
	Днепроровский им. Ф.Э. Дзержинского (г. Каменское, Днепропетровская область)	«Индустриальный союз Донбасса»	3,9
Казахстан	Карагандинский (г. Темиртау, Карагандинская область)	люксембургская «ArcelorMittal»	5,5

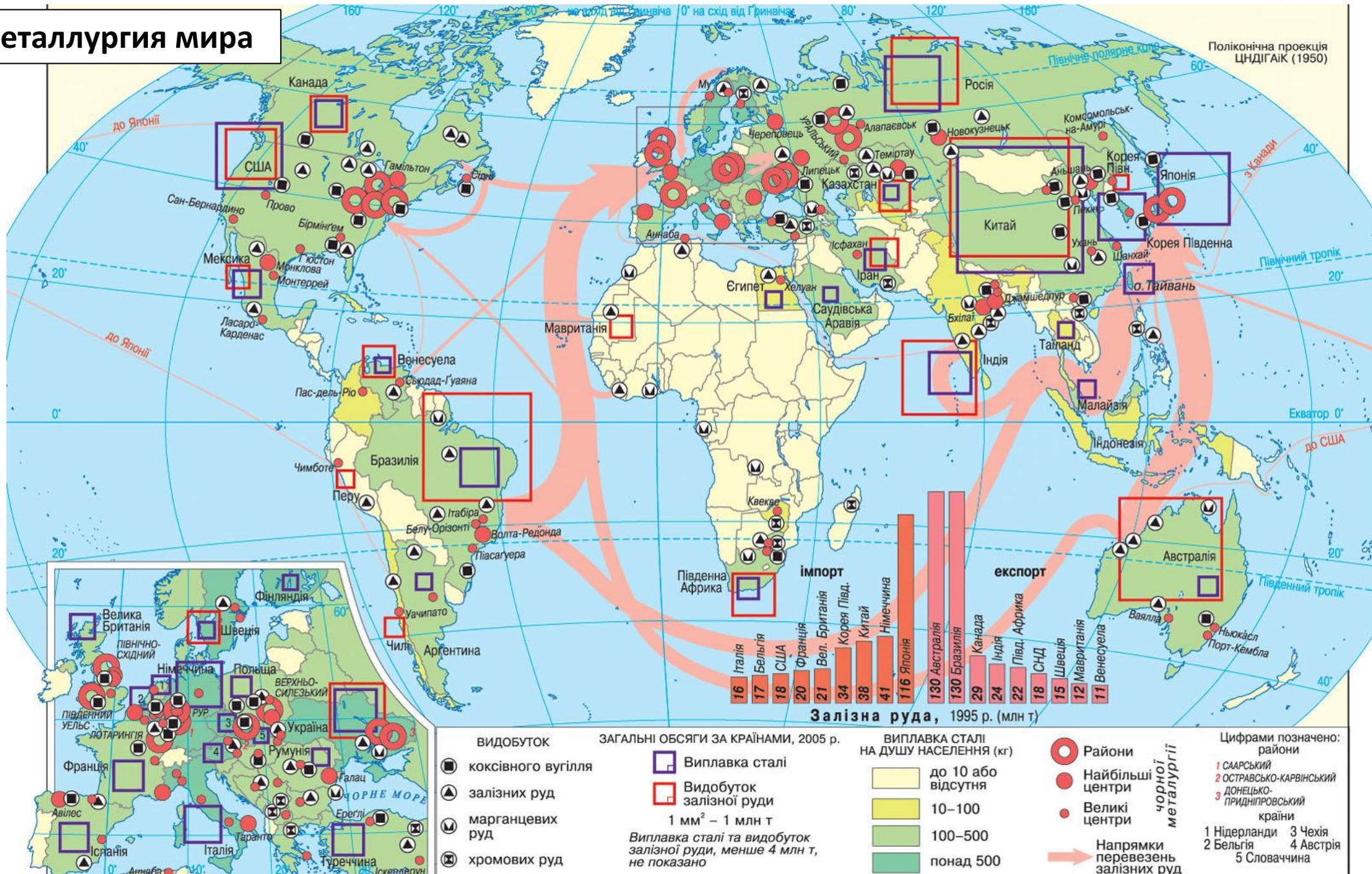
**Крупнейшие
металлургические
комбинаты Азии
(кроме Китая)**

Страна	Название комбината	Компания	Мощность, млн. т стали
Япония	Кимицу (близ Токио)	«Nippon Steel & Sumitomo Metal»	12,0
	Фукуяма (близ Хиросимы)	«JFE Holdings»	10,2
	Оита (остров Кюсю)	«Nippon Steel & Sumitomo Metal»	10,0
	Касима (близ Токио)	«Nippon Steel & Sumitomo Metal»	8,8
	Курасики (близ Окаямы)	«JFE Holdings»	8,55
Южная Корея	Кванъян (на южном побережье)	POSCO	18,2
	Пхохан (на восточном побережье)	POSCO	14,9
Индия	Джамшедпур (Джаркханд)	«Tata Steel»	6,8
	Вишакхапатнам (Андхра-Прадеш)	«Rashtriya Ispat Nigam»	6,3
	Калинганагар (Одиша)	«Tata Steel»	6,0
	Хавери (Карнатака)	«Tata Steel»	6,0
	Бастар (Чхаттисгарх)	«Tata Steel»	5,5
	Бокаро (Джаркханд)	«Steel Authority of India»	4,6
	Бхилаи (Чхаттисгарх)	«Steel Authority of India»	4,0
Роуркела (Одиша)	«Steel Authority of India»	3,9	

Крупнейшие металлургические комбинаты Америки

Страна	Название комбината	Компания	Мощность, млн. т стали
США	Ист-Чикаго (Индиана)	люксембургская «ArcelorMittal»	10,0 4,7
	Гэри (Индиана)	«U.S. Steel»	7,5
	Спарроус-Пойнт (Мэриленд)	российская «Северсталь»	4,0
	Хагер (Южная Каролина)	«Nucor Corporation»	3,5
	Экорс (Мичиган)	«U.S. Steel»	3,5
	Дирборн (Мичиган)	российская «Северсталь»	3,3
	Кливленд (Огайо)	люксембургская «ArcelorMittal»	3,1
Канада	Су-Сент-Мари (Онтарио)	люксембургская «ArcelorMittal»	4,0
Мексика	Ласаро-Карденас (Кинтана-Роо)	люксембургская «ArcelorMittal»	7,7
Бразилия	Волта-Редонда (Рио-де-Жанейро)	«Companhia Siderúrgica Nacional»	5,6
	Ипатинга (Минас-Жерайс)	«Usiminas»	5,0
	Кубатан (Сан-Паулу)	«Usiminas»	4,5

Черна металургія мира



Карта чёрной металлургии России





Спасибо за внимание!