

Автоматизированный комплекс по приемке лома черных металлов

/Rusmet.ru Ruslom.com к.т.н. Чижиков А. Г. д.т.н. Семин А. Е./ Уменьшение металлического фонда страны и интенсивный рост выплавки электростали, постепенно выводит лом черных металлов в разряд стратегического сырья для отечественной металлургии. При этом на особое место выходит взаимодействие между потребителями и поставщиками металлолома. С одной стороны металлургические предприятия с целью минимизировать производственные издержки при производстве жидкой стали предъявляют к приобретаемому лому повышенные требования как по химическим, так и геометрическим параметрам, с другой стороны поставщики, в условиях уменьшения металлофонда и снижения объемов легко доступного сырья, стремятся окупить свои издержки при заготовке лома черных металлов. Принципиальная схема движения потоков металлолома от первичных ломосдатчиков, до конечного потребителя приведена на рис. 1. Нередко предметом спорных ситуаций между потребителями и поставщиками металлолома, на этапе его приемки, становится качество заявленного к продаже лома черных металлов, в частности вид лома и величина засора. Аналогичная ситуация возникает и у металлургических предприятий при необходимости оценки складских запасов металлолома. С точки зрения планирования работы металлургического предприятия, знание текущих объемов складских запасов сырья (лома черных металлов) позволяет гибко выстраивать производственную цепочку предприятия и своевременно реагировать на изменяющуюся конъюнктуру рынка (см. рис. 2) [1-3].

Авторами разработана методология определения поступающего на сталеплавильные предприятия вида металлолома, а также вычисление складских запасов лома черных металлов на основе применения наземного 3D сканирования и алгоритма графического распознавания предметов с применением теории перколяции.

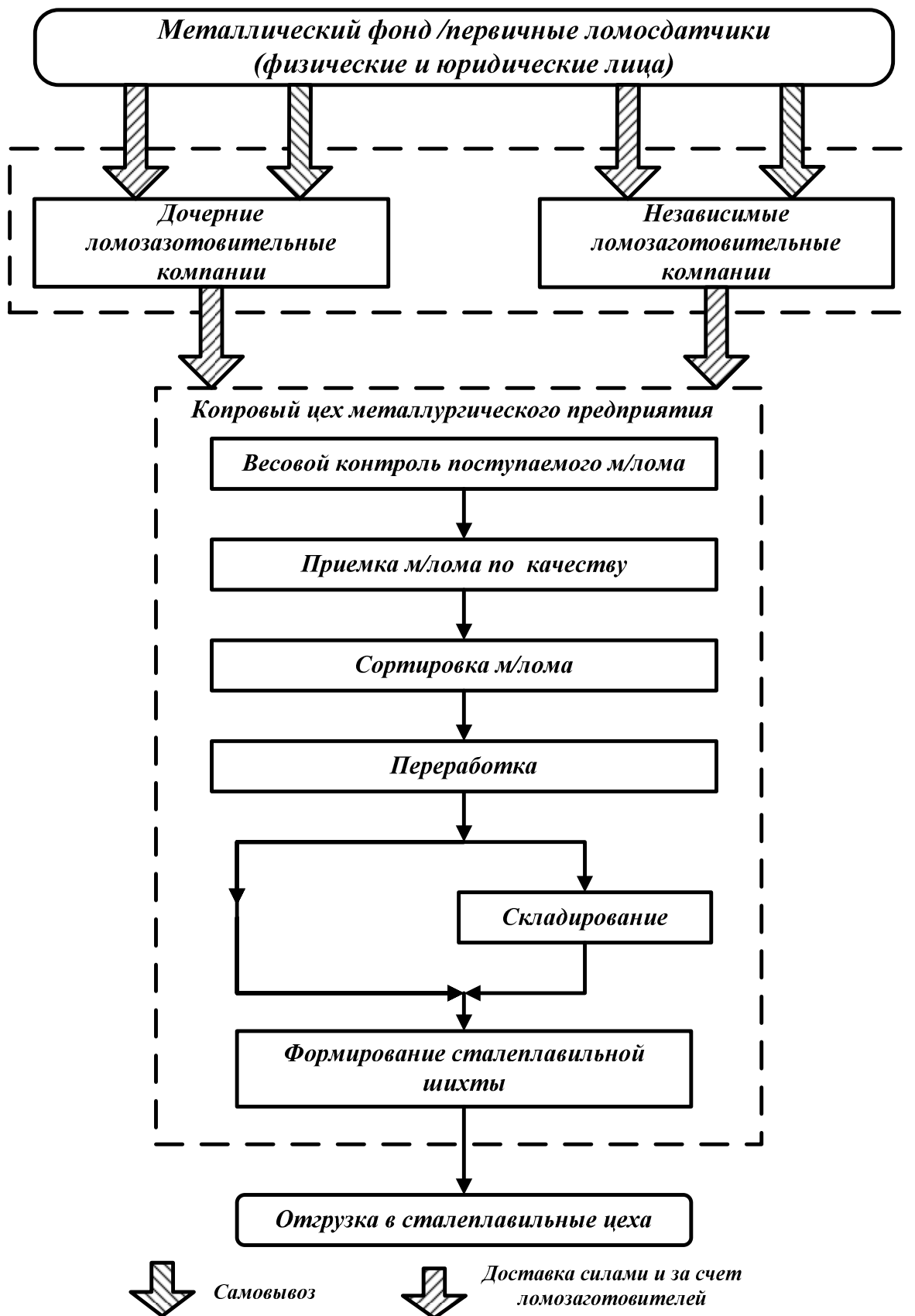


Рис. 1 – Принципиальная схема движение потоков лома черных металлов

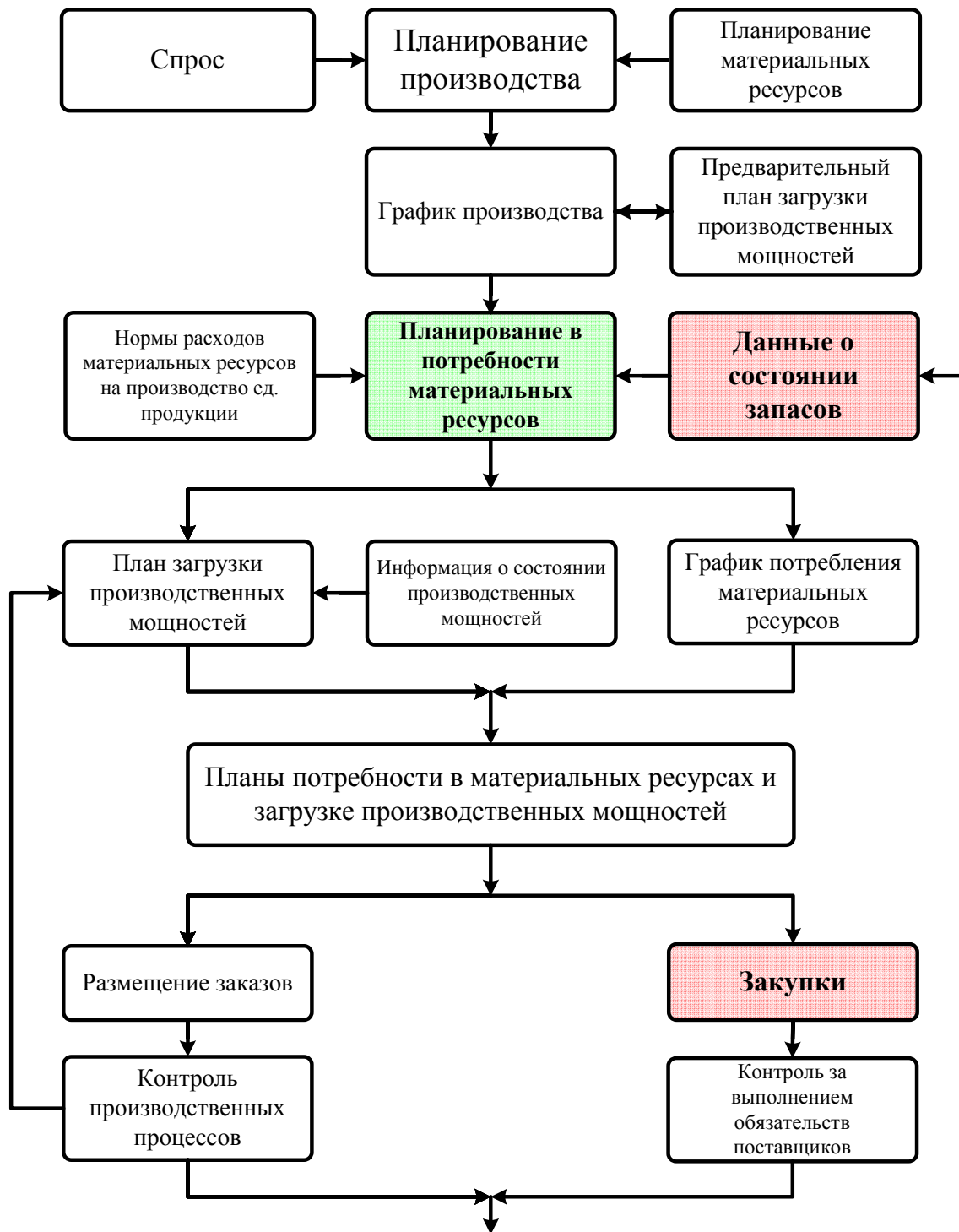


Рис. 2. – Функциональная схема системы планирования производственных потребностей

Вычисление складских запасов металлолома представляется целесообразным определять посредством измерения геометрического объема тел с последующим присвоением ему плотности, в зависимости от вида материала из которого он состоит. В качестве инструментария для получения объемного сигнала в виде «облака точек» предлагается использовать бесконтактный 3D сканер наземного базирования, например Leica ScanStation, которая будет работать одновременно с обычной цифровой фото-видео камерой.

Порядок определения складских запасов лома представлена на рис. 3. Технические характеристики Leica ScanStation позволяют осуществлять сканирование в полуавтоматическом режиме, после чего посредством обработки сигнала (облака точек) на специальном программном обеспечении визуализируется профиль складских запасов.

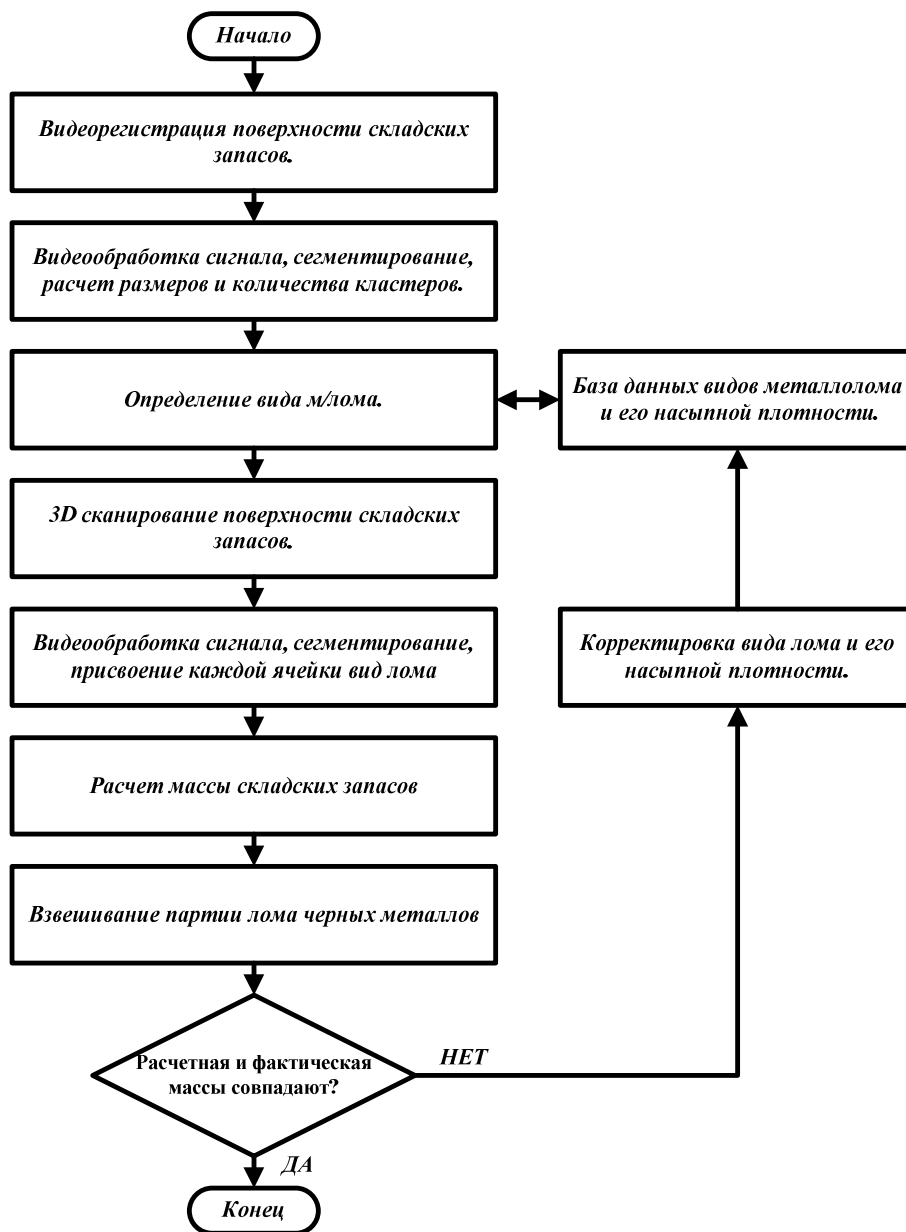


Рис. 3 – Схема определения складских запасов лома черных металлов при помощи 3D сканирования

Определение складских запасов металлолома должно происходить с учетом, что в пределах одной партии могут смешиваться различные виды лома. Поэтому во время сканирования экспертно разобьем измеряемое тело на n частей (равных количеству различных видов м/лома), а объемы этих частей обозначим через $\Delta v_1, \Delta v_2, \dots, \Delta v_n$. Выберем затем в каждой части по произвольной точке $P_i(x_i, y_i, z_i)$. Значение плотности (μ) выбираем согласно рисунку 6.

Полагая, что в каждой частичной области плотность постоянна и равна ее значению в точке μ_i , мы получим приближенное выражение для массы всего тела в виде суммы [4-10]:

$$m_n = \sum_{i=1}^n \mu(x_i, y_i, z_i) \Delta V_i, \quad (1)$$

Предел этой суммы при условии, что $n \rightarrow \infty$ и каждое частичное тело стягивается в точку (*т. е. что его диаметр стремится к нулю*), и даст нам массу складированного лома черных металлов:

$$m = \lim \sum_{i=1}^n \mu(x_i, y_i, z_i) \Delta V_i = \iiint_G \mu(xyz) dv \quad (2)$$

где m – масса лома черных металлов на складе, [т];

μ – насыпная плотность лома черных металлов [т/м³];

ΔV_i – микрообъем штабеля с одинаковой насыпной плотностью металлолома [м³];

xyz – пространственные координаты микрообъема металлолома в общем штабеле [м].

Для определения вида лома используется сигнал с цифровой камеры. Анализируемый видеофрагмент сегментируется и переводится в декартову систему координат, после чего каждой ячейке, в зависимости от характеристик изображения, например контрастности, присваивается некоторая числовая характеристика. Полученная матрица анализируется с использованием теории перколяции – т. е. рассчитывается количество и размер кластер, сравнивается с базой данных, и анализируемому участку присваивается вид лома черных металлов и его насыпную плотность.

Предварительно предлагается эмпирически определить насыпную плотность металлолома посредством взвешивания проб материала отобранных из различных мест штабеля одного типа металлолома в специальных коробах фиксированного объема (но не менее 10 видов коробов на каждый вид лома). Применительно к промышленному эксперименту следует отметить, что взвешивание веса «*брутто*» и «*тара*» следует производить на одних и тех же весах с расцепкой.

Насыпная плотность при этом определяется по формуле 1:

$$\mu = \frac{m}{\sum_{i=1}^n V_{\text{короба}}} \quad (1)$$

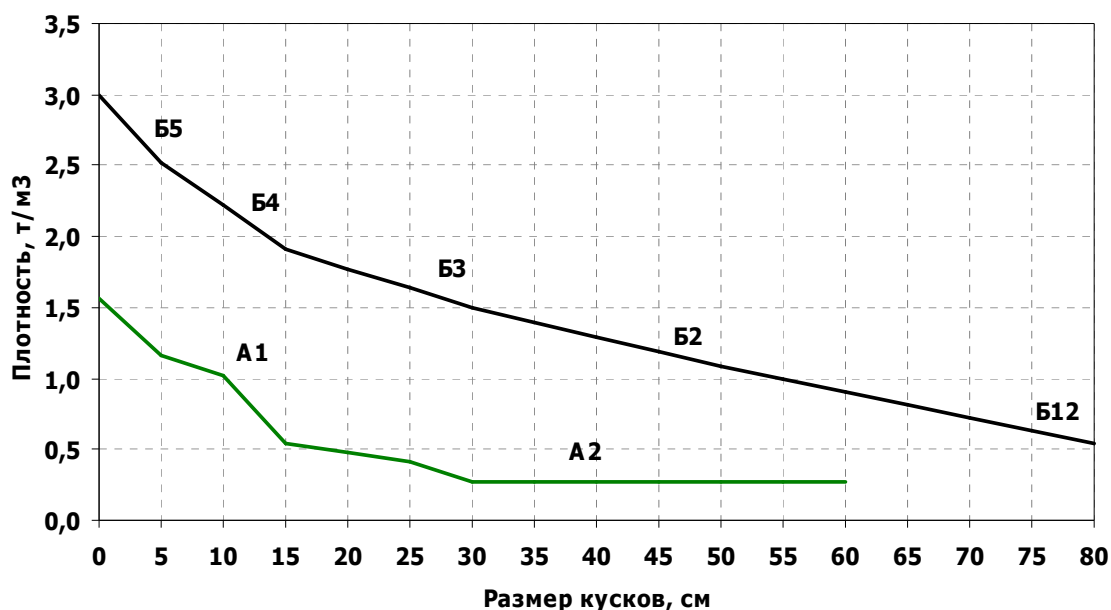
где μ – насыпная плотность лома черных металлов [т/м³];

m - чистый вес товара без упаковки (вес «нетто») [т];

$V_{\text{короба}}$ – объем короба, [м³];

n – количество взвешиваний

В результате многочисленных замеров получаем базу данных о насыпной плотности того или иного вида лома черных металлов, графическая интерпретация которой представлена на рисунке 3.



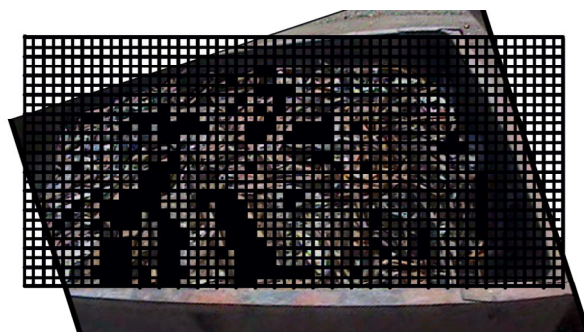
- А1 - Предварительно уплотненные листовые отходы с максимальным размером кускового лома более 40 мм;
- А2 Предварительно уплотненные листовые отходы с размером кускового лома 20 - 40 мм;
- Б12 - Компактный лом, длинномерный материал, балки, лом с большой пустотелостью (трубы) с диаметром более 60 мм;
- Б2 - Компактный лом, с максимальным размером куска 40 - 60 мм;
- Б3 - Компактный лом, с максимальным размером куска 20 - 40 мм;
- Б4 - Компактный лом, с максимальным размером куска 10 - 20 мм;
- Б5 - Компактный лом, с максимальным размером куска менее 10 мм.

Рисунок 4 – Распределение плотности различных видов металлолома

В случае использования данной методологии для определения вида металлолома будет необходим четкий видеосигнал с поверхности выгона (см. рис. 5) [7-11].



а) Видеосигнал до обработки



б) Видео сигнал после обработки

Рис. 5 – Пример обработки видеосигнала с поверхности ж/д вагона.

Предполагается, что в случае его промышленного внедрения он станет инструментарием для ежедневного мониторинга изменения складских запасов лома черных металлов, а также сможет быть использован для определения вида металлолома при приемке ж/д вагонов.

Выводы

Разработана концепция оперативного мониторинга качественного и количественного мониторинга лома черных металлов поступающего в адрес металлургического предприятия, которая может быть использована для оперативного учета складских запасов.

к.т.н. Чижиков А. Г. д.т.н. Семин А. Е. НИТУ «МИСиС»

Список литературы

1. Концепция модернизации мини - металлургических заводов. А. Е. Лазуткин, А. Г. Чижиков, Е. Е. Семин. //Электрометаллургия № 8, 2011 г.;
2. Среднесрочный прогноз ситуации на рынке черных металлов. А. Г. Чижиков, А.Е. Семин, П. И. Черноусов. // Вторичные металлы № 6, 2011 г.;
3. Спирин Н. А., Лавров В.В. Информационные системы в металлургии, УГТУ-УПИ, 2004 г.
4. Виноградов Н. Ф., Волобуев В. Ф., Комаров В. М. и др. Заготовка вторичных черных металлов. Справочник. М.: Металлургия, 1987 г.
5. В. Е. Гмурман. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа.2002 г.;
6. Б. В. Линчевский. Техника металлургического эксперимента.
7. Гурин В. Г. Технический контроль на металлургическом заводе. М.: Государственное научно техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии. 1956 г.;
8. Основы научных исследований в черной металлургии. Баптизманский В. И., Воловик Г. А., Емлин Б. И. и др. Киев. Вища школа. 1985 г.
9. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. Часть 2: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 400 с.;
10. Тарасевич Ю.Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы: Учебное пособие. М.: Едиториал УРСС, 2002 г.;
11. Эфросс А.Л. Физика и геометрия беспорядка; главная редакция физико-математической литературы. Москва, Наука, 1982 г.