

Высокопроизводительные вычисления при моделировании стратификации в региональной экономике*

А.И. Фетина

Рассмотрена модель региональной экономики, построенная на основе стратификации общества по шести стратам, распределенным по доходам. Власть, элита, к которой можно отнести дирекцию крупных предприятий, менеджеры и предприниматели. Глобалисты, работники массовых профессий. Работники торговли и сервиса. Интеллигенция. Работники натуральных хозяйств, неработающие пенсионеры, безработные, беженцы. Социальное дно. Региональная экономика описана как взаимодействие этих экономических агентов. Модель идентифицирована по данным Кировской области. Делается прогноз динамики валового регионального продукта. Для идентификации модели используются параллельные вычисления на суперкомпьютере ВятГУ.

1. Введение

Высокопроизводительные параллельные вычисления позволяют за приемлемое время оценить параметры математических моделей сложных социально-экономических систем за счет верификации модели по статистическим временным рядам ее макропоказателей. В данной работе решается задача определения по данным Кировской области параметров (идентификации) новой региональной модели, описывающей взаимодействие экономических, социальных и демографических процессов на основе социальной стратификации. Естественная декомпозиция модели по стратам позволяет снизить время расчета параметров.

В мире всегда существовало социальное неравенство. Одни имели власть, деньги, авторитет, а другие находились в положении подчиненных, рабов. Так было на протяжении многих столетий, начиная с тех времен, когда еще не существовало даже государственности. В родовой общине все решения принимались старейшинами, с развитием государственности власть и ответственность возлагалась на лидеров, сильнейших и мудрейших. И, соответственно, распределение добытых богатств начиналось с правящей верхушки, а значит, стоящие у власти могли забирать лучшее или даже неравную часть завоеванных общими усилиями и трудами средств. И даже в современном развитом мире равномерное распределение богатства и власти просто невозможно в силу различий в человеческих способностях, желаниях и амбициях.

Организация большей части обществ такова, что их институты неодинаково распределяют блага и ответственность среди разных категорий людей и социальных групп. Поэтому, социальный порядок не является нейтральным, а служит достижению целей и интересов одних людей и социальных групп в большей степени, чем других, в чем и проявляется неравенство.

Социальная стратификация — это деление общества на социальные слои (страты) путем объединения различных социальных позиций с примерно одинаковым социальным статусом. Стратификация отражает сложившееся в обществе представление о социальном неравенстве в виде социальной иерархии, где всё общество выстроено по вертикали вдоль своей оси по одному или нескольким стратификационным критериям, являющимся показателями социального статуса. В социальной стратификации устанавливается определенная социальная дистанция между людьми (социальными позициями) и фиксируется неравный доступ членов общества к социально значимым дефицитным ресурсам путем установления на границах разделяющих их социальных фильтров. Социологи используют многомерный подход [1], в котором классовая стратификация современных обществ проводится по четырем главным критериям:

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №№ 08-01-00377, 09-01-90201-Монг_а), РГНФ (проект № 10-02-00300-а), ПФИ Президиума РАН П-2, ПФИ ОМН РАН № 2, гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (проект № НШ-3320.2010.1).

1. Доход, измеряется в рублях или долларах, которые получает индивид или семья в течение определенного периода времени, скажем, одного месяца или года.
2. Образование, измеряется числом лет обучения в школе или вузе. Имеет значение также и престижность учебного заведения.
3. Власть, измеряется количеством людей, на которых распространяется решение, принимаемое индивидом.
4. Престиж профессии. В отличие от предыдущих показателей, это не объективный, а субъективный показатель. Это уважение статуса, сложившееся в общественном мнении. Измеряется в баллах по шкале профессионального престижа в результате опроса.

Современные исследования факторов, критериев и закономерностей стратификации российского общества позволяют выделить слои, различающиеся как социальным статусом, так и местом в процессе реформирования российского общества. Согласно гипотезе, выдвинутой академиком РАН Т. И. Заславской, российское общество состоит из четырех социальных слоев: верхнего, среднего, базового и нижнего, а также десоциализированного “социального дна” [1].

Верхний слой включает реально правящий слой, к которому относятся элитные и субэлитные группы, занимающие наиболее важные позиции в системе государственного управления, в экономических и силовых структурах. Средний слой является зародышем среднего слоя в западном понимании этого термина. В будущем полноценный средний слой в России сформируется на основе социальных групп, образующих сегодня соответствующий протослой. Это мелкие предприниматели, менеджеры средних и небольших предприятий, среднее звено бюрократии, старшие офицеры, наиболее квалифицированные и дееспособные специалисты и рабочие. Базовый социальный слой охватывает более двух третей российского общества. Его представители обладают средним профессионально-квалификационным потенциалом и относительно ограниченным трудовым потенциалом. Сюда относится основная часть интеллигенции (специалистов), полунинтеллигенция (помощники специалистов), технический персонал, работники массовых профессий торговли и сервиса, большая часть крестьянства. Хотя социальный статус, менталитет, интересы и поведение этих групп различны, их роль в переходном процессе достаточно сходна. Нижний слой замыкает основную, социализированную часть общества. Отличительными чертами его представителей являются низкий деятельностный потенциал и неспособность адаптироваться к жестким социально-экономическим условиям переходного периода. В основном этот слой состоит из пожилых малообразованных, не слишком здоровых и сильных людей, из тех, кто не имеет профессий, а нередко и постоянного занятия, места жительства, безработных, беженцев и вынужденных мигрантов из районов межнациональных конфликтов. Признаками представителей данного слоя являются очень низкий личный и семейный доход, низкий уровень образования, занятие неквалифицированным трудом или отсутствие постоянной работы. Социальное дно характеризуется главным образом изолированностью от социальных институтов большого общества, компенсируемой включенностью в специфические криминальные и полукриминальные институты. Представителями социального дна являются преступники и полупреступные элементы, а также опустившиеся люди.

Моделирование региональной экономики возможно на основе разделения общества на страты и выявления закономерностей взаимодействия этих страт путем перераспределения добавленной стоимости с целью выявления узких мест и слабых сторон отдельного региона. Если подобно работе [2] изобразить страты на плоскости, где по оси абсцисс указан уровень образования, а по оси ординат уровень дохода, мы получим своеобразную пирамиду (см. рис.1).

1. Властные структуры области, элита (элитные группы в управлении, политике, экономике (крупные предприниматели, CEO, олигархи), силовых структурах), менеджеры (предприниматели, управляющие среднего звена, старшие офицеры, высококвалифицированные специалисты, новые русские).
2. Глобалисты (участники глобальных международных рынков, программисты, off-shore работники, которые легко перемещаются по странам мира), работники массовых профессий (офисные служащие, работники добывающих и перерабатывающих предприятий).
3. Работники торговли и сервиса (персонал торговли и общественного питания, финансового и страхового сервиса).

4. Интеллигенция – работники науки, образования, медицины и культуры.
5. Работники натуральных хозяйств (сельскохозяйственные работники, кустики, самозанятые), неработающие пенсионеры, безработные, беженцы.
6. Социальное дно (преступники, пьяницы, наркоманы, бродяги, бомжи и прочий андеграунд).

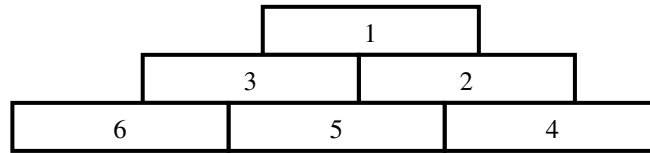


Рис.1. Стратификация общества по уровню образования (слева направо по оси абсцисс) и уровню дохода (снизу вверх по оси ординат). Краткие названия страт: 1) верхушка, 2) глобалисты, 3) торговцы, 4) интеллигенция, 5) наименее обеспеченные, 6) социальное дно.

Таким образом, описанное выше деление по уровню дохода и уровню образования позволяет в отличие от десяти социальных страт России [2] выделить шесть страт в социальной структуре Кировской области, что указывает на региональную специфику.

Предложенная в настоящей работе стратификация общества позволяет связать каждую страту с определенной отраслью региональной экономики. Что касается экономики, то здесь также можно выделить основные, ведущие отрасли. Это сельское хозяйство; промышленность (в том числе химическая и биохимическая, а также информационные технологии); торговля и сервис, включая финансовый; образовательная сфера (в нее объединены три сферы - наука, культура и образование); а также сфера управления.

Для моделирования региональной экономики сопоставим социальные страты и экономические отрасли. В сфере управления действуют, главным образом, члены элитарной страты. Их труд не отличается какими-либо усилиями с физической стороны, основная деятельность – умственная. При этом в данной сфере не создается продукт производства, а только услуги с высокой добавленной стоимостью. Сферу торговли и сервиса представляет средний класс, основу которого составляют соответствующие работники. Здесь также не производится продукт и присутствует высокая добавочная стоимость. Базовая страта, или рабочие промышленной сферы, транспорта и строительства являются основными источниками производственного продукта, то есть они создают продукт, на который в более высоких по уровню дохода стратах наращивается добавленная стоимость. Эта страта преимущественно связана с пищевой и обрабатывающей промышленностью, а также с лесным хозяйством. Интеллигенция работает в образовательной сфере (в науке, культуре и образовании), где невысокий уровень дохода соответствует невысокой добавленной стоимости, и нет производственного продукта. В сфере сельского хозяйства трудятся работники сельского хозяйства. Их труд характеризуется высокими физическими затратами и низкой отдачей в плане добавленной стоимости. Они также в процессе труда создают основной продукт, который в дальнейшем перераспределяется среди других классов и слоев населения Кировской области. Андеграунд мы не будем рассматривать в качестве работников отдельной экономической сферы, считая, что они не создают добавочную стоимость в ВРП, хотя их можно будет учесть в дальнейшем при усложнении модели в виде теневого сектора. Следовательно, в нашем рассмотрении далее речь будет идти лишь о пяти стратах.

Между описанными стратами и сферами экономики существует движение материальных и финансовых потоков. Основной продукт создается в промышленности и сельском хозяйстве. Соответственно, между базовой стратой и стратой сельских рабочих происходит взаимный обмен произведенными товарами и финансовыми средствами. Пищевая промышленность использует результаты сельскохозяйственной деятельности для дальнейшей переработки, а сельское хозяйство использует промышленные объекты и инструменты в процессе производства. Причем, продукция промышленной сферы стоит дороже, чем сельскохозяйственной, вследствие чего у страты крестьян добавленная стоимость наименьшая, как, следовательно, и уровень дохода. Сфера промышленности дает свою продукцию также каждому из слоев как в виде продуктов питания (пищевая промышленность), так и в виде промышленного оборудования, в ре-

зультате чего образуется добавочная стоимость, часть из которой уходит на заработную плату. Непосредственное использование продукции каждой сферы другими очевидно в виде потребления товаров и услуг каждой из отраслей. Мы же в нашей работе используем понятие добавленной стоимости, что требует описания дополнительных взаимодействий некоторых сфер экономики. Так, продукция страты крестьян используется также в сфере торговли, за счет чего и создается добавленная стоимость, часть которой идет на зарплату работников торговли. Услуги, оказываемые средним классом, потребляются каждой из страт, то есть, каждая страта тратит часть дохода на данную сферу, которая также имеют добавочную стоимость. Это пример того, что взаимодействие каждых страт двусторонне. И каждая из четырех страт нижнего уровня выплачивает налоги на существование элиты и прибыль и взятки для обеспечения существования собственной сферы. При этом каждая страта платит свою долю налогов. Финансовые потоки идут из сферы торговли в промышленную сферу за товары промышленного производства, идущие в виде материальных потоков от базового класса среднему. Таким образом, средний класс получает добавленную стоимость в виде вознаграждений за свой труд, которая является накруткой на начальную стоимость товара. Такова упрощенная схема взаимодействия социальных страт.

В работе используется модель экономики региона, построенная на основе стратификации. Основой для построения региональной модели послужила модель экономики страны, учитывающая социальную стратификацию населения России [2].

Перебор параметров по сетке с заданным шагом дает возможность найти набор параметров, дающий наилучшее приближение рассчитанных с помощью модели временных рядов показателей экономики к их статистическим аналогам. Для этого разрабатываются специальные критерии близости и похожести для статистических и рассчитанных по модели временных рядов макропоказателей изучаемой экономической системы страны или региона. Возможно использование свертки критериев, а также решение многокритериальных задач оптимизации. С развитием высокопроизводительных систем эта задача может быть значительно упрощена и сведена к минимуму затрат. Благодаря этому создание математических моделей в наши дни осуществляется, в основном, с использованием различных компьютерных технологий [3,4].

2. Модель региональной экономики

При выделении сложившихся в Кировской области страт необходимо указать их взаимосвязь с наиболее развитыми отраслями экономики региона. В общих чертах это можно представить следующей схемой:



Рис. 2. Сопоставление страт и секторов экономики Кировской области

Перечисленные страты не являются единственными в перечисленных сферах экономики, но становятся их социальным базисом. Таким образом, отношения между представленными отраслями в той или иной степени обуславливаются социальным наполнением каждой из них. Далее рассмотрим основные финансовые и материальные потоки между представленными сферами-стратами (рис.3).

Невозможно рассматривать материальные потоки отдельно от финансовых, поскольку одни определяются другими. Так, сфера управления передает управляющее воздействие на остальные сферы экономики, взамен получая ресурсы для обеспечения своей деятельности легальным путем в виде налогов, и нелегальным в виде взяток. Уровень финансовых ресурсов, перечисляемых в сферу управления, определяется уровнем налоговой нагрузки в регионе и уровнем коррумпированности. В свою очередь сфера управления получает возможность пере-

распределения полученных средств за счет перенаправления их в другие сферы, либо путем потребления их продукции.

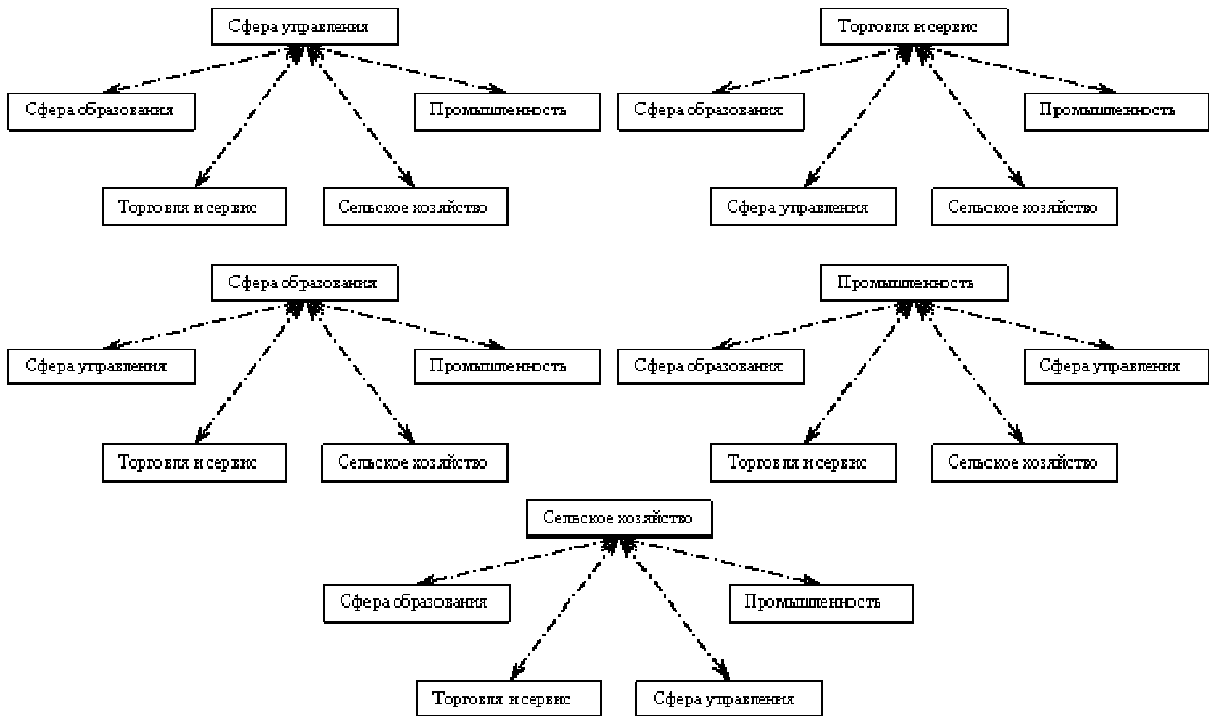


Рис. 3. Взаимодействие секторов экономики Кировской области

Математическое описание образования добавленной стоимости внутри каждой страты подробно представлено в [2]. Здесь дадим только схематическое описание, учитывающее специфику региональной модели, в частности количество страт и их специализацию. Для простоты предполагаем, что инфляция описывается заданным извне региона дефлятором валового регионального продукта $p(t)$, а все остальные макропоказатели фиксированного года t описываем после дефлирования на этот единый в модели индекс цен.

Стоимость $y_i(t)$, добавленная в году t к региональному валовому продукту стратой i ($i = 1, \dots, 5$), определяется численностью занятых в экономике людей страты $L_i^E(t)$ и их производительностью труда $u_i(t)$ – нормой выхода добавленной стоимости на единицу живого труда:

$$y_i(t) = u_i(t)L_i^E(t), \quad (1)$$

Производительность труда $u_i(t)$ в страте i зависит от среднего оборотного капитала $k_i(t)$ в ней и среднего уровня образования $o_i(t)$ (см. [2]):

$$u_i(t) = u_i(k_i(t), o_i(t)). \quad (2)$$

Численность занятых в экономике людей $L_i^E(t)$ страты i определяется ее человеческим потенциалом – численностью людей трудоспособного возраста $L_i^T(t)$, принадлежащим данной страте:

$$L_i^E(t) = v_i(t)L_i^T(t), \quad L_i^T(t) = \sum_{a=18}^{65} l_i(t, a). \quad (3)$$

Здесь $v_i(t) \in (0, 1)$ – доля трудоспособных лиц, занятых в экономике, а $l_i(t, a)$ – численность населения возраста a в i -й страте.

Пусть q_i - доля теневых доходов в i -й страте, n_i – уровень налогообложения в ней (налогообложение доходов разных страт отличается в силу принятой в России регрессионной шкалы), m_i – уровень собираемости штрафов за уклонение от налогов, тогда $q_i y_i(t)$ – теневые доходы, $(1 - q_i) y_i(t)$ – легальные доходы, $n_i (1 - q_i) y_i(t)$ - налоговые отчисления, а $m_i q_i y_i(t)$ – штрафные санкции с i -й страты. Налоговые отчисления и штрафные санкции поступают в консолидированный бюджет региона, образуя доходы бюджета, которыми распоряжается элита - страта 1. Элита осуществляет расходы бюджета, осуществляя трансферты во все страты. Доходы консолидированного бюджета $D(t)$ и его расходы $R(t)$ определяются соотношениями:

$$D(t) = \sum_{i=1}^5 (n_i - (n_i - m_i) q_i) y_i(t), \quad R(t) = \sum_{i=1}^5 b_i D(t), \quad (4)$$

где b_i – доля доходов бюджета, идущая страте i . Заметим, что $\sum_{i=1}^5 b_i = 1$ в редком случае сбалансированного консолидированного регионального бюджета.

Для замыкания модели формирования доходов страт считаем, что коррупционные доходы $C_1(t)$ части элиты пропорциональны числу чиновников, определяемой числом занятых в экономике лиц первой страты $L_1^E(t)$, а коррупционные расходы других страт ограничены их теневыми доходами:

$$C_1(t) = r_1(t) L_1^E(t) + \sum_{i=2}^5 \min(r_i(t) L_1^E(t), (1 - m_i) q_i y_i(t)), \quad (5)$$

где $r_i(t)$ - норма прибыли на одного занятого в экономике члена первого слоя, включая взятки, для страты i .

Теперь можно определить реальные располагаемые доходы страт $d_i(t)$ после налогообложения, штрафных санкций и бюджетных трансфертов:

$$d_1(t) = C_1(t) - r_1(t) L_1^E(t) + b_1 D(t) + (1 - n_1 + (n_1 - m_1) q_1) y_1(t), \quad (6)$$

$$d_i(t) = b_i D(t) + (1 - n_i + (n_i - m_i) q_i) y_i(t), \quad (i = 2, \dots, 5). \quad (7)$$

Средние доходы страт $\delta_i(t) = d_i(t) / L_i(t)$ определяют не только их положение в обществе, но также их демографические показатели [2,5] и показатели $k_i(t)$, $o_i(t)$ производительности труда (2). Последние представлены здесь соотношениями

$$k_i(t) = \kappa_i \delta_i(t), \quad o_i(t) = \rho_i \sum_{a=0}^{A_i} \delta_i(t - a), \quad (8)$$

где κ_i, ρ_i - положительные константы, A_i - средний возраст обучения в данной i -й страте. При этом в качестве функции (2) возьмем производственную функцию леонтьевского типа: $u_i(k_i(t), o_i(t)) = \min(k_i(t), o_i(t))$.

Динамику населения в каждой страте описываем подобно [2]. В каждый момент времени t численность населения страты i , имеющей возраст a , определяется ее численностью в предыдущий момент времени и силой смертности $\mu_i(t, a)$.

$$l_i(t, a) = (1 - \mu_i(t, a)) l_i(t - 1, a - 1), \quad (9)$$

Зависимость силы смертности от социальных и биологических параметров будем описывать по формуле, подобной формуле Гомперца-Мейкема:

$$\mu_i(t, a) = \min(1, \sigma_i(t) + \eta \exp(\gamma a)), \quad (10)$$

где положительные параметры η, γ описывают биологическую составляющую смертности, а $\sigma_i(t)$ - социальную [2,5,6]. Социальная составляющая смертности зависит от страты и уровня ее текущих доходов. Если уровень доходов превысит некий минимальный уровень δ_i^0 , то социальная составляющая смертности начинает снижаться. Опишем здесь эту зависимость следующей функцией [2]:

$$\sigma_i(t) = \xi_i \exp(-\lambda_i (\delta_i(t) - \delta_i^0)_+), \quad (11)$$

где ξ_i - максимальный уровень социальной смертности. Здесь и далее используется обозначение $x_+ = \max(0, x)$. Это означает, что социальная составляющая силы смертности падает только тогда, когда этот уровень превысит заданную величину δ_i^0 .

Численность новорожденных в страте i определяется коэффициентами рождаемости, которые также зависят от уровня доходов. Здесь мы для простоты описания эту зависимость представим с помощью одного единственного коэффициента рождаемости и численностью населения в детородном возрасте:

$$l_i(t, 0) = \beta_i(t) \sum_{a=15}^{50} l_i(t, a), \quad (12)$$

где функция рождаемости зависит от текущего среднего дохода и некоторого уровня дохода δ_i^1

$$\beta_i(t) = \chi_i \exp(\theta_i (\delta_i(t) - \delta_i^1)_+) \quad (13)$$

Перетоки населения между стратами, связанные с получением образования, в модели мы пока не учитываем. Рассматриваем такую крайнюю ситуацию, когда все социальные лифты закрыты вообще.

На основании полученных данных по имеющимся материально-сервисным и соответствующим им финансовым потокам определяем валовой региональный продукт (ВРП) Кировской области как сумму первоначальных доходов отдельных ее отраслей-страт, исключив при этом добавленную стоимость по нерыночным коллективным услугам (оборона, государственное управление):

$$Y(t) = \sum_{i=1}^5 y_i(t)$$

В качестве основной задачи, поставленной в исследовании, выделим определение реального ВРП области, включающего не только официальные статистические данные, но и теневой доход каждой из перечисленных сфер.

Доход сферы управления включает в себя неналоговые доходы, полученные в рамках данной сферы (трансферты из федерального бюджета, неналоговые доходы региона и т.п.), налоговые доходы, полученные по отраслям экономики, и прибыль и взятки, получаемые от каждой из этих сфер. Размер взятки учитывается пропорционально налоговым поступлениям из той или иной сферы экономики. Доход сферы торговли и услуг определяется как сумма получаемых доходов от каждой из остальных сфер экономики, полученная как легальным, так и нелегальным путем. Размер теневого дохода между отраслями определяется пропорционально их доле в потреблении продукции сферы торговли и услуг. Доход остальных рассматриваемых

сфер экономики определяется аналогично, таким же образом распределяются и теневые доходы. Получаемый отраслями доход формируется из поступлений от реализации продуктов или услуг другим сферам либо внутри данной сферы. Значения получаемого дохода определяются на основании данных, полученных из статистического сборника по Кировской области с отношением существующих отраслей в одну из обозначенных нами сфер. Наибольшую сложность составляет определение размахов теневой экономики в регионе, в чем и состоит задача проводимого исследования. Полученные результаты позволяют сделать выводы по основным причинам возникновения и развития нелегальных отношений в регионе, а также обозначит основные меры их постепенной нейтрализации и даст направления действий для лиц, принимающих решения.

3. Параллельные вычисления

Для идентификации модели (нахождения значений параметров) нужно сравнить по какой-либо мере близости расчетные выходные временные ряды переменных модели с доступными статистическими временными рядами 2000 – 2007 гг. Так как число параметров превышает разумные нормы, приходится делать упрощающие предположения. Демографические параметры возьмем те, что были получены в [2]. Уровень штрафных санкций полагаем равным 0, а уровни налогообложения всех страт – одинаковыми: $m_i = 0$, $n_i = n$. Функции v_i , r_i полагаем константами. К указанным одиннадцати варьируемым параметрам добавятся еще двадцать: $q_i, b_i, \kappa_i, \rho_i$, $i = 1, \dots, 5$.

Для однозначного выбора оптимального вектора параметров модели $\vec{u} = (u_1, u_2, \dots, u_{31})$, заданных верхними и нижними границами, $u_k \in (u_k^-, u_k^+)$, $k = 1, \dots, 31$, в качестве меры близости будем использовать близость к единице определенной ниже свертки коэффициентов расхождения Тейла и коэффициентов корреляции Пирсона сравниваемых статистических и расчетных временных рядов макропоказателей модели. В формальной записи - требуется найти максимум функционала $F(\vec{u})$, который представляет собой среднегеометрическое всех критериев близости и корреляции:

$$F(\vec{u}) = 2^m \sqrt{\prod_{j=1}^m (1 - T_j(\vec{u})) U_j(\vec{u})}.$$

где m – число макропоказателей; j – номер макропоказателя, $j = 1, \dots, m$, $U_j(\vec{u}) = R(X_j, Y_j)$ – коэффициент корреляции Пирсона расчетных $X_j = X_j(\vec{u})$ и статистических Y_j временных рядов для j -го макропоказателя, а $T_j(\vec{u})$ – коэффициент расхождения Тейла для этих временных рядов j -го макропоказателя, используемый вместо среднеквадратического отклонения для оценки расхождения растущих временных рядов в экономике [4],

$$T_j(\vec{u}) = \sqrt{\frac{\sum_{t=2000}^{2007} (X_j(t) - Y_j(t))^2}{\sum_{t=2000}^{2007} X_j^2(t) + \sum_{t=2000}^{2007} Y_j^2(t)}}.$$

В качестве сравниваемых макропоказателей используем показатели из представленной ниже табл.1.

Таблица 1. Статистические временные ряды макропоказателей Кировской области

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>L</i>	734.3	708.8	707.0	701.7	712.4	714.6	706.1	735.0
<i>p</i>	100	116.2	121.5	113.6	114.2	112.2	114.3	118.2
<i>Y</i>	38111.6	37933.13	35396.75	36035.91	38603.85	38951.41	41042.4	41938.93
<i>I</i>	27315.98	28439.96	28948.55	31909.04	36100.84	42202.07	49184.12	55932.20
<i>J</i>	4275.000	4096.975	4272.232	5288.774	7171.087	9970.774	12444.31	16234.44
<i>E</i>	34051.28	33891.82	31625.67	32196.73	34491.09	34596.16	36886.32	37470.85
<i>Q</i>	27101.30	30246.47	32454.12	31872.96	33976.49	37236.89	39138.36	40013.23

Примечание. Источник данных - Федеральная служба государственной статистики РФ (www.gks.ru) и собственные расчеты [7-8]. Составляющие ВРП Кировской области приведены в постоянных ценах 2000 г. в млн. руб., труд (общая численность занятых в экономике) *L* выражен в тыс. чел. *Y* – ВРП, *p* – индекс-дефлятор, *J* - объем инвестиций, *E* - объем экспорта, *I* - объем импорта, *Q* - объем потребления домашних хозяйств, государственных и общественных организаций в ценах выпуска.

Кластер ВятГУ, на котором осуществляются расчеты по модели, имеет следующие технические характеристики:

- 240 восьмиядерных вычислительных узлов BL460C.
- Вычислительная сеть InfiniBand 4X DDR.
- Управляющая сеть Gigabit Ethernet.

Каждый блейд-сервер BL460C содержит:

- Два четырехядерных процессора - Quad-Core Intel Xeon processor 5345 (2.33 GHz, 1333 MHz FSB).
- 4 GB оперативной памяти - PC2-5300 (DDR2-667) fully buffered DIMMs.
- Два жёстких диска - 36GB SAS с возможностью горячей замены организованный в RAID-массив с расслоением обращений.
- Адаптер - Infiniband 4X DDR HCA.
- Интегрированный 2-х портовый сетевой адаптер Gigabit Ethernet.
- Дополнительный свободный слот расширения для установки дополнительных адаптеров GigE, FC, Infiniband.

3.1 Предварительные данные оценки параметров

При расчете параметров на 16 ядрах с шагом изменения параметров в 0.01 для уровня налогообложения и 0.1 для параметров время идентификации модели составило около 15 минут. В результате параллельных расчетов на суперкомпьютере ВятГУ получены следующие оценки параметров: (1) единый уровень налогообложения страт $n = 0.36 \pm 0.04$; (2) различающиеся параметры страт, которые приведены в табл.2.

Таблица 2. Оценка параметров пяти страт Кировской области

Страты i	1	2	3	4	5
v_i	0.5 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1
r_i	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.1
q_i	0.5 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1
b_i	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.1
κ_i	0.2 ± 0.1	2.5 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
ρ_i	9.0 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	5.0 ± 0.1	0.5 ± 0.1

Поскольку исходные статистические данные требуют уточнения, то указанные в табл. 2 оценки параметров страт следует считать предварительными.

4. Заключение

Предварительные результаты, полученные на основе проведенных по модели расчетов, позволяют делать некоторые прогнозы использования программы в дальнейших исследованиях. Получена первая приблизительная оценка валового продукта, произведенного населением Кировской области, как части валового национального продукта России. Использование в модели социальной стратификации также дает возможность не только определить добавленную стоимость каждой страты, но и отразить существующее социальное неравенство, выявить моменты перекоса доходов и расходов у отдельных слоев населения. Кроме того, деление дохода по социальным критериям также дает хорошую возможность развить тематику работы на основе исследования уровня жизни населения области, в результате которого можно сделать некоторые рекомендации правительству области как в налоговой политике, так и в области регулирования теневой сферы, что может благоприятно сказаться на уровне экономического развития Кировской области.

Необходимо отметить, что при расчетах в модели не учтены статистические данные 2008-2009 гг. Они будут учтены в модели сразу же после их опубликования статистическим ведомством. И тогда на основе существующих данных можно будет определить, насколько адекватна модель, и делать прогнозы макропоказателей региона на будущий период.

Хотя предложенная модель пока и не позволяет дать конкретный прогноз развития экономики региона, но в силу проведенной идентификации эта модель уже позволяет сделать предположения о возможном развитии региона, выявить сценарии его успешного развития, предложить варианты действий и дать возможность правильно оценить сложившуюся в регионе ситуацию лицам, принимающим решения.

Автор благодарит Оленева Н.Н. за идею, постоянное внимание к работе и оказанную помощь.

Литература

1. <http://www.bankreferatov.ru/db/M/6D3AF8E803298C6743256A20005D07D1>

2. Оленев Н.Н. Параллельные вычисления в моделировании российской экономики с учетом социальной стратификации// Наст. сб. С.
3. Оленев Н.Н. Основы параллельного программирования в системе MPI. М.: ВЦ РАН. 2005. 80 с.
4. Козлицкая А.В., Кощев А.В., Фетина А.И., “Технология использования MPI приложений в алгоритмах параллельных вычислений” / Экономические аспекты развития России: микро- и макроуровни. Сб. мат. межвуз. студенческой научно-практич. конф. // Под ред. Л.А.Суворовой. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2008. С.125-131.
5. Величковский Б.Т. Жизнеспособность нации. Роль социального стресса и генетических особенностей популяции в развитии демографического кризиса и изменении состояния здоровья населения России. М.: РАМН, 2009. 176 с.
6. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М. Параллельное программирование в MATLAB и его приложения. М.: ВЦ РАН. 2007. 120 с.
7. Оленев Н.Н., Фетина А.И. Параллельные вычисления в идентификации динамической модели экономики Вятского региона // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2009): Тр. межд. науч. конф. (Нижний Новгород, 30 марта – 3 апреля 2009 г.). – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. С.257-268.
8. Фетина А.И., Оленев Н.Н. Моделирование региональных экономических процессов с применением параллельных вычислений на примере экономики Кировской области //Тр. 52 научн. конф. МФТИ Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук. Ч.VII. ФУПМ. Т. 3. М.: 2009. С.134-136.
9. Оленев Н.Н., Фетина А.И. Моделирование экономики Кировской области с применением технологий параллельного программирования// Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. Январь-февраль 2010. № 1(65). С. 108-113.