



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 1/2—2013 (январь/февраль)

Учредитель журнала  
Общество с ограниченной  
ответственностью  
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

**Редакционный совет**

**А.В. Царегородцев** — д.т.н., профессор Финансового университета при Правительстве РФ

**Ю.Б. Миндлин** — к.э.н., доцент Финансового университета при Правительстве РФ

**М.М. Безрукова** — д.б.н., профессор, директор Института возрастной физиологии РАО

**Н.Н. Грачев** — профессор Московского государственного института электроники и математики (технический университет), доктор высшей степени в области технических наук (Doctor Habilitatus)

**А.И. Гусева** — д.т.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"

**А.Я. Качанов** — д.воен.н., профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

**Е.Ю. Клименко** — д.ф.-м.н., профессор, ОАО "Промышленная группа НОВИК"

**С.М. Надежкин** — д.б.н., профессор Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии

**Б.А. Прудковский** — д.т.н., профессор, эксперт по высшему образованию группы компаний "ИНТЕРСЕРТИФИКА"

**С.Э. Саркисов** — д.м.н., профессор Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии

**В.В. Сергиевский** — д.х.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"

**А.П. Симоненков** — д.м.н., профессор Института хирургии им. Вишневского РАМН

Издатель: Общество с ограниченной ответственностью  
«Научные технологии»

Адрес редакции и издателя:  
109443, Москва,

Волгоградский пр-т, 116–1–10

Тел./факс: 8(495) 755–1913

E-mail: [redaktor@nauteh-journal.ru](mailto:redaktor@nauteh-journal.ru)

<http://www.nauteh-journal.ru>

<http://www.vipstd.ru/nauteh>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере массовых коммуникаций, связи  
и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС 77–44912 от 04.05.2011 г.

© Современная наука:  
Актуальные проблемы теории и практики



В НОМЕРЕ:

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ,  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА,  
ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ  
НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ  
И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Журнал издается с 2011 года

Редакция:

Главный редактор

**А.В. Царегородцев**  
Выпускающий редактор

**Ю.Б. Миндлин**

Корректор

**Е.В. Михайлова**

Верстка

**Д.М. Замятин**

Подписной индекс издания  
в каталоге агентства "Почта России" — 80016

В течение года можно произвести подписку  
на журнал непосредственно в редакции

Авторы статей  
несут полную ответственность за точность  
приведенных сведений, данных и дат

При перепечатке ссылка на журнал  
«Современная наука: Актуальные проблемы  
теории и практики» обязательна

Журнал отпечатан в типографии

ООО "КОПИ-ПРИНТ"

тел./факс: (495) 973–8296

Подписано в печать 05.04.2013 г.

Формат 84×108 1/16

Печать цифровая

Заказ № 0000

Тираж 2000 экз.

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

### **С.В. Васьковский**

Организация беспроводной сети, построенной по технологии Wi-Fi в учебно-лабораторном корпусе №2 (УЛК-2) МГУЛ.

*S. Vasikovskii* – Organization of a wireless network based on Wi-Fi technology in teaching and laboratory building № 2 (TLB-2) MSFU..... 3

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

### **С.М. Пуриг, Д.Н. Ватузов**

Способы повышения эффективности вихревых пылеуловителей.

*S. Puring, D. Vatuzov* – Ways to improve the efficiency of vortical precipitators..... 10

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

### **В.А. Мелентьев**

Создание единого регионального медицинского информационно-коммуникационного сетевого сервиса с применением мультисерверной распределенной архитектуры в комплексной медицинской информационной системе.

*V. Melentiev* – Creation united regional medical informationcommunication Network service with Using the server portioned architecture in complex medical information system..... 13

## ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

### **Н.В. Островский**

Об энергии и структуре спаренных электронов.

*N. Ostrovskii* – About energy and structure of coupled electrons ..... 22

## СТАТЬИ ИЗ МОНОГРАФИИ «ИННОВАЦИОННЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»

### **Л.С. Гурьянова, Т.С. Клебанова, С.В. Кавун**

Инновационно ориентированные модели сбалансированного развития регионов.

*L. Gurianova, T. Klebanova, S. Kavun* – Innovatively focused models of the balanced development of regions..... 30

### **О.В. Никифорова, Л.А. Чаговец, А.С. Ястребова**

Использование инструментальных средств имитационного моделирования при фискальном регулировании диспропорций развития социально-экономических систем.

*O. Nikiforova, L. Chagovetz, A. Jastrebova* – Use of tools of imitating modeling at fiscal regulation of disproportions of development of social and economic systems..... 36

### **С.Г. Котанов**

Построение эконометрической модели оценки величины прямых иностранных инвестиций в национальную экономику.

*S. Kotanov* – Creation of econometric model of an assessment of size of direct foreign investments in national economy..... 43

### **А.Ю. Тимонин, Ю.А. Тимонин**

Модели, методы и средства функционально-структурного моделирования экономического механизма.

*A. Timonin, Yu. Timonin* – Models, methods and means of functional and structural modeling of the economic mechanism..... 48

### **Е.В. Русакова**

Оценка эффективности инвестиций и управление развитием человеческого потенциала.

*E. Rusakova* – Assessment of efficiency of investments and management of human development..... 52

### **В.В. Христиановский, В.П. Щербина**

Построение структурной модели мотивации трудовой деятельности работника фирмы.

*V. Khristianovskii, V. Scherbina* – Creation of structural model of motivation of labor activity of the employee of firm..... 58

### **Л. А. Филипковская, Е. А. Матвиенко**

Оценка эффективности инвестиций и управление развитием человеческого потенциала.

*L. Filipkovskaya, E. Matvienko* – Assessment of efficiency of investments and management of human development..... 67

№ 1/2-2013

(январь-февраль)

CONTENTS

## ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ, ПОСТРОЕННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ WI-FI В УЧЕБНО- ЛАБОРАТОРНОМ КОРПУСЕ №2 (УЛК-2) МГУЛ

**Васьковский Сергей Валерьевич,**  
Магистр факультета электроники и системотехники,  
Московский государственный университет леса,  
Pijnator@gmail.com

**Аннотация.** На сегодняшний день сфера применения беспроводной технологии Wi-Fi достаточно широка. В основном данная технология применяется для организации локальной беспроводной сети, в тех случаях, когда это невозможно сделать с помощью Ethernet кабеля. Не так давно, данная технология стала применяться для удобного и скоростного доступа мобильных устройств, обладающих беспроводным модулем. Когда организация беспроводного доступа стала легкодоступной, её стали использовать многие фирмы и компании для организации компьютерной сети там, где это тяжело сделать методом прокладки кабелей, а так же для уменьшения коммуникаций в помещениях. Параллельно с ними данную технологию стали применять различные заведения быстрого питания и, как оказалось, это увеличило количество клиентов.

Одно из направлений применения данной технологии - организация беспроводной сети в учебных заведениях. Это помогает учащимся узнать возможности беспроводной сети, построенной по технологии Wi-Fi и обеспечить удобный доступ в Интернет.

В данной статье рассматривается организация беспроводной сети в учебном корпусе №2 МГУЛ (Московского государственного университета леса), основная проблема функционирования в здании беспроводной сети и максимизация зоны покрытия точек доступа за счёт оптимального размещения.

**Ключевые слова:** технология Wi-Fi, точка доступа, зона покрытия, оптимизация методом смещения, выходная мощность, технология «Handover».

## ORGANIZATION OF A WIRELESS NETWORK BASED ON WI-FI TECHNOLOGY IN TEACHING AND LABORATORY BUILDING №2 (TLB-2) MSFU

**Vasikovskii Sergei Valerievich,**  
Masters degree in Electronics and Systems Engineering,  
Moscow State Forest University

**Summary.** Today scope of the wireless Wi-fi technology is rather wide. Generally this technology is applied to the organization of a local area wireless network when it can't be made by means of cable Ethernet. Not so long ago, this technology became will be applied to convenient and high-speed access of the mobile devices possessing the wireless module. When the organization of wireless access became easily accessible, many firms and the companies for the organization of a computer network began to use it where it is heavy to make it a method of a spacer of cables, and as for reduction of communications in locations. Parallely with them different institutions of a fast food and as it appeared began to apply this technology, it increased number of clients.

One of the directions of application of this technology - the organization of a wireless network in educational institutions. It helps pupils to learn possibilities of the wireless network constructed on the Wi-fi technologies and to provide convenient Internet access.

In this operation the organization of a wireless network in the educational casing No. 2 of MSFU (Moscow State Forest University), the main problem of functioning to the building of a wireless network and maximizing a cover zone of access points at the expense of optimum placement is considered.

**Keywords:** Wi-fi technology, access point, cover zone, optimization by a shift method, output capacity, «Handover» technology.

Организация беспроводных сетей в здании, требует индивидуального подхода, в силу особенностей его структуры и ряда требований, применяемых к данной работе, выполнение которых, обеспечит качественную и надёжную работу беспроводной сети.

#### Требования к работе

1. Создание непрерывного во времени и пространстве электромагнитного поля для доступа к ресурсам локальной сети МГУЛ и сети Интернет в пределах УЛК-2.
2. Охват помещения УЛК-2 должен составлять не менее 90%.
3. Доступ к локальной сети и сети Интернет должен быть авторизованным.
4. Доступ должен обеспечиваться как для студентов, так и для преподавателей через одни и те же точки доступа.
5. Обеспечить стабильную работу оборудования и беспроводной сети при подключении более 50 человек к одной точке доступа.
6. Реализовать надёжную передачу потока данных между сервером и конечным пользователем.
7. Обеспечить поддержку современных стандартов 802.11 b/g/n.
8. Аппаратура Wi-Fi должна обеспечивать экономное подключение к сети электропитания.
9. Должна обеспечиваться непрерывность доступа к сети при перемещении по корпусу подключённых устройств.

В соответствие с данными требованиями необходимо подобрать оборудование, с помощью которого, будет организована беспроводная сеть.

Были рассмотрены несколько производителей беспроводного сетевого оборудования. Критериям выбора подходящего оборудования являлись: наличие возможности создания нескольких беспроводных сетей, наличие технологии «Handover», единая и удобная система управления, наличие поддержки стандартов 802.11b,g,n; работа по технологии MIMO(Multi Input Multi Output), поддержка VLAN (Virtual Local Area Network).

#### Технология «Handover»

Handover – это процедура смены абонентом канала связи во время разговора, без потери соединения. Данная функция необходима в первую очередь для сохранения непрерывности соединения во время движения абонента. Соседние, по

отношению к обслуживающей, соты ранжируются контроллером базовых станций в порядке убывания уровня сигнала. Как только первая сота в списке перестанет являться обслуживающей, BSC активирует процедуру хэндовера, который называется «географическим» или «нормальным».

Кроме того, хэндовер происходит при резком ухудшении качества предоставляемого сектором сервиса, либо при слишком большом удалении абонента от базовой станции. Это «вынужденный» хэндовер.

В некоторых случаях хэндовер используется для перераспределения нагрузки между соседними секторами. Если сектор, обслуживающий абонента, перегружен трафиком, то мобильная станция может быть переключена на соседний, менее загруженный сектор с приемлемым качеством соединения.

#### Технология MIMO

В технологии MIMO применяются несколько антенн различного рода, настроенных на одном и том же канале. Каждая антенна передает сигнал с различными пространственными характеристиками. Таким образом, технология MIMO использует спектр радиоволн более эффективно и без ущерба для надежности работы. Каждый wi-fi приемник «прислушивается» ко всем сигналам от каждого wifi передатчика, что позволяет делать пути передачи данных более разнообразными. Таким образом, несколько путей могут быть перекомбинированы, что приведет к усилению требуемых сигналов в беспроводных сетях.

Еще один плюс технологии MIMO в том, что данная технология обеспечивает пространственное деление мультиплексирования (Spatial Division Multiplexing (SDM)). SDM пространственно уплотняет несколько независимых потоков данных одновременно (в основном, виртуальных каналов) внутри одной спектральной полосы пропускания канала. В сущности, несколько антенн передают различные потоки данных с индивидуальной кодировкой сигналов (пространственные потоки). Эти потоки, двигаясь параллельно по воздуху «пропикивают» больше данных по заданному каналу. На приемнике каждая антенна видит разные сочетания сигнальных потоков и приемник «демультиплексирует» эти потоки для их использования. MIMO SDM может значительно увеличить пропускную способность для передачи данных, если увеличить число пространственных потоков данных. Каждому



Рисунок №1. Вид сверху.



Рисунок №2. Вид снизу

пространственному потоку необходимы свои собственные передающие / принимающие антенные пары на каждом конце передачи.

Данным критериям удовлетворяет оборудование фирмы Ubiquiti, а именно, UniFi AP (Access Point) LR (Long Range).

Данное устройство обладает следующими характеристиками:

- Частота, МГц:2412-2483,5
- Wireless Approvals::802.11 b/g/n
- Питание:24V/0.5A PoE
- Порты:10/100 Ethernet Port
- Безопасность:WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES
- Выходная мощность передатчика, dBm:20
- Скорость передачи данных, до Мбит/с:300

- Дальность действия Wi-Fi, до м.:120
- Антенна:2 Integrated (supports 2x2 MIMO)
- VLAN:802.1Q
- Материал корпуса: Погодоустойчивый пластик с УФ-защитой, внутреннее исполнение
- Размер, мм.:200x200x36,5
- Внешний вид:

Заявленная дальность действия точки доступа составляет 120 метров, но эти показатели будут значительно меньше внутри учебного корпуса.

Чтобы точно определить, какую площадь будет покрывать точка доступа, размещённая внутри здания. Были произведены замеры уровня сигнала от точки доступа к мобильному устройству по всей площади 4ого этажа учебного корпуса.

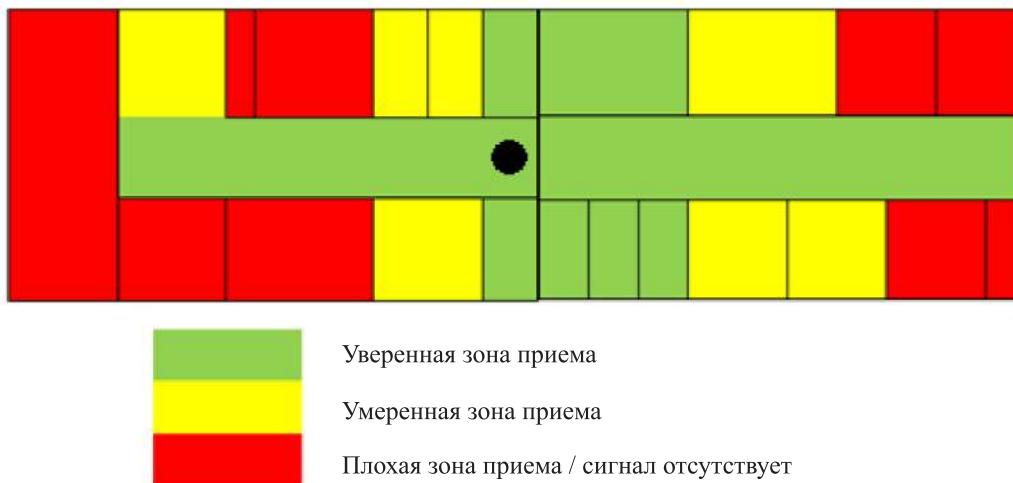


Рисунок №3. Расположение точки доступа и уровень сигнала на всей площади 4ого этажа

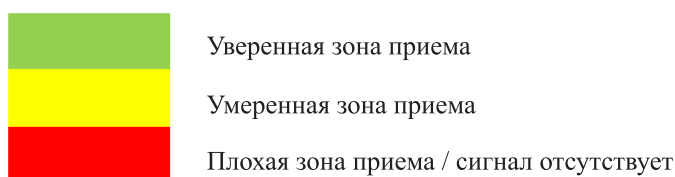
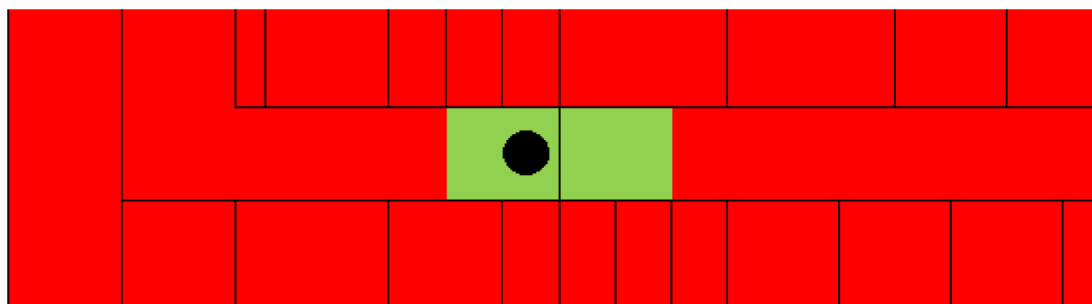


Рисунок №4. Расположение точки доступа и уровень сигнала на всей площади 3 и 5 этажей

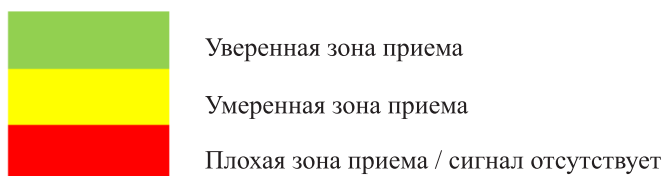


Рисунок №5 Расположение точек доступа и уровень сигнала на всей площади 4ого этажа

Как видно из рисунка 3, уверенная зона покрытия 4ого этажа, при размещённой по центру точки доступа, составляет, приблизительно, треть всего этажа.

Как видно из рисунка 4, использование точки доступа, расположенной на 4ом этаже, для работы на этажах выше и ниже относительно неё - нецелесообразно, поскольку, зона уверенного приёма слишком мала, следовательно, данное устройство наиболее эффективно на этаже, на котором оно функционирует.

Как видно из рисунка 5, уменьшение кол-ва точек доступа с трёх до двух, не оказало положительного эффекта на максимизацию зоны покрытия и минимизацию их кол-ва. В центре этажа сигнал отсутствует.

Как видно из рисунка 6, использование трёх точек доступа обеспечивает максимальную зону покрытия.

В ходе экспериментов было установлено, что уверенная зона приёма, приблизительно, равна -75 dBm, умеренная зона равна -85 dBm, а также, что у данного оборудования сильное узконаправленное

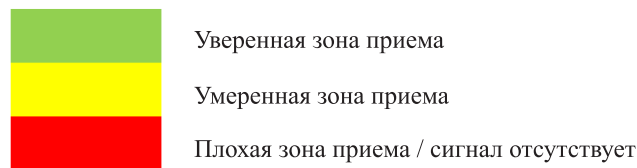
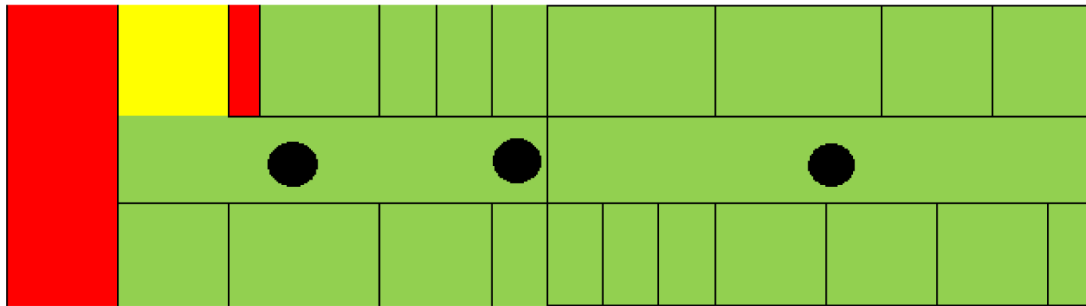


Рисунок №6. Расположение точек доступа и уровень сигнала на всей площади 4ого этажа

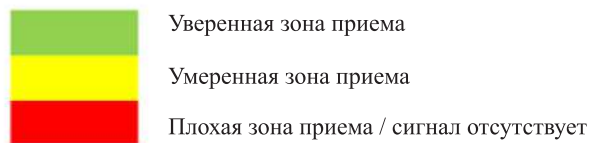
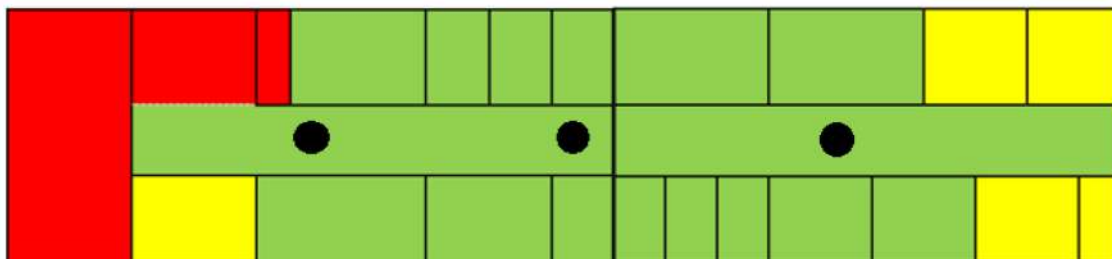


Рисунок №7. Расположение точек доступа и уровень сигнала на всей площади 4ого этажа

вниз излучение, находясь на 3-4 этажа ниже прямо под точкой, сигнал улавливается мобильными устройствами, и по образованному беспроводному каналу передачи данных передаются и принимаются сетевые пакеты.

Как видно из рисунков, 3 точки на этаж оказываются оптимальным решением, но выходная мощность в 20 dBm недопустима для учебного корпуса,

в следствие, выходная мощность была программно снижена до 8 dBm.

Как видно из рисунков, увеличились зоны умеренного приёма, а это не удовлетворяет требованиям. Поскольку зоны покрытия точек накладываются друг на друга, то изменяя их положение, можно добиться улучшения качества приёма беспроводной сети, не ухудшив текущего.



Проделав ряд экспериментов, по перемещению точек беспроводного доступа, удалось найти положение, при котором уровень сигнала в зонах умеренного приёма достиг значения  $-77$  dBm, при этом не оказав негативного воздействия на зоны уверенного приёма.

Поскольку структура корпуса, практически, идентична на каждом этаже, то получив положительные результаты, они были применены ко всем этажам.

Как видно из рисунка 8, полученные результаты по оптимизации максимальной зоны покрытия, при условии уменьшенной выходной мощности оборудования, лучше первоначального результата.

Также, используя то, что данное оборудование хорошо принимается мобильными устройствами, расположенными ниже на этажах, была произведена оптимизация, методом расположения точек доступа в шахматном порядке, что дополнительно обеспечило надёжность и уверенный уровень сигнала во всём корпусе.

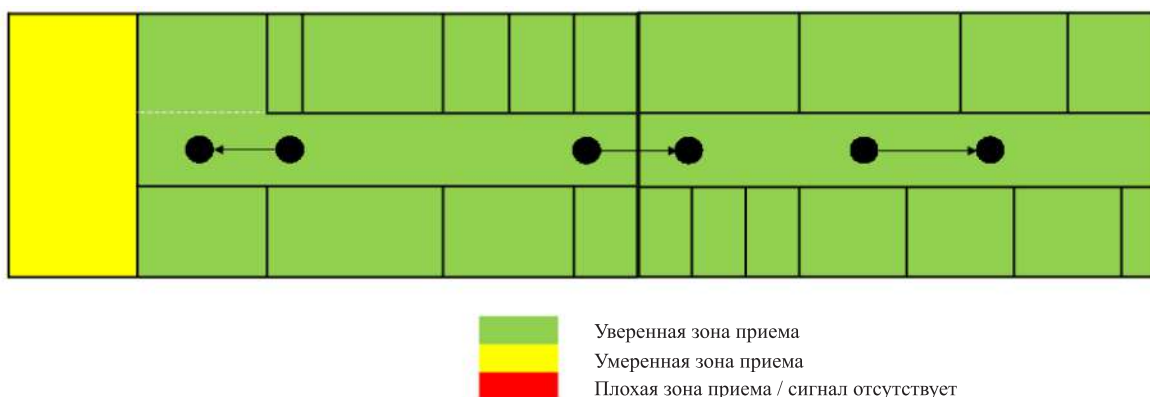


Рисунок №8 Расположение точек доступа и уровень сигнала на всей площади 4ого этажа

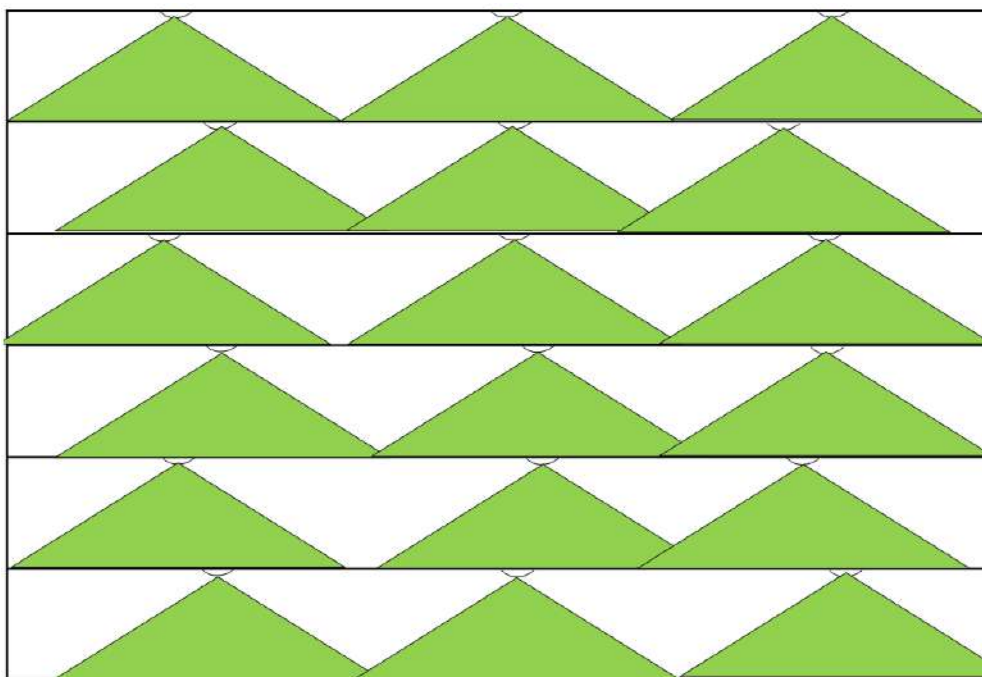


Рисунок №9. Расположение точек доступа в учебном корпусе и условное обозначение зон видимости



**Список литературы:**

1. Бакланов И. Г. NGN: принципы построения и организации. НТ пресс, 2005. – 280 с.
2. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники. Высшая Школа, 2009. – 735 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы., 2010. – 943 с.
4. Педжман Рошан, Джонатан Лиэри Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Вильямс, 2004.
5. Пролетарский А.В., Баскаков И.В. Беспроводные сети Wi-Fi. Бинوم. Лаборатория знаний, 2007.
6. Росс Д. Wi-Fi. Беспроводная сеть. НТ Пресс, 2007. – 320 с.

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

**Пуринг Светлана Михайловна,  
Ватузов Денис Николаевич,**

Самарский государственный архитектурно-строительный университет,  
mtf.samara@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены способы повышения степени очистки вихревых пылеуловителей. Определены факторы, влияющие на унос отсепарированной пыли потоком очищенного воздуха. Предложены конструктивные изменения ВПУ, способствующие уменьшению уноса пыли и повышающие эффективность ВПУ.

**Ключевые слова:** вихревой пылеуловитель, турбулентные завихрения, унос пыли, конструктивные модификации, сепараторная камера, эффективность очистки.

## WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF VORTICAL PRECIPITATORS

**S. Puring  
D. Vatuzov**

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

**Abstract.** Examined ways to improve the effectiveness of the purification efficiency of vortical precipitators. The factors of influencing otseparirovannooj dust entrainment flow of filtered air. Proposed design changes to reduce ash CPG dust and improve the effectiveness of the CPG.

**Key words:** Vortex dust extraction, turbulent Vortex dust entrainment, structural modifications, lab room camera, cleaning efficiency

Одним из наиболее эффективных аппаратов, для очистки воздуха от сухой мелкодисперсной пыли, существующих в настоящее время, являются вихревые пылеуловители (ВПУ). Впервые ВПУ были запатентованы в Германии в 50-х годах прошлого века [1]. Как и в циклонах, принцип работы ВПУ основан на действии центробежных сил. Но, если в циклоне загрязненный воздух подается через один вход, то в ВПУ подача воздуха осуществляется через два канала: нижний и верхний. Заходящий через нижний канал загрязненный воздух закручивается и движется вдоль оси сепараторной камеры вверх, где под действием центробежных сил частицы пыли отбрасываются к периферии. Одновременно через верхний канал подается воздух (загрязненный или чистый в зависимости от конструкции аппарата), который закручиваясь двигается вниз вдоль стенок сепараторной камеры, усиливая действие центробежных сил, действующих на частицы

пыли, которые достигая стенки камеры, опадают вниз в приемный бункер (см. рисунок). Причем, в отличие от циклонов использование ВПУ позволяет добиться эффективной очистки даже для мелкодисперсных частиц [2].

Исследования траекторий частиц, их скоростных полей и распределения статических давлений в различных зонах пылеулавливателя, выявили наличие турбулентных вихревых образований, способствующих уносу отделенной пыли в приосевую зону очищенного газа, удаляемого из ВПУ [3]. Данное явление оказывает значительное влияние на степень очистки пылеуловителя, снижая ее от «теоретически возможной» до «наблюдаемой практически».

Таким образом, задача по снижению турбулентных пульсаций, наблюдаемых в сепарационной камере вихревого пылеуловителя, является определяющей для повышения эффективности работы аппарата.

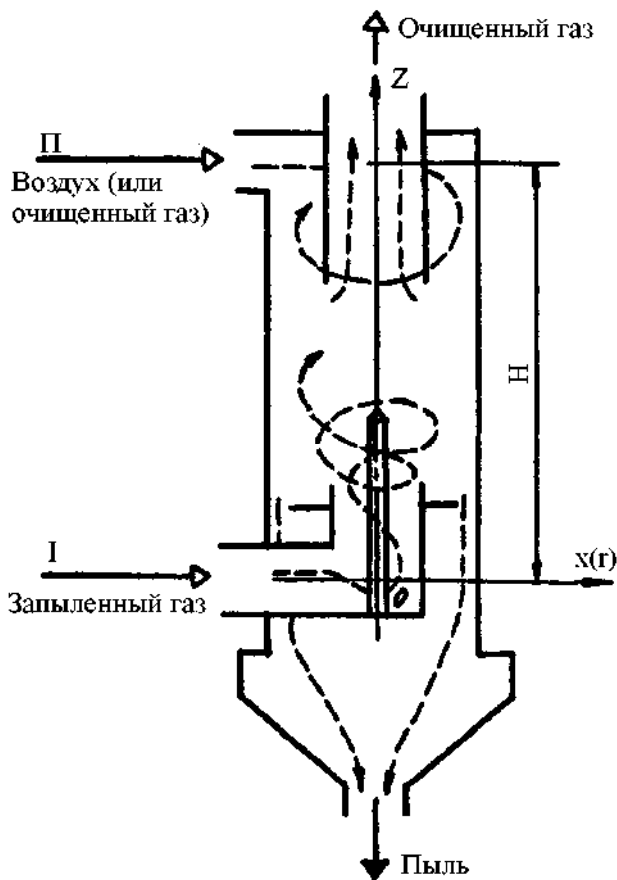


Рис. 1. Принцип работы ВПУ

Исходя из конструкции аппарата, образование нежелательных турбулентных зон наблюдается в области входа первичного запыленного потока в камеру сепарации и области выхода из нее очищенного газа. Причем, возникновение вихрей зависит от уровня взаимодействия первичного и вторичного потоков друг с другом и с конструктивными элементами аппарата.

Таким образом, для уменьшения амплитуды нежелательных вихреобразований необходимо в первую очередь изменить условия движения потоков.

В качестве первого шага можно рассматривать замену нарезного сопла во вторичном вводе, лопаточным, типа «розетка». В случае использования «розетки» обеспечивается более интенсивное закручивание вторичного потока и уменьшается унос отделенной пыли. Однако, эффективность работы аппарата все равно не достигает возможного значения[3].

Дальнейшими шагами в этом направлении были исследования, связанные с изменением конструкции узла отбойных шайб (их количество, место расположения, конфигурация, способ крепления) [4]. То есть все конструктивные изменения были связаны с поиском некой «оптимальной» отбойной шайбы, конструкция которой позволила бы уменьшить возникающие завихрения в нижней части сепараторной камеры. Но, данное направление изысканий не позволило добиться значимого результата по снижению уровня уноса пыли.

Дальнейшие исследования показали, что истинной причиной образования паразитарных вихрей в зоне подвода первичного потока после завихрителя является не положение и форма отбойной шайбы, а способ подачи запыленного газа в камеру сепарации[4]. Конструкция пылеуловителя предусматривает изменение направления первичного потока на  $90^\circ$  непосредственно перед входом в завихритель, что влечет за собой искажение поля скоростей и образование завихрений в первичном потоке, выходящем из завихрителя в сепараторную камеру.

Следовательно, для устранения данного явления необходимо изменить способ подвода первичного потока. Для этой цели скругляется поворотное колено и в нем устанавливаются лопатки либо профилированные (Прандтля) либо тонкие листовые, очерченные по дуге круга в количестве 5 – 7 штук с углом раскрытия  $\angle\beta=95\div 107^\circ$ [8].

В случае если стабилизация скоростного поля в колене недостаточна, то для ВПУ высокой производительности устанавливается хонейкомб (конструкция, состоящая из трубок или сотовых элементов длиной  $l_x = 5-10$  калибров при толщине стенки 0,5-1 мм). Хонейкомб выравнивает поток по направлению, разбивая крупные вихри, а также уменьшает неравномерность распределения продольных скоростей. Для погашения остаточных возмущений дополнительно можно установить сетки из тонкой проволоки с ячейками 2-5 мм.

Кроме того, примыкание подводящего канала к «розетке» осуществляется через диффузор, угол раскрытия которого не должен превышать  $2\alpha \leq 10^\circ$  для предотвращения отрыва пограничного слоя от стенок диффузора и, следовательно, нарушения стабильности поля скоростей и концентраций. То есть при переходе от одного сечения к другому необходимо обращать внимание на сохранение плавности аэродинамического контура канала[5].

Однако, вышеизложенные конструктивные модификации, влияют только на зону образования паразитарных вихрей в нижней части камеры сепарации.

Для стабилизации турбулентности в верхней зоне камеры предложены следующие конструктивные дополнения [6].

Известно, что вихревые течения возникают на границе неудобообтекаемых тел. В данном случае такими местами являются угловые сопряжения верхней плоскости камеры сепарации с ее цилиндрической стенкой и на входе в патрубок очищенного газа. То есть если сопряжение граничащих элементов выполнить не под углом  $90^\circ$ , а через обтекаемые плоскости, движение потока будет более спокойным.

У модернизированного аппарата стенка сепарационной камеры в верхней части пылеуловителя выполняется в виде удобообтекаемых плоскостей, очерченных по профилю лемнискаты или радиусу

цилиндра. Сопряжение стенки сепарационной камеры с кольцевым завихрителем выполнено в виде криволинейного обвода стабилизации с радиусом кривизны  $R=(0,05-0,1)D$  и таким же образом выполнен вход в патрубок отвода очищенного газа при  $r=(0,05-0,1)d$ .

Данная конструкция уменьшает образование турбулентных завихрений в верхней зоне сепарационной камеры, что уменьшает унос пыли из ВУП и повышает эффективность процессов пылеулавливания.

Рассмотренные конструктивные модификации способствуют устранению нежелательных турбулентных возмущений в различных зонах камеры сепарации и соответственно, увеличению степени очистки ВПУ. Однако, предложенные варианты не охватывают весь спектр возможных улучшений вихревых пылеочистных аппаратов и являются лишь малым звеном в цепи возможных конструкторских новаций.

### Список литературы

1. Историческое развитие высокоэффективных центробежных аппаратов [Электронный ресурс] // ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой». URL: <http://www.ptbvgstroy.ru/var/fck/file/vzp2.pdf> (дата обращения: 10.13.2013).
2. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие. Пенза, 2005. 210 с.
3. Хурин И.А., Тюрин Н.П. Очистка печных газов при плавке алюминиевого лома // Региональная архитектура и строительство. 2011. №2. С. 149-154.
4. Сепарационный пылеуловитель: пат. 2090268 Рос. Федерация. №2007100310/15; заявл. 06.05.95; опубл. 20.09.97, Бюл. №26.
5. Вихревой пылеуловитель: пат. 2096070 Рос. Федерация. №2007100310/15; заявл. 26.07.95; опубл. 20.11.97, Бюл. №32.
6. Вихревой уловитель пыли: пат. 2183497 Рос. Федерация. №2000106815/12; заявл. 20.03.00; опубл. 20.06.02, бюл. №17.

# СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО СЕТЕВОГО СЕРВИСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИСЕРВЕРНОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ В КОМПЛЕКСНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

**Мелентьев Владимир Анатольевич,**  
аспирант кафедры скорой и неотложной медицинской помощи ИПМО  
ГБОУ ВПО Воронежская Государственная Медицинская Академия  
имени Н.Н. Бурденко Министерства Здравоохранения РФ,  
riov-84@mail.ru

**Аннотация.** В статье дается описание мультисерверной архитектуры комплексной медицинской информационной системы (МИС). Предусматривается 2 режима работы – распределение нагрузки на несколько серверов за счет физического разделения баз данных и повышение доступности и производительности работы МИС за счет поддержки технологии репликации. Приведено описание поддержки территориально-распределенной базы данных МИС, возможностей для повышения производительности системы, предоставление off-line доступа к БД МИС.

**Ключевые слова:** медицинская информационная система, мультисерверная архитектура, распределенные базы данных.

## CREATION UNITED REGIONAL MEDICAL INFORMATION-COMMUNICATION NETWORK SERVICE WITH USING THE SERVER PORTIONED ARCHITECTURE IN COMPLEX MEDICAL INFORMATION SYSTEM

**Melentiev Vladimir Anatolievich,**  
Postgraduate GBOU VPO Voronezh State Medical Academy named after NN Burdenko Ministry of Health

**Abstract.** This article describes a multiserver architecture integrated health information system (HIS). It is envisaged two modes of operation - load into several serv-ditch by the physical separation of data bases and increase the availability and performance of MIS technology by supporting replication-cation. The description of the support geographically distributed database ISI opportunities to improve performance of the system, providing off-line access to the database ISI.

**Keywords:** medical information system, multi-server architecture, distributed databases.

### Введение

Текущее состояние системы здравоохранение, наличие множества учреждений, различных по специализации, объему оказываемой медицинской помощи и источникам финансирования привело к неизбежному выводу о необходимости автоматизации процессов информационного обмена

как внутри этих учреждений, так и между ними. На фоне этой тенденции все большее внимание уделяется интегрированным (некоторые авторы называют их комплексными) медицинским информационным системам (МИС). Интегрированные МИС отличаются от других информационных систем, главным образом, тем, что они нацелены на максимально полную, если не тотальную, автоматизацию лечеб-

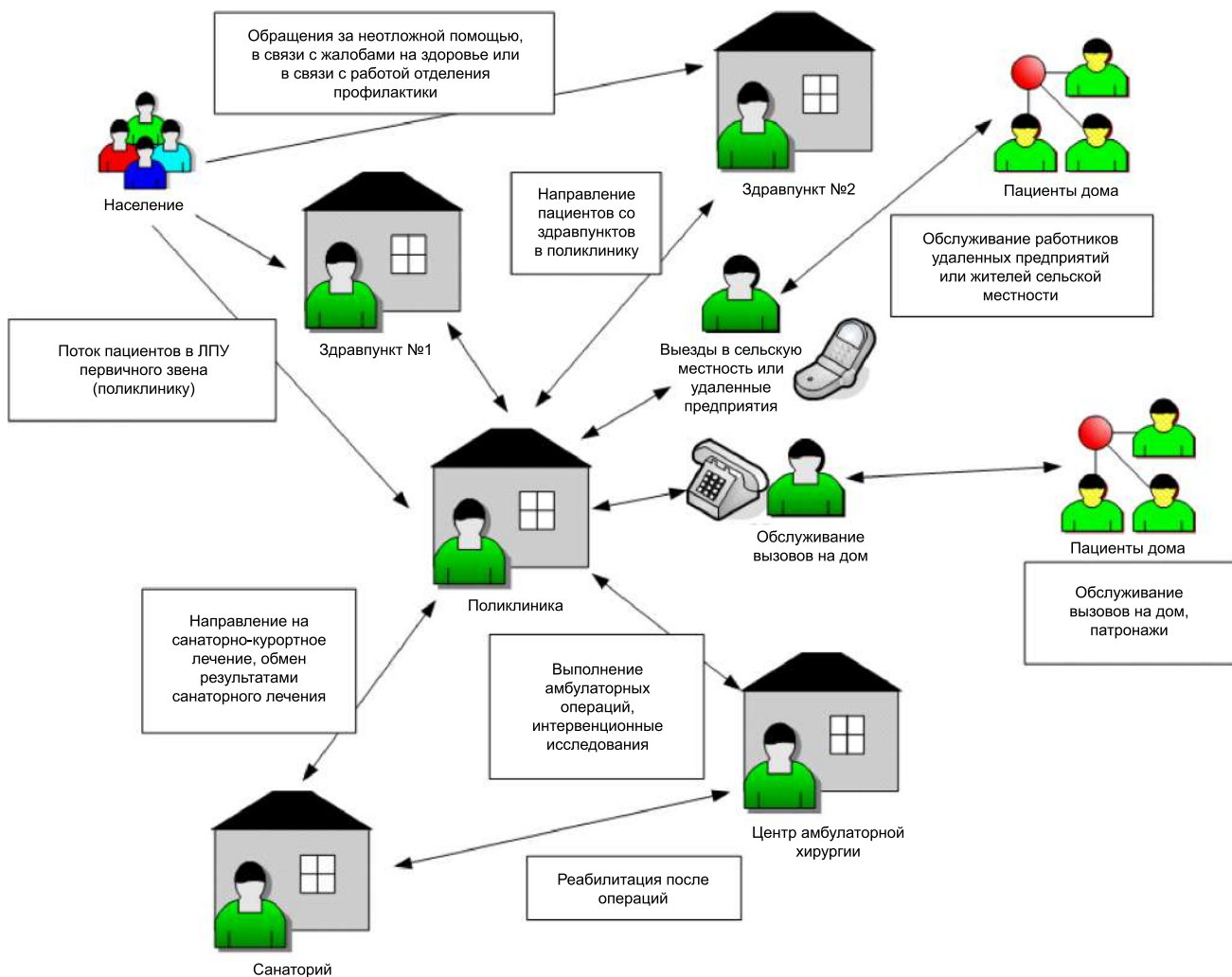


Рис. 1. Пример структуры медицинского центра и основные информационные потоки между его службами

но-профилактического учреждения (ЛПУ) средствами едиными программными средствами.

Несмотря на повышение интереса к таким системам, случаи действительно полной и эффективной автоматизации за счет их внедрения все еще достаточно редки, а поэтому изучение требований и особенностей функционирования МИС в условиях полного электронного документооборота внутри ЛПУ является актуальной задачей медицинской информатики.

Система базируется на принципе объектно-реляционного подхода [1]. Большая часть системы создана в среде Lotus Notes/Domino. Некоторые подсистемы, такие как статистика, бухгалтерия или

аптека разработаны для Microsoft SQL Server. Обе эти СУБД тесно связаны друг с другом логическими и интерфейсными средствами системы и работают как единый программный комплекс.

Во время своего развития постоянно совершенствовалась архитектура системы, которая должна была позволять эффективно работать с данными всему пласту пользователей – от медсестер и бухгалтеров до главного врача. При этом, пройдя путь от автоматизации отдельных бизнес-процессов до задачи объединения и тесной интеграции территориально и функционально разобщенных пользователей, родилась потребность предоставлять доступ по принципу «всегда и везде».



## Описание методики

Одним из основных технологических решений, востребованных вследствие расширения возможностей системы и объема ее использования, является мультисерверная архитектура базы данных (БД) МИС. Под термином *мультисерверная архитектура* мы понимаем возможности системы использовать для обслуживания ее БД 2 и более серверов, в том числе территориально удаленных серверов.

Предпосылками для разработки мультисерверной архитектуры явились:

- Высокая нагрузка на сервер в случае комплексной автоматизации ЛПУ средствами МИС;
- Потребность в объединении информационных потоков между территориально-распределенными подразделениями ЛПУ;
- Потребность в снижении расходов на аппаратное обеспечение МИС, включая сервера, коммуникационное оборудование и оплату трафика по открытым каналам связи в случае территориально-распределенного ЛПУ;
- Потребность в обеспечении off-line доступа к базам данных МИС в случае разрывов каналов связи между подразделением ЛПУ и центром обработки данных или в случае использования портативных компьютеров;
- Задача повышения производительности МИС за счет консолидации вычислительной мощности нескольких серверов.

В общем случае все указанные проблемы и задачи могут быть успешно решены за счет реализации идеи мультисерверной архитектуры МИС. Суть этой идеи в том, что система должна сохранять полную работоспособность и прозрачность функционирования для пользователя в случае, если физически ее базы данных распределены по нескольким серверам. При этом важнейшее требование – это обеспечивать 2 возможных режима работы:

- **Разделение нагрузки** на несколько серверов за счет физического распределения баз данных отдельных подсистем между этими серверами.
- **Поддержка работы с репликами системы**, в том числе и селективной реплики баз данных системы.

**Режим разделения нагрузки** предназначен, в первую очередь, для снижения общей вычислительной нагрузки на центральный сервер системы.

Например, работа врачей или медицинских сестер с системой характерна частыми обращениями (на чтение или запись) сразу к нескольким базам данных, при этом каждое такое обращение генерирует незначительный по объему, но достаточно интенсивный в единицу времени, трафик между сервером и клиентским компьютером. Кроме этого, распределение областей памяти в базе данных, к которым осуществляется обращение, у этих пользователей имеет случайный характер. Такой режим работы, достаточно типичный для большинства медицинских сотрудников ЛПУ, вызывает значительную нагрузку на сервер, который должен поддерживать одновременно в рамках одной пользовательской сессии открытие сразу нескольких баз данных и их интенсивное обслуживание: обновление индексов, в том числе гипертекстового, или обновление представлений данных, а также выполнение хранимых на сервере программных модулей (агентов, хранимых процедур, триггеров). Характеристика этой нагрузки достаточно хорошо изучена [1], и в соответствии с ее параметрами осуществляется проектирование внутренней архитектуры баз данных и системы в целом, например – за счет реализации внутренней декомпозиции на подсистемы и отдельные БД и их последующего логического объединения [3]. Вместе с этим, в ЛПУ имеется ряд задач и пользователей, имеющих принципиально другую природу запросов. Это, в первую очередь задачи обеспечения статистических расчетов, материальный и финансовый учет, аналитические исследования. Эти задачи востребованы административным аппаратом ЛПУ, бюро статистики, бухгалтерий. Их эффективная реализация требует иных подходов к проектированию внутренней архитектуры системы, иногда – прямо противоречащих подходам, целесообразным с точки зрения автоматизации работы врачей. В результате этого возникает конфликт интересов различных слоев пользователей ЛПУ с позиции архитектуры системы. И хотя в последнее время различные научные школы уже фактически доказали высокую эффективность и прямую необходимость проектирования МИС в первую очередь с целью решения клинических задач и достижения цели повышения качества и доступности медицинской помощи [1, 3, 4], этот принцип все еще не является доминирующим. На рынке имеется большое количество разработок, реализованных в первую очередь для решения административных, статистических или финансовых задач [1, 5].



Решением этой проблемы, как для приверженцев клинически-ориентированного подхода, так и для приверженцев традиционного административно-ориентированного подхода, может выступать именно мультисерверная архитектура системы в режиме разделения нагрузки. Ее реализация подразумевает анализ задач, решаемых системой и их разделение на 2 или более групп. Признаком принадлежности к той или иной группе может быть либо приоритетность решаемой задачи (например, высокая производительность у врачей является более приоритетной задачей по сравнению с производительностью работы отдела статистики), либо характеристика трафика, генерируемого пользователями данной задачи (например, трафик у лечащих врачей имеет значительные отличия от трафика главного врача или бухгалтера). Так или иначе, в ходе анализа разработчик МИС может сформировать однородные по выбранному признаку группы и предусмотреть возможность физического разделения баз данных этих групп по разным серверам. В таком случае решается главная проблема конфликта подходов к проектированию баз данных соответствующих подсистем, т.к. сервер физически обрабатывает достаточно однородный объем информации и трафик от соответствующих приложений МИС. Клинически-ориентированные подсистемы могут проектироваться с точки зрения глубокой внутренней декомпозиции, а подсистемы статистики или финансового учета, наоборот, могут разрабатываться в архитектуре, наиболее подходящих для массовой обработки информации и интенсивных расчетов. Кроме этого, существенным дополнительным стимулом к использованию этого подхода является физическое разделение нагрузки между несколькими серверами: трафик и нагрузка врачей никак не зависят и не снижаются в силу, например, высокой вычислительной нагрузки, вызванной работой отдела статистики. Сохраняется своеобразная автономия вычислительных ресурсов – производительность административного аппарата зависит только от мощности их сервера и генерируемой ими нагрузки, а производительность врачей и медсестра – соответственно от их нагрузки. Это преимущество эффективно именно для основного, медицинского состава ЛПУ – т.к., например, отдел статистики хоть и обращается одновременно к небольшому числу БД, однако расчет достаточно сложного и объемного статистического отчета может вызвать значительную нагрузку сервера (рис.

2а, б). В результате этого получается, что работа всего одного пользователя (сотрудника отдела статистики) потенциально может вызвать серьезные задержки в работе многих других пользователей, к тому же имеющих больший приоритет для ЛПУ (например, лечащих врачей).

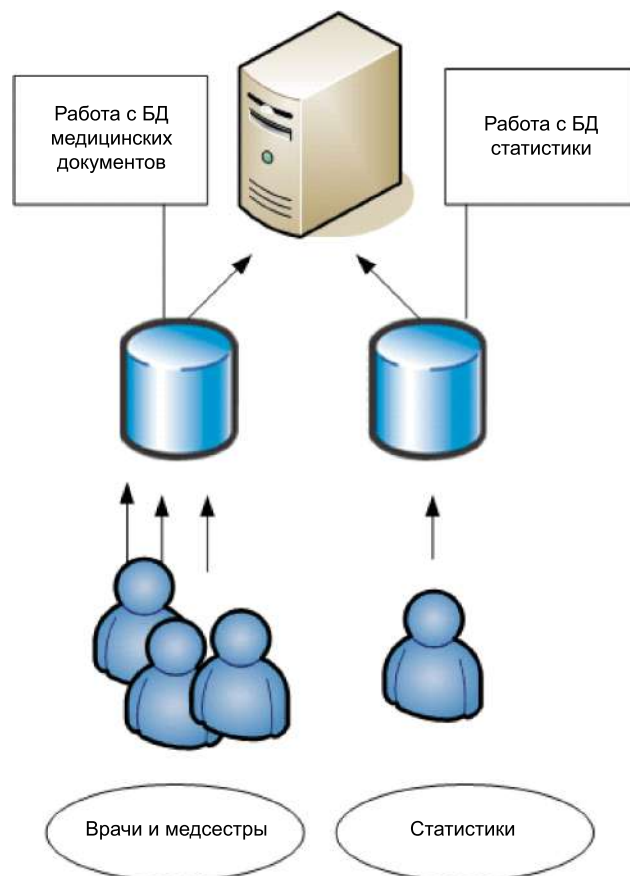


Рис. 2а. Разделение информационных потоков на примере группы медицинских сотрудников и группы статистиков за счет возможностей мультисерверной архитектуры

В ходе наших исследований, моделирующих такой вариант работы, мы выявили и еще один стимул – экономический. В ходе эксперимента, при котором один мощный сервер ЛПУ был заменен двумя, менее мощными серверами. Один из них предназначался для обслуживания медицинских сотрудников, а второй (собранный, фактически, из компонентов рабочей станции) для обслуживания статистических расчетов. При этом мы выявили, что суммарная стоимость аппаратного обеспечения

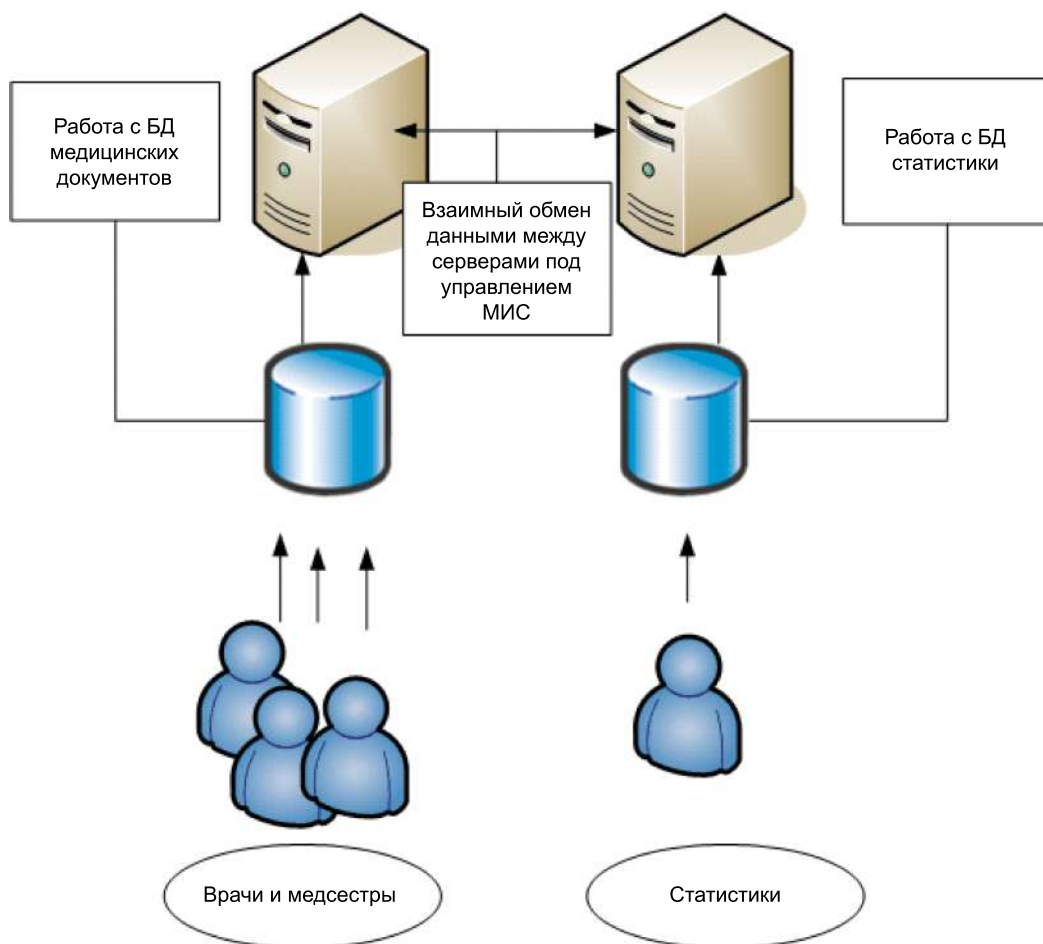


Рис. 26. Разделение информационных потоков на примере группы медицинских сотрудников и группы статистиков за счет возможностей мультисерверной архитектуры

для такой мультисерверной архитектуры была ниже, чем приобретение одного, но мощного сервера. Вместе с этим показатели производительности МИС только возросли [1].

Таким образом, теоретически обоснованная идея мультисерверной архитектуры, была в первую очередь вызвана потребностью в эффективной реализации всего комплекса задач по автоматизации ЛПУ (клинических, статистических, финансовых) и, вместе с этим, обеспечение достаточной производительности работы этих служб. На практике эта была предпринята попытка реализовать проект для медицинской информационной системы города Воронеж. Тогда мы в первую очередь реализовали возможность физического выделения подсистемы статистики. В дальнейшем планируется поддержка мультисерверной архитектуры для финансово-эко-

номической подсистемы, аптеки, модуля автоматизации службы питания и подсистемы гостиничного комплекса. При этом в ходе экспериментов мы выяснили, что реализация этих подсистем на базе основной платформы системы – Lotus Notes/Domino – имела не достаточную с точки зрения производительности эффективность. Однако реализованная поддержка мультисерверной архитектуры позволила, фактически без изменений основной части системы, перенести реализацию указанных систем из Lotus Notes/Domino в реляционную СУБД. Вначале это была MySQL, затем – Microsoft SQL Server 7, а потом постепенный переход к версии Microsoft SQL Server 2000 и, наконец, в 2006 г. – к версии Microsoft SQL Server 2005. В настоящее время задача повышения производительности отдельных служб решается администраторами системы достаточно просто

– нужные БД соответствующей службы могут быть физически перенесены с общего сервера на свой, выделенный. При этом в системе при помощи всего нескольких настроек вносятся соответствующие изменения, а работа пользователей никак не меняется: все приложения системы функционируют в едином информационном пространстве. Зачастую пользователи и не знают, что одновременно для них задействовано сразу несколько серверов, осуществляющих обслуживание БД нескольких подсистем.

Реализация этого подхода позволила нам сосредоточиться над совершенствованием и повышением производительности важнейшей для нас части системы – модулей работы врачей и медсестер. Разработанные ранее технологические решения, такие как переменное ядро, сервис-ориентированная архитектура на основе middleware, технология регистров и некоторые другие [1], позволили обеспечить достаточные возможности масштабирования системы и ее высокую производительность практически на всем сроке эксплуатации системы. Эти технологии в своей большей массе были направлены на достижение единой цели – возможности полного перехода медицинских сотрудников на электронный документооборот. Для поликлиник была реализована полноценная электронная амбулаторная карта, для санаториев и стационаров – электронная история болезни. Опыт использования системы привел к появлению принципиально новой задачи – реализации принципа «Доступ всегда и везде». До этого момента врачи и другие сотрудники ЛПУ имели доступ к полной электронной медицинской документации только в своем рабочем кабинете. Однако с определенного момента этого доступа уже оказывалось недостаточно. С одной стороны, инсталляции системы в нескольких ЛПУ города привели к возникновению потребности либо их соединения и обмена информацией между БД отдельных инсталляций, либо к их подключению к одной единой БД. С другой стороны, доступ к МИС только со своего рабочего места тоже перестал быть достаточным – возникла потребность в сохранении этого доступа и в других местах обслуживания пациентов, например, при выезде к пациенту на дом, в офис или за территорию ЛПУ и даже города. Кроме этого, часть работы с документацией врачи могли бы выполнять и дома, т.к. у многих имелись домашние компьютеры и возможность подключения к внутригородским сетям или Internet. Все это привело к реализации второго режима работы мультисерверной архитек-

туры – использование **механизма репликации**. Как известно, реплика базы данных – это фактически ее копия, в которую средствами механизма репликации передаются изменения основной БД. При этом существует несколько возможностей поддержки реплики, в том числе – селективная реплика (когда в копию передаются не все данные из основной БД, а лишь ее часть, определяемая сервером по некоторым правилам). Существует несколько методов работы репликации, например – pull или push. Также технологии репликации предусматривают множество настроек, например – передача вместе с данными и дизайна приложений к БД, настроек подсистемы безопасности или возможность разрешения в передаче удаленных данных [2]. Столь гибкие возможности, реализованная в платформе Lotus Notes/Domino в виде готовой для использования технологии, позволили усовершенствовать внутреннюю архитектуру МИС таким образом, что стало возможным инсталляция нескольких дополнительных серверов и репликация уже установленной и настроенной системы между ними. При этом определенная часть пользователей подключается к дополнительной серверу и осуществляет работу именно за счет его вычислительных мощностей. Администратор системы может очень гибко настраивать **расписание репликации**. Учитывая, что вероятность одновременного обслуживания одного и того же пациента сразу же в нескольких ЛПУ или подразделениях одного и того же ЛПУ очень низка, репликация (а значит, взаимный обмен изменениями в БД между серверами) может осуществляться достаточно редко. Например, в ходе экспериментов мы выявили, что репликация между сервером поликлиники и сервером удаленного здравпункта, может производиться не чаще, чем 1 раз в 15-30 минут. При этом в случае поликлиники, рассчитанной на 800 посещений в день, длительность репликации по ISDN-каналу связи составляет всего порядка 1.5-3 минут, а по оптоволоконному кабелю – порядка 30-50 сек. Вместе с этим, разделение запросов пользователей отдельных подразделений между серверами положительно сказывается на производительности работы всех пользователей в целом. Это происходит за счет, во-первых, снижения числа открытых БД и поддерживаемых сервером сессий, а это, в свою очередь, приводит к более быстрому обслуживанию запросов, поступающих от пользователей. Кроме этого, физическое разделение БД между серверами (например, за счет технологии

вариабельного ядра) приводит к тому, что объемы этих БД сокращаются, но без потери информации, которая просто разделяется по нескольким БД. В результате на сервере сокращается не только число открытых БД или поступающих от пользователей запросов, но и объем информации, который нужно обработать серверу. Все это приводит к повышению производительности системы, которое может быть использовано двояко – можно либо подключить дополнительных пользователей, либо можно снизить требования к вычислительной мощности применяемого сервера, а это, в свою очередь, является экономическим эффектом. Вместе с этим, применение сразу нескольких серверов позволяет обеспечить следующие решения:

- *Поддержку работы удаленных подразделений ЛПУ в едином информационном пространстве (рис. 3);*
- *Снижение требований к пропускной способности каналов связи между ЛПУ. Так, без применения мультисерверной архитектуры для удаленного подразделения, насчитывающего 10 и более рабочих мест, потребовалась бы прокладка оптоволоконного кабеля, чтобы обеспечивать их высокую производительность работы. Использование мультисерверной архитектуры позволяет ЛПУ установить в таком подразделении свой сервер, при этом обладающий не очень высокой производительностью, а его соединение с центральным сервером организовать по ADSL, ISDN или даже коммутируемой линии. При этом затраты на установку дополнительного сервера, по сравнению с затратами на прокладку оптоволоконного кабеля, могут быть значительно ниже, особенно на дальних расстояниях или в условиях густо населенного города;*
- *Повышение сохранности данных за счет, фактически, реализованной технологии многократного дублирования информации между несколькими серверами. В этом случае возможно полное и достаточно быстрое восстановление всех данных систем с дополнительных серверов даже в случае пол-*

ного разрушения здания, где располагался основной сервер. Не секрет, что чаще всего администраторы если и выполняют резервное копирование БД системы, то делают это либо не достаточно часто, либо хранят резервные копии в том же здании, где располагается и сервер, что в случае катастрофы (пожар, наводнение, подрыв здания) не позволяет выполнить восстановление данных;

- *Возможность off-line доступа к системе. Эта возможность реализована с технологической точки зрения достаточно просто и эффективно – на ноутбук может быть установлен точно такой же дополнительный сервер Lotus Domino, а работа клиентского ПО Lotus Notes настроена на использование реплик с локального сервера. При этом настройка репликации может быть выполнена в достаточно интенсивном режиме, например – каждые 5 минут. Если ноутбук эксплуатируется в здании ЛПУ, то за счет подключения к сети ЛПУ, например, за счет средств беспроводного доступа, пользователь почти с точно такой же по наполнению БД, что и на основном сервере. Если пользователь покидает здание ЛПУ и у него нет более возможности подключиться к центральному серверу, то работоспособность системы все равно полностью сохраняется, т.к. обслуживание задач осуществляется локальным сервером [3].*

### Заключение

Описанные преимущества мультисерверной архитектуры, на наш взгляд, позволяют обеспечивать достаточный запас масштабирования и обеспечения высокой производительности МИС как для ЛПУ различного уровня, так и для внедрений на уровне города или региона. За счет реализации такой архитектуры становится возможным действительное предоставление пользователям доступа «Всегда и везде», что является уже другим качеством в разработке и использовании комплексных медицинских информационных систем.



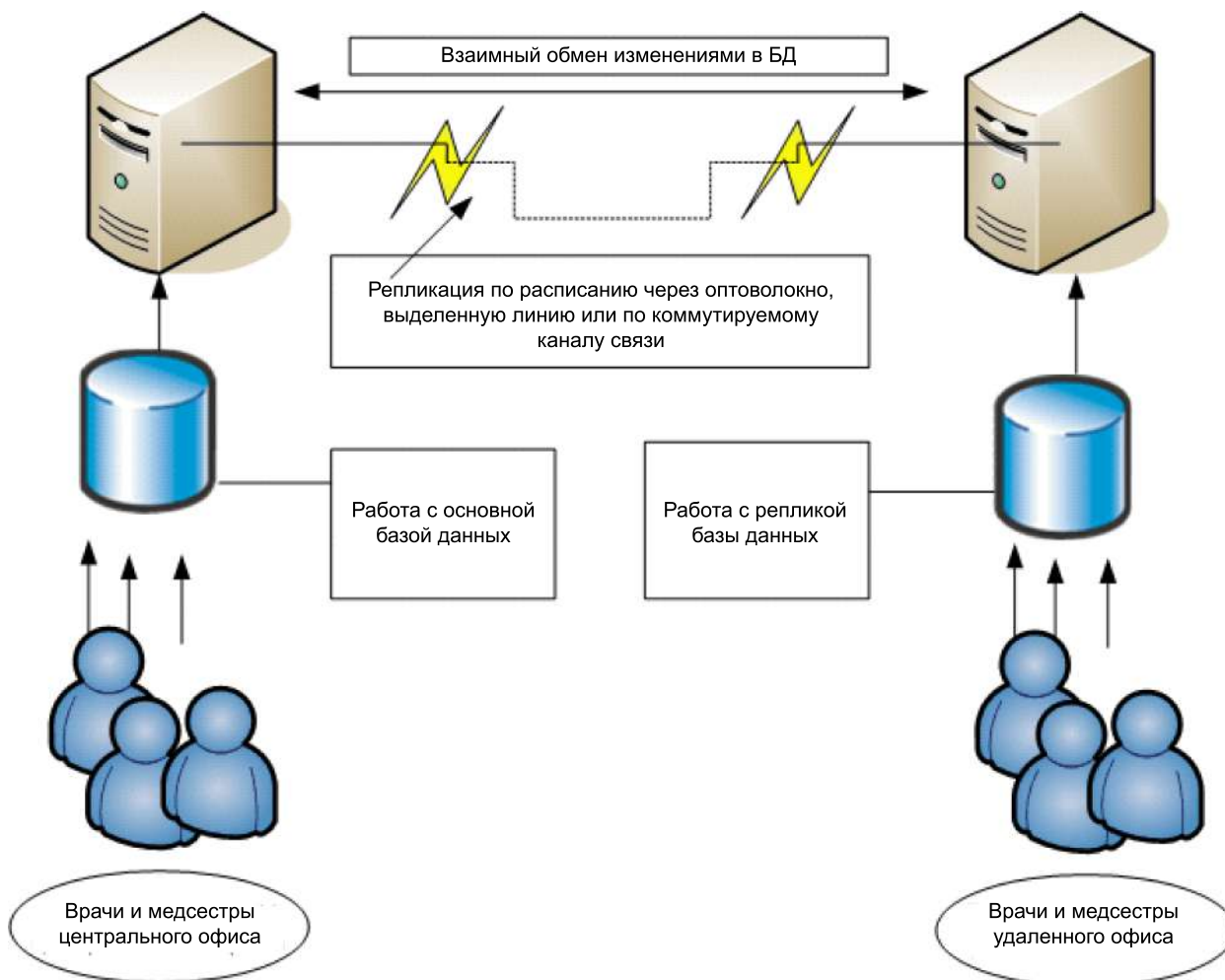


Рис. 3. Организация автономной работы удаленного офиса ЛПУ за счет средств мультисерверной архитектуры

### Список литературы

1. Информатика: Учебник/под ред. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2010. - 768 с.
2. Информатика. Базовый курс. Учебник для Вузов/под ред. С.В. Симоновича, - СПб.: Питер, 2010.
3. Симонович С. В., Евсеев Г.А., Практическая информатика, Учебное пособие. М.: АСТпресс, 20099.
4. Фигурнов В. Э. IBM PC для пользователя. М.: Инфра-М, 2011 г.
5. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Алексеев А.Г. Специальная информатика, Учебное пособие. М.: АСТпресс, 2009.
6. Информатика: Практикум по технологии работы на компьютере./ Под ред. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2010.
7. А.В.Могилев, Н.И.Пак, Е.К.Хеннер, Информатика, Учебник для ВУЗов – М.: Издательство Academia, 2009.
8. Денисов А., Вихарев И., Белов А.. Самоучитель Интернет. – СПб: Питер, 2011. - 461 с.
9. Евдокимов В.В. и др. Экономическая информатика. Учебник для вузов. Под ред. д. э. н., проф. В.В. Евдокимова. СПб.: Питер паблишинг, 20127.

10. Основы современных компьютерных технологий. Ред. Хомченко А.Д.
11. Бойс Д. Осваиваем Windows 95. Русская версия. 2012.
12. Шкаев А.В. Руководство по работе на персональном компьютере. Спра-вочник. М.: Радио и связь, 2009 г.
13. Савельев А.Я., Сазонов Б.А., Лукьянов Б.А. Персональный компьютер для всех. Хранение и обработка информации. Т.1 М.: Высшая школа, 2009.
14. Брябрин В.М. Программное обеспечение персональных ЭВМ. М.: Наука, 2010.
15. Мартин, Метьюз. Excel для Windows 95/97. М.: АВЕ. - 2008.
16. Медицинская информатика. – СПб.: Питер, 2012. – 592 с.
17. Могилев А.В. и др. Информатика. – М., 2012. – 816 с.
18. Комягин В.Б., Коцюбинский А.О. Excel 7.0 в примерах. М.: Нолидж, 2012.
19. Крамм. Р. Программирование в Access для чайников. К.: Диалектика, 2013.
20. Фролов А.В., Фролов Г.В. Глобальные сети компьютеров. Практическое введение в Internet, E-Mail, FTP, WWW и HTML. М.: Диалог-МИФИ, 2012.
21. Коцюбинский А.О., Грошев С.В. Современный самоучитель работы в сети Интернет. М.: Триумф, 2012.
22. Гончаров А. HTML в примерах. СПб.: Питер, 2012.
23. Левин А. Самоучитель работы на персональном компьютере. М., 2012.
24. Пасько. Microsoft Office - 97. К.: ВНУ, 2012.
25. Рогов В.П. Excel-97. Серия “Без проблем”. М.: Бином. 2013.
26. Каратыгин С.А. Access-97 (серия “Без проблем”) - М., 2011.
27. Пасько В. Microsoft Office’97, К.: ВНУ, 2008.
28. Гончаров А. Excel 7.0 в примерах. СПб.: Питер, 2010.
29. Гурин Н.И. Работа на персональном компьютере. М., 2011.
30. Абрамов С.А. Начала информатики. М.: 2010.
31. Острейковский В.А. Информатика. - М.: Высшая школа, 2009.
32. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. Под ред. В.Э. Фигурнова. М.: ИНФРА-М, 2009.
33. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер. - 2011г.
34. Основы компьютерных технологий. – СПб.: Корона, 2012. – 448 с.
35. Шафрин Ю.А. Основы компьютерной технологии. – М.: АБВ, 2011. – 656 с.
36. Д.А. Поспелов. Информатика: Энциклопедический словарь для начинающих. – М.: Педагогика-Пресс, 2011. – 352 с.
37. Основы современных компьютерных технологий: Учебное пособие/под. ред. Хомоненко. – СПб.: КОРОНА, 2012.

## ОБ ЭНЕРГИИ И СТРУКТУРЕ СПАРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

**Островский Николай Владимирович,**  
Вятский государственный университет (г. Киров),  
Onv1@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена спаренным электронам. В начале на основе модели атома Бора и использованием величин энергии ионизации электронов вычислены эффективные заряды ядра. При этом найдено, что эффект экранирования от  $1s^2$ -электронов значительно больше двух, в то время как внутри пары электронов он меньше единицы. Это не согласуется с представлением о сферической симметрии в распределении заряда  $s$ -электронов. Далее рассмотрена бициклическая модель спаренных электронов. Для построения равновесной модели предложено оригинальное уравнение электростатического взаимодействия между спаренными электронами.

**Ключевые слова:** спаренные электроны, энергия ионизации, квантово-механический расчёт, водород, гелий, литий, бериллий, бор, углерод, азот, кислород.

## ABOUT ENERGY AND STRUCTURE OF COUPLED ELECTRONS

**Ostrovskiy Nikolay Vladimirovich,**  
Vytk State University (Kirov)

**Abstract.** The article is devoted to structure of coupled electrons. At the first part on the basis of Bohr's atomic model and by use of energy value of electron's ionization are made calculations of effective charge values of nucleus. Thus it is found, that the screening effect from  $1s^2$ -electrons is much more than two, while in electron's pair it is less than unit. It puts under doubt spherical symmetry in a distribution of a  $s$ -electron charge. Further reviewed the bicyclical model of coupled electrons. For the construction of equilibrium model invited the original equation of electrostatic interaction between the coupled electrons.

**Key words:** coupled electrons, ionization energy, quantum-mechanical calculation, hydrogen, helium, lithium, beryllium, boron, carbon, nitrogen, oxygen.

### Введение

**Д**анная работа направлена на разгадку тайну спаренных электронов, для которых пространственная структура и механизм взаимодействия до сих пор не вполне понятны. В качестве методической основы используется атомная модель Бора, модифицированная на основе современных научных достижений и авторских идей.

В докладе [1] были проанализированы энергии основных состояний и потенциалы ионизации двухэлектронных систем: гидрид иона, атома гелия, иона лития  $Li^+$  и иона бериллия  $Be^{+2}$ . При этом было показано, что зависимость величины энергии ионизации в двухэлектронных системах от заряда

ядра с высокой степенью корреляции ( $R^2=1,000$ ) описывается уравнением, эрг:

$$E_{ion} = 2,180 \cdot 10^{-11} Z^2 - 2,720 \cdot 10^{-11} Z + 6,610 \cdot 10^{-12},$$

где  $Z$  – заряд ядра. (1)

Первый член в уравнении (1) представляет собой Боровскую энергию электрона в одноэлектронной системе. Тогда второй и третий члены отражают энергию взаимодействия между электронами.

Если расхождение между энергией основного состояния двухэлектронных систем, вычисленных как удвоенная величина Боровской энергии индивидуального электрона, и экспериментальным значением обработать как зависимость от величины обратного радиуса Боровской орбиты электрона, то



с коэффициентом корреляции  $R^2=1,000$  мы получаем уравнение, эрг:

$$\Delta E = 1,440 \cdot 10^{-19} \times 1/r_z - 6,620 \cdot 10^{-12}. \quad (2)$$

Но многолетние размышления, направленные на физическую интерпретацию этих величин, не дали какого-либо значимого результата.

### 1. Теория

Боровская модель основана на уравнении движения электрона в центральном поле ядра [2]:

$$\frac{Ze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}, \quad (3)$$

где  $e$ ,  $m$ ,  $v$  и  $r$  – соответственно заряд, масса, скорость движения и радиус орбиты электрона.

Из уравнения (2) следует, что кинетическая энергия по модулю равна половине потенциальной энергии. Поскольку величина потенциальной энергии принимается как величина отрицательная, то полная энергия электрона будет равна половине его потенциальной энергии. Величина потенциальной энергии тела в центральном поле равна произведению силы на расстояние:

$$E_p = -F_E r, \quad (4)$$

В модели Бора постулировано, что момент количества движения электрона (угловой момент) равен [2]:

$K = mvr = nh/2\pi$ , где  $n$  – номер орбиты,  $h$  – постоянная Планка (5)

Если в левой части уравнения (3) поставить обобщённое выражение для силы электростатического взаимодействия электрона с ядром, а величину скорости движения электрона выразить из уравнения (5), то мы получим связь между силой и радиусом орбиты электрона:

$$F_E = \frac{mn^2h^2}{4\pi^2 m^2 r^3}, \quad (6)$$

Разделив обе части уравнения (6) на  $e^2$  и приняв во внимание, что радиус орбиты электрона в основном состоянии атома водорода равен:

$$a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2}, \quad (7)$$

получим [3]:

$$\frac{F_E}{e^2} = \frac{n^2 a_0}{r^3}. \quad (8)$$

Теперь выразим  $F_E$  через полную энергия электрона и получим уравнение для нахождения величины радиуса орбиты электрона:

$$-\frac{2E_S}{e^2 r} = \frac{a_0}{r^3} \Rightarrow r = \sqrt{-\frac{a_0 e^2}{2E_S}}. \quad (9)$$

Для одноэлектронных систем в модели Бора справедливы соотношения:

$$r = a_0 / Z \quad (10)$$

и

$$E_S = E_H Z^2, \quad (11)$$

где  $E_H$  – энергия электрона в атоме водорода ( $2,178 \cdot 10^{-11}$  эрг).

Таким образом, зная энергию электрона в многоэлектронных системах, мы можем оценить радиус его орбиты и величину эффективного заряда, воздействующего на электрон.

Но, как будет показано ниже, это не всегда ведёт к выводам, адекватным физической реальности.

Главной особенностью любой системы, находящейся в стационарном состоянии, является равновесие между отдельными элементами. Поэтому главной темой этой работы будет поиск структуры, обладающей данным свойством.

Основной проблемой описания электростатических взаимодействий в сложных системах непригодность уравнения Кулона для этих целей [4, с. 268]. В работе [5] для описания взаимодействия между электроном и ядром в присутствии другого электрона вводилась поправка, учитывающая взаимодействие между электронами. При этом результат взаимодействия был описан как сумма (интеграл) взаимодействий между отдельными элементами заряда величиной  $eda/2\pi$ , где  $da$  – элемент дуги орбиты электрона. В результате было получено уравнение типа:

$$F_E = \frac{Ze^2}{r^2} - \frac{re^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\cos \beta(\alpha) d\alpha}{r_e^3(\alpha)}, \quad (12)$$

где:  $r_e$  – расстояние между элементами зарядов взаимодействующих электронов,

$\beta$  – угол между  $r$  и  $r_e$ ,

$\alpha$  – угол между начальным и текущим положением элементов заряда (элементов дуги) на круговой орбите при интегрировании.

## 2. Расчёт орбитальных параметров электронов исходя из величины энергии

Мы начнём с того, что проанализируем результаты расчётов параметров орбит электронов исходя из величины энергии ионизации с использованием

описанного выше алгоритма (см. табл. 1). Результаты расчётов выражены в атомных единицах: радиуса – равного радиусу орбиты электрона в атоме водорода ( $a_0 = 5,292 \cdot 10^{-9}$  см), силы – равной силе электростатического притяжения, действующий на электрон в атоме водорода ( $F_0 = 0.00824$  дин), энергии – равной потенциальной энергии электрона в атоме водорода

Таблица 1

Результаты расчёта параметров орбит электронов исходя из энергии ионизации

<i>M</i>	Энергия ионизации, а. е. [9]	<i>r</i> , а. е.	$F_E$ , а. е.	<i>Z</i> ( <i>Z'</i> )	$Z_{ЭГ}$
1s <sup>1</sup> -электроны					
H	0.500	1,000	1,000	1	1,000
He <sup>+</sup>	2.001	0,500	8,000	2	2,000
Li <sup>+2</sup>	4.003	0,333	27,00	3	3,000
Be <sup>+3</sup>	8.005	0,250	64,00	4	4,000
1s <sup>2</sup> -электроны					
H <sup>-</sup>	0,1209	4,245	0,0131	1	0,235
He	3,939	0,744	2,431	2	1,344
Li <sup>+</sup>	12,12	0,424	13,12	3	2,358
Be <sup>+2</sup>	24,65	0,297	38,07	4	3,363
B <sup>+3</sup>	41,55	0,229	83,30	5	4,366
C <sup>+4</sup>	62,81	0,186	154,8	6	5,368
N <sup>+5</sup>	88,44	0,157	258,7	7	6,370
O <sup>+6</sup>	118,4	0,136	400,9	8	7,371
2s <sup>1</sup> -электроны					
Li	0,8523	1,599	0,245	3 (1)	0,625
Be <sup>+</sup>	2,918	0,864	1,550	4 (2)	1,157
B <sup>+2</sup>	6,077	0,599	4,659	5 (3)	1,670
C <sup>+3</sup>	10,33	0,459	10,33	6 (4)	2,177
N <sup>+4</sup>	15,67	0,373	19,30	7 (5)	2,682
O <sup>+5</sup>	22,13	0,314	32,37	8 (6)	3,186
2s <sup>2</sup> -электроны					
Li <sup>-</sup>	0,0990	4,692	0,0097	3 (1)	0,213
Be	1,492	1,208	0,567	4 (2)	0,827
B <sup>+</sup>	4,030	0,735	2,516	5 (3)	1,360
C <sup>+2</sup>	7,671	0,533	6,608	6 (4)	1,876
N <sup>+3</sup>	12,41	0,419	13,60	7 (5)	2,386
O <sup>+4</sup>	18,25	0,346	24,24	8 (6)	2,893

Примечание:  $Z' = Z - 2$ .

(1 Хартри =  $4,357 \cdot 10^{-11}$  эрг). Другие атомные величины равны:  $m = 9,1091 \cdot 10^{-28}$  г,  $e = 4,803 \cdot 10^{-10}$  см<sup>3/2</sup> э<sup>1/2</sup> с<sup>-1</sup>,  $c = 2,9979 \cdot 10^{10}$  см /с,  $h = 6,6256 \cdot 10^{-27}$  эрг·с [6].

Прежде всего, обратим внимание на то, что найденный эффект экранирования ядра  $1s^2$  электронами значительно больше того, что мы могли бы ожидать и сходя из сферического распределения электронной плотности и закона Кулона для описания электростатического поля.

В рамках теории Шрёдингера предполагается, что распределение заряда у  $1s^2$  электронов описывается функцией, обладающей сферической симметрией [7, с. 74]. При этом, в теории Шрёдингера для описания электростатического взаимодействия между зарядами используется уравнение Кулона (см. левую часть уравнения (3)), математическая форма которого аналогична уравнению Ньютона для описания гравитационного взаимодействия. Между тем Ньютоном было показано, что сила, действующая на частицу, находящуюся вне сферы, обратно пропорциональна квадрату расстояния от частицы до центра сферы [8, с. 245]. То есть, воздействие на внешний электрон внутренних электронов,

должно иметь ту же зависимость от расстояния, что и воздействие ядра. Тогда эффективный заряд, воздействующий на внешний электрон, был бы точно равен разности между зарядом ядра и числом внутренних электронов. Но мы получили иные результаты. Причём, если для экранирования  $2s$  электрона внутренними  $1s^2$  электронами эффект превышает число электронов (Li, Be<sup>+</sup>, B<sup>+2</sup>, C<sup>+3</sup>, N<sup>+4</sup>, O<sup>+5</sup>), то для взаимодействия внутри пары  $s$ -электронов он существенно меньше единицы. Это говорит о том, что: либо распределение заряда для  $s$ -электронов не обладает сферической симметрией, либо электростатическое взаимодействие не подчиняется закону Кулона.

Хотя  $s^2$ -электроны имеют различные энергии ионизации, спектральные данные свидетельствуют о том, что в отсутствие внешнего магнитного поля они имеют одинаковую энергию, но противоположенные магнитные моменты [7, с. 35, 75]. Поэтому теперь мы проведём аналогичные расчёты для усреднённой энергии  $s^2$ -электронов, равной полусумме энергий последовательных ионизаций (см. табл. 2).

Таблица 2

**Результаты расчёта параметров орбит  $s$ -электронов исходя их суммарной энергии**

<i>M</i>	Усреднённая энергия $s$ -электрона, а.е.	<i>r</i> , а.е.	$F_E$ , а.е.	$Z (Z')$	$Z_{eff}$
<b><math>1s^2</math>-электроны</b>					
H <sup>-</sup>	-0,264	1,376	0,383	1	0,726
He	-1,453	0,587	4,948	2	1,704
Li <sup>+</sup>	-3,642	0,371	19,64	3	2,698
Be <sup>+2</sup>	-6,832	0,271	50,47	4	3,695
B <sup>+3</sup>	-11,02	0,213	103,4	5	4,694
C <sup>+4</sup>	-16,22	0,176	184,5	6	5,693
N <sup>+5</sup>	-22,41	0,149	299,9	7	6,693
O <sup>+6</sup>	-29,61	0,130	455,5	8	7,694
<b><math>2s^2</math>-электроны</b>					
Li <sup>-</sup>	-0,110	2,132	0,103	3 (1)	0,467
Be	-0,506	0,994	1,018	4 (2)	1,006
B <sup>+</sup>	-1,160	0,657	3,534	5 (3)	1,523
C <sup>+2</sup>	-2,066	0,492	8,399	6 (4)	2,032
N <sup>+3</sup>	-3,224	0,394	16,37	7 (5)	3,590
O <sup>+4</sup>	-4,634	0,328	28,22	8 (6)	4,306

Примечание:  $Z' = Z - 2$ .

Вычисленные значения эффективного заряда ядра для  $1s^2$ -электронов близки к результатам, полученным в рамках теории Шрёдингера с использованием вариационного метода (т.е. подбора значения переменной, например, величины экранирования). При этом была введена постоянная поправка на экранирование заряда ядра, равная  $5/16$  (0.313) [10, с.74-76]. Но физический смысл данной величины не вполне однозначен. Если оба электрона описываются одинаковыми сферическими функциями, то говорить об экранировании можно лишь условно. Если «экранирование» есть эквивалент отталкивания между электронами, то каким образом мы можем его оценить, не имея характеристик движения электронов вокруг ядра?

В работе [11] была выдвинута идея, что спаренные электроны в атомах обращаются в противоположных направлениях по круговым орбитам, которые сдвинуты относительно ядра. Это представление было использовано при построении модели трёхэлектронных систем  $1s^2 2s^1$ , в которой электроны движутся по круговым орбитам [5]. Причём плоскости орбит  $1s$ -электронов симметрично сдвинуты относительно ядра, а плоскость орбиты  $2s$ -электрона проходит между ними (и через ядро). Ошибка в вычислении энергии ионизации  $2s$ -электрона оказалась в пределах от +1,3% отн. для Li до -0,4% для  $C^{+3}$ . Взаимодействие между спаренными электронами в данной работе не рассматривалось, а для вычисления их энергии использовалась поправка по уравнению (2).

Бициклическая модель (см. рис. 1), по крайней мере, на качественном уровне позволяет ответить на два вопроса. Во-первых, почему эффект экранирования между  $s$ -электронами одного уровня меньше, чем эффект экранирования  $2s$ -электрона со стороны  $1s^2$ -электронов? Во-вторых, почему энергия ионизации отличается от собственной энергии электрона?

Как видно из рисунка 1, как такового взаимного экранирования в системе спаренных электронов нет, но есть взаимное отталкивание, которое приводит к повышению их энергии по сравнению с энергией  $1s^1$ -состояния.

Теперь рассмотрим процесс ионизации данной системы. Увеличение энергии электрона за счёт внешнего воздействия ведёт к увеличению радиуса его орбиты. При этом изменяется геометрия системы: возникает экранирование возбуждённого электрона

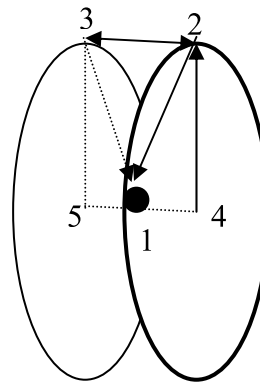


Рисунок 1. Бициклическая модель атома гелия: 1 – ядро, 2 и 3 – орбиты электронов, 4 и 5 – центры орбит электронов

со стороны невозбуждённого и собственная энергия каждого из электронов изменяется: верхнего – увеличивается, нижнего – уменьшается. В результате энергия ионизации первого из пары электронов оказывается меньше его собственной энергии.

### 3. Равновесие в системе спаренных электронов на основе закона Кулона

Если мы хотим дать не вероятностное описание системы, а поострить её физическую модель, мы должны объяснить физическую возможность её существования. В любой стационарной системе

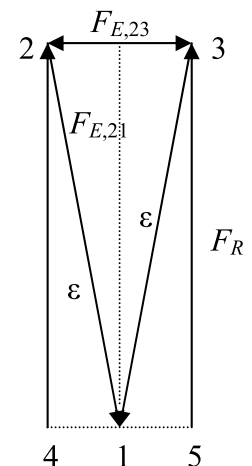


Рисунок 2. Равновесие в двухэлектронной системе: 1 – ядро атома, 2 и 3 – точки на орбитах электронов, 4 и 5 – центры орбит.

существует равновесие. В данной системе каждый электрон притягивается к ядру с силой  $F_{E,21}$  и отталкивается от другого электрона с силой  $F_{E,23}$  (см. рис. 2).

Равновесие в системе требует выполнения следующего условия:

$$2F_{E,21} \sin \varepsilon = -F_{E,23}, \quad (13)$$

где  $\varepsilon$  – угол между  $F_{E,21}$  и плоскостью орбиты электрона.

Примем, что взаимодействие между зарядами описывается уравнением Кулона. Поскольку расстояние между электронами  $r_{23} = 2r_{12} \sin \varepsilon$  равенство (13) преобразуется:

$$\begin{aligned} 2 \frac{Ze^2}{r_{12}^2} \sin \varepsilon &= \frac{e^2}{4r_{12}^2 \sin^2 \varepsilon} \Leftrightarrow 2Z \sin \varepsilon = \\ &= \frac{1}{4 \sin^2 \varepsilon} \Rightarrow \sin \varepsilon = \sqrt[3]{1/8Z}. \end{aligned} \quad (14)$$

В системе, описываемой рис. 1 и 2, центробежная сила  $F_R$  будет уравновешена проекцией  $F_{E,21}$  на плоскость орбиты электрона. Тогда, подставив в уравнение (8) вместо  $F_E - F_{E,21} \cos \varepsilon$ , а вместо  $r - r_{21} \cos \varepsilon$ , мы получим:

$$r_{12} = \frac{a_0}{Z \cos^4 \varepsilon}. \quad (15)$$

Полная энергия каждого из электронов будет равна:

$$E_s = \frac{F_{E,21} r_{12} \cos^2 \varepsilon}{2} = \frac{Ze^2 \cos^2 \varepsilon}{2r_{12}} = \frac{Z^2 e^2}{2a_0} \cos^6 \varepsilon. \quad (16)$$

Таким образом, мы можем для любого значения  $Z$  рассчитать геометрию  $1s^2$ -состояния и энергию электронов пользуясь лишь фундаментальными константами. Результаты расчётов представлены в табл. 3.

Как видно из таблицы, вычисленное значение полной энергии гидрид-иона равно  $-0,422$  а.е. ( $1,84 \cdot 10^{-11}$  эрг), что превышает энергию атома водорода  $-0,500$  а.е. ( $-2,18 \cdot 10^{-11}$  эрг). Таким образом, адекватное описание спаренных электронов с использованием уравнения Кулона оказывается невозможным.

#### 4. Модификация уравнения электростатического взаимодействия

Дальнейший анализ мы построим на поиске поправки к уравнению Кулона. Пусть уравнение взаимодействия электрона с ядром имеет вид:

$$F_{E,21} = Ze^2/r_{12}^3 + \Delta F \quad (17)$$

В качестве основы для вычисления такой поправки был использован интеграл, входящий в уравнение (12):

$$Int(2,3) = \frac{e^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\cos \beta d\alpha}{r_{23}^3}. \quad (18)$$

Что бы было понятнее, о чём идет речь перерисуем рис. 1, введя в него дополнительные обозначения (см. рис. 3):  $r_{23}$  – это расстояние между элементами зарядов взаимодействующих электронов,  $\alpha$  – угол между начальным (3') и текущим (3) элементами, т.е. между  $r_{53'}$  и  $r_{53}$ ,  $\beta$  – угол между радиус-векторами взаимодействующих элементов заряда электронов, т.е. между  $r_{21}$  и  $r_{31}$ .

Таблица 3

#### Результаты расчётов для равновесной модели на основе уравнения Кулона

$M$	$Z$	$\varepsilon$ , град	$r_{12}$ , а. е.	$r_{23}$ , а. е.	$E_{Calc}$ , а. е.	$E_{Exp}$ , а. е.	$\Delta E$ , а. е.	$\Delta_{Rel}$ %
H <sup>-</sup>	1	30,00	1,778	1,778	-0,211	-0,264	0,053	20
He	2	23,38	0,704	0,559	-1,196	-1,453	0,26	18
Li <sup>+</sup>	3	20,28	0,431	0,299	-3,065	-3,642	0,58	16
Be <sup>+2</sup>	4	18,36	0,308	0,194	-5,847	-6,832	0,98	14
B <sup>+3</sup>	5	17,00	0,239	0,140	-9,560	-11,02	1,5	13
C <sup>+4</sup>	6	15,97	0,195	0,107	-14,21	-16,22	2,0	12
N <sup>+5</sup>	7	15,15	0,165	0,086	-19,81	-22,41	2,6	12
O <sup>+6</sup>	8	14,48	0,142	0,071	-26,37	-29,61	3,2	11

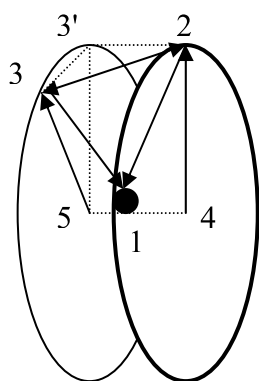


Рисунок 3. Схема для вычисления интеграла взаимодействия между электронами.

Найти подходящую связь между  $\Delta F$  и  $Int(2,3)$ , а также выражение для  $F_{23}$ , с тем, чтобы они удовлетворяли уравнениям (9) и (13) оказалось не простой задачей. Было опробовано около десятка вариантов. Я не буду пытаться дать им какие-то теоретические обоснования, потому что, на мой взгляд, для этого пока нет надёжной основы. Наилучшие результаты (см. табл. 4) были получены для следующей системы уравнений:

$$F_{21} = \frac{Ze^2}{r_{21}^2} - r_{45} Int(2,3), \quad (19)$$

$$F_{23} = -\frac{a_0 r_{45}}{r_{21}} Int(2,3). \quad (20)$$

Состояние, соответствующее равновесию, достигается при угле  $2\epsilon$  между  $r_{21}$  и  $r_{31}$  (см. рис. 2) равном 13,86 град. Всё-таки найденные решения не являются абсолютно точными. Отклонение

от равновесия, т.е. разница между  $-F_{23}$  и  $2F_{21} \sin\epsilon$  составляет от 0,0003 атомных единиц силы для гидрид-иона до -2,4 – для иона кислорода  $O^{+6}$ . Впрочем, в последнем случае относительное отклонение (относительно абсолютного значения  $F_{23}$ ) равно всего 0,5%.

Не удалось добиться абсолютной сходимости и с величиной  $r_{24}$ , соответствующей экспериментальному значению полной энергии системы (см. уравнение (8)). Относительные отклонения составляют от 0,1% для гелия до 0,5% для иона кислорода  $O^{+6}$  (для гидрид-иона – -0,3%).

И, всё же, относительную погрешность в вычислении полной энергии системы – от 0,3% для иона лития  $Li^+$  до 1,5% для иона кислорода  $O^{+6}$ , можно считать вполне удовлетворительной. Найденное при этом сродство к электрону атома водорода – -0,34 а. е. отличается от экспериментальной величины (-0,28 а. е.) всего на 20%.

Рассмотренный тип спаренных электронов не является единственно возможным. Можно выделить ещё, крайней мере, два вида. Это неподелённые пары  $p$ -электронов, которые могут располагаться сбоку от ядра, и пары электронов, образующие химические связи, которые расположены между ядрами атомов. Когда нам удастся построить физические модели и для этих видов спаренных электронов можно будет перейти к обобщениям. По крайней мере, ответить на вопрос: являются ли уравнения (19) и (20) лишь относительно удовлетворительной математической моделью или же им отвечает некая физическая основа?

Таблица 4

Результаты расчётов для равновесной модели для уравнений (19) и (20)

<i>M</i>	$r_{24}$ , а. е.	$r_{45}$ , а. е.	$Int(2,3)$ , а. е.	$F_{21}$ , а. е.	$F_{23}$ , а. е.	$E_{S.Calc}$ а. е.	$\Delta E_{Rel}$ %
H <sup>-</sup>	1,3762	0,3344	0,389	0,390	-0,094	-0,267	-0,97
He	0,5866	0,1425	5,023	5,012	-1,212	-1,459	-0,43
Li <sup>+1</sup>	0,3705	0,0900	19,94	19,75	-4,810	-3,361	0,33
Be <sup>+2</sup>	0,2705	0,0657	51,22	50,50	-12,36	-6,781	0,77
B <sup>+3</sup>	0,2130	0,0517	105,0	103,2	-25,32	-10,91	1,0
C <sup>+4</sup>	0,1756	0,0427	187,3	183,8	-45,18	-16,02	1,2
N <sup>+5</sup>	0,1493	0,0363	304,4	298,2	-73,42	-22,11	1,4
O <sup>+6</sup>	0,1299	0,0316	462,3	452,4	-111,5	-29,18	1,5



### Список литературы

1. Островский Н.В. Об энергии основных состояний и энергии ионизации двухэлектронных атомов и ионов (на основе теории строения атома Нильса Бора).// Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Наука – производство – технологии – экология». Киров: Вятский государственный университет, 2008 т. 3, с. 197-199.
2. Бор Н. О строении атомов и молекул.//Избранные научные труды. Т. 1. – М.: Наука, 1970, с. 84-148.
3. Островский Н.В. Нахождение квантованного радиуса орбиты электрона.// Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2009): Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Томск: Издательство Томского университета, 2009, ч. 2, с. 152-155.
4. Соколов А.В., Лоскутов Ю.М., Тернов И.М. Квантовая механика. – М.: Просвещение, 1965. – 638 с.
5. Островский Н.В. Расчёт энергии ионизации трёхэлектронных систем на основе модифицированной модели атома Бора.//Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2011, декабрь, с. 48-53.
6. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. Т. 1. – М.: Мир, 1969. – 224 с.
7. Дей К., Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. – М.: “Химия”, 1971. – 416 с.
8. Ньютон И. Математические начала натуральной философии./перевод с лат. А.Н. Крылова. – М.: Наука, 1989, с. 245.
9. Эмсли Дж. Элементы. Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 256 с.
10. Флюгге З. Задачи по квантовой механике, т. 2. – М: Мир, 1974, с. 74-76.
11. Островский Н.В. О природе спин-спинового взаимодействия. //Актуальные проблемы науки. Выпуск VI. – Кузнецк: КИИУТ, 2009, с. 48-53.



## ИННОВАЦИОННО ОРИЕНТИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

**Л. С. Гурьянова,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
guriy@gmail.com

**Т. С. Клебанова,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
kleban1@mail.ru

**С. В. Кавун,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
itskav@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматривается комплекс моделей сбалансированного развития регионов, который на основе методов многомерного анализа, сценарного, имитационного, эконометрического моделирования, позволяет сформировать инновационно-ориентированную налогово-бюджетную политику, обеспечивающую устойчивое развитие региональных систем.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика: Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## INNOVATION-ORIENTED MODEL OF BALANCED REGIONAL DEVELOPMENT

**L. Guryanova, T. Klebanova, S. Kavun**

Kharkiv National University of Economics

**Summary.** The paper under discussion covers the complex of balanced regional development models that is based on the multivariate analysis, scenario, simulation, econometric modelling methods. It allows to organize innovation-oriented fiscal policy that ensures sustainable development of the regional systems.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

**В** условиях кризисных явлений в экономике повышенное внимание уделяется вопросам формирования эффективной стабилизационной политики, основной составляющей которой является фискальная (налогово-бюджетная) политика. Изменение параметров налоговой политики в условиях циклического спада направлено на стимулирование спроса и предложения посредством устранения диспропорций, обеспечения сбалансированного развития секторов экономики, выравнивания доходов различных социальных групп населения [7]. В среднесрочной перспективе налоговые реформы приводят к повышению спроса на товары отечественного производства, уменьшению оттока капитала, ускоренной модернизации

основных фондов предприятий, развитию высокотехнологичных импортозамещающих производств. Вместе с тем в связи с наличием определенного временного лага, необходимого для формирования позитивных «откликов» в экономике, следствием изменения фискальной политики является уменьшение налоговых поступлений в бюджет, формирование бюджетной недостаточности, уменьшение финансовых возможностей выравнивания уровней социально-экономического развития регионов. В связи с этим актуальным является системное моделирование налогово-бюджетной политики, инвестиционных процессов, позволяющее оценить эффективность государственной стабилизационной политики в среднесрочной перспективе.

Ведущим инструментом моделирования сбалансированной налогово-бюджетной политики является сценарное моделирование, позволяющее исследовать причинно-следственные связи факторов, которые имеют неявную структуру; формировать спектр стратегий развития; осуществлять оценку последствий реализации различных вариантов управленческих воздействий, направленных на устранение дисбалансов в развитии региональных систем [1, 4, 8]. Предлагаемая схема разработки сценариев управления социально-экономическим развитием регионов приведена на рис. 1 и включает следующие основные этапы: 1) формирование инерционного сценария изменения характеристик социально-экономического развития (СЭР) территорий вследствие реализации фискальной политики; 2) динамический анализ дисбалансов регионального развития; 3) разработка и анализ альтернативных сценариев управления социально-экономическим развитием регионов.

Содержанием *первого этапа* является прогнозирование величины налоговых поступлений, показателей бюджетной системы, социально-экономического развития территорий. Решение задач этого этапа осуществляется с помощью модели выравнивания диспропорций с использованием налоговых рычагов и имитационной модели финансового регулирования территориального развития [8-9].

На *втором этапе* проводится анализ формирования дисбалансов в региональном развитии по следующим направлениям: оценка уровня социально-экономического развития регионов, оценка дифференциации социально-экономического развития территорий, оценка неравномерности СЭР территорий, выявление источников формирования структурных дисбалансов [3, 5-6].

На *третьем этапе* формируются альтернативные сценарии управления развитием территорий, направленные на устранение или предупреждение выявленных структурных дисбалансов в региональном развитии при сохранении общей позитивной траектории развития национальной экономики. На этом этапе осуществляется группировка регионов для генерации управленческих решений относительно устранения дисбалансов в развитии территорий, формирование альтернативных вариантов налогово-бюджетной политики, прогнозирование динамики социально-экономического

развития территорий и выбор варианта фискальной политики [8].

Базовой составляющей модельного базиса схемы является комплекс моделей анализа ресурсоотдачи в региональных системах, позволяющий сформировать альтернативные варианты налогово-бюджетной политики, направленные на повышение инновационной и инвестиционной активности на предприятиях, производящих продукцию с высокой добавленной стоимостью. В качестве инструмента исследования ресурсоотдачи региональных систем рассматривались производственные функции панельных данных с учетом и без учета фактора НТП [2].

Поскольку НТП дифференцируется по видам экономической деятельности, то осуществлялось исследование и выявление видов экономической деятельности, характеризующихся применением наиболее эффективных технологий, формировался «региональный профиль» ресурсоотдачи отраслей, что служило основой для разработки дифференцированной политики стимулирования развития регионов.

Для спецификации зависимости, учитывающей отраслевые различия в эффективности инвестиционной деятельности, были рассмотрены следующие варианты модели панельных данных:

$$\ln VDS(ED)_{it} = \ln \beta_{oi} + \rho_i \cdot t + \beta_{li} \cdot \ln Zan(ED)_{it} + \beta_{2i} \ln OF(ED)_{it} + \varepsilon_{it}; \quad (1)$$

$$\ln VDS(ED)_{it} = \ln \beta_{oi} + \beta_{li} \cdot \ln Zan(ED)_{it} + \beta_{2i} \ln OF(ED)_{it} + \varepsilon_{it}; \quad (2)$$

где  $VDS(ED)_{it}$  - валовая добавленная стоимость (млн. грн.)  $i$ -го вида экономической деятельности в  $t$ -ый период времени;

$Zan(ED)_{it}$  - численность населения (тыс. чел.), занятого в  $i$ -ом виде экономической деятельности в  $t$ -ый период времени;

$OF(ED)_{it}$  - величина основных средств (млн. грн.)  $i$ -го вида экономической деятельности в  $t$ -ый период времени;

$\varepsilon_{it}$  - случайная составляющая;

$\beta_{oi}, \beta_{li}, \beta_{2i}, \rho_i$  - неизвестные параметры, которые необходимо оценить количественно.

Кроме того, тестировались гипотезы о том, что для отдельных видов экономической деятельности

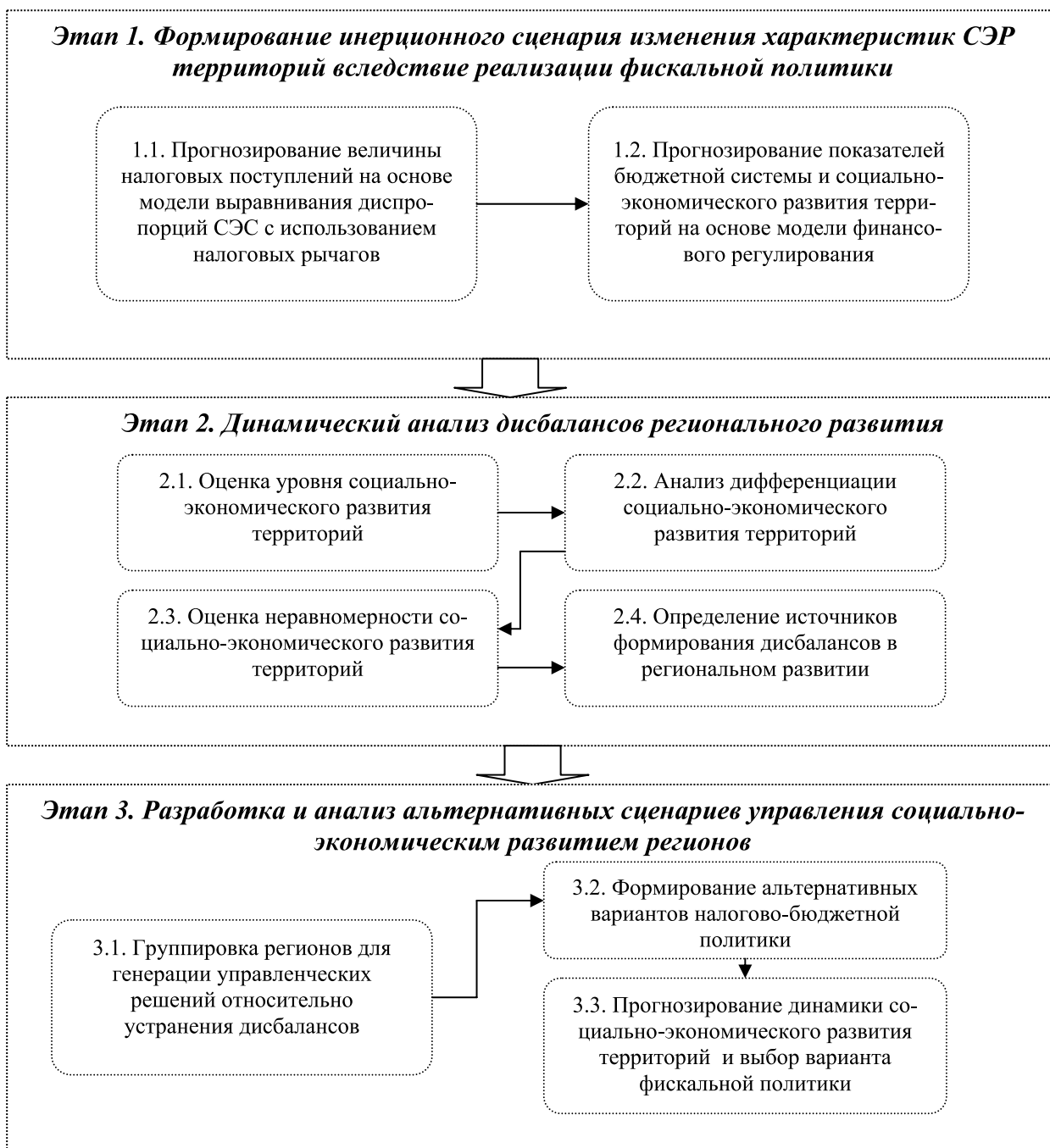


Рисунок 1. Схема формирования сценариев управления социально-экономическим развитием регионов

оценки параметров  $\beta_{oi}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \rho_i$  не имеют существенных отличий, т.е.

$$\beta_{o1} = \beta_{o2} = \dots = \beta_{o15} = \beta_o \quad (3);$$

$$\beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{1,15} = \beta_1 \quad (4);$$

$$\beta_{21} = \beta_{22} = \dots = \beta_{2,15} = \beta \quad (5);$$

$$\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_{15} = \rho \quad (6).$$

В качестве исходных данных для построения моделей рассматривались данные Государственного

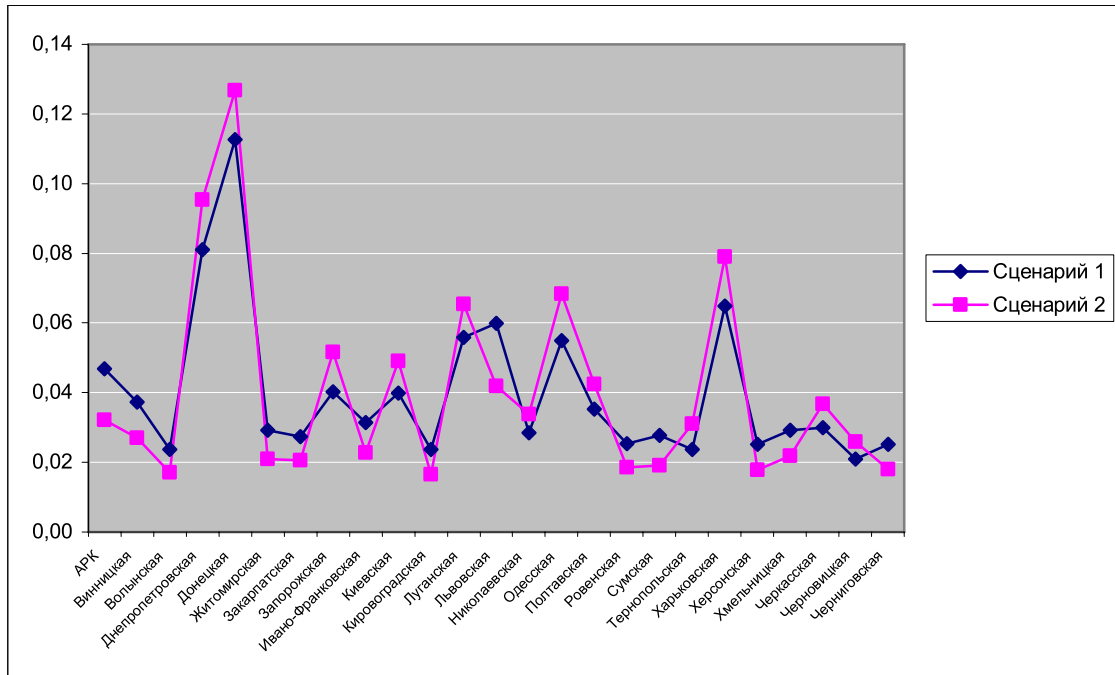


Рисунок 2. Коэффициенты распределения инвестиционных трансфертов

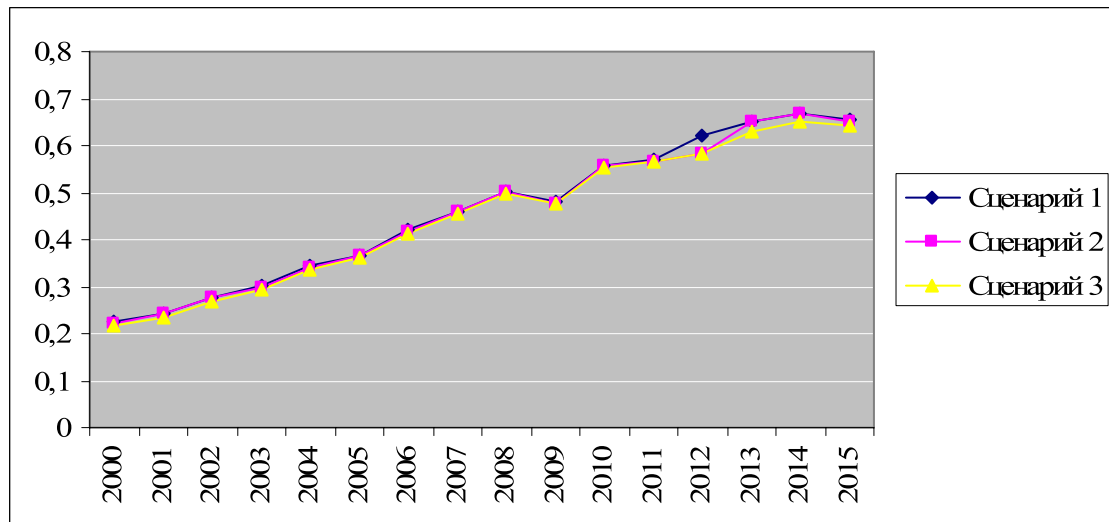


Рисунок 3. Значения интегрального показателя уровня социально-экономического развития регионов

комитета статистики Украины за период 2005-2010 гг.

Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что наиболее высокие значения параметра, отражающего эффективность приме-

няемых технологий, наблюдаются у таких видов экономической деятельности, как сельское хозяйство, лесное хозяйство и связанные с ним услуги; добывающая промышленность; перерабатывающая промышленность; производство и распределение

электроэнергии, газа и воды; охрана здоровья и предоставление социальной помощи.

Для определения региональных приоритетов распределения инвестиционных трансфертов проведен анализ региональных различий в эффективности инвестиционных вложений в виды экономической деятельности. Рассматривались следующие варианты модели панельных данных:

$$\begin{aligned} \ln VDS(ED)_{it}^j &= \ln \beta_{0i}^j + \\ &+ \rho_i^j \cdot t + \beta_{1i}^j \cdot \ln Zan(ED)_{it}^j + \\ &+ \beta_{it}^j \ln IOK(ED)_{it}^j + \varepsilon_{it}^j \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \ln VDS(ED)_{it}^j &= \ln \beta_{0i}^j + \beta_{1i}^j \cdot \ln Zan(ED)_{it}^j + \\ &+ \beta_{it}^j \ln IOK(ED)_{it}^j + \varepsilon_{it}^j \end{aligned}, \quad (8)$$

где  $VDS(ED)_{it}^j$  – валовая добавленная стоимость  $j$ -го вида экономической деятельности на душу населения  $i$ -го региона в  $t$ -ый период времени (грн.);

$Zan(ED)_{it}^j$  – численность населения, занятого в  $j$ -ом виде экономической деятельности для  $i$ -го региона в  $t$ -ый период времени (тыс. на 1 тыс. чел.);

$IOK(ED)_{it}^j$  – величина инвестиций в основной капитал  $j$ -го вида экономической деятельности на душу населения  $i$ -го региона в  $t$ -ый период времени (грн.);

$\varepsilon_{it}$  – случайная составляющая;

$\beta_{0i}^j, \beta_{1i}^j, \beta_{2i}^j, \rho_i^j$  – неизвестные параметры, которые необходимо оценить количественно.

Также тестировались гипотезы о том, что для отдельных видов экономической деятельности региональных систем оценки параметров  $\beta_{0i}^j, \beta_{1i}^j, \beta_{2i}^j, \rho_i^j$  не имеют существенных отличий, т.е.

$$\beta_{01}^j = \beta_{02}^j = \dots = \beta_{0,25}^j = \beta_0^j \quad (9);$$

$$\beta_{11}^j = \beta_{12}^j = \dots = \beta_{1,25}^j = \beta_1^j \quad (10);$$

$$\beta_{21}^j = \beta_{22}^j = \dots = \beta_{2,25}^j = \beta_2^j \quad (11);$$

$$\rho_1^j = \rho_2^j = \dots = \rho_{25}^j = \rho \quad (12).$$

Анализ полученных результатов для сектора «Сельское хозяйство», позволил сделать вывод о том, что наиболее высокие значения параметра, отражающего эффективность применяемых в сельском хозяйстве региональных систем технологий, наблюдаются у таких регионов-«лидеров» и развивающихся регионов, как Кировоградский, Черкасский, Киевский, Днепропетровский, Харьковский, Одесский. Аналогичные результаты получены для остальных секторов экономики.

Полученные результаты были использованы при изменении механизмов распределения инвестиционных трансфертов. Коэффициенты распределения инвестиционных трансфертов при базовой (сценарий 1) и скорректированной (сценарий 2) бюджетной политике приведены на рис. 2.

Прогнозные значения интегрального показателя социально-экономического развития регионов, характеризующего тенденцию развития национальной экономики в целом, при различных сценариях фискальной политики приведены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, при реализации сценария 2 формируется прогнозируемая фаза стагнации в динамике макроэкономических индикаторов на протяжении 2013 г., что подтверждает эффективность принятой стабилизационной политики, позволяющей пролонгировать фазу роста на 2013-2014 гг. (сценарий 1).

Изменение параметров бюджетной политики дает возможность уменьшить глубину кризиса в сравнении с базовым пессимистическим сценарием формирования бюджетной недостаточности (сценарий 3).

Таким образом, предложенная выше схема разработки сценариев управления социально-экономическим развитием регионов дает возможность оценить согласованность налоговой, бюджетной, инвестиционной политики, сформировать инновационно-ориентированную финансовую региональную политику и повысить качество информационно-аналитической базы принятия управленческих решений относительно стабилизационной политики, как регионов, так и государства в целом.

**Список литературы**

1. Згуровський М.З. Методика побудови сценаріїв розвитку України з використанням SWOT-аналізу / М.З. Згуровський, К.В. Переверза // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. - №2. С. 7-17
2. Клебанова Т.С. Модели дифференциации конкурентных позиций регионов / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Е. А. Сергиенко // Конкурентоспособность: проблемы науки та практики: / Під ред. д.е.н., проф. Пономаренка В.С., д.е.н. проф. Кизима М.О., д.е.н., проф. Тищенко О.М. – Х.: ФОП Лібуркіна Л.М., ВД «ІНЖЕК», 2009. – 264 с.
3. Клебанова Т.С. Модель анализа асимметрии регионального развития / Т.С. Клебанова, Л.С. Гурьянова, Е.А.Сергиенко, Г.С. Гончаренко // Проблемы економіки. – 2012. - №2. С. 27-33
4. Кононов Д.А. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / Д.А. Кононов, С.А. Косясенко, В.В. Кульба // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.econ.asu.ru/old/sborn/finmath 2001/pdf/1.pdf>
5. Модели оценки неравномерности и циклической динамики развития территорий: Монография / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2011. – 352 с.
6. Пономаренко В.С. Экономическая безопасность региона: анализ, оценка, прогнозирование: монография / В.С. Пономаренко, Т.С. Клебанова, Н.Л. Чернова — Х.: ИД «ИНЖЭК», 2004. — 144 с.
7. Славянов А.С. Проблемы стимулирования спроса и предложения в российской экономике в период циклического спада / А.С. Славянов // Экономика и математические методы, 2012, том 48. - №1. С. 103-110.
8. Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем / Под ред. В.С. Пономаренко, Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФЛП Александра К.М., ИД «ИНЖЭК», 2011, 280 с.
9. Ястребова А.С. Моделирование процесса выравнивания диспропорций развития региональных систем с использованием налоговых рычагов / А.С. Ястребова, О.В. Никифорова, Л.А. Чаговец // Проблемы економіки. – 2012. – №2. С. 58 – 62.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ФИСКАЛЬНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ДИСПРОПОРЦИЙ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**О.В. Никифорова,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
oniks@mail.ru

**Л.А. Чаговец,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
chaga2k@mail.ru

**А.С. Ястребова,**

Харьковский национальный экономический университет, Харьков  
asyasm@yandex.ru

**Аннотация.** Предложен комплекс имитационных моделей финансовых потоков, выступающий основой создания сценариев гармонизации налоговых отношений и выравнивания диспропорций социально-экономического развития страны.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика”. Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## USING TOOLS OF SIMULATION FOR FISCAL ADJUSTMENT DEVELOPMENT IMBALANCES SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

**O. Nikiforova, L. Chagovets, A. Yastrebova**

Kharkiv National University of Economics

**Summary.** The paper deals with the complex of financial flows models, which use the tools of simulation. The complex can be used as a basis for selection of the best tax relations scenario in terms of balancing social and state economic development.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

Увеличение неоднородности развития социально-экономических систем ведет к социальной, экономической, политической нестабильности общества, более тяжелому протеканию кризисных явлений, и, в конечном счете, к снижению уровня и качества жизни населения.

В свете современных тенденций роста дивергенции экономического развития на мезо- и макроуровне на первый план выходят вопросы фискального регулирования диспропорций и неоднородности развития территорий. Так, исходя из анализа работ,

посвященных гармонизации налоговых отношений [1-5], можно прийти к выводу, что либерализация налоговых ставок при достижении расширения налоговой базы является основой сглаживания диспропорций и асимметричности социально-экономического развития экономики. Эволюционные налоговые трансформации, проводимые в Украине и связанные с принятием в 2010 г. нового Налогового кодекса, предполагают системные преобразования фискальных инструментов давления на рынки. В таких условиях важной исследовательской задачей



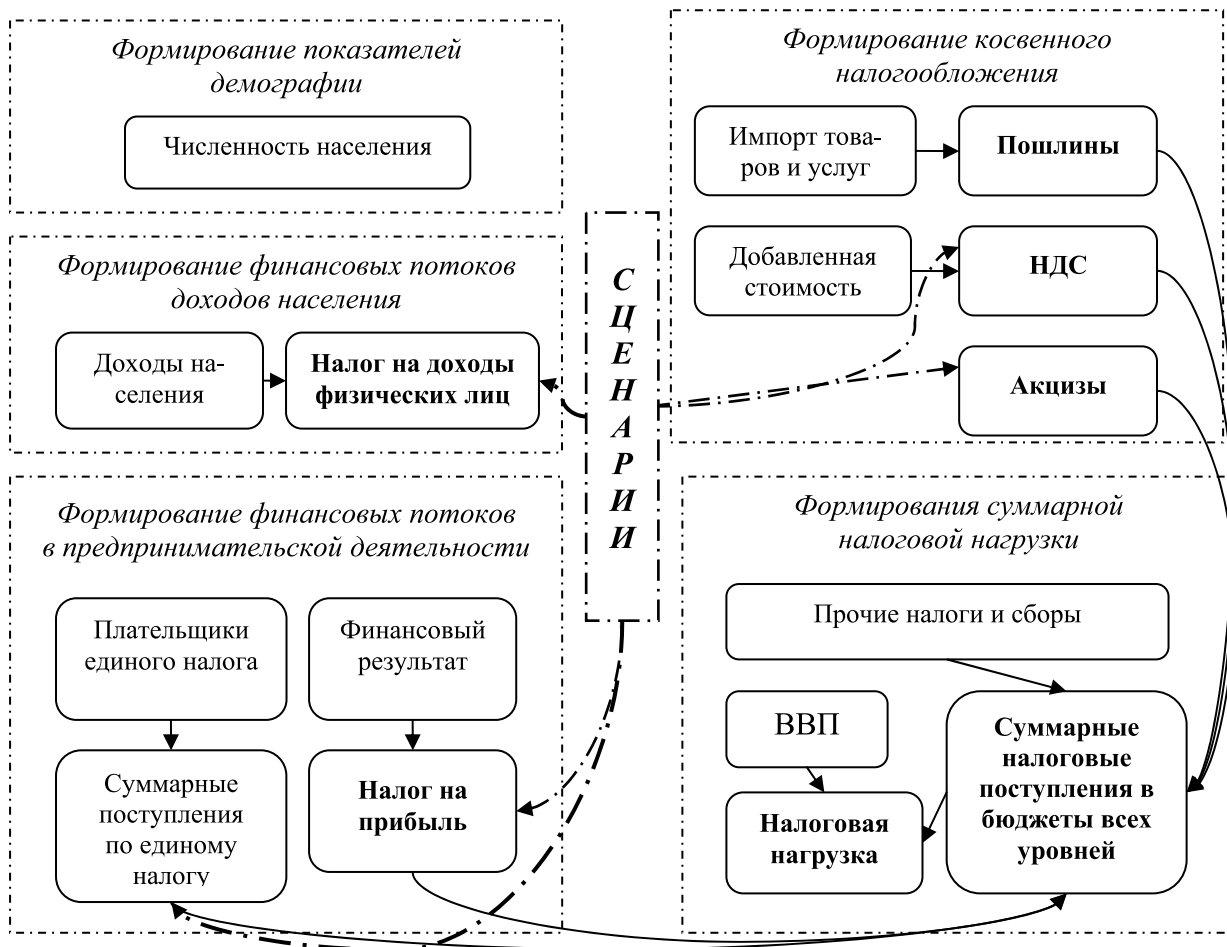


Рисунок 1. Концептуальная схема финансовых потоков СЭС

становится оценка и анализ влияния результатов принятия Налогового кодекса на динамику изменения основных финансовых и социально-экономических индикаторов страны, моделирование последствий выполнения различных вариантов фискальной политики.

Адекватным инструментом экономико-математического моделирования для решения поставленной задачи выступает аппарат имитационного моделирования, предполагающий построение потоковых моделей реальных социально-экономических систем (далее СЭС) и их использование для экспериментирования и анализа результатов сценарного моделирования развития ситуации при различных вариантах фискальной политики государства. Имитационные модели считаются наиболее приемлемыми среди всех типов математических моделей, используемых в налогообложения,

«поскольку они позволяют наиболее отчетливо рассмотреть все возможные ситуации и получить оценки их результатов» [6].

Имитационное моделирование – один из видов компьютерного моделирования, основанный на методологии системного анализа. Авторы классических трудов по имитационному моделированию Шеннон Р. [7] и Нейлор Т. [8] характеризуют этот метод как мощное средство исследования сложных систем, управление которыми осуществляется в условиях неопределенности. Примером таких систем является СЭС государства во взаимосвязи с налоговой системой и системой финансового управления и регулирования.

В рамках имитационного моделирования строится обобщенная модель – аналог реальной системы, способная отразить основные ее элементы и сложнейшие взаимосвязи. Методологией исследования

в имитационном моделировании выступает вычислительный эксперимент, который осуществляется в режиме реального времени, что позволяет учесть динамику связей между переменными и сложный характер сценариев выравнивания диспропорций, подвергаемых оценке и анализу.

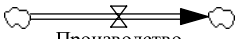
Реализация сценарного подхода к выравниванию диспропорций СЭС с использованием налоговых рычагов требует построения имитационной модели финансовых потоков СЭС. Исходя из требований к модели, как к упрощенному образу объекта или явления, в рамках концептуальной схемы выделим основные подсистемы, требующие отражения в имитационной модели – рис. 1. Таким образом, в имитационной модели финансовых потоков СЭС должны быть отражены процессы формирования финансовых потоков в предпринимательской деятельности (прибыльное налогообложение), формирования финансовых потоков доходов населения (налог на доходы) и косвенного налогообложения (НДС, акцизы, пошлины). Вспомогательным элементом схемы является формирование показателей демографии. Формирование суммарной налоговой нагрузки обобщает результаты других элементов концептуальной схемы.

На основе концептуальной схемы строится комплекс взаимосвязанных имитационных моделей (далее ИМ) финансовых потоков СЭС. В качестве базовой концепции предлагается использовать метод системной динамики, при котором моделируемый объект отображается в виде динамической системы, состоящей из уровней, связанных между собой управляемыми потоками [9]. Для реализации системно-динамического подхода разработан целый ряд специализированных пакетов моделирования, таких как DYNAMO, STELLA, iThink (STELLA), ReThink, ARIS, BPsim, Arena, Vensim или Powersim. Среди данных программных продуктов был выбран специализированный пакет Vensim PLE 5.5d, компании Ventana System Inc.

В Vensim PLE имитационная модель организована в виде компьютерной программы, в ходе выполнения которой решается система конечно-разностных уравнений по методу Эйлера. Внешним представлением программы является легко читаемая потоковая схема взаимосвязей переменных, описывающих различные подсистемы моделируемого объекта. Графические изображения основных типов переменных пакета Vensim PLE приведены в табл. 1.

Таблица 1

Стандартные графические изображения в Vensim PLE

Тип переменной	Пример изображения	Смысловая нагрузка
Уровень	Налоговые сборы и платежи	Переменная с накоплением, т.е. переменная значения которой в текущий момент времени формируются как сумма её значений в предыдущий период времени и разницы входящих и исходящих потоков (выраженных переменными типа темп).
Темп	 Производство товаров и услуг	Переменная, формирующая входящий или исходящий поток переменной уровня.
Дополнительная переменная	Средняя ставка НДС	Обычная переменная без накопления
Теневая переменная	<Производство товаров и услуг>	Переменная, являющаяся экзогенной для данной модели (может задаваться извне, рассчитываться в другой имитационной модели). К такому типу переменных относится переменная время (Time)
Переменная типа Lookup	Таблица для фактора 2	Переменная, значения которой заданы таблично для всего периода моделирования



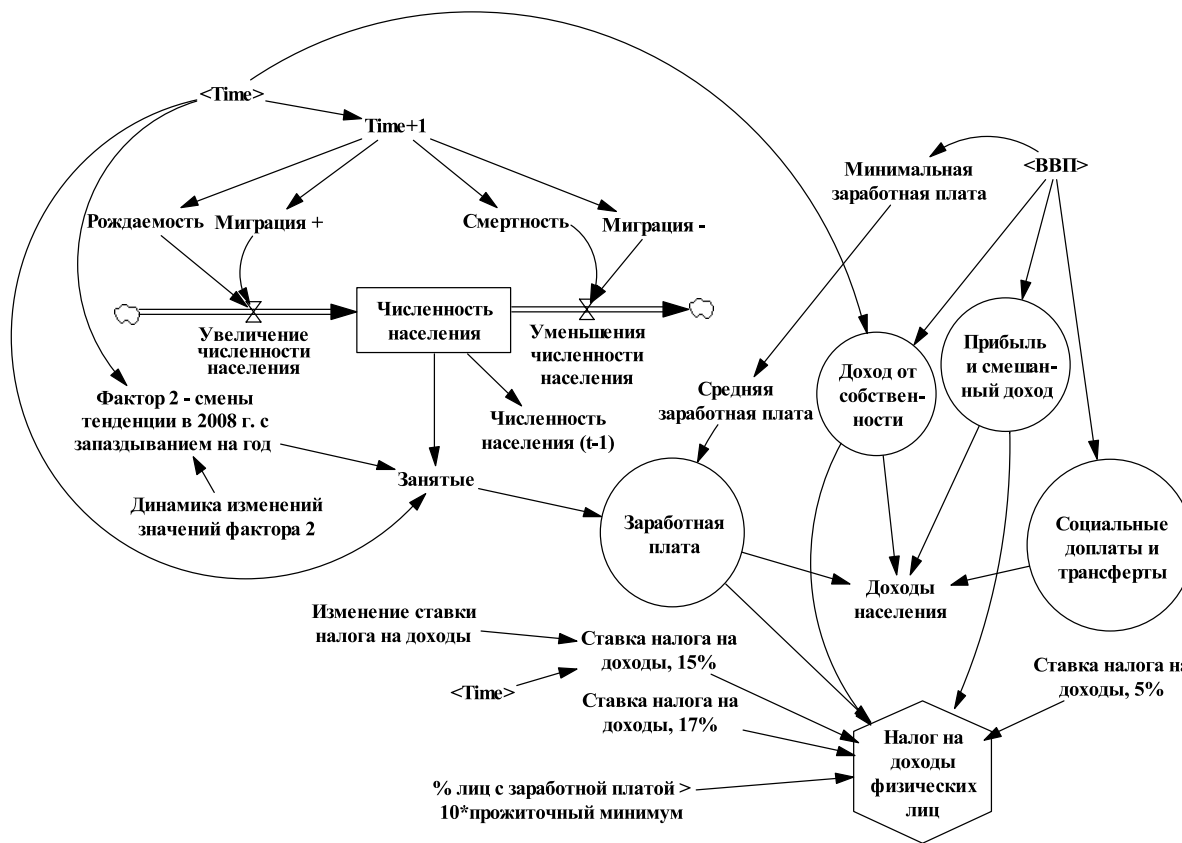


Рисунок 4. Имитационная модель финансовых потоков доходов населения

Тип и характер связи между переменными в модели задаётся аналитически с учетом времени. Для описания динамики экзогенных переменных ИМ используются либо табличные функции, ставящие в соответствие период времени и соответствующее ему значение переменной (для строго детерминированных переменных типа ставок налогов), либо специально построенные регрессионные зависимости, описывающие направление причинно-следственных связей в модели и объясняющие количественный характер таких связей. Структура комплекса ИМ системы финансовых потоков СЭС следующая: ИМ формирования финансовых потоков в предпринимательской деятельности (рис. 2); ИМ косвенного налогообложения (рис. 3); ИМ финансовых потоков доходов населения (рис. 4); ИМ формирования суммарной налоговой нагрузки (рис. 5).

Важной переменной, присутствующей в любой ИМ является переменная-счетчик Time, отражающая течение времени. В предлагаемом комплексе ИМ переменная задана в виде счетчика по годам

с 2002 года. Что касается процедуры построения имитационных моделей в пакете Vensim PLE, то переменных типа уровень было выделено три – это переменные «Численность населения», «ВВП накопленный» и «Суммарные налоговые поступления».

Основой для идентификации переменных данного типа стали особенности их формирования – принцип резервуара или накопителя системы. Для реализации расчетов уровней в ИМ были введены переменные типа «темп». Так для уровня «Численность населения» были созданы темпы «Увеличение населения» и «Уменьшение населения». Для переменной «ВВП накопленный» темпами стали «Выпуск товаров и услуг» и «Промежуточное потребление». Для переменной «Суммарные налоговые поступления» предполагается накопление без «списывания» накопленных значений (вводится темп «Поступления налогов и сборов»).

Остальные показатели отражаются в ИМ в виде дополнительных переменных. Также, исходя из необходимости отражения смен тенденций развития

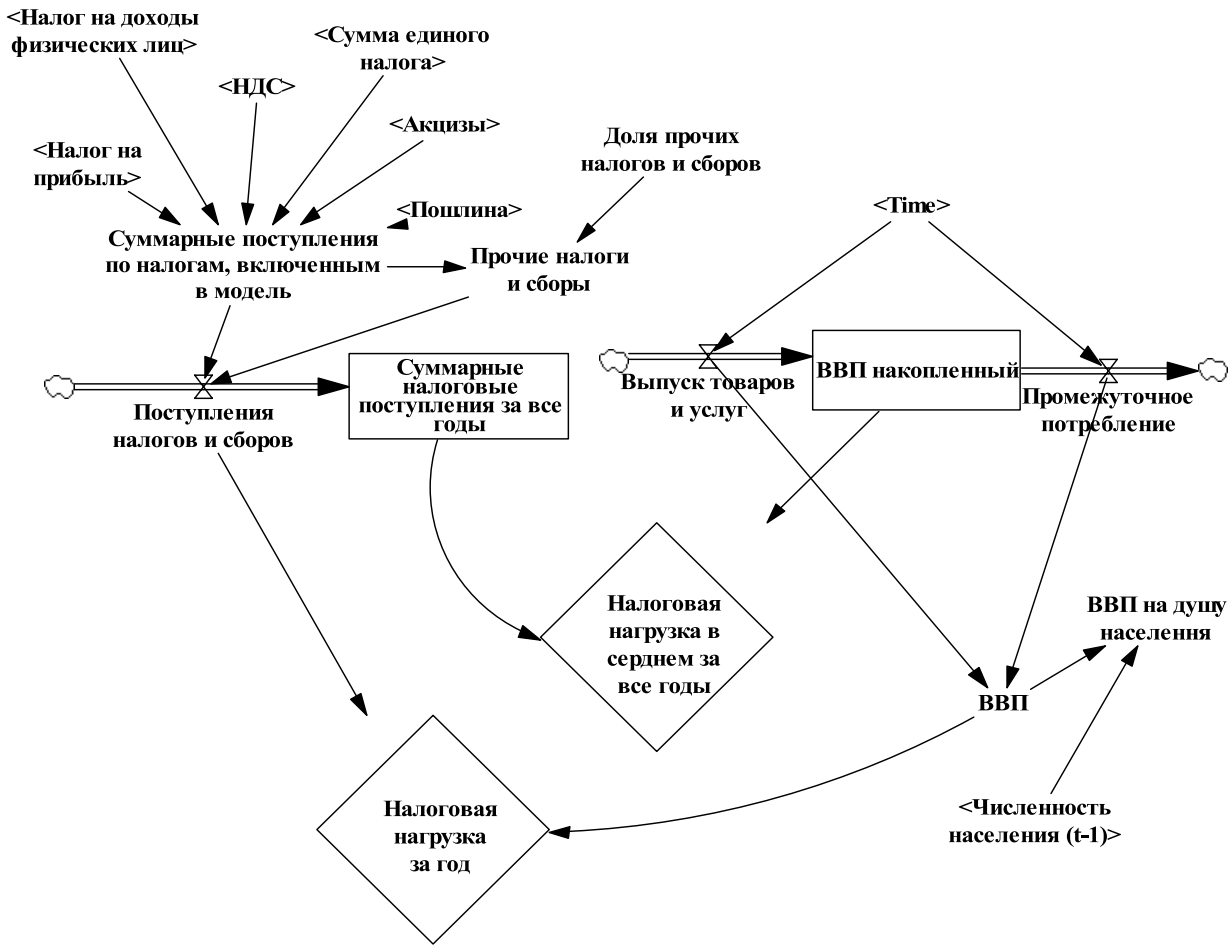


Рисунок 5. Имитационная модель формирования суммарной налоговой нагрузки

СЭС в 2008 и 2010 гг. (финансово-экономический кризис и принятием налогового кодекса Украины), были введены дополнительные фиктивные бинарные переменные: «Фактор 1 – смены тенденции в 2008 г.»; «Фактор 2 – смены тенденции в 2008 г. с запаздыванием на год»; «Фактор 3 – смены тенденции в связи с принятием НК в 2010 г.».

В комплексе ИМ (рис. 1 – 4) формально и математически прописаны все взаимосвязи между переменными, что позволяет, изменяя регулирующие переменные (ставки налогов, например), экспериментировать с модельным отражением реальной СЭС, проводить сравнительный анализ различных

сценариев проведения реформ налогообложения, мер фискального регулирования экономики.

Таким образом, предложенный комплекс ИМ позволяет оценить возможности выравнивания диспропорций развития СЭС посредством экспериментирования с различными вариантами проведения фискальной политики государства. Дальнейшее развитие данного исследования может быть связано с введением в комплекс ИМ петель обратной связи на основе эффекта Лаффера, отражающих возможности расширения налоговой базы связанные с ростом деловой активности при снижении налогообложения.

**Список литературы**

1. Ястребова А. С. Моделирование процесса выравнивания диспропорций развития региональных систем с использованием налоговых рычагов / А. С. Ястребова, О. В. Никифорова, Л. А. Чаговец // Проблемы економіки. – 2012. – №2. С. 58 – 62.
2. Затонацька Т. Г. Визначення оптимальних ставок оподаткування в Україні на основі виробничо-інституціональних функцій / Затонацька Т. Г., Ставицький А. В. [Електронний ресурс]. – 2012. Режим доступа: [http://www.andriystav.cc.ua/Downloads/Articles/A\\_030.pdf](http://www.andriystav.cc.ua/Downloads/Articles/A_030.pdf)
3. Меркулова Т. В. Институт налога / Меркулова Т. В. – Х.: Изд-во ХНУ им. В. Н. Каразина, 2006. – 224 с.
4. Букач Б. А. Анализ основных допущений кривой Лаффера / Букач Б. А. // Економіка і фінанси. Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. – Вип. 116/2011. – Серія: Економіка і фінанси. – Севастополь, 2011. С. 18-24.
5. Балацкий Е. В. Оценка влияния фискальных инструментов на экономический рост Украины [Электронный ресурс]. – 2012. Режим доступа: <http://fmos.j-izvestiya.ru/docs/bookkeeping/libraryout/NALZAK.pdf>
6. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) / [Балашов В. В., Букина Е. П., Жихарев В. Н. и др.]; под ред. В. Г. Кольцова, В.Н. Жихарева, Н. Ю. Ивановой, А. И. Орлова. – М.: Изд. ЦЭО Минобразования РФ, 1997. – 232 с.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Пер. с англ. Аронэ М. Н., Ершов А. А., Тихонов В. К., под ред. Е. К. Масловского – М.: Мир, 1978. – 423 с.
8. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем / Пер. с англ. В. Ю. Лебедева, А. В. Лотова. Под ред. Петрова А. А. – М.: Мир, 1975. – 502 с.
9. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2003. – 152 с.

*Исследование выполнено в рамках украинско-российского научно-исследовательского проекта «Модели оценки неравномерности и цикличности динамики социально-экономического развития регионов Украины и России», осуществляемое по результатам совместного конкурса НАН Украины и РГНФ-2010 (проект №1-10/10-02-00716а/У).*



# ПОСТРОЕНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В НАЦИОНАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ

**С.Г. Котанов,**

Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва  
catss123@mail.ru

**Аннотация.** В работе сделана попытка построения эконометрической модели прямых иностранных инвестиций в экономику с учетом величин ВВП, резервов, инфляции и экспорта. В результате сформулирован подход к построению модели, проведены расчеты на реальных данных, которые показали актуальность построения модели и необходимость ее последующего исследования.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика”. Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## THE CONSTRUCTION OF THE ECONOMETRIC MODEL ESTIMATES OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN THE ECONOMY

**S. Kotanov,**

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

**Summary.** An attempt to develop econometric model of foreign direct investments (inflow) considering GDP, reserves, inflation and export is reflected in this article. As a result, the approach to such development was formulated, and calculations showed that developing this model is actual and needs to be studied further.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

На протяжении долгого периода времени макроэкономическое состояние экономики любой страны рассматривали в отрыве от мировой экономики. Однако признание международного рынка и его колоссального влияния на национальные экономики привело к тому, что современные экономисты, анализируя экономики отдельных стран, придают большое значение влияния мировой экономике на национальные.

Одним из примеров такого влияния являются иностранные инвестиции в экономику, величина ресурсов которых оказывает двойное воздействие на экономику:

Экономика страны развивается более быстрыми темпами.

Величина таких инвестиций показывает состояние национальной экономики, ее инвестиционную привлекательность. Данный фактор является одним из важных при сравнении различных экономик.

Следует обратить внимание на следующее: инвестиции, носящие спекулятивный характер, не приносят экономикам большой пользы: улучшение носит краткосрочный характер. Поэтому более значимыми являются прямые иностранные инвестиции в экономику (Foreign Direct Investments (inflow) – FDI).

Исходя из данных предпосылок, в работе сделана попытка построить модель прямых иностранных инвестиций в экономику.

Цель построения данной модели – это провести примерную оценку эконометрической величины прямых иностранных инвестиций в экономику конкретной страны в заданном периоде времени для определения ее инвестиционного потенциала по сравнению с другими странами.

Для построения данной эконометрической модели выбрана множественная линейная модель.

В качестве объясняемой переменной – прямые иностранные инвестиции в экономику (FDI), а объясняющие переменные разделены на две группы в зависимости от характера их влияния на национальную экономику: переменные, влияющие на состояние экономики в целом, и переменные, влияющие на состояние внутреннего рынка страны.

К переменным, влияющим на состояние экономики, относятся:

1) Внутренний Валовой Продукт – ВВП (Gross Domestic Product – GDP), являющийся одним из базовых характеристик экономики. Стоит отметить, что в данной модели статистические значения этой переменной должны быть взяты из предшествующего периода, поскольку инвесторы на практике опираются на точные статистические показатели предыдущего периода, а не на неполные и неточные текущего периода.

2) Резервы страны, представляющие собой золотовалютные запасы, специальные права заимствования, резервы в МВФ и резервы в иностранной валюте (Reserves – R), показывающие стабильность национальной экономики. Значения для данной переменной выбираются из текущего периода.

К переменным, влияющим на состояние внутреннего рынка в стране, относятся:

1) Экспорт (Export – E), величина которого показывает, какой объем товаров в денежном выражении (часть ВВП) уходит на международный рынок, а, следовательно, не потребляется самой экономикой. Ввиду этого, делается предположение о том, что данный показатель будет находиться в обратной зависимости от объясняемой переменной. Как и в случае с ВВП, значения переменной выбираются за предыдущий период.

2) Инфляция (Inflation – I), которая является одним из основных показателей при оценке внут-

реннего состояния рынка. Значение данного показателя выбираются из текущего периода.

Следует выяснить, как же определять величину инфляции в создаваемой модели, и как учесть статистические данные, представляющие собой лишь индекс. В экономической литературе встречается два вида данного индекса, со своими методиками расчета:

$$\text{Индекс Ласпейреса} \quad i_t = \frac{\sum P_t \times Q_{t-1}}{\sum P_{t-1} \times Q_{t-1}} \quad (1)$$

$$\text{Индекс Пааше} \quad i_t = \frac{\sum P_t \times Q_t}{\sum P_{t-1} \times Q_t} \quad (2)$$

где  $P_t$  – цена на определенный товар в текущем периоде;

$Q_t$  – объем потребления данного товара в этом же периоде.

Из данных двух методов расчета выбираем расчет индекса Ласпейреса. С точки зрения инвестирования величина  $\sum P_t \times Q_{t-1}$  представляет уже известный объем потребления предыдущего периода, взвешенный по ценам нынешнего периода. Так же отметим, что величина  $\sum P_{t-1} \times Q_{t-1}$  представляет собой потребление в предыдущем периоде –  $C_{t-1}$  (Consumption). Следовательно, величина инфляции будет рассчитываться по формуле:

$$I_t = i_t \times C_{t-1} \quad (3)$$

Таким образом, построенная исходная модель имеет следующий вид:

$$FDI_t = a_0 + a_1 \times GDP_{t-1} + a_2 \times R_t + a_3 \times E_{t-1} + a_4 \times I_t + U_t$$

где:  $I_t = i_t \times C_{t-1}$ ,

$U_t$  – случайная величина

Для проведения расчетов были взяты данные для следующих стран: Австрия, Австралия, Аргентина, Великобритания, Германия, Греция, Израиль, Индия, Италия, Канада, Мексика, Норвегия, ОАЭ, Россия, Сингапур, США, Турция, Финляндия, Франция (см. табл. 1) [1,2].

Таблица 1

Страна	FDI(t)*	GDP(t-1)	E(t-1)(%GDP)	i(t)	C(t-1)	R(t)
Австрия	14,128	376,5753816	54,0%	3,3%	278,8530171	24,76901
Австралия	41,317	1131,623073	20,0%	3,4%	818,1812991	46,714035
Аргентина	7,243	368,7109614	22,0%	9,5%	275,3956861	46,265809
Великобритания	53,949	2251,898462	30,0%	4,5%	1961,176923	94,544038
Германия	40,402	3258,947368	47,0%	2,3%	2515,513158	234,10416
Греция	1,823	299,1024347	22,0%	3,3%	277,2222025	6,7434202
Израиль	11,374	217,4434341	37,0%	3,5%	178,5025408	74,874115
Индия	31,554	1684,323717	23,0%	8,9%	1150,835552	298,73949
Италия	29,059	2043,639726	27,0%	2,7%	1669,585967	169,8724
Канада	40,932	1577,040082	29,0%	2,9%	1256,494625	65,819021
Мексика	19,554	1035,87088	30,0%	3,4%	792,2394843	149,20813
Норвегия	3,569	417,752649	41,0%	1,3%	272,2543046	49,397098
ОАЭ	7,679	297,6484768	78,0%	0,9%	195,11151	37,269322
Россия	0,000052878	1487,515608	30,0%	8,4%	1026,068063	497,41025
Сингапур	64,003	213,1545187	20,7%	5,4%	105,4056674	243,93308
США	226,937	14447,1	13,0%	3,2%	12768,3	537,26727
Турция	15,876	731,1443926	21,0%	6,5%	625,3260401	87,937258
Финляндия	0,054	236,475	40,0%	3,4%	190,3052632	10,276064
Франция	40,945	2549,027263	26,0%	2,1%	2113,477263	168,49035

\* Численные значения выражены в миллиардах долларов США.

Исходные статистические данные преобразуем для применения в представленной выше модели (см. табл. 2).

Для определения параметров модели, а так же некоторых качественных ее характеристик, воспользуемся функцией ЛИНЕЙН в Microsoft Excel:

0,0091518	-0,186750987	-0,026062959	0,023288046	11,89693203
0,0469886	0,261153087	0,019851601	0,00814631	6,429904867
0,9035803	17,77304604	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
32,799632	14	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
41443,143	4422,336317	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д

Получаем следующую эконометрическую модель:

$$FDI_t = 11,89693203 + 0,023288046 \times GDP_{t-1} - 0,026062959 \times E_{t-1} - 0,186750987 \times I + 0,0091518 \times R_t$$

(6,43)
(0,008)
(0,02)
(0,261)
(0,047)

Обратим внимание на коэффициент детерминации, он равен:

$$R^2 = 0,9035803.$$

Такое высокое значение данного показателя говорит о тесной связи между объясняемой переменной (FDI) и регрессорами.

Рассчитаем коэффициент корреляции:

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9035803} = 0,950568 > 0,9.$$

Сравним статистические данные и данные, полученные при использовании предложенной модели (см. табл. 3).

Для наглядного представления результатов, построим график (рис. 1).

Из приведенного рисунка видно, что общие тенденции сохраняются, однако некоторые значения FDI сильно отличаются от своих статистических значений. Заметим, что для развитых рыночных

Таблица 2

Страна	FDI(t)	GDP(t-1)	E(t-1)	I(t)	R (t)
Австрия	14,128	376,5753816	203,3507061	9,202149564	24,76900982
Австралия	41,317	1131,623073	226,3246145	27,81816417	46,7140352
Аргентина	7,243	368,7109614	81,1164115	26,16259018	46,2658091
Великобритания	53,949	2251,898462	675,5695385	88,25296154	94,54403825
Германия	40,402	3258,947368	1531,705263	57,85680263	234,1041634
Греция	1,823	299,1024347	65,80253563	9,148332681	6,743420207
Израиль	11,374	217,4434341	80,45407061	6,247588928	74,87411525
Индия	31,554	1684,323717	387,3944548	102,4243641	298,7394858
Италия	29,059	2043,639726	551,7827261	45,07882112	169,8724019
Канада	40,932	1577,040082	457,3416238	36,43834413	65,8190206
Мексика	19,554	1035,87088	310,7612641	26,93614246	149,2081316
Норвегия	3,569	417,752649	171,2785861	3,53930596	49,39709755
ОАЭ	7,679	297,6484768	232,1658119	1,75600359	37,26932163
Россия	0,000052878	1487,515608	446,2546825	86,18971725	497,4102476
Сингапур	64,003	213,1545187	44,12298537	5,69190604	243,9330784
США	226,937	14447,1	1878,123	408,5856	537,2672724
Турция	15,876	731,1443926	153,5403224	40,64619261	87,93725838
Финляндия	0,054	236,475	94,59	6,470378947	10,27606435
Франция	40,945	2549,027263	662,7470884	44,38302253	168,4903523

Следовательно, наблюдается очень высокая корреляция, что показывает тесную линейную связь между объясняемой и объясняющими переменными.

Отмечаются низкие стандартные ошибки параметров регрессии (S).

Тест Дарбина-Вотсона не выявил наличия автокорреляции.

Тест Голдфилда-Квандта показал наличие гетероскедастичности.

экономик (США, Германия) модель показала результаты, близкие к статистическим.

Все это говорит о том, что данная модель требует дальнейшего исследования. Однако коэффициент корреляции показывает нам, что между данными величинами действительно существует связь, которую можно описать, используя эконометрические характеристики модели.

Таблица 3

FDI	FDI~
14,128	13,874886
41,317	27,583981
7,243	13,906882
53,949	31,115826
40,402	39,208337
1,823	15,500689
11,374	14,382384
31,554	24,63105
29,059	38,244342
40,932	30,500904
19,554	24,256155
3,569	16,952652
7,679	12,790802
0,000052878	23,363735
64,003	16,880369
226,937	228,00542
15,876	18,136209
0,054	13,824372
40,945	47,239063

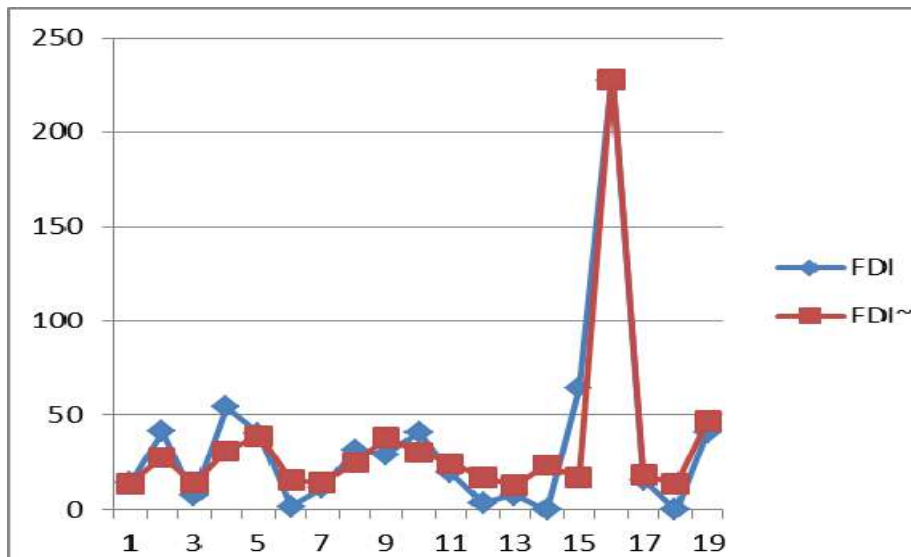


Рисунок 1

**Список литературы**

1. Официальный сайт Всемирного Банка, раздел статистических данных. <http://data.worldbank.org>
2. UNCTAD – World Investment Report 2012. <http://www.unctad-docs.org/files/UNCTAD-WIR2012-Full-en.pdf>
3. Christopher Dougherty. Introduction to Econometrics // 4<sup>th</sup> edition, Oxford university press, 2011.

## МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА

**А.Ю. Тимонин,**

фирма «Юпитер», г. Санкт-Петербург, Россия

tima1@gmail.com

**Ю.А. Тимонин,**

Житомирский национальный агроэкологический университет, г. Житомир, Украина

yurchina2013@mail.ru

**Аннотация.** Рассматриваются новые модели, методы и средства функционально-структурного моделирования экономического механизма. Применение инновационных моделей и средств позволяет получать дополнительную прибыль при минимальных ресурсах.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика”. Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## MODELS, METHODS AND TOOLS OF FUNCTIONAL-STRUCTURAL MODELING OF THE ECONOMIC MECHANISM

**A. Timonin,**

Jupiter firm, St. Petersburg, Russia

**Yu. Timonin,**

Zhitomir national agroecological university, Zhitomir, Ukraine

**Summary.** Explores new models, methods and tools of functional and structural modeling of the economic mechanism. The use of innovative models and tools can generate more revenue with minimal resources.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

В области экономико-математического моделирования, несмотря на известные достижения в области имитационного моделирования, по-прежнему актуальной остается проблема построения адекватных моделей. Неадекватность имитационных моделей не только снижает достоверность описаний и точность расчетов, но и ограничивает возможности решения задач анализа, синтеза, оптимизации и др. Особенно актуальна эта проблема для моделирования бизнес-деятельности предприятий, где несовершенство методов построения моделей связано с использованием эвристических методов.

Учитывая неопределенность способов верификации моделей, проблема проявляется не столько в том, что модели неадекватны, сколько в том, что неизвестно насколько они неадекватны. В основе проблемы лежит отсутствие практики применения формальных теоретических оснований экономики для построения экономико-математических моделей.

Известные методы моделирования предприятий используют имитационные модели, полученные эвристическим путем. К наиболее распространенным методам можно отнести методологию IDEF и



системную динамику. Основным концептуальным принципом методологии IDEF [1] – представление объекта в виде набора взаимодействующих блоков, имитирующих процессы, операции, действия. Однако эта методология, основанная на графическом представлении объектов с помощью большого количества переменных и блоков, недостаточно формализована, что затрудняет построение экономико-математических моделей.

Применение системного подхода нашло отражение в системо-динамических моделях [2], которые состоят из набора абстрактных элементов, представляющих некие свойства моделируемой системы. Для имитационной модели предприятия составляются сотни математических уравнений, характеризующих взаимосвязанные потоки материалов, заказов, денежных средств, оборудования, рабочей силы, информации и т.д. Однако, как отмечено в [3], кризис непонимания метода системной динамики, недостаточная структуризация и концептуализация моделей, сдерживают применение этого инструментария.

Для перехода от имитационных моделей к феноменологическим моделям, построенным на теоретических основаниях, требуется разработка и применение новых подходов и методов моделирования, которые за счет структуризации и концептуализации обеспечивают не только повышение адекватности, но и уменьшение сложности. В статье рассматриваются основы функционально-структурного моделирования бизнес-деятельности на основе концептуально-феноменологического подхода.

### Основные положения функционально-структурного моделирования деятельности предприятий

В основе концептуально-феноменологического подхода лежит теоретический способ получения моделей экономических систем (концептуально-системный аспект) и отражение экономического механизма (феноменологический аспект). Применение этого подхода позволяет формировать функционально-структурные математические модели, обладающие универсальным и концептуальным характером. Положения метода функционально-структурного моделирования состоят в следующем.

**1. Феноменологический характер функционально-структурной модели.** В содержательном отношении функционально-структурная модель

описывает экономический механизм роста ресурсов. Рост ресурсов рассматривается как общая характеристика бизнес-деятельности предприятий, из которой можно получить другие частные характеристики. Экономический механизм предприятия задается совокупностью функционально-структурных компонентов, взаимодействие которых составляет процесс увеличения собственного капитала. Высокий уровень адекватности модели экономического механизма обеспечивается за счет единства содержания и формы. Поскольку содержание определяется процессом и описывается функциональной моделью, а форма – структурой, то единство содержания и формы обеспечивается за счет применения функционально-структурной модели.

Особый интерес представляет применение функционально-структурной модели на компонентном уровне, где рассматриваются отдельные ресурсы. Общность механизма роста ресурсов позволяет использовать функционально-структурную модель ресурса как универсальный компонент экономико-математической модели предприятия [4]. При этом компонентный базис сокращается до одной модели, а различие моделей компонентов проявляется в значениях параметров конкретных ресурсов.

**2. Формализация концептуальной модели ресурсов.** Концептуальный характер обеспечивается за счет универсальности функционально-структурной модели ресурса и системно-теоретического подхода, который состоит в том, что ресурс рассматривается как экономическая система, для которой справедливы положения теории экономических систем [5]. Для экономической системы в качестве фазовых переменных используют стоимость  $X(t)$  и рентабельность  $\varphi(t)$ . Законы экономических систем заданы уравнениями целостности  $x = v + y$  и доходности  $y = \varphi \int x dt$ , где  $x = X'$ ,  $v = V'$ ,  $y = Y'$  – соответственно потоки полной, основной и дополнительной стоимости. Концептуальная модель получена путем объединения законов экономических систем, заданных уравнениями целостности и доходности и имеет вид дифференциального уравнения первого порядка  $X' = \varphi X + v$ . Функциональная схема концептуальной модели содержит контур положительной обратной связи, который обуславливает экспоненциальный характер решения – функции стоимости ресурса. Концептуальную модель можно детализировать и упростить. Учет потерь приводит к нелинейному дифференциальному уравнению второго поряд-

ка [6]  $a_2 XX'' + (1 + a_1 X)X' + (a_0 X - \varphi)X = v$ , где  $a_n$  – параметры потерь стоимости, связанных с налогами, процентными платежами, дивидендами и т.д.

При дискретизации концептуальная модель упрощается и принимает вид совокупности алгебраических уравнений  $X(k+1) = X(k) + Y(k)$ ,  $Y(k) = \varphi(k)X(k)$ , где  $k$  – дискретная переменная времени.

Поскольку концептуальная модель ресурсов получена теоретическим путем, адекватность производных моделей ресурсов можно оценивать и контролировать по степени соответствия универсальной модели экономической системы.

**3. Формирование экономико-математической модели предприятия.** Для построения экономико-математической модели предприятия в компонентном базисе необходим набор моделей ресурсов и правила композиции фазовых переменных. Учитывая, что в качестве компонентов используется одна универсальная модель ресурсов, а также простоту правил композиции фазовых переменных, построение экономико-математической модели предприятия не представляет принципиальных трудностей. В свою очередь, экономико-математическую модель предприятия можно свести к универсальной модели эквивалентного ресурса.

**4. Методы решения задач анализа, синтеза и оптимизации.** Концептуальный характер модели ресурсов проявляется, в частности, в том, что структурная и функциональная модели связаны отношениями типа «анализ-синтез». Процедура анализа рассматривается как преобразование структурной модели в функциональную модель, процедура синтеза – как преобразование функциональной модели в структурную модель. Поэтому полная диаграмма преобразований вида: «структурная модель – анализ – функциональная модель – синтез – структурная модель» является замкнутой. Процедуры анализа и синтеза ресурсов формализованы [7], имеют математическое выражение, что позволяет корректно ставить и решать различные задачи анализа и оценивания ресурсов. В отличие от известных методов экономического анализа, которые дают недостоверные оценки, методы анализа ресурсов в силу однозначного соответствия структурной и функциональной моделей обеспечивают точное решение. Расчеты показывают существенное различие значений оценок, полученных методами экономического анализа и анализа ресурсов.

Полнота модели ресурсов позволяет ставить и решать задачи оптимизации ресурсов методами нелинейного программирования с использованием компьютерных программ. Возможны постановки прямых (как при заданных ресурсах получить наибольший результат) и обратных (как при заданном результате использовать наименьшие ресурсы) задач. Оптимизация позволяет определить, в какой мере ресурсы предприятия соответствуют его результатам, как при малых ресурсах получить больший результат. Расчеты показывают, что реальные предприятия работают с ресурсами, далекими от оптимальных значений.

**5. Компьютерные инструменты функционально-структурного моделирования.** Модели и методы функционально-структурного моделирования деятельности предприятий прошли апробацию и реализованы в автоматизированной информационной системе (АИС) *E-way*. Система *E-way*, разработанная фирмой «Юпитер-2», г. Санкт-Петербург [8], предназначена для повышения эффективности бизнеса и автоматизации трудоемких расчетов, связанных с планированием, анализом и управлением бизнес-проектами. В системе *E-way* используется структурная модель, которая содержит более 20 видов ресурсов, составляющих пассивы, активы и финансовые результаты. Функциональная модель содержит 8 компонентов, которые отражают отношения основных видов ресурсов: рентабельность собственного капитала; коэффициент активов; доля оборотных средств; доля рабочих средств; оборачиваемость рабочих средств в затратах; рентабельность затрат; доля общей прибыли; доля капитализируемой прибыли.

Возможности *E-way* позволяют квалифицированно решать прямые (анализ) и обратные (синтез) задачи, нацеленные на увеличение собственного капитала. *E-way* обеспечивает полный комплекс автоматических расчетов, необходимых для решения задач финансового управления, высокое качество управленческих решений, сокращение временных и материальных затрат, получение оптимальных результатов, оценку ущерба и упущенных возможностей. Механизмы генерации данных, основанные на знаниях, придают АИС *E-way* свойства «искусственного» интеллекта которые проявляются в автоматизации следующих процедур: формирование планов производства и реализации продукции; образование и реализация запасов сырья, незавершенного производства и готовой продукции;

формирование финансовых результатов (выручка, затраты, доход); заем (возврат) банковского кредита, формирование (погашение) задолженностей; формирование (реализация) портфеля ценных бумаг и др. В области экономической безопасности система E-way поддерживает решение задач проектирования ущерба [9], выявления узких мест, локализации причин ущерба. Система *E-way* ориентирована на широкие слои пользователей и может использоваться как тренажер для повышения квалификации, развития аналитических способностей и профессиональной интуиции.

Научная новизна, реализуемость и полезность моделей, методов и средств функционально-структурного моделирования экономического механизма придают им инновационный характер. Высокая степень адекватности функционально-

структурных моделей позволяет получить полное финансовое описание различных аспектов бизнес-деятельности, включая рост собственного капитала. Концептуальный и универсальный характер моделей ресурсов обеспечивают простоту описаний и расширяют спектр задач экономического управления и методов их решения, включая новые процедуры анализа-синтеза, оптимизации ресурсов и т.д., делая управленческие решения более обоснованными, достоверными и наглядными. Средства функционально-структурного моделирования поддерживают решение задач экономического управления в автоматизированном и автоматическом режимах. Применение методов и средств функционально-структурного моделирования позволяет получать дополнительную прибыль при сокращении ресурсов.

### Список литературы

1. Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. М.: Госстандарт России, 2001.
2. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2003.
3. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. – ГУУ–ВШЭ// Бизнес-информатика. 2007. №1.
4. Грабар І.Г., Тимонін Ю.О., Бродський Ю.Б. Універсальна модель системи: методологічний аспект. //Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. №1. С. 358-366.
5. Тимонин Ю.А. Формальная теория абстрактных экономических систем. (Теория движения стоимости). Учебное пособие. – Житомир: ПІСТ, 2007. – 60с.
6. Бродский Ю.Б., Тимонин Ю.А., Тимонин А.Ю. Учет дифференциальных потерь в нелинейной модели экономической системы. //„Бізнес-інформ”, №3, Харків. Изд-во ХНГУ, 2012 г., С. 45-47.
7. Грабар И.Г., Тимонин Ю.А., Бродский Ю.Б. Подход к общей задаче проектирования экономических систем. //Вісник ЖНАЕУ. – Житомир, 2009. №1(25), т.2. С. 52-60.
8. <http://www.reco.ru>
9. Тимонин Ю.А., А.Ю. Тимонин. Модели и методы экономической безопасности бизнеса. //Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: тр. междунар. научн. школы МА БР. – СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2008. С. 338–343.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

**Е.В. Русакова,**

Самарский филиал Московского городского педагогического  
университета, г. Самара  
irusse@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы оценки эффективности инвестиций и управления развитием человеческого потенциала. Дано авторское понятие «человеческого потенциала», раскрыта его специфика, определены ресурсы развития, указана взаимосвязь с информацией, представлена модель управления развитием.

**Статья по материалам монографии:** «Иновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика». Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## EVALUATION OF INVESTMENT AND MANAGEMENT HUMAN DEVELOPMENT

**E. Rusakova,**

Samara branch of the Moscow city pedagogical university,  
Samara

**Summary.** The author touches upon the efficiency assessment of the investment and the management of human resource development. The paper defines the term «human potential» and its specificity, development resources, reveals the correlation, between the information, introduces the development management model.

**This article wrote on the basis of monograph:** «The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice».

Успешное развитие экономики не может быть осуществлено без наращивания ее человеческого потенциала. В настоящее время возрастает зависимость экономики от человеческого потенциала, ее направленность на удовлетворение потребностей. Последствия от деградации человеческого потенциала, характерные в посткризисный период, представляют большую угрозу для будущего страны, чем от снижения валового внутреннего продукта, роста инфляции, массовой безработицы, девальвации национальной валюты и т.д. Новые тенденции, ресурсы и факторы риска развития человеческого потенциала изучены недостаточно. Не создана комплексная методическая база для

оценки эффективности инвестиций в человеческий потенциал. До сих пор не сформирована система управления развитием человеческого потенциала. В связи с этим видится значимость и важность изучения данной проблемы в условиях современной экономики.

В современном обществе человеческий потенциал становится основой богатства. Именно он определяет конкурентоспособность экономических систем, выступает ключевым ресурсом развития. В процессе создания, трансформации и использования человеческого потенциала, кроме самой личности, участвуют коммерческие предприятия, государственные и общественные учреждения

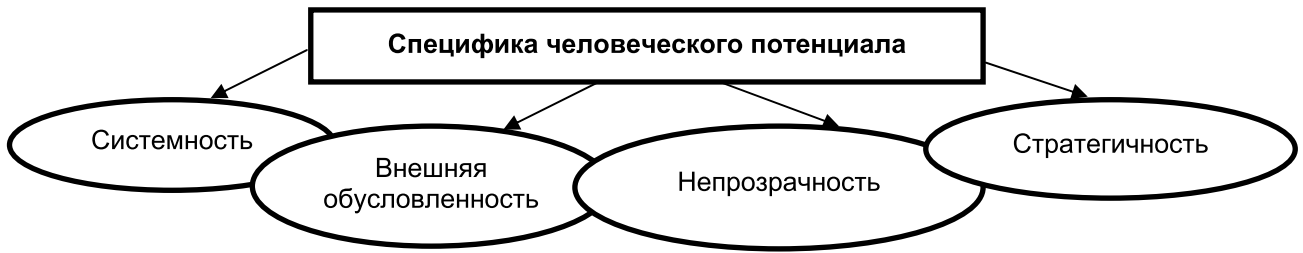


Рисунок 1. Специфика феномена человеческого потенциала



Рисунок 2. Информация – движущая сила человеческого потенциала

и организации, т.е. все субъекты рыночных отношений. Способность экономики создавать и эффективно использовать человеческий потенциал все в большей мере определяет экономическую силу нации, ее благосостояние. Открытость общества для импорта разнообразных знаний, идей и информации, способность экономики продуктивно их перерабатывать – вот от чего

зависит успешное социально-экономическое развитие любой страны. Совершенствование управления развитием человеческого потенциала может послужить основой перехода экономики региона на новую ступень своего развития.

Таким образом, определим человеческий потенциал как фактор экономического развития, отличающийся количественными и качественными



Рисунок 3. Ресурсы развития человеческого потенциала

характеристиками, и ресурса нормального функционирования и развития национальной экономики. Феноменология человеческого потенциала обладает спецификой, представленной на рис. 1.

Человеческий потенциал обладает системными свойствами, и не может сводиться к простой сумме перечня качеств людей. Для формирования и реализации человеческого потенциала определяющее значение, как правило, имеют «внешние» по отношению к нему условия и факторы, характер среды его существования. Для человеческого потенциала характерно наличие скрытых свойств, которые при изменении определенных условий могут проявиться, что характеризует его непрозрачность. Свойства человеческого потенциала обуславливают возмож-

ности человеческого развития, как на ближайшую перспективу, так и в более отдаленном будущем.

Понятие информации тесно переплетается с понятием человеческого потенциала, поскольку является важнейшим ресурсом. Собственно они неразрывны и взаимно дополняют друг друга. Информация является движущей силой человеческого потенциала, базой или основой источников знаний и заблуждений, которые способны создать новые знания. Она дает специалистам и населению навыки и опыт жизни, пути выхода из простых и сложных положений, образование, накопленные и текущие знания, формирует и стимулирует науку, инновации, поиск нужных методов лечения и поддержания здоровья, текущую информацию,



статистику, прогнозы и планы, правила и ориентиры в жизни и т.д. (рис. 2).

В настоящее время предложены различные методики оценки человеческого потенциала. Рассмотрим наиболее приемлемый, по мнению автора, к условиям систем индикаторов и статистической базе субъектов РФ.

Ресурсный подход к оценке развития человеческого потенциала, представленные на рис. 3.

Применение ресурсного подхода к оценке человеческого потенциала, позволит разработать модель управления развитием человеческого потенциала. Достоинствами ресурсного подхода к комплексной оценке человеческого развития являются:

- во-первых, составляющие имеют отчетливо выраженную прогнозную направленность – в том смысле, что с их помощью можно зафиксировать некоторые предвидимые тенденции, определяющие изменения в условиях человеческого существования;
- во-вторых, составляющие акцентируют то, что связано с возможностями адаптации человека в этих меняющихся условиях;
- в-третьих, индикаторы в большей мере пригодны для сопоставления обще социальных тенденций и процессов с тем, что происходит на уровне индивидуальной человеческой жизни;
- в-четвертых, данные факторы и приоритеты принимают в расчет не только собственно экономические, а также психологические и особенно культурные, духовные, нравственные стороны человеческого бытия.

Модель управления развитием человеческого потенциала является основой управления человеческим развитием. Она позволяет подготовить рекомендации и предложения федеральным и региональным органам власти по вопросам развития человеческого потенциала. При формировании национальных проектов необходимо учитывать специфику всех субъектов Российской Федерации.

Модель управления человеческим развитием включает в себя несколько этапов (рис. 4):

1 этап – основные тенденции развития человеческого потенциала под влиянием внешних факторов.

2 этап – сбор информации, комплексная оценка ситуации и расчет ключевых индикаторов развития человеческого потенциала.

3 этап – выявление трех групп кластеров – динамического, умеренного и стационарного.

4 этап – определение приоритетных направлений решения проблем развития человеческого потенциала по кластерам.

5 этап – составление прогнозов развития человеческого потенциала для трех групп кластеров по трем приоритетным направлениям развития человеческого потенциала.

6 этап – разрабатывается механизм реализации приоритетных направлений человеческого развития, который включает в себя законодательные, административные и экономические методы государственного регулирования по приоритетным направлениям развития человеческого потенциала.

7 этап – выработка управленческих решений по развитию человеческого потенциала и подготовка рекомендаций федеральным и региональным органам власти по решению основных проблем развития человеческого потенциала субъектов федерации.

Механизм управления человеческим развитием должен опираться в первую очередь на возможные перспективы. Прогноз развития человеческого потенциала включает в себя три направления: демографическое, социальное и экономическое. Демографическое направление прогноза развития человеческого потенциала включает в себя снижение коэффициента младенческой смертности, снижение числа аборт, прекращение роста заболеваемости ВИЧ/СПИДом и другими инфекционными болезнями. Социальное направление прогноза развития человеческого потенциала предполагает повышение охвата детей дошкольными образовательными учреждениями, оснащение школ персональными компьютерами, расширение возможности для трудоустройства молодежи, развитие системы профессионального образования для молодежи, сокращение объемов всех видов выбросов загрязняющих веществ, улучшение жилищных условий, повышение уровень лесовосстановления и т.д. Экономическое направление прогноза развития человеческого потенциала предполагает сокращение доли населения, находящейся за чертой бедности и повышение продолжительности жизни.

Благополучие и устойчивое развитие любой нации зависит от человеческого потенциала, поэтому необходима продуманная и последовательная политика в области развития человеческих ресурсов и сбалансированных инвестиций в человеческий потенциал, как на уровне отдельной фирмы, так и в целом на уровне государства.

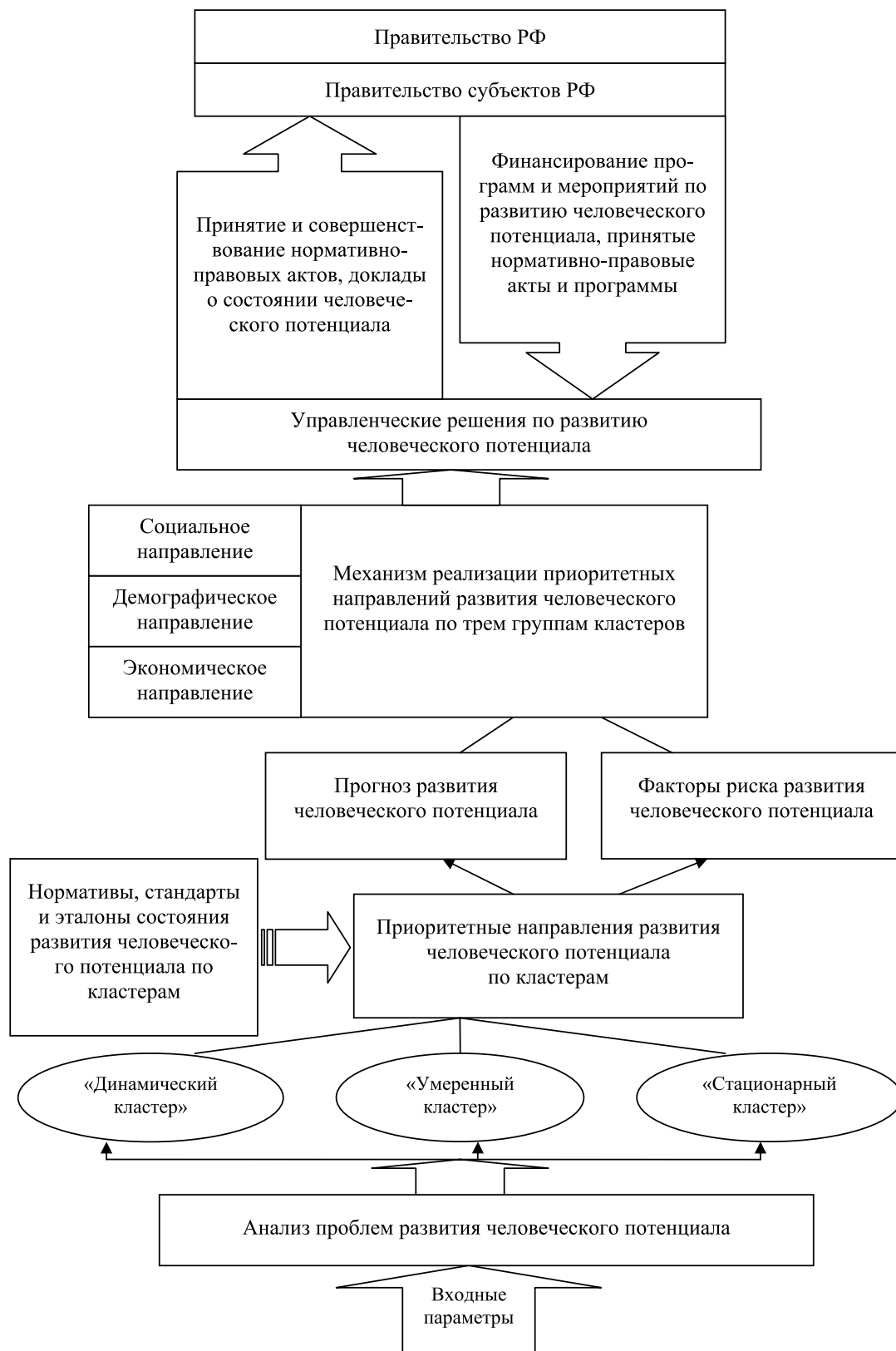


Рисунок 4. Модель управления развитием человеческого потенциала

**Список литературы**

1. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. - СПб.: Наука, 1999.
2. Сулейманова Л.Ш. Человеческий капитал как фактор европейской экономической интеграции // Вестник ТИСБИ. 2005. №1.
3. Федосеев А. Л. Рентабельность инвестиций в персонал: измерение экономической ценности персонала. - М.: Вершина, 2011.
4. Фоменко Е.В. Качественные и количественные характеристики человеческого потенциала в Приволжском федеральном округе / Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. - Самара, 2008. - №8.

## ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ МОТИВАЦИИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКА ФИРМЫ

**В. В. Христиановский,**

Донецкий национальный университет, Донецк  
church13@rambler.ru

**В. П. Щербина,**

Донецкий национальный университет, Донецк  
littlecave@rambler.ru

**Аннотация.** Разработан мотиватор – структурная модель, предназначенная для определения оценки величины мотивации работника к труду путём сопоставления результатов процесса стимулирования и восприятия стимулирования работником, позволяющих получить количественное выражение силы воздействия на работника мотивационных процессов.

**Статья по материалам монографии:** “Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика”. Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## CONSTRUCTION OF A STRUCTURAL MODEL OF EMPLOYEE MOTIVATION EMPLOYMENT FIRM

**V. Khristianovsky,**

Donetsk national university, Donetsk

**V. Scherbina,**

Donetsk national university, Donetsk

**Summary.** The motivator is designed- a structural model for determining the estimate of the employee's motivation to work through the comparison of the results of the process to promote and stimulate the perception of the employee that are designed to quantify the effect of force on an employee motivational processes.

**This article wrote on the basis of monograph:** “The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice”.

**П**роблема мотивации трудовой деятельности человека довольно широко рассматривается в научной и публицистической литературе [1,2]. Используя системный подход к управлению мотивационной деятельностью, в данной работе мы предлагаем последовательность действий (алгоритм), позволяющий построить структурную математическую модель мотивации. Такая модель состоит из трёх взаимосвязанных частей: идентификатора, классификатора и собственно мотиватора, которые и определяют последовательно шаги алгоритма.

Сначала необходимо решать проблему идентификации объекта мотивации. Под объектом мотивации понимается либо отдельный работник, либо коллектив фирмы. На втором шаге необходимо произвести классификацию факторов, влияющих на мотивацию человека к трудовой деятельности в зависимости от его характеристики, полученной на уровне идентификации.

Третий шаг является основным, так как на нём представлена модель, связывающая воедино результат действия всех факторов и результат восприятия этой деятельности объектом мотивации. На послед-

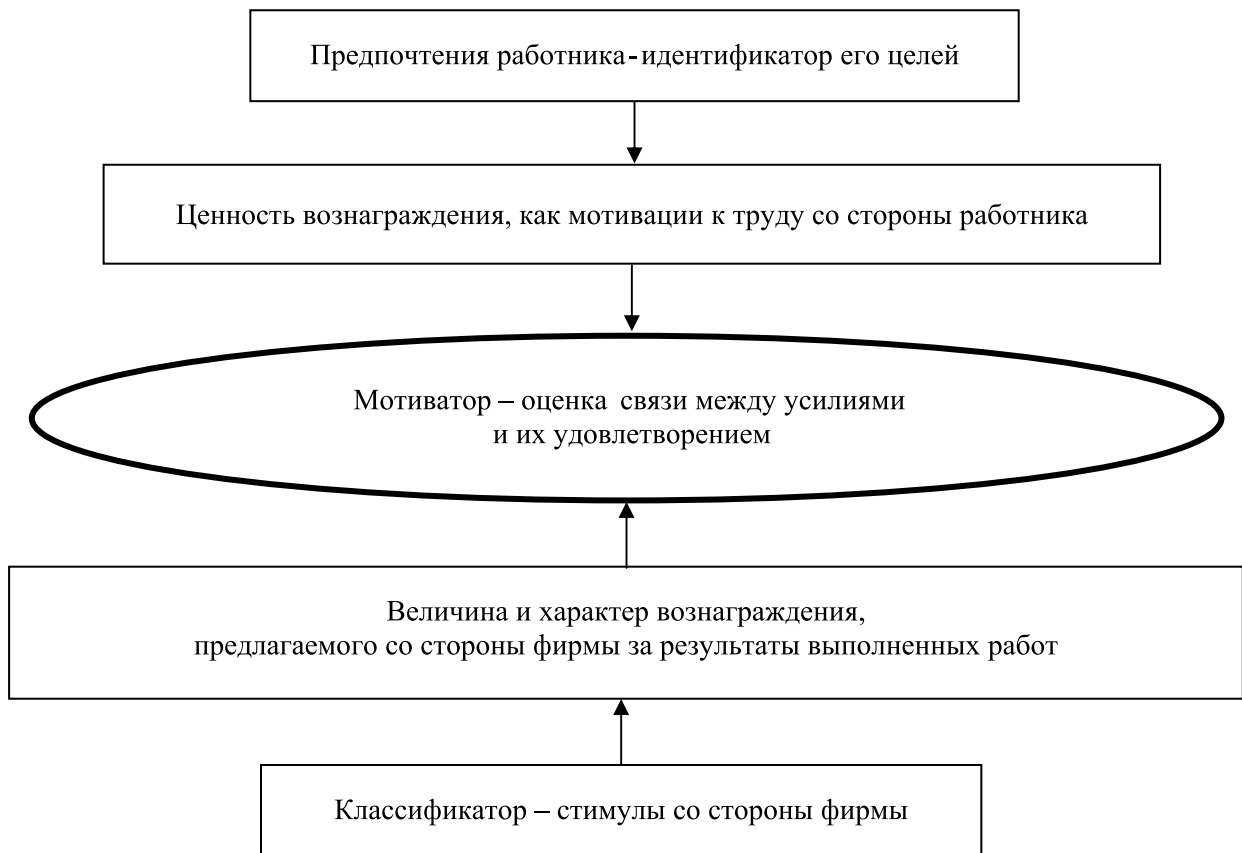


Рисунок 1. Схема построения мотиватора

нем шаге осуществляется перевод количественных величин в качественные с помощью специально разработанной для этого шкалы.

Мотивация как процесс является результатом взаимодействия между собой двух больших групп факторов, стимулов и потребностей (предпочтений) [3,4]. Связь между предпочтениями человека и определяемыми их стимулами можно представить схемой, представленной на рис. 1.

Опишем последовательность построения мотиватора. Мотивация возникает в результате взаимодействия отношений между работником и работодателем только тогда, когда их желания совпадают. Для начала формализационного процесса получения оценки мотивации надо описать объект мотивации, то есть идентифицировать объект мотивации. Объект мотивации характеризуется определёнными признаками, которые его идентифицируют. Их можно свести в структурную модель, которую будем называть идентификатором.

Идентификатор представляет собой специально составленную таблицу, которая формируется по типу отдельных кластеров. По этой таблице можно чётко идентифицировать объект исследования, который будет иметь количественную оценку. Эта оценка будет характеризовать потенциальную способность человека выполнять порученную ему работу.

Опишем логику составления идентификатора.

В первом столбце идентификатора указаны основные кластеры, характеризующие рабочего. Во втором столбце идентификатора указаны веса кластеров (доли их учёта в общей оценке) ( $m_i$ ,  $i = 1, n$ , где  $n$  – количество кластеров), которые отражают степень важности для фирмы соответствующих признаков каждого кластера. Они определяются экспертным путём. В столбце 3 указаны основные признаки соответствующего кластера, а в четвёртом – веса признака в этом кластере,  $k_{ij}$ . Они могут быть различными внутри каждого кластера и также устанавливаются экспертным путём. В пятом столбце

Идентификатор

Кластеры признаков, характеризующих работника	Доли учёта кластеров, $m_i$	Признаки	Доли признака в соответствующем кластере, $k_{ij}$	Возможности работника выполнять работу, $z_{ij}$ (по оценке фирмы)	Вес каждого признака в оценке трудоспособности данного работника, $d_{ij}$
Описательные признаки	0,1	Пол	0,1	0,20	0,002
		Возраст	0,2	0,30	0,006
		Образование	0,3	0,60	0,018
		Стаж работы	0,4	0,60	0,024
Трудовая характеристика	0,4	Индивидуализм	0,1	0,60	0,024
		Работоспособность	0,3	0,80	0,096
		Результативность	0,3	0,90	0,108
		Организованность	0,1	0,75	0,03
		Дисциплинированность	0,2	0,80	0,064
Производственный статус	0,3	Собственник	0,3	0,90	0,081
		Партнёр	0,2	0,80	0,048
		Совладелец	0,2	0,50	0,03
		Акционер	0,2	0,90	0,054
		Наемный рабочий	0,1	0,50	0,015
Тип личности	0,1	Организаторский	0,2	0,80	0,016
		Аналитический	0,1	0,70	0,007
		Инженерный	0,2	0,85	0,017
		Творческий	0,1	0,90	0,009
		Исполнительный	0,4	0,40	0,016
Психологические характеристики	0,1	Отношение к неудачам в работе	0,3	0,80	0,024
		Убеждение в своей правоте	0,2	0,80	0,016
		Раздражительность	0,1	0,10	0,001
		Удовлетворённость работой	0,4	0,95	0,038



указаны потенциальные возможности работника выполнять ту или иную работу по оценке фирмы в соответствии с каждым признаком. Они рассчитываются в долях от максимально возможного уровня, принятого на фирме за эталон, и обозначаются как  $z_{ij_i}$  ( $j_i = 1, l_i$ , где  $l_i$  количество признаков в  $i$  –  $M$  кластере). В столбце 6 указан общий вес каждого признака  $d_{ij_i}$  в оценке потенциальной трудоспособности данного работника. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$d_{ij_i} = m_i \cdot z_{ij_i} \cdot k_{ij_i} \quad (i = \overline{1, n}, j_i = \overline{1, l_i}) \quad (1)$$

В результате расчёта по идентификатору можно получить общую оценку потенциальной пригодности человека к выполнению определённой работы по следующей формуле:

$$d = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j_i=1}^{l_i} d_{ij_i} \right) \quad (2)$$

Оценка потенциальной пригодности человека к работе  $d$  колеблется в пределах  $d \in [0, 1]$ . Если число  $d$  близко к нулю, то работник не способен принимать соответствующие требования фирмы. Если же  $d$  близко к единице, то этот работник по своим потенциальным возможностям подходит для выполнения соответствующей работы на фирме.

В нашем примере оценка потенциальной пригодности человека к работе, рассчитанная по формуле (2) составляет 0,744. Это означает, что, по мнению фирмы, данный работник на 74% потенциально соответствует оптимальному исполнителю, который нужен фирме для выполнения соответствующей работы. Отметим ещё раз, что на эту величину необходимо корректировать оценку, отражающую мнение работника о силе действия на него факторов при расчёте оценки мотивации.

После идентификации объекта мотивации необходимо произвести классификацию факторов, характеризующих процесс мотивации к труду выбранного и идентифицированного объекта. Структурная модель классификатора представлена в таблице 2.

Рассмотрим далее, как осуществляется расчёт оценки мотивации работника с помощью структурной модели мотиватора. Структурная модель мотиватора представляет собой таблицу, в которой

на синергетическом уровне объединяются две очень важные, но различные по предназначению структурные модели: модель идентификатора и модель классификатора. Структурная модель мотиватора представлена в таблице 3. Покажем на конкретных данных, как с помощью этой модели вычисляется оценка мотивации человека как потенциального работника. Для заполнения таблицы мотиватора менеджер по труду выбирает факторы, которые он будет учитывать при получении оценки мотивации. Они выбираются из таблицы классификатора и в конкретном случае представляют собой выборку. Необходимо выбирать минимальное число факторов, которые мотивируют работника, но таких, которые количественно и качественно отражают мотивационную ситуацию.

Предположим, что мотивация работника определяется факторами трёх кластеров: стимулов, потребностей и ценностей. Заносим в таблицу мотиватора выбранные для анализа группы и их весовые оценки (столбец 1 и 2), название кластеров и их веса (столбец 3 и 4). В столбцах 5 и 6 помещаются названия факторов каждого выбранного кластера и их весовые оценки, определяемые экспертным путём. Заметим, что величина баллов по каждой группе и каждому кластеру принимает значения на множестве  $[0, 100]$ . В остальных столбцах таблицы указываются расчётные величины мотиватора. Коэффициенты столбца 7 заполняются по формуле:

$$k_{ij_i p_{j_i}} = m_i \cdot q_{j_i} \cdot s_{i j_i p_{j_i}}$$

где  $k_{ij_i p_{j_i}}$  – вес действия факторов по мнению фирмы;

$m_i$  – вес  $i$ -й группы;

$q_{j_i}$  – вес  $j$ -го кластера в  $i$ -й группе;

$s_{i j_i p_{j_i}}$  – вес  $p$ -го фактора в  $j$ -м кластере  $i$ -й группы.

Столбец 8 заполняется экспертом фирмы, в котором проставляются оценки действия факторов при выполнении такой же работы в идеальных условиях. В столбце 9 отражено мнение работника о результате действия на него соответствующих факторов. В столбце 10 оценка силы действия фактора корректируется на коэффициент потенциальной возможности работника, рассчитанный по идентификатору. В нашем случае он равен 0,733.

**Классификатор**

Кластеры	Доли учёта кластеров, $m_i$	Подкластеры	Доли учёта подкластеров	Факторы	Веса факторов по оценке фирмы		
Ценности, определяющие мотивацию	0,15	-	-	Стабильность в работе	0,8		
				Вид оплаты труда	0,9		
				Возможность улучшить жилищные условия	0,9		
				Возможность сделать карьеру	0,8		
				Обеспечение социальных льгот	0,6		
Потребности в зависимости от поставленной человеком цели	0,35	Безопасность	0,2	Безопасность для жизни	0,9		
				Безвредность	0,8		
		Уверенность в завтрашнем дне	0,6	Стабильность доходов	0,8		
				Стабильность занятости	0,8		
				Удовлетворительная величина доходов	0,9		
		Производственно-бытовые условия	0,2	Благоприятные условия труда	0,9		
				Условия отдыха	0,6		
				Санитарно-гигиенические условия	0,7		
				Свободное время	0,6		
				Микроклимат в коллективе	0,8		
		Объективные процессы	0,5	-	-	Состояние региона	0,7
						Состояние отраслей	0,7
Доход на душу населения	0,9						

Кластеры	Доли учёта кластеров, $m_i$	Подкластеры	Доли учёта подкластеров	Факторы	Веса факторов по оценке фирмы		
Участие в решении производственно-бытовых вопросов	0,5	Участие в управлении фирмой	0,5	Властвование	0,9		
				Партнёрство	0,5		
				Полное подчинение	0,4		
				Арендатор	0,3		
		Социальные (общественные) потребности	0,5			Причастность к делам организации	0,6
						Социальное взаимодействие	0,7
						Признание способностей	0,8
						Уважение со стороны окружающих	0,8
						Компетентность	0,9
				Материальные	0,7	Заработная плата	0,9
Материальная помощь	0,6						
Ссуды	0,7						
Участие в прибыли	0,5						
Льготы	0,7						
Стимулы, воспринимаемые работником	0,40	Моральные организационные	0,1 0,1	Похвала, одобрение	0,5		
				Порицание	0,6		
				Признание заслуг	0,5		
				Уважение и доверие	0,6		
				Возможности участия в делах фирмы	0,2		
		Духовные	0,1			Делегирование полномочий руководством фирмы	0,2
						Самоутверждение	0,7
						Наличие собственных возможностей	0,8
						Ощущение повышения мастерства	0,9
						Культура производства	0,5
						Эстетическое восприятие	0,4
						Необходимость в самореализации	0,6

Структурная модель мотиватора

Группы	$m_i$	Название кластеров	$q_{ij}$	Факторы кластеров	$s_{ij,p_{ij}}$	Мотиватор (баллы)				
						$k_{ij,p_{ij}}$	Оценки действия факторов фирмой и работником			Общая оценка действия факторов
							$a_{ij,p_{ij}}$	$b_{ij,p_{ij}}$	$d \cdot b_{ij,p_{ij}}$	
Стимулы	0,6	Материальные	0,70	Зарботная плата	0,80	0,336	0,80	0,70	0,521	0,219
				Премии	0,05	0,021	0,76	0,60	0,446	0,010
				Социальные льготы	0,05	0,021	0,80	0,79	0,588	0,012
				Ссуды	0,05	0,021	0,40	0,50	0,372	0,016
				Участие в прибыли	0,05	0,021	0,70	0,78	0,580	0,014
		Моральные	0,30	Похвала	0,15	0,027	0,25	0,10	0,074	0,005
				Одобрение	0,05	0,009	0,89	0,85	0,632	0,019
				Награждения	0,15	0,027	0,88	0,89	0,662	0,014
				Порицание	0,20	0,036	0,87	0,35	0,260	0,005
				Уважение	0,25	0,045	0,60	0,71	0,528	0,040
				Доверие	0,10	0,018	0,68	0,66	0,491	0,013
				Участие в управлении	0,05	0,009	0,57	0,56	0,417	0,013
				Делегирование полномочий от фирмы	0,05	0,009	0,75	0,74	0,551	0,013
		Потребности	0,3	Безопасность работы	0,35	Уверенность в безопасности работы	1,00	0,105	0,90	0,95
Уверенность в завтрашнем дне	0,25			Стабильность доходов	0,25	0,019	0,69	0,66	0,491	0,021
				Достаточность доходов	0,25	0,019	0,88	0,90	0,670	0,023
				Стабильность занятости	0,25	0,019	0,70	0,76	0,565	0,024
				Коллективизм в работе	0,25	0,019	0,80	0,74	0,551	0,021
Духовные	0,20			Самоуважение	0,50	0,030	0,70	0,71	0,528	0,023
				Желание работать	0,25	0,015	0,68	0,70	0,521	0,011
				Стремление	0,25	0,015	0,95	0,90	0,670	0,011
Производственно-бытовые	0,20			Качество рабочего места	0,30	0,018	0,89	0,75	0,558	0,011
				Обеспеченность отдыха	0,30	0,018	0,85	0,80	0,595	0,013
		Свободное время	0,40	0,024	0,78	0,60	0,446	0,014		

Группы	$m_i$	Название кластеров	$q_{j_i}$	Факторы кластеров	$s_{ij_i p_{j_i}}$	Мотиватор (баллы)				
						$k_{ij_i p_{j_i}}$	Оценки действия факторов фирмой и работником			Общая оценка действия факторов
							$a_{ij_i p_{j_i}}$	$b_{ij_i p_{j_i}}$	$d \cdot b_{ij_i p_{j_i}}$	
Ценности	0,1	Характеристика условий труда	0,60	Стабильность работы предприятия	0,40	0,024	0,68	0,70	0,521	0,018
				Интересная работа	0,20	0,012	0,98	0,99	0,737	0,009
				Возможность карьерного роста	0,40	0,024	0,60	0,57	0,424	0,017
	Отношение к труду	0,40	Властвование	0,40	0,016	0,56	0,60	0,446	0,013	
			Партнерство	0,50	0,020	0,89	0,75	0,558	0,013	
			Подчинение	0,10	0,004	0,68	0,60	0,446	0,003	

Коэффициенты столбца 11 отражают общее мотивационное воздействие фактора с учётом сопоставления мнения фирмы и работника о степени влияния соответствующих факторов на производственный процесс. Эти коэффициенты рассчитываются по формуле:

$$c_{ij_i p_{j_i}} = \frac{d \cdot b_{ij_i p_{j_i}}}{a_{ij_i p_{j_i}}} \cdot k_{ij_i p_{j_i}} \quad (i = \overline{1, n}, j_i = \overline{1, l_i}, p_{j_i} = \overline{1, l_{j_i}}) \quad (3)$$

где  $i$  – номер группы,

$j_i$  – номер кластера в  $i$ -й группе,

$p_{j_i}$  – номер фактора в  $j_i$ -м кластере;

$n$  – число групп,

$l_i$  – число кластеров в  $i$ -й группе,

$l_{j_i}$  – число факторов в  $j_i$ -м кластере  $i$ -й группы;

$a_{ij_i p_{j_i}}$  оценка действия фактора  $(ij_i p_{j_i})$  фирмой,

$b_{ij_i p_{j_i}}$  оценка действия фактора  $(ij_i p_{j_i})$  рабочим;

$c_{ij_i p_{j_i}}$  общая оценка фактора  $(ij_i p_{j_i})$ .

Оценка мотивации, определяемая по мотиватору, рассчитывается по следующей формуле:

$$c = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j_i=1}^{l_i} \left( \sum_{p_{j_i}=1}^{l_{j_i}} \frac{d \cdot b_{ij_i p_{j_i}}}{a_{ij_i p_{j_i}}} \cdot k_{ij_i p_{j_i}} \right) \right), \quad c \in [0, \infty) \quad (4)$$

В нашем случае оценка мотивации, рассчитанная по формуле (4) будет составлять 0,684. Оптимальное воздействие мотивации на работника возникает тогда, когда оценка мотивации  $c = 1$ . Если  $c < 1$ , то это означает, что фирма должна увеличить действие стимулирующих факторов. Это может повлечь за собой увеличение эффективности производства. Если  $c > 1$ , то это означает, что работник достаточно мотивирован и в последующем повышение эффективности производства на фирме может осуществляться за счёт дальнейших организационных и структурных изменений в производственном процессе. Можно предложить следующую таблицу перевода значений оценок мотивации из количественных выражений в качественные:

**Шкала градаций мотивации**

Оценка мотивации	0-0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1,1	1,1-∞
Наименование градаций мотивации	Полное отсутствие мотивации	Бесперспективная	Заметная	Достаточная	Умеренно высокая	Оптимальная	Сверхнормативная

В заключение необходимо отметить, что математически обоснованное, грамотное использование мотивации трудовой деятельности, как важнейшего определяющего фактора роста эффективности произ-

водства, позволит существенно оптимизировать снижающийся в настоящее время синергетический эффект от коллективного участия всего трудового населения страны в поднятии уровня экономики страны.

**Список литературы**

1. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
2. Энциклопедия систем мотивации и оплаты труда / Под ред. Дороти Бергер, Ланса Бергера; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 761с.
3. Hodson R., Sullivan T. A. The Social Organization of Work. Wadsworth, 1990. – 321p.
4. Дряхлов Н., Куприянов Е. Системы мотивации персонала в Западной Европе и США // 2007. - №2. С. 32.



## СИСТЕМНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Л. А. Филипповская,**

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», г. Харьков  
filipOk2k@rambler.ru

**Е. А. Матвиенко**

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», г. Харьков  
e.matvienko@gmail.com

**Аннотация.** В работе рассмотрен системный подход в исследовании экономического состояния предприятия. Предложена модель и инструмент автоматизированной обработки экономических данных на основе применения метода распознавания образов.

**Статья по материалам монографии:** «Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика». Монография / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Невежина, Е.И. Шохина. – М.: Научные технологии, 2013. – 528 с.

## SYSTEM TOOLS OF RESEARCH OF THE ECONOMIC CONDITION OF THE ENTERPRISE

**L. Filipkovskaya,**

National space university of N.E.Zhukovskogo "The Kharkov aviation institute",  
Kharkov

**E. Matvienko**

National space university of N.E.Zhukovskogo "The Kharkov aviation institute",  
Kharkov

**Summary.** The paper presents a systematic approach to the study of the economic condition of an enterprise. The model and tool for automated processing of economic data by applying the method of pattern recognition are proposed.

**This article wrote on the basis of monograph:** "The innovation and information technologies in the development of national economy: theory and practice".

Управление промышленным предприятием связано с выполнением сложных функций: планирование производственно-экономической деятельности предприятия, оперативное управление производством, управление развитием предприятия и технической подготовкой производства, управление материально-техническим снабжением производства и сбыт готовой продукции, контроль качества продукции, осуществление финансовой деятельности предприятия и организационно-хозяйственное обслуживание производства,

управление социальным развитием предприятия, совершенствование организации производства.

Потому актуально обеспечение оптимального управления предприятием. Для достижения этой цели важную роль играет исследование состояния промышленного предприятия на системной основе [1].

Системный подход к экономическому исследованию позволяет решить задачи, связанные с идентификацией и прогнозом состояния объекта

управления, анализом и диагностикой сложившейся производственной ситуации.

Предлагается рассмотреть методический инструментарий и компьютерное моделирование обработки экономических данных, характеризующих состояние предприятия.

Рассмотренные вопросы часто требуют осмысления экономических данных с количественной и качественной стороны. Большой интерес представляют технологии интеллектуального анализа данных [2], которые являются основным инструментом исследования сложных процессов и обнаружения в них фрагментов с однородными свойствами, отражающих особенности многоаспектных отношений в данных.

В предложенной работе системный подход к оптимальному управлению предприятием дает основание представлять математическую модель оценивания состояния предприятия не в виде системы формул, а в структурном виде (в виде дерева решений). Базовой концепцией получения решения является когнитивная [2]. Для реализации когнитивного подхода к анализу экономических данных и принятию управленческих решений на промышленном предприятии предлагается использовать структурно-аналитический метод распознавания образов [3 - 5]. Модель состояния объекта управления (производственной ситуации) имеет вид дерева решений (графа) и формируется в процессе обучения.

Методы распознавания образов применены по таким причинам: возможность поиска скрытых закономерностей на основе анализа архивных данных и классификаторов; верификация данных, т.е. выявление ошибок в оперативно поступающих данных: строятся приблизительные прогнозы, которые сравниваются с вводимыми данными; отсутствие достаточно представительного количества статистической выборки; наличие смешанной информации (количественной и качественной); требование гибкости аппарата мониторинга состояний предприятия, принятие управленческих решений с элементами неопределенности; необходимость двух этапов в процессе создания и принятия решений: получение решения как результата работы информационных технологий и решения, контролируемого специалистом; получение содержательных результатов при небольшом объеме исходной информации с возможностью последующего усовершенствования модели по мере поступления новых данных.

Для интеллектуального исследования состояний предприятия используется созданная автором [5] интегрированная система автоматизированной обработки производственных ситуаций с данными, измеренными в различных шкалах (количественная, логическая, порядка и наименований). Предложенный инструментарий базируется на структурно-аналитическом методе распознавания, статистической обработке данных и теории тестов.

Исходная информация представлена обучающей выборкой в форме таблицы экспериментальных данных  $T_{m,n,s}$ , где  $m$  – число объектов обучающей выборки,  $n$  – число разнотипных признаков,  $s$  – число классов. Строки таблицы – реализации в многомерном пространстве разнотипных признаков. Информация о принадлежности любого объекта из обучающей выборки к определенному классу (образу) формируется в виде вектора указаний учителя  $Y = \{ \omega_{ik} \}, k = 1, s$ .

Бинарное дерево решений (или правило классификации) представляет собой иерархическую структуру, где в узлах находятся терминальные разделяющие функции (неравенства или равенства), а в вершинах содержатся номера классов (состояний предприятия). Левая ветвь дерева отождествляется с истинным утверждением об отделении класса, а права – с ошибочным.

В общем виде задача построения оптимального правила классификации (грамматики) образов  $G$  ставится как задача выбора из множества грамматик  $G^0$  некоторой грамматики  $G^*$ , минимизирующей критерий качества

$$u = \arg \min W(G) | X^n, Y, F, B, W_0$$

при заданной допустимой величине  $W_0$ , алфавите признаков  $X^n$ , алфавите образов  $Y$ , паре  $\langle F, B \rangle$  параметрических семейств

$$F : X^n \rightarrow F(\bar{x}, \bar{\alpha}); \quad B : F \rightarrow B(F, \bar{\beta}) = \{0, 1\},$$

где  $\bar{\alpha}$  и  $\bar{\beta}$  – определенные по таблице \$

$T_{m,n,s}$  векторы параметров закономерностей, характеризующие сложность терминальных разделяющих функций и правила классификации.

Терминальные разделяющие функции описывают локальные закономерности структурного образа в исследуемой предметной области. Для одной обучающей выборки можно построить несколько правил классификации, имеющих различную структурную сложность, то есть различное количество терми-

нальных разделяющих функций. Согласно теории структурно-аналитического метода распознавания образов правило классификации восстанавливается по бинарной таблице, в которую по столбцам входят значения истинности отдельных терминальных разделяющих функций из заданной системы, а строки соответствуют фрагментам образов в пространстве признаков. Правило классификации можно оценить до его восстановления.

В рамках задачи обучения распознаванию образов для автоматизированного анализа обработки экспериментальных данных рассматриваются четыре подзадачи: 1) получение информативного набора признаков с заданным значением оценки структурной полноты; 2) выдача информативного набора признаков обучающей выборки; 3) определение базовых терминальных разделяющих функций, которые входят во все наборы классификационных функций для построения дерева решений; 4) построение рационального дерева решений.

Предобработка исходных данных предусматривает возможность исключения из рассмотрения объектов, признаков и классов исходной обучающей выборки. Это позволяет проанализировать таблицу данных с разных точек зрения рассматриваемой проблемы.

Итак, структурно-аналитическая модель распознавания образов представляет собой эффективное средство для описания структуры сложных объектов в пространстве разнотипных признаков и получения дерева решений, наиболее полно удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к системам распознавания образов. При этом решающие правила можно сохранять в некоторой базе для проведения теоретических экспериментов и практического применения при решении реальных задач.

При функционировании сложных объектов возникают ситуации, в том числе и нештатные, для эффективной обработки которых необходимо использовать опыт эксплуатации объекта, а также интуитивные и нечеткие знания специалистов. В этих условиях для принятия решений целесообразно задействовать интеллектуальную компоненту системы управления в составе банка знаний и базы данных характеристик объекта. Интеллектуальные методы могут быть применены в рамках экспертной системы.

На рисунке 1 представлена функциональная схема интеллектуальной интегрированной системы распознавания производственных ситуаций.

Контур управления реализован в виде интерактивного программного комплекса классификационной обработки данных (ИПК КОД). ИПК КОД предназначен для автоматизированного анализа и обработки данных, описываемых наборами признаков, измеренных в разнотипных (количественной, логической, наименований и порядка) шкалах.

Исходной информацией является таблица данных в форме матрицы «объекты – признаки», которые составляют реализации с наименованиями классов. Выходная информация – сведения об информативности признаков, их разделяющей способности и дерево решений.

С использованием ИПК КОД решалась задача определения состояния промышленного предприятия.

Для формирования пространства признаков использовались данные десяти предприятий [6]. Деятельность каждого из предприятий характеризуется семнадцатью показателями, оценивающими их финансовые состояния. Известны состояния, в каких могут находиться предприятия: два рентабельных предприятия (класс 1), четыре предприятия в нормальном (бескризисном) состоянии (класс 2), четыре предприятия в кризисном состоянии (класс 3). Номера классов введены, как это делается в распознавании образов. Была поставлена задача об определении информативных признаков при безошибочной классификации состояний предприятий.

По полученному дереву решений, например, для кризисного состояния (класс 3) определены следующие комбинации признаков:

1) коэффициент оборотности производственных запасов должен быть не меньше 1,24 и коэффициент текущей ликвидности меньше 0,64;

2) коэффициент оборотности производственных запасов должен быть не меньше 1,24 и коэффициент текущей ликвидности не меньше 2,52;

3) коэффициент оборотности производственных запасов должен быть не меньше 1,24, коэффициент текущей ликвидности меньше 2,52 и коэффициент оборотности оборотного капитала меньше -2,74.

Аналогично можно представить решения и по другим состояниям. Согласно теории распознава-

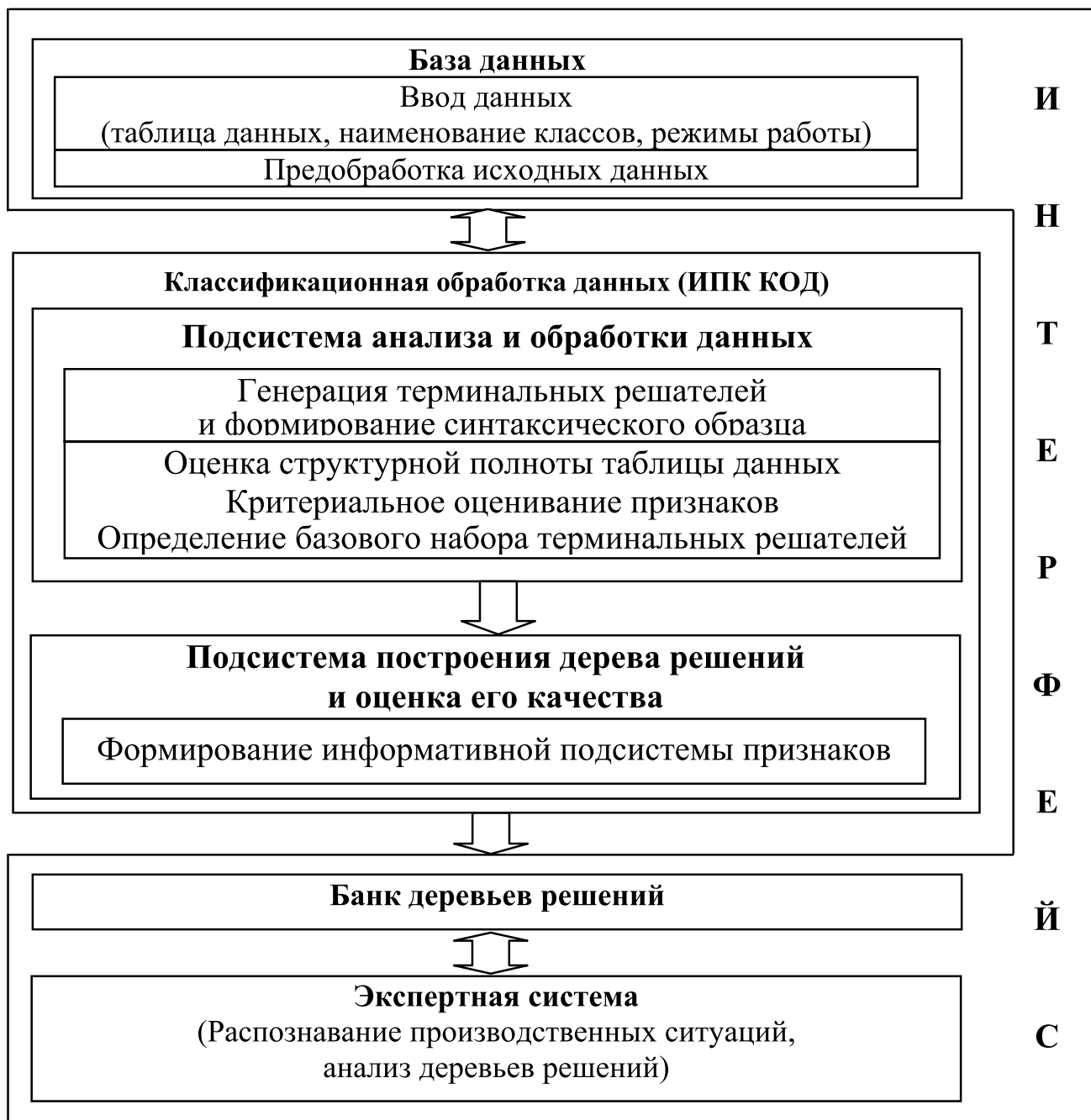


Рисунок 1. Функциональная схема интеллектуальной интегрированной системы распознавания производственных ситуаций

ния образов для идентификации состояния нового предприятия используют одну из вариаций.

Автором рассмотрен системный подход в исследовании экономического состояния предприятия, предложена методика и инструмент для автома-

тизированной обработки экономических данных на основе структурно-аналитического метода распознавания образов. Эта модель может быть использована для диагностирования экономической безопасности предприятия [7].

**Список литературы**

1. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике / Ю.Ф. Тельнов. – М.: СИНТЕГ, 2002. – 306 с.
2. Абдикеев Н.М. Когнитивная экономика в эпоху инноваций / Н.М. Абдикеев, А.Н. Аверкин, Н.А. Ефремова. – Вестник РЭА, 2010, №1. – С. 3-20.
3. Стоян Ю.Г. Теория R-функций и актуальные проблемы прикладной математики / Ю.Г. Стоян, В.С. Проценко, Г.П. Манько, И.В. Гончарюк, А.В. Курпа А.В., В.С. Рвачев, Н.С. Синеккоп, И.Б. Сироджа, А.Н. Шевченко, Т.И. Шейко. – Киев: Наук. Думка, 1986. – 261 с.
4. Філіпковська Л.О. Задачі розпізнавання образів в інформаційній системі адаптивного управління підприємством / Л.О. Філіпковська // Матеріали I-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Захист інформації і безпека інформаційних систем», м. Львів. – Львів: Видавництво Української академії друкарства, 2012. С. 24 - 25.
5. Филипковская Л.А. Информационная технология классификационной обработки данных производственных ситуаций / Л.А. Филипковская // Вісн. Нац. техн. ун-та “Харк. політехн. ін-т”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. - №7, т.2. С. 93 – 98.
6. Адаптивные модели в системах принятия решений: Монография / Под ред. Н.А. Кизима, Т.С. Клебановой. – Х.: ИД «Инжэк», 2007. – 368 с.
7. Филипковская Л.А., Скачков А.Н. Обеспечение экономической безопасности авиапромышленного предприятия / Л.А. Филипковская, А.Н. Скачков // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики. – Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є Жуковського «ХАІ». – 2011. – №2. С. 100 – 112.

## Требования к оформлению рукописей статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе "Антиплагиат".

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно–практический журнал "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускается.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Список литературы составляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0–11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные – 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф–редактору научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" ( e-mail: [redaktor@nauteh-journal.ru](mailto:redaktor@nauteh-journal.ru) ).