

УДК 168.521:528.8:536.7

ББК 15.1

И26

*Рекомендовано к печати  
Ученым советом факультета социологии  
Национального технического университета Украины  
“Киевский политехнический институт”  
(Протокол №3 от 22.06.2007)*

*Рецензенты*

А. Т. Лукьянов, канд. филос. наук, доц.

А. А. Андрийко, д-р хим. наук, проф.

Л. А. Гриффен, д-р техн. наук, проф.

*Ответственный редактор*

Б. В. Новиков, д-р филос. наук, проф.

**Игнатович В. Н.**

И 26 Введение в диалектико-материалистическое естествознание: Монография. — Киев: Издательство «ЭКМО», 2007. — 468 с.: ил. — Библиогр.: с.432-460.

ISBN 978-966-8555-78-7

В монографии раскрывается значение материалистической диалектики как мировоззрения, теории и метода познания для теоретических исследований в области естествознания. Даны примеры применения материалистической диалектики при решении конкретных проблем естествознания.

Для философов, физиков, химиков, инженеров, студентов, аспирантов — всех, кто хотел бы освоить научный метод познания истины.

**УДК 168.521:528.8:536.7**

**ББК 15.1**

ISBN 978-966-8555-78-7

© В. Н. Игнатович, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

### Глава четвертая

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВОСХОЖДЕНИЯ ОТ АБСТРАКТНОГО К КОНКРЕТНОМУ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА**

Предварительные замечания.....	181
Особенности ХИТ системы литий – диоксид марганца как моделируемого объекта.....	182
Построение модели.....	183
Обсуждение модели .....	187

## Глава четвертая

# Использование метода восхождения от абстрактного к конкретному при построении имитационной модели химического источника тока

### Предварительные замечания

В задачах разработки и оптимизации сложных объектов необходимым моментом является использование имитационных моделей, отражающих во взаимосвязи те или иные стороны, свойства объектов. Создание имитационной модели какого-либо объекта включает ряд этапов, наиболее сложным из которых является этап формулирования, построения модели.

«При решении реальных системных проблем одним из наиболее важных и сложных этапов является выбор и построение модели» [250, с.81].

О построении модели часто пишут как об искусстве.

«Через всю книгу проходит мысль о том, что планирование эксперимента становится возможным только после того, как задана математическая модель изучаемого процесса. Изложение материала в книге все время опирается на те или иные модели. Но мы почти ничего не говорим о том, как выбрать подходящую модель в некоторой реальной ситуации. Почему? Ответ на этот вопрос звучит очень просто: *построение математических моделей — это искусство, планирование — это главным образом уже техника*. Легче говорить о технике...» [439, с.120].

«Процесс, при помощи которого инженер, занимающийся системами, или ученый, исследующий вопросы управления, создает модель изучаемой им системы, может быть лучше всего определен как интуитивное искусство. Любой набор правил для разработки моделей в лучшем случае имеет ограниченную полезность и может служить лишь предположительно в качестве каркаса будущей модели или отправного пункта в ее построении» [634, с.33].

Построение имитационной модели изготавливаемого технического объекта с заданными параметрами можно в значительной мере формализовать, используя метод восхождения от абстрактного к конкретному. В свое время автор применил этот метод для построения модели дискового химического источника тока (ХИТ) системы литий – диоксид марганца ( $\text{Li-MnO}_2$ -ХИТ). Краткое изложение применения этого метода автором может служить наглядным примером, демонстрирующим метод восхождения от абстрактного к конкретному в действии применительно к техническому объекту.

## Особенности ХИТ системы литий – диоксид марганца как моделируемого объекта

В Li–MnO<sub>2</sub>–ХИТ в качестве анода применяется металлический литий, катод на основе диоксида марганца и электролит на основе апротонного диполярного растворителя. Такой ХИТ является довольно сложным объектом для изучения и оптимизации (см. [314]). Металлический литий способен реагировать едва ли не со всеми сложными веществами. В среде неводного апротонного растворителя на поверхности лития образуется защитная пленка, свойства которой зависят не только от состава электролита, но и от предыстории образца – от того, как он был приготовлен, с какой атмосферой и сколько времени он контактировал до погружения в электролит. Диоксид марганца является нестехиометрическим соединением, свойства которого зависят от исходного сырья, способа получения и обработки. Катод в ХИТ – пористый, в его составе кроме активного вещества имеются токопроводящие добавки и связующее. Свойства катода тоже в значительной степени зависят от режимов его изготовления и обработки. Растворитель оказывает заметное влияние на процессы, протекающие в литиевых ХИТ. В то время, когда автор начал заниматься этими ХИТ, процессы, протекающие в них, были изучены далеко не до конца.

Приступая к исследованию, целью которого было разработка рекомендаций по повышению качества и надежности указанных ХИТ, автор был знаком с идеей и методами управления качеством продукции, статистическими методами обработки результатов эксперимента, математическими методами планирования эксперимента, статистическими методами контроля качества продукции, имитационным моделированием, теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Поскольку конечной целью исследования было улучшение параметров ХИТ, выпускавшихся на заводе, можно было бы проводить оптимизацию, варьируя какие-то параметры конструкции ХИТ и технологии их производства, рассматривая ХИТ как «черный ящик», как предписывает методология математического планирования эксперимента.

Но такой подход представлялся нерациональным. Во-первых, имелось огромное множество параметров, которые можно было варьировать. Можно было изменять состав катода – количественный и качественный; можно было варьировать структуру катода, режимы обработки компонентов катода и самого катода, в известных пределах можно было изменять параметры конструкции. Во-вторых, нерационально было бы представлять ХИТ как «черный ящик», не используя литературные данные по химии и электрохимии системы Li–MnO<sub>2</sub> с неводным электролитом. В-третьих, следовало бы также учитывать данные испытаний серийных ХИТ и результаты анализа причин их отказов в процессе производства, хранения, эксплуатации. В-четвертых, если проводить какие-то исследо-

вания, то нужно было учитывать их практическую направленность — не изучать годами какой-то один процесс, чтобы разобраться в нем досконально (как это делается в чисто научных исследованиях), а изучать ряд процессов в той мере, в которой это нужно для выработки обоснованных рекомендаций по усовершенствованию технологии и конструкции ХИТ.

Чтобы определить наиболее перспективные для заданных условий производства пути усовершенствования ХИТ, представлялось целесообразным проанализировать, от каких факторов в общем случае в наибольшей степени зависят параметры ХИТ, используя известные сведения о ХИТ и их составляющих.

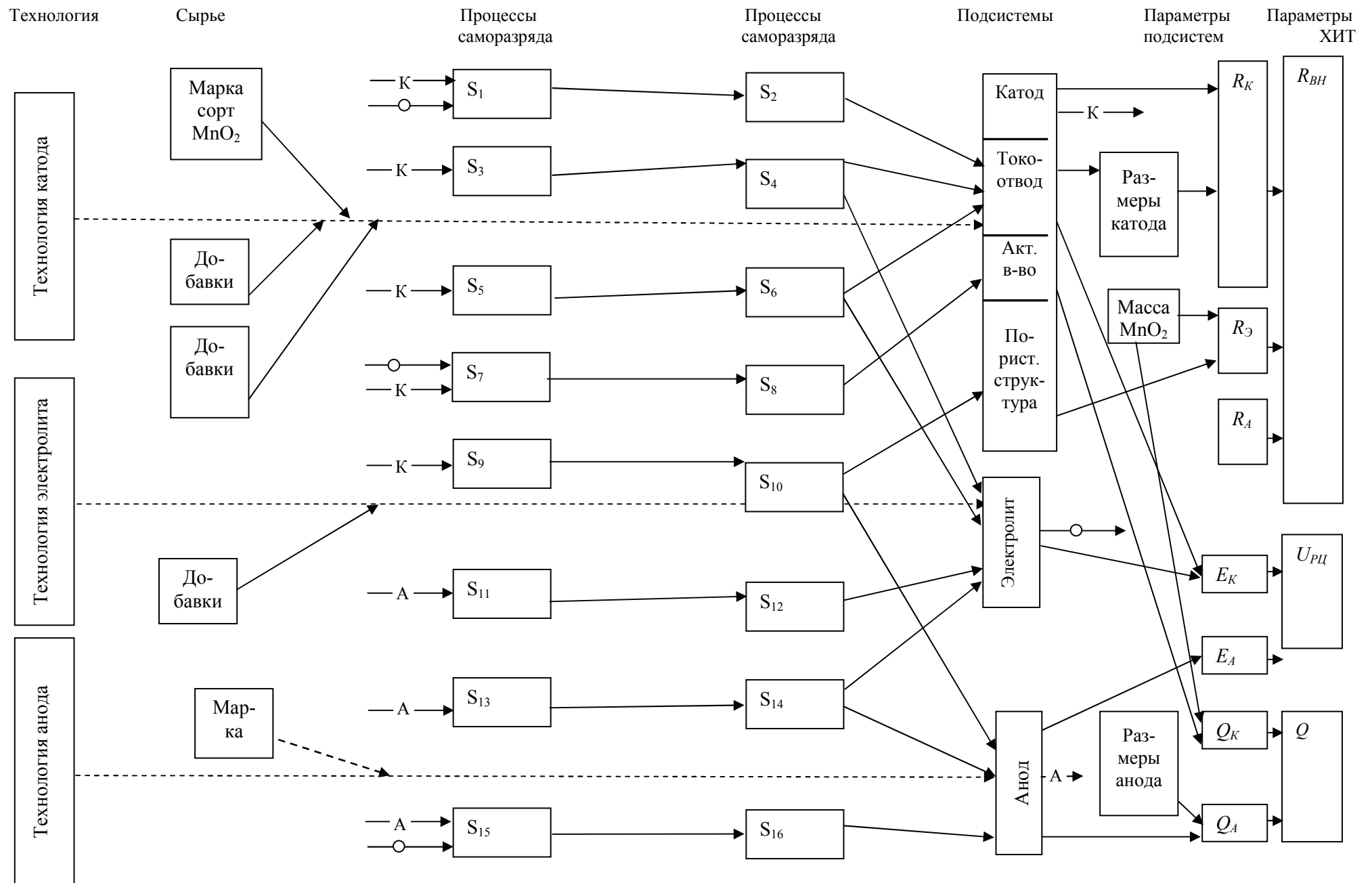
Для представления взаимосвязи факторов в задачах управления качеством продукции используется диаграмма взаимосвязи характерных факторов (диаграмма Исикава, «рыбья кость») [522], имеющая вид древовидного графа. При построении этой диаграммы анализируют, от каких факторов зависит некий параметр объекта, изображают эти факторы на диаграмме, затем показывают, от каких факторов, в свою очередь, зависит каждый из «первичных» факторов. И т.д.

Попытавшись построить такую диаграмму для  $\text{Li-MnO}_2$ -ХИТ, автор столкнулся с серьезными трудностями. Дело в том, что указанная диаграмма строится для одного параметра качества изделия. А ХИТ характеризовался четырьмя основными параметрами: напряжением разомкнутой цепи ( $U_{PII}$ ) — тем, что в электротехнике называется ЭДС, внутренним сопротивлением ( $R_{BH}$ ), емкостью  $Q$  и саморазрядом  $S$ . Построив четыре диаграммы — для  $U_{PII}$ ,  $R_{BH}$ ,  $Q$  и  $S$  — автор обнаружил, что ряд факторов, например, марка  $\text{MnO}_2$ , присутствуют во всех диаграммах. Соответственно, изменяя марку  $\text{MnO}_2$ , намереваясь повысить емкость ХИТ, нужно было иметь в виду то, что при этом менялось внутреннее сопротивление и саморазряд ХИТ. Эти взаимосвязи нужно было как-то отразить на диаграммах, т.е. строить какую-то объединенную диаграмму, которая получалась громоздкой и трудной для осмысления.

Случилось так, что в то самое время, когда автор размышлял над указанными диаграммами, он — в свободное время — довольно случайно начал читать работу Карла Маркса «Введение» из «Экономических рукописей 1857 — 1858 годов» [6]. Вдруг в разделе «Метод политической экономии» обнаружил описание подхода, который можно было применить и для выяснения взаимосвязи параметров ХИТ, а именно — метода восхождения от абстрактного к конкретному (см. гл. 3).

## Построение модели

Основываясь на Марксовом описании, автор построил графическую модель, отображающую зависимость параметров  $\text{Li-MnO}_2$ -ХИТ от параметров конструкции, материалов, технологических процессов, которая в упрощенном виде представлена на рисунке (с.184-185). По рисунку (двигаясь справа налево) можно проследить процесс построения модели.

Модель взаимозависимости параметров Li –  $MnO_2$  – ХИТ

Наиболее абстрактное (бедное содержанием) представление о дисковом ХИТ следующее. ХИТ – это такой диск заданных диаметра и высоты, который характеризуется определенными значениями параметров  $U_{PI}$ ,  $R_{BH}$ ,  $Q$ . Важный параметр ХИТ «саморазряд» в модели отражается неявно – имеется в виду, что вследствие протекания нежелательных процессов параметры  $U_{PI}$ ,  $R_{BH}$ ,  $Q$  изменяются во времени самопроизвольно (без подключения нагрузки). Разумеется, параметры изменяются в процессе разряда ХИТ. Такое абстрактное представление о ХИТ вполне достаточно для того, кто использует ХИТ данного типа.

Чтобы обеспечить требуемые значения параметров ХИТ в определенных условиях в течение определенного времени, разработчик должен определить, от чего эти параметры зависят и каким образом на них можно влиять. Исходя из заданных параметров, разработчик анализирует и одновременно объединяет результаты анализа (синтезирует) в единое целое, получая более конкретное представление о ХИТ. Этот анализ с последующим синтезом можно и нужно проводить в несколько этапов, получая все более конкретные модели ХИТ, развивая, обогащая содержанием на каждом новом этапе более абстрактную модель, полученную на предыдущем.

В Li–MnO<sub>2</sub>–ХИТ можно выделить четыре составляющие части (подсистемы), от параметров которых зависят параметры ХИТ. Это катод, анод, электролит, корпус. Корпус выделяется постольку, поскольку он (его материал) может вступать в химическое (электрохимическое) взаимодействие с катодом и электролитом. Поскольку катодный материал представляет собой пористую смесь, в нем можно выделить четыре составляющие (подсистемы): активное вещество, токопроводящая добавка, связующее, пористая структура.

Существуют известные зависимости, связывающие параметры ХИТ с параметрами частей ХИТ.

$U_{PI}$  равно разности потенциалов катода  $E_K$  и анода  $E_A$ :

$$U_{PI} = E_K - E_A.$$

$R_{BH}$  равно сумме сопротивлений катода  $R_K$ , анода  $R_A$ , электролита  $R_Э$ :

$$R_{BH} = R_K + R_A + R_Э.$$

Емкость  $Q$  определяется емкостью катода  $Q_K$  или анода  $Q_A$ .

В свою очередь, параметры частей ХИТ (подсистем) определяются составом и физико-химическими свойствами компонентов подсистем.

Таким образом, разбив  $U_{PI}$ ,  $R_{BH}$ ,  $Q$  на слагаемые (т.е. выполнив шаг в анализе параметров), и отобразив эти слагаемые на диаграмме вместе с параметрами, т.е. синтезировав эти слагаемые в единое целое, получаем более конкретное представление о ХИТ.

Отобразив, от параметров каких подсистем ХИТ зависят слагаемые параметров ХИТ, вместе с параметрами ХИТ и параметрами подсистем ХИТ, получаем еще более конкретное представление о ХИТ.

Начальные параметры компонентов катода, анода, электролита определяются применяемыми исходными материалами и параметрами технологии производства. Эти связи тоже находят отражение на диаграмме.

Различные вещества, входящие в состав электролита, могут вступать в химическое взаимодействие с веществами анода и катода, вследствие чего будут происходить изменения химического состава анода, катода, электролита, вызывая изменения параметров катода, анода, электролита. Кроме того, продукты реакций могут вступать в другие реакции, что может приводить к развитию процессов ухудшения параметров катода, анода, электролита. Эти процессы тоже отражаются на диаграмме ( $S_1 - S_N$ ). В число процессов также включается разряд ХИТ, который состоит из процессов, протекающих на катоде, аноде и в электролите. Диаграмма, в которую включены процессы, будет конкретным представлением ХИТ, параметры которого изменяются во времени.

Перефразируя Маркса, восхождение от абстрактного к конкретному применительно к ХИТ можно описать следующим образом. Когда мы приступаем к разработке ХИТ, мы начинаем из необходимости обеспечить заданные параметры ХИТ —  $U_{пл}$ ,  $R_{вн}$ ,  $Q$ . Но мы не можем обеспечить эти параметры, не обеспечив параметры частей ХИТ —  $E_K$ ,  $E_A$ ,  $R_K$ ,  $R_A$ ,  $R_э$ ,  $Q_K$ ,  $Q_A$ . Чтобы обеспечить параметры частей ХИТ, мы должны создать катод, анод, электролит с необходимыми свойствами, которые в начальном состоянии определяются применяемым сырьем, используемой технологией, и могут изменяться во времени из-за протекания процессов взаимодействия веществ, которые оказываются внутри ХИТ после его сборки и герметизации. После того, как в модель включены сырье и технология изготовления ХИТ, можно говорить, что она с достаточной полнотой отражает необходимые связи ХИТ.

## Обсуждение модели

В свое время автор построил диаграмму Li—MnO<sub>2</sub>—ХИТ, подобную представленной на рисунке, которая позволила ясно представлять, к каким последствиям могут приводить те или иные изменения в применяемых материалах и технологии их обработки и предварительно оценивать перспективность тех или иных усовершенствований.

Первое, что можно заметить, это то, что из-за возможного протекания побочных процессов параметры катода и анода взаимосвязаны; изменения технологии изготовления катода может влиять на параметры анода.

На основе анализа диаграммы можно заключить, что активное вещество катода, MnO<sub>2</sub>, способно вызывать наибольшее число побочных процессов. А так как его свойства существенно влияют на емкость и мощность ХИТ, то можно заключить, что важнейшим направлением усовершенствования Li—MnO<sub>2</sub>—ХИТ является усовершенствование технологии получения активного вещества катода — диоксида марганца.



Опыты подтвердили справедливость такой оценки значения усовершенствования технологии приготовления активного вещества катода.

Поскольку побочные процессы вызываются веществами, находящимися в исходном составе электролита или попадающими в электролит при хранении (разряде) ХИТ, то перспективным представляется поиск адсорбентов, поглощающих эти вещества из раствора.

В свое время, решая задачу усовершенствования ХИТ на начальном этапе их производства, автор ограничился качественным анализом полученной диаграммы. Разумеется, в тех случаях, когда количество возможных побочных процессов в ХИТ существенно ниже, используя описанную диаграмму, можно разрабатывать и математические модели, описывающие рассеяние параметров ХИТ, их изменение во времени.

Разумеется, любая составляющая ХИТ – катод, анод, электролит – может быть описана с разной степенью абстракции; с разной степенью абстракции могут быть описаны процессы, протекающие в ХИТ. Можно, например, записать уравнения, связывающие потенциал катода с составом активного вещества катода и электролита. Вместо выражения «взаимодействие активного вещества анода с растворителем», можно записать уравнения соответствующих химических реакций. Таким образом, получится еще более конкретное представление о ХИТ. Имея математические уравнения, используя приведенную диаграмму, можно строить все более сложные математические модели ХИТ.

Маркс писал: «Гегель... впал в иллюзию, понимая реальное как результат себя в себе синтезирующего, в себя углубляющегося и из самого себя развивающегося мышления, между тем как метод восхождения от абстрактного к конкретному есть лишь тот способ, при помощи которого мышление усваивает себе конкретное, воспроизводит его как духовно конкретное. Однако это ни в коем случае не есть процесс возникновения самого конкретного» [6, с.37-38]. Это наглядно подтверждает применение восхождения от абстрактного к конкретному для построения модели ХИТ, когда мышление воспроизводит конкретный ХИТ как духовно конкретное.

Данный пример восхождения от абстрактного к конкретному наглядно демонстрирует, что «...абстрактность – категория не только идеального, а и материального мира» [241, с.65]. Любая часть ХИТ вне взаимодействия с другими частями – абстракция.

И, наконец, то обстоятельство, что метод, примененный Марксом в политэкономии, применим для исследования конкретных объектов техники, лишней раз подтверждает универсальность диалектико-материалистического метода познания.

## Список литературы

6. Маркс К. Введение // Экономические рукописи 1857 – 1858 годов. Ч. 1. // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. /2-е изд. – Т. 46. – С. 17-48.
241. Жданов Ю. А. Моделирование в органической химии // Вопросы философии. – 1963, №6. – С. 63-74.
250. Згуровский М. З., Панкратова Н. Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев.: Наукова думка, 2005. – 744 с.
314. Кедринский И. А., Дмитренко В. Е., Грудянов И. И. Литиевые источники тока. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
439. Налимов В. В., Голикова Т. И. Логические основания планирования эксперимента. – М.: Металлургия, 1981. – 152 с.
522. Саката Сиро. Практическое руководство по управлению качеством. – М.: Машиностроение, 1980. – 214 с.
634. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.