

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

ЦЕЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ УРАЛА

Х.Н. Гизатуллин, А.А. Самотаев, Ю.А. Дорошенко

В статье выполнена оценка эффективности деятельности металлургического комплекса Урала на основе разработанной системы целостных характеристик. Системное представление целостных характеристик объекта, отражая внешнее и внутреннее состояние структур, позволяет объективно судить о качественном состоянии отрасли с разным уровнем интеграции. Учет этого фактора позволит более детально отслеживать развитие интеграционных процессов и вносить необходимые изменения в случае появления каких-либо противоречий между участниками.

Образование крупных промышленных объединений — ярко выраженная тенденция последних десятилетий экономических преобразований в России. Примером их является металлургический комплекс Уральского федерального округа (УрФО), включающий в себя предприятия черной и цветной металлургии, сосредоточенные главным образом на двух территориях — в Свердловской и Челябинской областях.

Анализ показателей деятельности металлургических предприятий свидетельствует о том, что их объединение в интегрированные структуры оказывает огромное влияние на эффективность работы. Предприятия УрФО, работающие в составе интегрированных структур, являются прибыльными, постоянно наращивают объемы производства, оказывают положительное влияние на социально-экономические процессы в регионе и обеспечивают высокий уровень доходов работников. Наоборот, предприятия, работающие самостоятельно (вне крупных

интегрированных структур), зачастую являются убыточными [3].

Вместе с тем, необоснованное слияние может привести к негативным последствиям. Поэтому очень важно знать не только необходимость такого слияния, но и его степень. Основным инструментом решения важнейшей социально-экономической проблемы должен служить математический анализ. Его использование на основе системного подхода позволяет определить эффективность создания объединений с различной степенью интегрированности. Это дает возможность оценить не только общее состояние, но и выявлять особенности и различия, свойственные объединенным объектам в рыночной экономике.

Значительной проблемой при оценке последствий интеграции является выбор характеристик ее эффективности. Сложность и многогранность экономической категории эффективности производства невозможно выразить одним показателем. Всесторонняя оценка уровня эффективности производства возможна лишь при помощи системы взаимосвязанных показателей, представляющих все стороны деятельности объекта.

Показатели эффективности производства можно разделить на простые и обобщающие (целостные) характеристики. Целостной принято называть характеристику, которая присуща целому объекту, но отсутствует у составляющих ее элементов, либо она есть и у элементов, и у объекта в целом, но для последнего эту характеристику нельзя определить, зная только соответствующие характеристики элементов

объекта. В противном случае такую характеристику называют простой [1].

Простые характеристики сами по себе несут мало информации для познания сущности функционирования предприятия. Считается, что их описание является прелюдией к изучению собственно экономических качеств — целостных характеристик объекта. Его существование определяется множеством различных целостных характеристик и множеством отношений между ними, отражающих концепцию самосохранения объекта [2].

Построение обобщающих характеристик эффективности производства — один из наиболее сложных вопросов статистической методологии. Предложенные в литературе подходы к его решению можно свести к следующим трем направлениям: 1) выделение из числа частных показателей одного решающего, главного; 2) расчет обобщающего показателя на основе взаимозаменяемости ресурсов; 3) построение балльных оценок эффективности на основе методов многомерного анализа.

При всех положительных качествах у большинства методов перечисленных направлений расчеты затруднены и зачастую носят условный характер.

Цель исследования. Оценить эффективность систем целостных характеристик металлургического комплекса Урала при разном уровне их интеграции.

Материал и методика исследований. Материалом исследования явились данные о деятельности металлургического комплекса Свердловской и Челябинской областей за 2000–2004 гг. [3, 4].

Для каждой из ранее выделенных подсистем базовых показателей были разработаны 18 целостных характеристик, из которых первые девять отражают внешнее, а остальные — внутреннее состояние структуры элементов подсистем [5]:

I. Количество элементов в подсистеме.

II. Нагрузка на элемент подсистемы — средняя величина парной корреляции между элементами подсистемы.

III. Стабильность подсистем — отношение числа отрицательных и положительных корреляций в подсистеме.

IV. Вариабельность элементов подсистем — средний уровень вариабельности элементов в подсистеме.

V. Отклонения элементов подсистем от нормального распределения — средний уровень коэффициента отклонения элементов в подсистеме.

VI. Энергоемкость элементов подсистем — средний уровень затрат энергии элементов подсистемы.

VII. Различия между подсистемами — величина критерия Z между элементами активизации и итогом деятельности подсистем.

VIII. Эффективность деятельности элементов подсистем — средний уровень реализации модели для элементов в подсистеме.

IX. Реализация цели подсистем — средний уровень реализации модели для заключительного элементов в подсистеме.

X. Различие структур «ресурс — продукт» — величина критерия Z между потенциалом структур элементов активизации и итогом деятельности подсистем.

XI. Различие структур «процесс» — величина критерия Z между потенциалом структур элементов активизации и итогом деятельности подсистем.

XII. Различие структур «объект» — величина критерия Z между потенциалом структур элементов активизации и итогом деятельности подсистем.

XIII. Активность структур «ресурс — продукт» — средний процент вклада структуры в фактический показатель.

XIV. Активность структур «процесс» — средний процент вклада структуры в фактический показатель.

XV. Активность структур «объекта» — средний процент вклада структуры в фактический показатель.

XVI. Взаимозависимость структур «ресурс — продукт» — средний модуль числа парной корреляции структур «ресурс — продукт» со структурами «процесс» и «объект».

ХVII. Взаимозависимость структур «процесс» — средний модуль числа парной корреляции структур «процесс» со структурами «ресурс — продукт» и «объект».

ХVIII. Взаимозависимость структур «объект» — средний модуль числа парной корреляции структур «объект» со структурами «ресурс — продукт» и «процесс».

Результаты исследований. На предварительном этапе установлено:

1) металлургический комплекс Челябинской области, включающий семь подсистем, образует трехэтапную пирамиду с объемом 4,67 см³; металлургический комплекс Свердловской области представлен двухэтапной пирамидой с объемом 2,2 см³ и включает четыре подсистемы; комплекс Урала образуется трехэтапной пирамидой с объемом 13,6 см³, имеющей в основе десять подсистем;

2) при анализе целостных характеристик оказалось, что металлургический комплекс Челябинской области включает четыре подсистемы, образующих двухэтапную пирамиду с объемом $V = 6,3$ см³; для металлургического комплекса Свердловской области, обнаружено восемь подсистем, образующих трехэтапную пирамиду с объемом $V = 12,0$ см³; металлургический

комплекс Урала, опираясь на 12 подсистем, представлен четырехэтапной пирамидой с объемом $V = 18,2$ см³.

Анализ эффективности разного уровня объединения подразумевает установление порядка целостных характеристик для 21 подсистемы простых производственно-экономических показателей металлургических комплексов Свердловской и Челябинской областей и их объединения (рис. 1).

Согласно принципу очередности (справа налево) можно сформировать из них три равночисленные группы подсистем целостных характеристик. Первая группа содержит: 10, 20, 7, 11, 9, 4 и 17 подсистемы, где представлено 28,6% объединенного комплекса Урала. Во второй группе присутствуют: 5, 6, 12, 2, 15, 1 и 13 подсистемы или 42,9% объединенного комплекса Урала. В третьей: 21, 8, 14, 3, 16, 19 и 18 или 71,4% объединенного комплекса Урала. Используя гипотезу, что рост доли интеграции улучшает экономическую эффективность всего комплекса, будем считать, что первая группа определяет плохое качество, вторая группа — удовлетворительное и третья — хорошее качество интеграции.

Анализ подсистем целостных характеристик первой группы, определяющей пло-

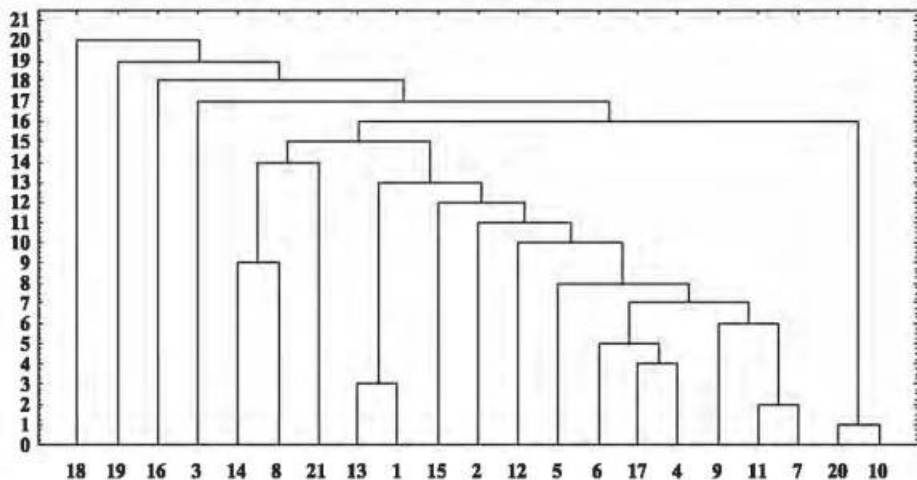


Рис. 1. Дендрограмма целостных характеристик подсистем базовых показателей металлургического комплекса Челябинской (1-4) и Свердловской области (5-11), Урала (12-21)

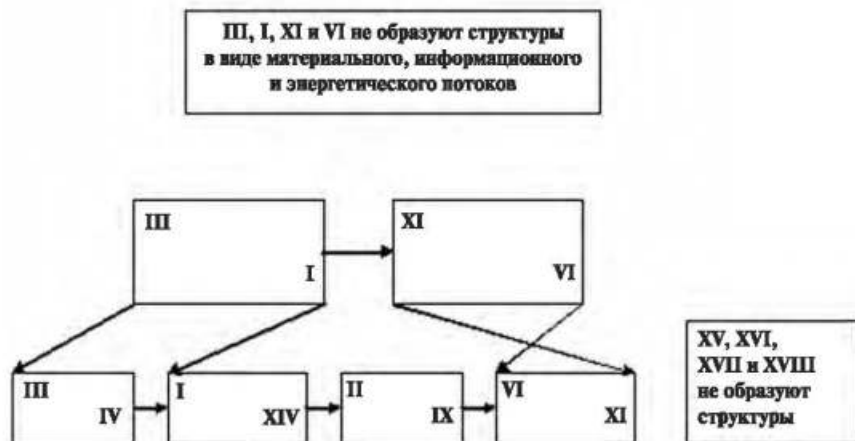


Рис. 2. Синергетические взаимоотношения подсистем целостных характеристик металлургического комплекса Свердловской Челябинской областей и Урала в группе плохого качества интеграции

кое качество интеграции, свидетельствует, что она представлена двухэтапной пирамидой с объемом $V = 4 \text{ см}^3$ (рис. 2).

Образование большой системы обусловлено присутствием системообразующих и системоразрушающих элементов. В первом эшелоне пирамиды присутствует 12 системообразующих признаков, что составляет 66,7 % от общего числа целостных характеристик.

Сила их влияния уменьшается согласно схеме: различия между подсистемами (-2,531) → эффективность деятельности подсистем (-2,495) → реализация цели подсистем (-1,996) → активность структур «ресурс — продукт» (-1,883) → взаимосвязь структур «объект» (-1,341) → взаимосвязь структур «процесс» (-1,032) → взаимосвязь структур «ресурс — продукт» (-0,987) → различие структур «ресурс — продукт» (-0,940) → различие структур «процесс» (-0,804) → отклонение элементов подсистемы от нормального распределения (-0,272) → вариабельность элементов подсистем (-0,260) → различие структур «объект» (-0,011). Индекс различия между ними составил 230,1 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 1,08 раза.

Системоразрушающими являются 6 характеристик. Сила их влияния возрастает

согласно схеме: стабильность элементов подсистем (0,416) → нагрузка на элемент подсистемы (0,622) → энергоёмкость элементов подсистемы (0,640) → количество элементов в подсистеме (0,668) → активность структур «процесс» (1,656) → активность структур «объект» (1,810). Индекс различия между ними составил 4,35 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 0,68 раза.

Первый эшелон большой системы представлен четырьмя подсистемами, в первой из них присутствует четыре элемента. Элементом активизации подсистемы являлась «стабильность элементов подсистемы», ее итогом — «вариабельность элементов подсистемы». Отношение внешних/внутренних характеристик подсистемы составило 2,22.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_4 = 18,69 - 0,66 \times X_3 - 3,03 \times X_7 + 1,13 \times X_{12} \quad (1)$$

где Y_4 — вариабельность элементов подсистем;

X_3 — стабильность элементов подсистем;

X_7 — различия между подсистемами;

X_{12} — различие структур «объект».

В наилучшей модели как математически некорректные исключены «стабильность элементов подсистем» и «различие структур объект». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования. При этом, итог деятельности подсистемы, оставаясь положительным, возрастает в 1,15 раза.

Во второй подсистеме присутствует три элемента, элементом активизации была характеристика «количество элементов в подсистеме», ее итогом — активность структур «процесс». Отношение внешних/внутренних характеристик 1,03.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{14} = 48,9 + 3,43 \times X_1 - 0,65 \times X_p \quad (2)$$

где Y_{14} — активность структур «процесс»;
 X_1 — количество элементов в подсистеме;
 X_p — эффективность деятельности подсистем.

В наилучшей модели как математически некорректные исключены «количество элементов в подсистеме». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования. При этом итог деятельности подсистемы, оставаясь положительным, возрастает в 1,25 раза.

В третьей подсистеме присутствует три элемента, характеризующие исключительно внешнее состояние ее структуры. Элементом активизации выступает «нагрузка на элемент подсистемы», ее итогом — «реализация цели подсистем».

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_9 = 48,9 - 27,79 \times X_2 + 2,02 \times X_s \quad (3)$$

где Y_9 — реализация цели подсистем;
 X_2 — нагрузка на элемент подсистемы;
 X_s — отклонение элементов подсистемы от нормального распределения.

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

В четвертой подсистеме присутствует четыре элемента. Элементом активизации

подсистемы выступает «энергоёмкость элементов подсистемы», ее итогом — различие структур «процесс». Отношение внешних/внутренних характеристик 0,29.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{11} = 18,46 - 0,64 \times X_6 - 0,12 \times X_{16} + 0,02 \times X_{12p} \quad (4)$$

где Y_{11} — различие структур «процесс»;
 X_6 — энергоёмкость элементов подсистемы;
 X_{16} — активность структур «ресурс — продукт»;
 X_{12p} — различие структур «ресурс — продукт».

Наилучшую модель построить не удалось.

Вне подсистемы остались четыре элемента, представляющие внутренние целостные характеристики: взаимосвязь структур «ресурс — продукт» → взаимосвязь структур «процесс» → взаимосвязь структур «объект» → активность структур «объект». Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры внутренних характеристик в первом эшелоне металлургического комплекса плохого качества объединения.

Во втором эшелоне металлургического комплекса Урала присутствует 3 системообразующих признака, что составляет 37,5% от общего числа. Сила их влияния уменьшается согласно схеме: реализация цели подсистем (-1,977) → различие структур «процесс» (-0,840) → вариабельность элементов подсистем (-0,316). Индекс различия между ними составил 6,26 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 2,73 раза.

Системоразрушающими являются пять характеристик. Сила их влияния возрастает согласно схеме: энергоёмкость элементов подсистемы (0,362) → стабильность элементов подсистем (0,434) → нагрузка на элемент подсистемы (0,842) → количество элементов в подсистеме (0,977) → активность структур «процесс» (1,425). Индекс различия между ними составил 3,94 раза.

Отношение внешние/внутренние характеристики 1,84 раза.

Степень приоритетности системоразрушающих свойств у целостных характеристик подсистем второго эшелона плохого качества в 1,29 раза выше системообразующих. Стремление к системообразованию внешних характеристик подсистем металлургического комплекса плохого качества в 1,48 раза выше, чем у внутренних.

На втором уровне формируется две подсистемы. В первой находится четыре элемента, представляющие исключительно внешние структурные характеристики. При этом элементом активизации является «стабильность элементов подсистем», ее итогом — «количество элементов в подсистеме».

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_9 = 115,0 + 12,4 \times X_3 + 17,9 \times X_2 - 27,0 \times X_p \quad (5)$$

где Y_9 — реализация цели подсистем;

X_3 — стабильность элементов подсистем;

X_2 — нагрузка на элемент подсистемы;

X_p — количество элементов в подсистеме.

В наилучшей модели, как математически не совершенная, была удалена характеристика «нагрузка на элемент подсистемы».

Во второй подсистеме находятся четыре элемента. При этом элементом активизации подсистемы выступает различие структур «процесс», ее итогом — энергоёмкость элементов подсистемы. Отношение внешние/внутренние характеристики — 1,23.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_6 = 2,78 - 0,07 \times X_{11} - 0,04 \times X_4 + 0,03 \times X_{10} \quad (6)$$

где Y_6 — энергоёмкость элементов подсистемы;

X_{11} — различие структур «процесс»;

X_4 — вариабельность элементов подсистем;

X_{10} — активность структур «процесс».

В наилучшей модели при сохранении независимых факторов, поменялся лишь порядок их воздействия на уровень заключительного элемента подсистемы.

Третий эшелон системы, хотя и содержит четыре элемента: «стабильность элементов подсистем», «количество элементов в подсистеме», «различие структур «процесс» и «энергоёмкость элементов подсистемы», но между ними отсутствует структурное взаимодействие в виде информационного, энергетического и материального потока. Это не позволяет построить подсистему и создавать модель.

Необходимо обратить внимание на следующие особенности, характеризующие целостные характеристики металлургического комплекса, определяющего плохое качество интеграции:

— степень приоритетности системообразующих свойств у целостных характеристик подсистем первого эшелона в 2,5 раза выше системоразрушающих. Стремление к системообразованию внешних характеристик в 2,09 раза выше, чем у внутренних;

— элементами запуска подсистем первого эшелона выступают: «стабильность элементов подсистемы» → «количество элементов в подсистеме» → «нагрузка на элемент подсистемы» → «энергоёмкость элементов подсистемы»; во втором эшелоне: «стабильность элементов подсистем» → различие структур «процесс»;

— в первом эшелоне четыре элемента, характеризующие исключительно внутреннее состояние объекта: активность структур «объект», взаимосвязь структур «ресурс — продукт», структур «процесс» и структур «объект», вследствие малой величины материального, информационного и энергетического потоков не образуют между собой структуры;

— второй эшелон пирамиды, полностью охватывая нижележащий уровень металлургического комплекса, не контролирует состояние третьей подсистемы, уделяя в то же время слишком большое внимание четвертой. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры целостных характеристик;

— удаление элемента активизации первой и второй подсистем в первом эшелоне при создании наилучшей модели не позволяет говорить о возможности нормального

функционирования всего металлургического комплекса;

— итоговыми, а значит, проблемными показателями в первом эшелоне были: «вариабельность элементов подсистемы» → активность структур «процесс» → «реализация цели подсистем» → различие структур «процесс»; во втором эшелоне: «количество элементов в подсистеме» → энергоёмкость элементов подсистемы;

— при создании наилучшей модели как математически некорректные исключены: «стабильность элементов подсистем», «различие структур объект» → количество элементов в подсистеме → «нагрузка на элемент подсистемы»;

— третий эшелон системы, хотя и содержит четыре элемента: стабильность элементов подсистем, количество элементов в подсистеме, различие структур «процесс» и энергоёмкость элементов подсистемы, но между ними отсутствует структурное взаимодействие в виде информационного, энергетического и материального потока;

— состояние подсистем целостных характеристик улучшается согласно схеме: вторая, четвертая → третья → пятая и шестая → первая.

Анализ подсистем целостных характеристик второй группы, определяющей

удовлетворительное качество интеграции, свидетельствует, что она представлена двух-эшелонной пирамидой с объемом $V = 7 \text{ см}^3$ (рис. 3).

В большой системе целостных характеристик первого эшелона металлургического комплекса Урала удовлетворительного качества присутствует четыре системообразующих признака, что составляет 22,3 % от общего числа.

Сила их влияния уменьшается согласно схеме: активность структур «ресурс – продукт» (-3,622) → вариабельность элементов подсистемы (-1,041) → эффективность деятельности подсистем (-0,683) → реализация цели подсистем (-0,170). Индекс различия между ними составил 21,3 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 1,91 раза.

Системоразрушающими являются 14 характеристик. Сила их влияния возрастает согласно схеме: различие структур «процесс» (0,416) → отклонение элементов подсистемы от нормального распределения (0,822) → взаимосвязь структур «объект» (1,372) → активность структур «объект» (1,805) → активность структур «процесс» (2,900) → стабильность подсистем (2,999) → различия между подсистемами (3,121) → взаимосвязь структур «процесс» (3,273) → количество

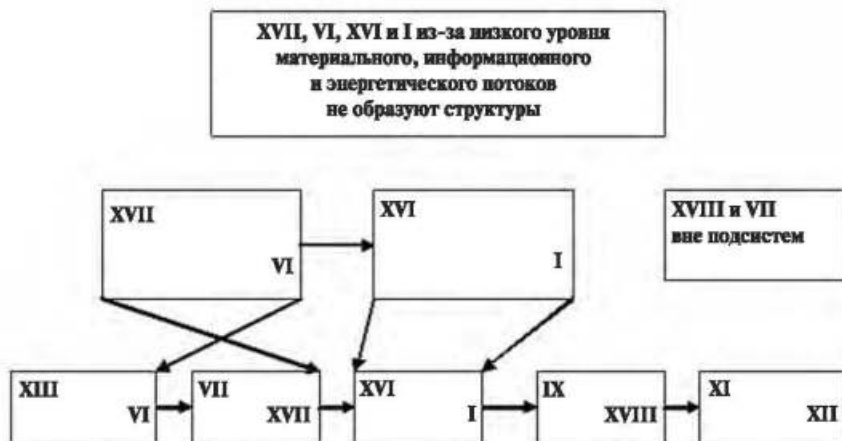


Рис. 3. Синергетические взаимоотношения подсистем целостных характеристик металлургического комплекса Свердловской, Челябинской областей и Урала в группе удовлетворительного качества интеграции

элементов в подсистеме (3,348) → взаимосвязь структур «ресурс — продукт» (3,406) → различие структур «объект» (3,601) → энергоёмкость элементов подсистемы (3,650) → нагрузка на элемент подсистемы (4,550) → различие структур «ресурс — продукт» (5,277). Индекс различия между ними составил 12,7 раз. Отношение внешние/внутренние характеристики 0,84 раза.

Первый эшелон большой системы представлен пятью подсистемами, в первой из них присутствуют четыре элемента. Элементом активизации подсистемы являлась «активность структур «ресурс — продукт», ее итогом — «энергоёмкость элементов подсистемы». Отношение внешних/внутренних характеристик составило 1,26.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_6 = 3,85 - 0,01 \times X_{13} + 0,14 \times X_{10} - 0,07 \times X_2 \quad (7)$$

где Y_6 — энергоёмкость элементов подсистемы; X_{13} — активность структур «ресурс — продукт»;

X_{10} — различие структур «ресурс — продукт»;

X_2 — нагрузка на элемент подсистемы.

В наилучшей модели как математически некорректный исключен элемент «нагрузка на элемент подсистемы».

В подсистеме второго порядка присутствует три элемента, элементом активизации служит характеристика «различия между подсистемами», ее итогом — «взаимосвязь структур «процесс». Отношение внешних/внутренних характеристик 1,22.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{17} = -3,23 + 0,78 \times X_7 + 0,23 \times X_9 \quad (8)$$

где Y_{17} — взаимосвязь структур «процесс»;

X_7 — различия между подсистемами;

X_9 — вариабельность элементов подсистем.

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

В подсистеме третьего порядка присутствует три элемента, элемент активизации

— взаимосвязь структур «ресурс — продукт», ее итог — количество элементов в подсистеме. Отношение внешних/внутренних характеристик 5,4.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_1 = 5,09 + 0,06 \times X_{16} - 0,02 \times X_8 \quad (9)$$

где Y_1 — количество элементов в подсистеме;

X_{16} — взаимосвязь структур ресурс — продукт;

X_8 — эффективность деятельности подсистем.

В наилучшей модели как математически некорректный был исключен элемент активизации «взаимосвязь структур ресурс — продукт». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования. При этом итог деятельности подсистемы, оставаясь положительным, возрастает в 1,015 раза.

В подсистеме четвертого порядка присутствует три элемента, элемент активизации — «реализация цели подсистем», ее итог — «взаимосвязь структур «объект». Отношение внешних/внутренних характеристик 0,32.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{18} = 0,23 + 0,006 \times X_9 + 0,005 \times X_{15} \quad (10)$$

где Y_{18} — взаимосвязь структур «объект»;

X_9 — реализация цели подсистем;

X_{15} — активность структур «объект».

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

В подсистеме пятого порядка присутствует пять элементов, элементом активизации является характеристика «различия структур «процесс», ее итогом — «различия структур «объект». Отношение внешних/внутренних характеристик 0,71.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{12} = 3,60 - 2,69 \times X_{11} - 1,01 \times X_5 + 0,48 \times X_{14} - 0,43 \times X_3 \quad (11)$$

где Y_{12} — различие структур «объект»;
 X_{11} — различие структур «процесс»;
 X_3 — отклонение элементов подсистемы от нормального распределения;
 X_{14} — активность структур «процесс»;
 X_5 — стабильность элементов подсистем.

В наилучшей модели как математически некорректные удалены независимые факторы «отклонение элементов подсистемы от нормального распределения» и «активность структур «процесс»».

Во втором эшелоне большой системы целостных характеристик металлургического комплекса Урала системообразующие свойства проявляет «активность структур ресурс — продукт», что составляет 10,0% от общего числа.

Системоразрушающими являются девять характеристик. Сила их влияния возрастает согласно схеме: реализация цели подсистем (0,456) → взаимосвязь структур «объект» (0,579) → количество элементов в подсистеме (0,795) → стабильность элементов подсистем (1,235) → энергоёмкость элементов подсистемы (1,389) → взаимосвязь структур «процесс» (1,583) → различие структур «объект» (1,675) → взаимосвязь структур «ресурс — продукт» (1,703) → различия между подсистемами (1,975). Индекс различия между ними составил 4,33 раз. Отношение внешние/внутренние характеристики 1,06 раза.

Степень приоритетности системоразрушающих свойств у целостных характеристик подсистем второго эшелона в 7,41 раза выше системообразующих. Стремление к системообразованию внешних характеристик в 1,48 раза выше, чем у внутренних.

На втором эшелоне системы целостных характеристик формируется две подсистемы. В первой находится четыре элемента, элементом активизации является «взаимосвязь структур процесс», ее итогом — «энергоёмкость элементов подсистем». Индекс отношения внешние/внутренние — 0,59.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_6 = 3,34 + 0,07 \times X_{17} + 0,10 \times X_{12} - 0,01 \times X_{14}, \quad (11)$$

где Y_6 — энергоёмкость элементов подсистемы;

X_{17} — взаимосвязь структур «процесс»;
 X_{12} — различие структур «объект»;
 X_{14} — активность структур «ресурс — продукт».

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

В подсистеме второго порядка присутствует четыре элемента, элементом активизации подсистемы выступает «взаимосвязь структур ресурс — продукт», ее итогом — «количество элементов в подсистеме». Отношение внешних/внутренних характеристик 7,13.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_1 = 4,27 + 0,09 \times X_{16} + 0,47 \times X_3 - 0,02 \times X_9, \quad (12)$$

где Y_1 — количество элементов подсистемы;
 X_{16} — взаимосвязь структур «ресурс — продукт»;

X_3 — стабильность элементов подсистемы;
 X_9 — реализация цели подсистем.

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

Третий эшелон системы, хотя и содержит четыре элемента: «взаимосвязь структур процесс», «энергоёмкость элементов подсистемы», «взаимосвязь структур ресурс — продукт» и «количество элементов в подсистеме», но между ними отсутствует структурное взаимодействие в виде информационного, энергетического и материального потока.

Необходимо обратить внимание на следующие особенности, характеризующие целостные характеристики металлургического комплекса удовлетворительного качества интеграции:

— степень приоритетности системоразрушающих свойств у целостных характеристик подсистем первого эшелона в 7,35 раза выше системообразующих. Стремление к системообразованию внешних характеристик в 2,27 раза выше, чем у внутренних;

— элементами запуска подсистем первого эшелона выступают: «активность структур ресурс — продукт» → различия между подсистемами → взаимосвязь структур «ресурс — продукт» → реализация цели подсистем → различие структур «процесс»; во втором эшелоне: «взаимосвязь структур процесс» → «взаимосвязь структур ресурс — продукт»;

— второй эшелон пирамиды, не полностью охватывая нижележащий уровень металлургического комплекса, не контролирует состояние четвертой и пятой подсистем и уделяет много внимания третьей. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры целостных характеристик в первом эшелоне металлургического комплекса;

— удаление элемента активизации третьей подсистемы в первом эшелоне при создании наилучшей модели не позволяет говорить о возможности нормального функционирования всего металлургического комплекса;

— итоговыми, а значит проблемными, показателями в первом эшелоне были: «энергоёмкость элементов подсистемы» → взаимосвязь структур «процесс» → количество элементов в подсистеме → взаимосвязь структур «объект» → различие структур «объект»; во втором эшелоне: энергоёмкость элементов подсистемы → количество элементов в подсистеме;

— вне подсистем остались два элемента: взаимосвязь структур «объект» и различия между подсистемами. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры для перечисленных характеристик во втором эшелоне;

— при создании наилучшей модели исключены элементы: «нагрузка на элемент подсистемы» → «взаимосвязь структур ресурс — продукт» → «отклонение элементов подсистемы от нормального распределения» и «активность структур «процесс»;

— третий эшелон системы, хотя и содержит четыре элемента: «взаимосвязь структур процесс», «энергоёмкость элементов подсистемы», «взаимосвязь структур ресурс — продукт» и «количество элементов

в подсистеме», но между ними отсутствует структурное взаимодействие в виде информационного, энергетического и материального потока;

— состояние подсистем целостных характеристик улучшается согласно схеме: первая и седьмая → пятая и шестая → третья → вторая → первая.

Анализ подсистем целостных характеристик третьей группы, определяющей хорошее качество интеграции металлургического комплекса, свидетельствует, что она представлена трехэшелонной пирамидой с объемом $V = 13,3 \text{ см}^3$ (рис. 4).

В большой системе целостных характеристик хорошего качества первого эшелона металлургического комплекса Урала присутствуют 12 системообразующих признака, что составляет 66,7 % от общего числа.

Сила их влияния уменьшается согласно схеме: активность структур «процесс» (-3,309) → взаимосвязь структур «объект» (-2,455) → количество элементов в подсистеме (-1,640) → нагрузка на элемент подсистемы (-1,232) → различие структур «объект» (-1,068) → эффективность деятельности подсистем (-0,933) → различие структур «ресурс — продукт» (-0,863) → активность структур «объект» (-0,839) → отклонение элементов подсистемы от нормального распределения (-0,498) → взаимосвязь структур «процесс» (-0,482) → различие структур «процесс» (-0,395) → взаимосвязь структур «ресурс — продукт» (-0,352). Индекс различия между ними составил 9,4 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 0,44 раза.

Системоразрушающими являются 6 характеристик, или 33,3%. Сила их влияния возрастает согласно схеме: реализация цели подсистем (0,258) → различия между подсистемами (0,556) → стабильность подсистем (0,741) → Вариабельность подсистем (0,796) → энергоёмкость элементов подсистемы (1,096) → активность структур «ресурс — продукт» (1,331). Индекс различия между ними составил 5,16 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 2,51 раза.

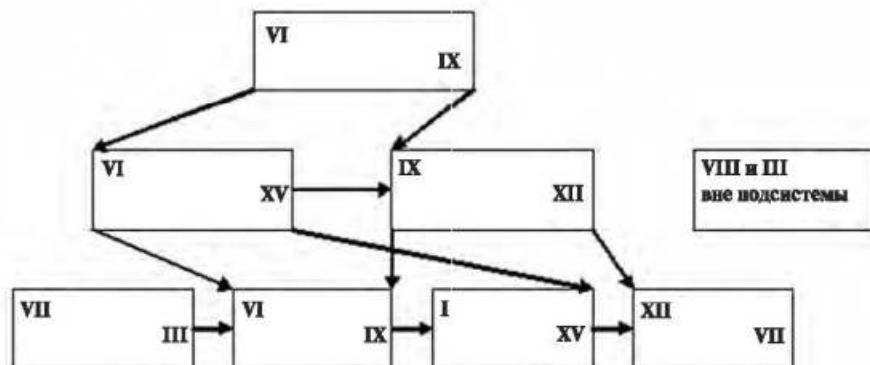


Рис. 4. Синергетические взаимоотношения подсистем целостных характеристик металлургического комплекса Свердловской, Челябинской областей и Урала в группе хорошего качества интеграции

Первый эшелон содержит четыре подсистемы, в первой из которых находится четыре элемента. Элементом активизации подсистемы явился «различия между подсистемами», ее итогом — «стабильность подсистем». Отношение внешних/внутренних характеристик составило 2,45.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_3 = 0,95 - 0,03 \times X_7 - 0,01 \times X_{14} + 0,02 \times X_{10} \quad (13)$$

где Y_3 — стабильность подсистем;

X_7 — различия между подсистемами;

X_{14} — активность структур «процесс»;

X_{10} — вариабельность элементов подсистем.

В целом, согласно критерию Фишера, модель адекватна ($F = 13,5$, $p\text{-level} = 0,03$).

В наилучшей модели как математически некорректный исключен элемент «различия между подсистемами». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования. В целом модель, согласно критерию Фишера, сохраняет адекватность на более высоком уровне ($F = 24,5$, $p\text{-level} = 0,006$).

В подсистеме второго порядка присутствуют четыре элемента, элементом активизации является «энергоёмкость элементов подсистемы», ее итогом — реализация цели

подсистемы. Индекс отношения внешние/внутренние характеристики — 0,59.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_6 = 3,34 + 0,07 \times X_{17} + 0,10 \times X_{12} - 0,01 \times X_{10} \quad (14)$$

где Y_6 — энергоёмкость элементов подсистемы;

X_{17} — взаимосвязь структур «процесс»;

X_{12} — различия структур «объект»;

X_{10} — активность структур «ресурс — продукт».

В наилучшей модели как математически некорректный исключен элемент «энергоёмкость элементов подсистемы». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования.

В подсистеме третьего порядка обнаружено четыре элемента, элементом активизации была характеристика «количество элементов в подсистеме», ее итогом — «активность структур объект». Индекс отношения внешние/внутренние характеристики составил 0,59.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{15} = 128,1 - 2,72 \times X_1 - 1,57 \times X_3 - 12,6 \times X_{10} \quad (15)$$

где Y_{15} — активность структур «объект»;

X_1 — количество элементов в подсистеме;

X_2 — отклонение элементов подсистемы от нормального распределения;

X_{16} — взаимосвязь структур «процесс».

В наилучшей модели как математически некорректный был исключен элемент активизации подсистемы «количество элементов в подсистеме». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования.

В подсистеме четвертого порядка обнаружено шесть элементов, элементом активизации была характеристика «различие структур «объект», ее итогом является эффективность деятельности подсистем. Индекс соотношения внешние/внутренние характеристики составил 0,66.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_8 = 69,0 - 2,16 \times X_{12} - 0,03 \times X_{13} + 4,87 \times X_{11} - 2,69 \times X_2 + 2,21 \times X_{10} \quad (16)$$

где Y_8 — эффективность деятельности подсистем;

X_{12} — различие структур «объект»;

X_{13} — активность структур «ресурс — продукт»;

X_{11} — различие структур «процесс»;

X_2 — нагрузка на элемент подсистемы;

X_{10} — различие структур «ресурс — продукт».

В наилучшей модели как математически некорректные были удалены «различие структур «объект», активность структур «ресурс — продукт» и «нагрузка на элемент подсистемы». Удаление такого количества элементов и, прежде всего, элемента активизации подсистемы, не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования. В целом математическая модель, согласно критерию Фишера, адекватна ($F = 11,1$, $p\text{-level} = 0,02$).

Во втором эшелоне большой системе целостных характеристик металлургического комплекса Урала системообразующие свойства проявляют пять элементов, что

составляет 62,5 % от общего числа. Сила их влияния возрастает согласно схеме: количество элементов в подсистеме (-1,707) → различие структур «объект» (-1,291) → эффективность деятельности подсистем (-0,840) → стабильность подсистем (-0,183) → активность структур «объект» (-0,054). Индекс различия между ними составил 31,6 раза. Отношение внешние/внутренние характеристики 2,03 раза.

Системоразрушающими являются три исключительно внешние характеристики. Сила их влияния возрастает согласно схеме: энергоёмкость элементов подсистемы (0,434) → реализация цели подсистем (0,580) → различия между подсистемами (0,666). Индекс различия между ними составил 1,53 раза.

На втором эшелоне системы целостных характеристик формируется две подсистемы, в первой находится три элемента. При этом элементом активизации подсистемы выступает «энергоёмкость элементов подсистемы», а ее итогом — «активность структур «объект». Индекс отношения внешние/внутренние характеристики — 1,84 раза.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{15} = 30,29 + 25,55 \times X_6 - 4,71 \times X_7 \quad (17)$$

где Y_{15} — активность структур «объект»;

X_6 — энергоёмкость элементов подсистемы;

X_7 — количество элементов в подсистеме.

Наилучшую модель функционирования подсистемы рассчитать не удалось.

В подсистеме второго порядка присутствует три элемента, элементом активизации является «реализация цели подсистем», ее итогом — различие структур «объект». Индекс отношения внешние/внутренние 1,26 раза.

Модель функционирования подсистемы для заключительного элемента имеет следующий вид:

$$Y_{12} = 2,46 + 0,02 \times X_9 - 0,81 \times X_7 \quad (18)$$

где Y_{12} — различие структур «объект»;

X_9 — реализация цели подсистем;

X_7 — различия между подсистемами.

В наилучшей модели при сохранении всех независимых факторов меняется только их порядок.

Два элемента эшелона «эффективность деятельности подсистем» и «стабильность подсистем» оказались вне подсистем. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности перечисленных характеристик во втором эшелоне металлургического комплекса хорошего уровня интеграции.

Третий эшелон пирамиды образован одной подсистемой, где присутствует четыре элемента. При этом элементом активизации подсистемы выступает «Энергоемкость элементов подсистемы», ее итогом — «Реализация цели подсистем». Отношение внешних/внутренних характеристик 1,05 раза.

Модель функционирования подсистемы для заочного элемента имеет следующий вид:

$$Y_9 = -112,8 + 12,76 \times X_6 + 19,55 \times X_{12} + 1,00 \times X_{15}, \quad (19)$$

где Y_9 — реализация цели подсистем;

X_6 — энергоемкость элементов подсистемы;

X_{12} — различие структур «объект»;

X_{15} — активность структур «объект».

В наилучшей модели в виду математической некорректности был удален независимый фактор «энергоемкость элементов подсистемы». Удаление элемента активизации подсистемы не позволяет говорить о возможности ее нормального функционирования.

Необходимо обратить внимание на следующие особенности, характеризующие целостные характеристики металлургического комплекса Урала хорошего качества интеграции:

— степень приоритетности системообразующих свойств у целостных характеристик подсистем в 2,94 раза выше системоразрушающих. Стремление к системообразованию внешних характеристик подсистем в 5,7 раза меньше, чем у внутренних. Степень приоритетности системоразрушающих свойств у целостных характеристик подсистем второго эшелона в 2,43 раза выше системообразующих;

— элементами запуска подсистем первого эшелона выступают: различия между подсистемами → энергоемкость элементов подсистемы → количество элементов в подсистеме → различие структур «объект», во втором эшелоне: энергоемкость элементов подсистемы → реализация цели подсистем, в третьем: энергоемкость элементов подсистемы;

— третий эшелон, охватывая полностью нижележащий уровень, осуществляет слежение лишь за элементами запуска подсистем второго эшелона. Последний, в свою очередь, выполняет контроль второй — четвертой подсистем, оставляя без внимания первую, и уделяет большое внимание второй подсистеме. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры целостных характеристик в первом эшелоне;

— удаление элемента активизации во всех подсистемах первого и третьего эшелонов при создании наилучшей модели не позволяет говорить о возможности нормального функционирования всего металлургического комплекса;

— итоговыми, а значит, проблемными показателями в первом эшелоне являются: «стабильность подсистем» → реализация цели подсистемы → «активность структур объект» → эффективность деятельности подсистем, во втором эшелоне: активность структур «объект» → различие структур «объект», в третьем — реализация цели подсистем;

— вне подсистем второго эшелона остались два элемента: эффективность деятельности подсистем и стабильность подсистем. Несомненно, это свидетельствует о неустроенности структуры для перечисленных характеристик во втором эшелоне;

— при создании наилучшей модели исключены: различия между подсистемами → энергоемкость элементов подсистемы → количество элементов в подсистеме → различие структур «объект», активность структур «ресурс — продукт» и нагрузка на элемент подсистемы → энергоемкость элементов подсистемы;

— состояние подсистем целостных характеристик металлургического комплекса Урала улучшается согласно схеме: первая и седьмая → пятая и шестая → третья → вторая → первая.

Обобщая результаты, рассмотрим некоторые общие закономерности изменения

уровня эффективности функционирования металлургического комплекса Урала (рис. 5-7).

Хорошо видно, что с увеличением уровня интеграции металлургического комплекса Урала (рис. 5) возрастает индекс внешних и внутренних целостных характеристик под-

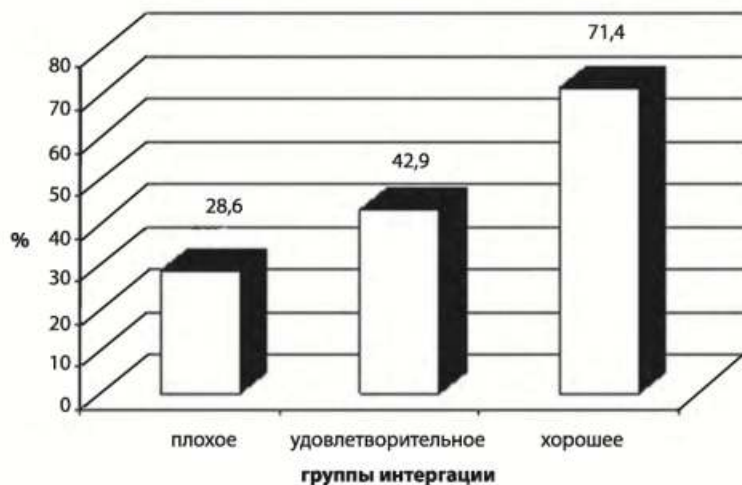


Рис. 5. Уровень металлургического комплекса Урала по группам разного качества интеграции

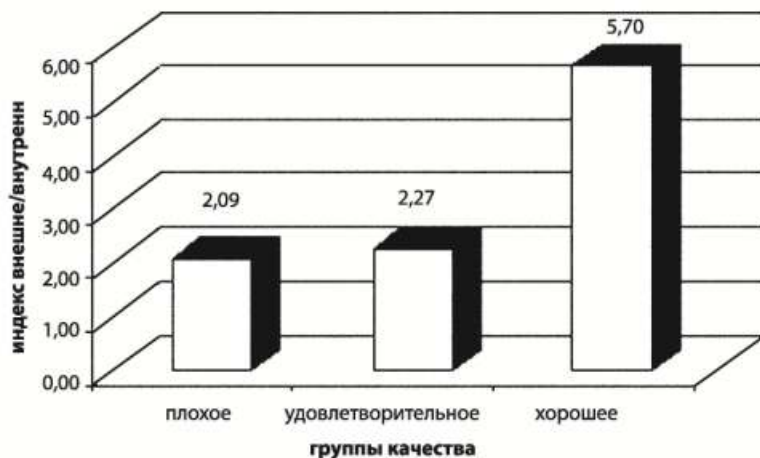


Рис. 6. Индекс внешних и внутренних целостных характеристик подсистем металлургического комплекса Урала с разным уровнем объединения

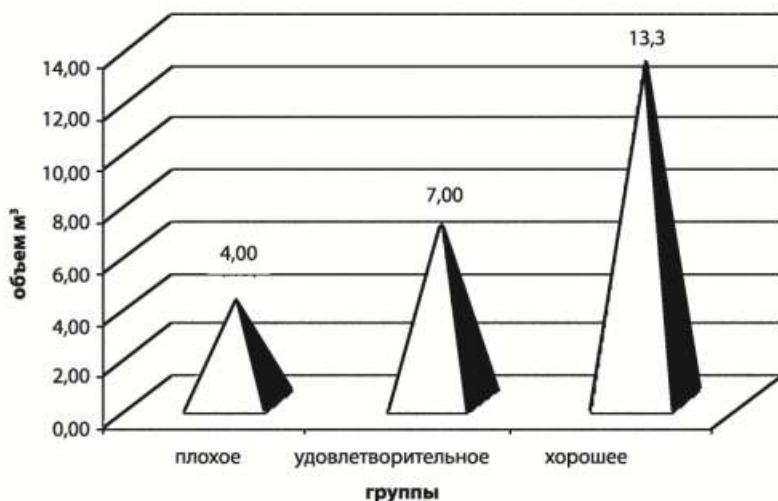


Рис. 7. Объем пирамиды металлургического комплекса Урала с разным уровнем интеграции

систем (рис. 6) и объем пирамиды (рис. 7). В итоге возрастает число эшелонов пирамиды объекта, уменьшается количество вне структурных элементов с $8 \rightarrow 6 \rightarrow 2$, уменьшается индекс между вне структурными и удаленными элементами, соответственно: $2,0 \rightarrow 1,5 \rightarrow 0,29$. Следовательно, предложенный подход позволяет не только дать оценку последствий интеграции, но и устранить риски, свойственные процедуре создания интегрированных структур.

Список литературы

1. Брусиловский П.М. Становление математической биологии. М.: Знание, 1985. 64 с.
2. Ерина А.М. Математико-статистические методы изучения экономической эффективности производства. М.: Финансы и статистика, 1983. 192 с.

3. Козицын А.А. Производственная интеграция как основа повышения экономической безопасности региона : под. ред. акад. РАН А.И. Татаркина и д.э.н., проф. А.А.Куклина. Екатеринбург, 2006. 364 с.

4. Мызин А.Л., Куклин А.А., Козицын А.А. и др. Состояние металлургического комплекса Урала в преддверии вступления России в ВТО // Экономика региона. 2005. № 3. С. 142-152.

5. Салтаев А.А. Целостные характеристики оценок эффективности деятельности предприятий //Материалы XLVII международной научно-технической конференции «Достижения науки — агропромышленному производству», посвященной 100-летию со дня рождения И.Е. Ульмана, ч. I. Челябинск, ЧГАУ, 2008. С. 148-152.