



Munich Personal RePEc Archive

# **Development of Macroeconomic Equilibrium Model with the System Dynamics Method**

Skribans, Valerijs

Riga Technical University

2010

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/22716/>

MPRA Paper No. 22716, posted 29 May 2010 15:07 UTC

# РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ

Skribans V.

Рижский Технический Университет  
Латвийская Республика

## Аннотация

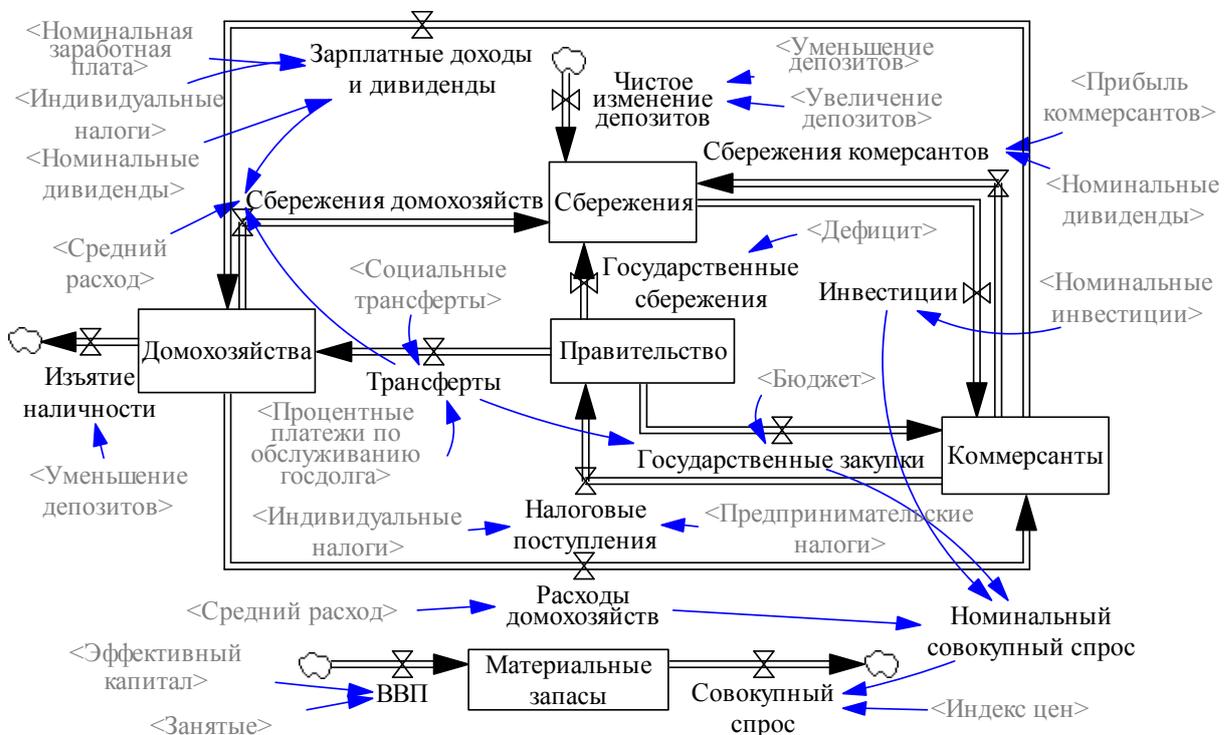
Чтобы оценить развитие экономики в Латвии разработана модель системной динамики, которая количественно анализирует макроэкономическое равновесие. Модель состоит из следующих блоков: подмодели макроэкономического равновесия, инвестиций, ожидаемого спроса, расходов домохозяйств, государственных финансов, роста цен, доходов, рынка труда и подмодель банковского сектора.

Цель статьи - отразить разработанную модель. Для достижения цели выдвинуты следующие задачи: отразить структуру модели, показать ее образующие блоки; обосновать экономические взаимосвязи и допущения, которые приняты в модели; показать применение модели на примере отдельных экономических показателей.

Разработанная модель может быть использована при планировании инвестиций, безработицы и занятости, налоговых поступлений и в других областях. Применяя модель практически, показано, как при изменении налоговой политики меняется налоговая база и изменяются налоговые поступления.

## 1. Общая схема модели макроэкономического равновесия

Общая схема модели макроэкономического равновесия показана на рис. 1.



\* элементы рисунка приведены в соответствии с обозначениями системной динамики [2; 3; 4]

Рис. 1 Общая схема модели макроэкономического равновесия



Соответственно рис. 2 отражены уравнения системной динамики.

Капитал = INTEG (Привлечение капитала - Уменьшение капитала, Начальный уровень)

Привлечение капитала = MAX (0, MIN (Сбережения, Заказанный капитал / Время поставки капитала))

Заказанный капитал = INTEG (Заказ капитала - Привлечение капитала, Начальный уровень)

Заказ капитала = Недостающие средства

Уменьшение капитала = Задержка капитала = DELAY FIXED (Привлечение капитала, Инвестиционный срок, Капитал / Инвестиционный срок)

Недостающие средства = Необходимый капитал + Уменьшение капитала - Капитал

Необходимый капитал = Реальный ожидаемый спрос в длительном периоде \* Отношение капитала и выпуска продукции

Номинальные инвестиции = Привлечение капитала \* (Индекс цен / 100)

Общие планируемые издержки капитала = SMOOTH (Процентная ставка, Время реакции на изменение издержек капитала) / 100 + 1 / Инвестиционный срок

Влияние планируемых издержек капитала на отношение капитала и выпуска продукции = Общие планируемые издержки капитала / Начальные издержки капитала

Отношение капитала и выпуска продукции = Влияние планируемых издержек капитала на отношение капитала и выпуска продукции \* Начальное отношение капитала и выпуска продукции

Отношение капитала и труда = Капитал / Занятые

Норма использования капитала = (Начальный капитал / Уровень начальной занятости) \* (Занятые / Капитал)

Эффективный капитал = Капитал \* Норма использования капитала

Где: INTEG (a, b) – интеграл от a, но в начальном пункте, когда невозможно рассчитать интеграл, функция принимает значение b;

MIN (a, b) – оператор выбора; выбирает минимальное значение из a и b;

MAX (a, b) – оператор выбора; выбирает максимальное значение из a и b;

DELAY FIXED (a, t, b) – оператор временной задержки; переменная a задержана на время t, во время задержки используется переменная b;

SMOOTH (a, t) – оператор сглаживания; переменная a сглажена по времени t.

\* уравнения представлены в соответствии с обозначениями системной динамики [6; 7; 8].

Необходимо объяснить уравнения, связанные с рис. 2. Видно, что в уравнении привлечения капитала, применено выражение Max (0, Min (a, b)). Оно обеспечивает положительное увеличение капитала (максимальное по сравнению с нулём), и при увеличении капитала будет выбрано меньшее из сбережений (a) и подготовленного заказанного капитала (b). Теоретически, в условиях сокращения населения, спрос может сокращаться. В таких условиях, при сохранении эффективности, объем используемого капитала сокращается. Однако сокращение будет происходить постепенно, исходя из инвестиционного срока.

Отдельные показатели модели, такие как *инвестиционный срок*, *время поставки капитала* для отдельных стран могут рассматриваться как постоянные. Все остальные уравнения просты и не требуют объяснений. Необходимо уточнить взаимосвязь инвестиционного блока с другими частями модели. Анализируя общую схему (рис. 1), можно сделать вывод, что инвестиции возможны только тогда, если в системе имеются сбережения. На рис. 2 видно переменную *сбережений* из общей модели. Также, индекс цен уже встречался в общей модели. Переменная *реальный ожидаемый спрос в длительном периоде*, взята из модели ожидаемого спроса и будет рассмотрена позже.

### 3. Модель расходов домохозяйств

Модель расходов определяет объем потребления домохозяйств, его изменения, анализирует коэффициент склонности к потреблению. Модель расходов домохозяйств показана рис. 3.

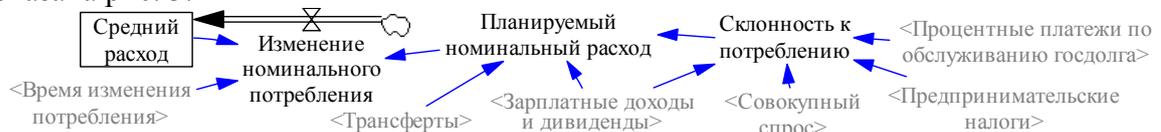


Рис.3 Модель расходов домохозяйств

Соответственно рис. 3 отражены уравнения системной динамики.

*Средний расход = INTEG (Изменение номинального потребления, Начальный уровень)*

*Изменение номинального потребления = (Планируемый номинальный расход - Средний расход) / Время изменения потребления*

*Планируемый номинальный расход = (Трансферты + Зарплатные доходы и дивиденды) \* Склонность к потреблению*

*Склонность к потреблению = ACTIVE INITIAL (Совокупный спрос / (Зарплатные доходы и дивиденды + Предпринимательские налоги + Процентные платежи по обслуживанию гос долга), Начальная склонность к потреблению)*

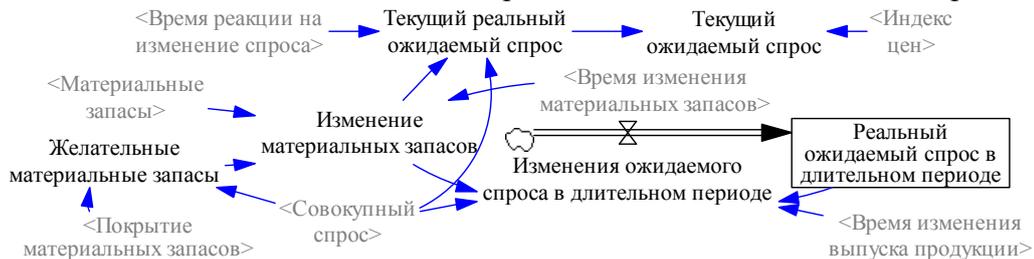
Где: ACTIVE INITIAL (**a**, **b**) – переменная **a**, в начальном пункте начинается с уровня **b**.

Анализ рис. 3 начнем с показателя среднего расхода. Средний расход определяется интегралом предыдущего уровня и изменением показателя. Изменения в среднем потреблении обозначены как *изменение номинального потребления*. На данный показатель влияют *планируемый номинальный расход, средний расход и время изменения потребления*. Изменение определяется как разница между средним расходом (факт) и планируемым потреблением, учитывая, что изменения не могут быть реализованы немедленно, а происходят постепенно, с учетом времени изменения потребления. Время изменения потребления является постоянной величиной, а планируемый номинальный расход необходимо рассчитывать. Планируемый расход домохозяйств зависит от доходов домохозяйств и склонности к потреблению. Доходы домохозяйств формируются из доходов по заработной плате, дивидендов и трансфертов, рассмотренных в общей модели.

Склонность к потреблению может быть использована как константа, т.к. в короткие периоды времени она не меняется. В длительный период, в месте с увеличением доходов и/или сбережений, склонность к потреблению может меняться. Соответственно, можно применить алгоритм изменений склонности к потреблению. В теории наиболее часто упомянуто, что склонность к потреблению определяют не изменения в потреблении, а изменения в сбережениях. Известно, что потребление, вместе с сбережениями равняются общему доходу. Соответственно, склонность к потреблению можно рассчитать из общего дохода и совокупного спроса (см. рис. 3).

#### 4. Модель ожидаемого спроса

Определение ожидаемого спроса основано на оценке совокупного спроса, материальных запасов и их изменения во времени. Эта модель показана на рис. 4.



**Рис.4** Модель ожидаемого спроса

Соответственно рис. 4 отражены уравнения системной динамики.

*Реальный ожидаемый спрос в длительном периоде = INTEG (Изменения ожидаемого спроса в длительном периоде, Начальный уровень)*

*Изменения ожидаемого спроса в длительном периоде = (Совокупный спрос + Изменение материальных запасов - Реальный ожидаемый спрос в длительном периоде) / Время изменения выпуска продукции*

*Изменение материальных запасов = (Желательные материальные запасы - Материальные запасы) / Время изменения материальных запасов*

*Желательные материальные запасы = Совокупный спрос \* Покрытие материальных запасов*

*Текущий реальный ожидаемый спрос = SMOOTH (Совокупный спрос, Время реакции на изменение спроса) + Изменение материальных запасов*

*Текущий ожидаемый спрос = Текущий реальный ожидаемый спрос \* Индекс цен / 100*

Отправной точкой модели ожидаемого спроса служат *совокупный спрос* и *материальные запасы*, которые ранее рассматривались в основной модели. Времена реакции, а также *покрытие материальных запасов* являются постоянными коэффициентами, которые могут быть рассчитаны для любой страны в отдельности. Коэффициент *покрытие материальных запасов* показывает каким должно быть соотношение совокупного спроса и материальных запасов. Этот коэффициент может не меняться в течении длительного периода, поэтому принят как постоянная величина. В случае изменения совокупного спроса и в соответствии с коэффициентом, возможно рассчитать желательные материальные запасы. Из желательных материальных запасов, учитывая фактические запасы и время их изменений, можно рассчитать изменение материальных запасов. Изменение материальных запасов, совокупный спрос и время изменения выпуска продукции определяют изменения ожидаемого спроса в длительном периоде. С учетом предыдущего спроса и изменений в спросе, может быть окончательно определен ожидаемый спрос.

## 5. Модель роста цен

Модель роста цен отражает рост цен в экономической системе, указывает на уровень инфляции и анализирует факторы, влияющие на нее. Модель роста цен показана на рис. 5.

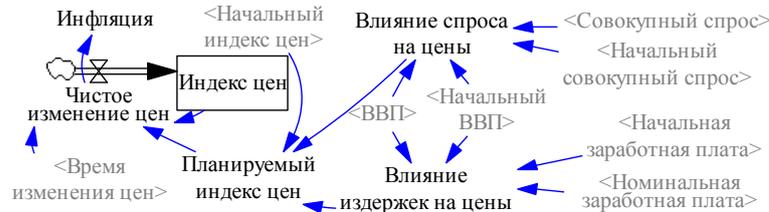


Рис. 5 Модель роста цен

Соответственно рис. 5 отражены уравнения системной динамики.

Индекс цен =  $INTEG$  (Чистое изменение цен, Начальный уровень)

Инфляция =  $DELAY\ FIXED$  (Чистое изменение цен, 1, 100 \* Начальная инфляция)

Чистое изменение цен = (Планируемый индекс цен - Индекс цен) / Время изменения цен

Планируемый индекс цен = Начальный индекс цен \* Влияние спроса на цены \* Влияние издержек на цены

Влияние спроса на цены = (Совокупный спрос / ВВП) / (Начальный совокупный спрос / Начальный ВВП)

Влияние издержек на цены = (Номинальная заработная плата / ВВП) / (Начальная заработная плата / Начальный ВВП)

Индекс цен и инфляция близкие показатели. Инфляция используется для оценки годового роста цен, а индекс цен используется в более длительные периоды. Использование данных показателей является важным, т.к. они решают различные задачи. К примеру, индекс цен необходим для расчёта реального или номинального ВВП, а уровень инфляции играет важную роль при определении процентных ставок. Рис. 5 показывает, что индекс цен и инфляция зависят от планируемых цен и их изменений. Время изменения цен - фиксированный коэффициент, который определяет, как быстро могут меняться цены. Планируемые цены отражают совокупный результат воздействующих на цены факторов. В экономической теории принято, что на рост цен влияют или рост себестоимости продукции или расширение спроса. Модель рассматривает оба эти фактора. Согласно экономической теории, инфляция спроса формируется, когда доходы растут быстрее, чем растет объем произведенных товаров и услуг. Соответственно, для оценки инфляции спроса в одном уравнении сравнены совокупный спрос, начальный совокупный спрос (как меры доходов) и ВВП, начальный ВВП (как меры произведённой продукции). Для оценки инфляции издержек сравнены начальная заработная плата, заработная плата (как основной источник роста издержек) и ВВП, начальный ВВП.

## 6. Модель государственных финансов

Модель государственных финансов состоит из четырех элементов: государственного бюджета, государственного долга, процентных платежей по государственному долгу и планируемых займов. Модель государственных финансов показана на рис. 6.

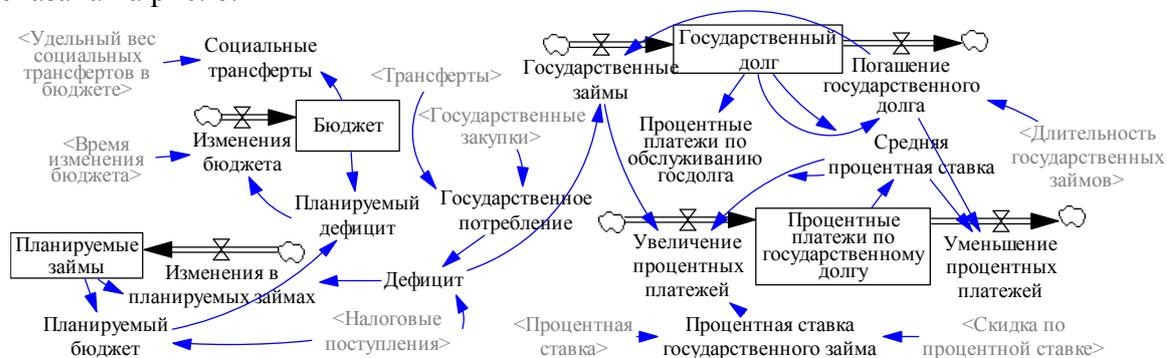


Рис. 6 Модель государственных финансов

Соответственно рис. 6 отражены уравнения системной динамики.

*Бюджет* = INTEG (*Изменения бюджета*, *Начальный уровень*)

*Изменения бюджета* = *Планируемый дефицит* / *Время изменения бюджета*

*Социальные трансферты* = *Бюджет* \* *Удельный вес социальных трансфертов в бюджете* / 100

*Планируемые займы* = INTEG (*Изменения в планируемых займах*, *Начальный уровень*)

*Изменения в планируемых займах* = *Дефицит* - *Планируемые займы*

*Планируемый бюджет* = *Налоговые поступления* + *Планируемые займы*

*Государственный долг* = INTEG (*Государственные займы* - *Погашение государственного долга*, *Начальный уровень*)

*Государственные займы* = *Дефицит* + *Погашение государственного долга*

*Погашение государственного долга* = *Государственный долг* / *Длительность государственных займов*

*Процентные платежи по обслуживанию госдолга* = *Государственный долг* \* *Средняя процентная ставка*

*Средняя процентная ставка* = IF THEN ELSE (*Государственный долг* > 0, 100 \* *Процентные платежи по государственному долгу* / *Государственный долг*, 0)

*Процентные платежи по государственному долгу* = INTEG (*Увеличение процентных платежей* - *Уменьшение процентных платежей*, *Начальный уровень*)

*Увеличение процентных платежей* = IF THEN ELSE (*Государственные займы* > 0, *Государственные займы* \* *Процентная ставка государственного займа* / 100, *Государственные займы* \* *Средняя процентная ставка* / 100)

*Уменьшение процентных платежей* = *Погашение государственного долга* \* *Средняя процентная ставка*

*Процентная ставка государственного займа* = *Процентная ставка* \* *Скидка по процентной ставке*

*Дефицит* = *Государственное потребление* - *Налоговые поступления*

*Планируемый дефицит* = *Планируемый бюджет* - *Бюджет*

*Государственное потребление* = *Государственные закупки* + *Трансферты*

Где: IF THEN ELSE (**a**, **b**, **c**) - оператор логического выбора; если выполняется условие **a**, то функция принимает значение **b**, иначе - **c**.

Первый элемент модели - государственный бюджет. Изменения бюджета связаны с планируемым дефицитом и происходят постепенно, учитывая время изменения бюджета. Используя данные бюджета и удельный вес социальных трансфертов, рассчитывается сумма отчислений на социальные нужды.

Планируемые государственные займы рассчитываются для определения планируемого бюджета. Исходя из фактического и планируемого бюджетов, можно рассчитать планируемый дефицит. Объем гос. займов определяется величиной дефицита. Исходя из планируемых займов и налоговых поступлений, можно рассчитать планируемый бюджет. Планируемый дефицит - это разница фактического и планируемого бюджетов. Фактический дефицит определяется как разница государственного потребления и налоговых поступлений. Гос. потребление это сумма

государственных закупок и трансфертов. Показатель *дефицит* может также отражать профицит, если налоговые поступления превышают государственное потребление.

Следующий элемент модели - государственный долг. Гос. долг растет с увеличением займов и сокращается по истечении сроков займов. Учитывая, что чаще всего долги государства не погашают, а реструктурируют, показано, что гос. займы формируются из дефицита и суммы реструктуризации (погашения). В действительности, гос. долг уменьшается только тогда, если показатель *дефицит* отражает профицит. Процентные выплаты по гос. долгу растут или уменьшаются в зависимости от роста или сокращения государственного долга. Модель несколько усложняет применение различных процентных ставок для гос. долга. Привлекая средства, государство находится в более выгодных условиях, чем другие участники рынка, это отражают показатели (рыночной) *процентной ставки* (из связанной подмодели) и *скидки по процентной ставке*, которые вместе образуют *процентную ставку государственного займа*. В случае формирования профицита, сокращение процентных платежей происходит не по рыночным условиям, а по средней процентной ставке, которая рассчитывается на основании всех ранее полученных займов. Процентные ставки на рынке могут существенно отличаться от предыдущих ставок, это необходимо учитывать, планируя государственные финансы.

## 7. Модель рынка труда

Модель рынка труда сочетает в себе демографические процессы, занятость, безработицу и вопросы оплаты труда. Модель рынка труда показана на рис. 7.

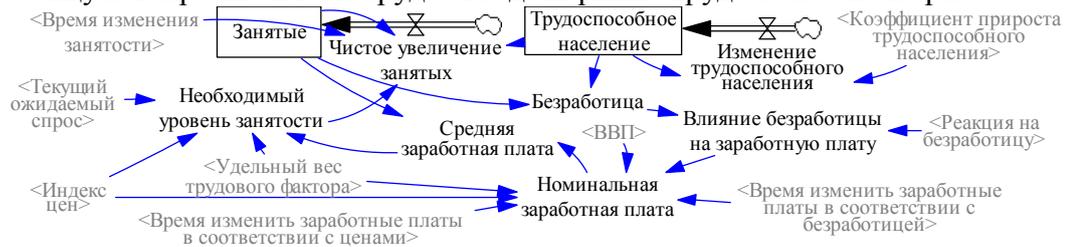


Рис. 7 Модель рынка труда

Соответственно рис. 7 отражены уравнения системной динамики.

*Трудоспособное население* = INTEG (*Изменение трудоспособного населения*, *Начальный уровень*)

*Изменение трудоспособного населения* = *Коэффициент прироста трудоспособного населения* \* *Трудоспособное население*

*Занятые* = INTEG (*Чистое увеличение занятых*, *Начальный уровень*)

*Чистое увеличение занятых* = IF THEN ELSE (*Трудоспособное население* > *Занятые*, (*Необходимый уровень занятости* - *Занятые*) / *Время изменения занятости*, 0)

*Безработица* = 100 \* (1 - *Занятые* / *Трудоспособное население*)

*Влияние безработицы на заработную плату* = *Безработица* / *Реакция на безработицу*

*Номинальная заработная плата* = ACTIVE INITIAL (*ВВП* \* *Удельный вес трудового фактора* \* SMOOTH (*Влияние безработицы на заработную плату*, *Время изменить заработные платы в соответствии с безработицей*) \* SMOOTH (*Индекс цен*, *Время изменить заработные платы в соответствии с ценами*), *Начальный уровень*)

*Средняя заработная плата* = *Номинальная заработная плата* / *Занятые*

*Необходимый уровень занятости* = (*Удельный вес трудового фактора* \* *Текущий ожидаемый спрос* \* *Индекс цен* / 100) / *Средняя заработная плата*

На рис. 7 видно, что одним из ключевых элементов модели является показатель численности трудоспособного населения. Для его планирования применена простая схема. Численность трудоспособного населения изменяется только в зависимости от естественного прироста.

На изменение количества занятых влияет чистое увеличение занятых. Увеличение занятости возможно только если трудоспособное население по численности превосходит занятых. Увеличение занятости происходит с учетом фактической и

необходимой занятости. Данный процесс сглажен во времени. Из количества занятого и трудоспособного населения можно рассчитать уровень безработицы.

Известно, что безработица влияет на уровень заработной платы. Уровень безработицы вместе с коэффициентом *реакции на безработицу* определяют каким будет воздействие безработицы на заработную плату. Номинальная заработная плата рассчитывается на основе вклада занятых в формирование ВВП, т.е. умножением ВВП на удельный вес трудового фактора в создании ВВП. Далее, номинальная заработная плата корректируется с учетом уровней цен и безработицы. Эти эффекты сглажены во времени. Зная уровень заработной платы и количество занятых, можно рассчитать средний уровень заработной платы. Средняя заработная плата вместе с коэффициентом удельного веса трудового фактора в ВВП позволяют определить уровень занятости, необходимый для обеспечения ожидаемого спроса. Исходя из необходимого уровня занятости, как указывалось выше, меняется фактическая занятость.

## 8. Модель доходов

Модель доходов описывает взаимосвязь ВВП, заработной платы, дивидендов и налогов. Модель доходов показана на рис. 8.



Рис. 8 Модель доходов

Соответственно рис. 8 отражены уравнения системной динамики.

*Номинальный ВВП* = *ВВП* \* *Индекс цен* / 100

*Резервный капитал* = *Номинальный ВВП* - *Номинальная заработная плата*

*Предпринимательские налоги* =  $\text{MAX}(0, \text{Резервный капитал} * \text{Удельный вес предпринимательских налогов})$

*Прибыль коммерсантов* = *Резервный капитал* - *Предпринимательские налоги*

*Номинальные дивиденды* =  $\text{SMOOTH}(\text{Прибыль коммерсантов} * \text{Удельный вес дивидендов}, 0.25)$

*Индивидуальные налоги* =  $(\text{Номинальная заработная плата} + \text{Номинальные дивиденды}) * \text{Удельный вес индивидуальных налогов}$

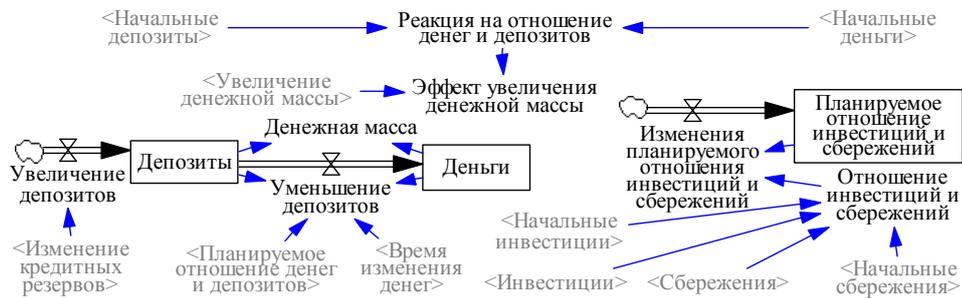
Модель доходов не включает сложных взаимосвязей, а отражает привычные уравнения макроэкономического равновесия. Во-первых, показано определение номинального ВВП. Из номинальных ВВП и заработной платы рассчитывается резервный капитал который, исходя из удельного веса предпринимательских налогов, разделяется на налоги и прибыль коммерсантов. Часть прибыли выплачивается в форме дивидендов. Из суммы дивидендов и заработной платы высчитываются индивидуальные налоги. Данные показатели затем используются в других моделях.

## 9. Модель банковского сектора

Модель банковского сектора состоит из двух частей. В первой рассмотрена денежная масса, деньги, депозиты, отношение сбережений и инвестиций. Во второй части проанализированы процентные ставки и банковские резервы. Рис. 9 показывает первую часть модели.

Важное место в банковском секторе занимает объем депозитов и денег. На рис. 9 видно, что сокращение депозитов вызывает рост денег. Учитывая специфику системной динамики, этот же показатель, определяющий перемещение депозитов к деньгам, отражает движение денег на депозиты. Необходимо понимать, что поток *уменьшение депозитов* является двусторонним потоком. Уменьшение депозитов определяется планируемым отношением денег и депозитов, фактическими объемами денег и депозитов, а так же временем изменения денег. Увеличение депозитов

определяется изменениями банковских кредитов (резервов), которые вместе с планируемым отношением денег и депозитов рассматриваются во второй части банковского сектора.



**Рис. 9** Модель денежной массы

Соответственно рис. 9 отражены уравнения системной динамики.

$$\text{Депозиты} = \text{INTEG} (\text{Увеличение депозитов} - \text{Уменьшение депозитов}, \text{Начальный уровень})$$

$$\text{Деньги} = \text{INTEG} (\text{Уменьшение депозитов}, \text{Начальный уровень})$$

$$\text{Уменьшение депозитов} = (\text{Депозиты} * \text{Планируемое отношение денег и депозитов} - \text{Деньги}) / \text{Время изменения денег}$$

$$\text{Увеличение депозитов} = \text{Изменение кредитных резервов}$$

$$\text{Денежная масса} = \text{Деньги} + \text{Депозиты}$$

$$\text{Эффект увеличения денежной массы} = \text{Увеличение денежной массы} * \text{Реакция на отношение денег и депозитов}$$

$$\text{Реакция на отношение денег и депозитов} = \text{Начальные деньги} / \text{Начальные депозиты}$$

$$\text{Планируемое отношение инвестиций и сбережений} = \text{INTEG} (\text{Изменения планируемого отношения инвестиций и сбережений}, \text{Начальный уровень})$$

$$\text{Изменения планируемого отношения инвестиций и сбережений} = \text{Отношение инвестиций и сбережений} - \text{Планируемое отношение инвестиций и сбережений}$$

$$\text{Отношение инвестиций и сбережений} = (\text{Инвестиции} / \text{Начальные инвестиции}) / (\text{Сбережения} / \text{Начальные сбережения})$$

Сумма депозитов и денег образует денежную массу. В случае, если Центральный банк примет решение об увеличении денежной массы, то это вызовет эффект увеличения денежной массы, который прямо пропорционален реакции на отношение денег и депозитов, рассчитанной из начального отношения денег и депозитов. Позже эти показатели будут использованы во второй части банковского сектора. На рис. 9 видно, что банковский сектор также определяет планируемое отношение инвестиций и сбережений. Это отношение зависит от начальных и фактических инвестиций и сбережений. Далее, на рис. 10 показана вторая часть модели банковского сектора.



**Рис. 10** Модель формирования процентных ставок и банковских резервов

Соответственно рис. 10 отражены уравнения системной динамики.

$$\text{Межбанковская ставка} = \text{INTEG} (\text{Изменение межбанковской ставки}, \text{Начальный уровень})$$

$$\text{Изменение межбанковской ставки} = (\text{Начальная межбанковская ставка} / \text{Отношение спроса и предложения на резервы} - \text{Межбанковская ставка}) / \text{Время изменения межбанковской ставки}$$

$$\text{Отношение спроса и предложения на резервы} = \text{Резервы} / \text{Спрос на резервы}$$

*Процентная ставка = ACTIVE INITIAL (Планируемое отношение инвестиций и сбережений + Межбанковская ставка, Начальный уровень)*

*Влияние процентной ставки на отношение денег и депозитов = Процентная ставка / Начальная процентная ставка*

*Планируемое отношение денег и депозитов = Реакция на отношение денег и депозитов \* Влияние процентной ставки на отношение денег и депозитов*

*Резервы = ACTIVE INITIAL (Депозитные резервы + Кредитные резервы, Начальный уровень)*

*Кредитные резервы = INTEG (Изменение кредитных резервов, Начальный уровень)*

*Изменение кредитных резервов = (Инвестиции - Уменьшение капитала) \* Норма кредитных резервов*

*Депозитные резервы = INTEG (Изменение депозитных резервов, Начальный уровень)*

*Изменение депозитных резервов = Чистое изменение депозитов \* Норма депозитных резервов*

*Спрос на резервы = Депозиты \* Норма депозитных резервов + Капитал \* Норма кредитных резервов*

Вторая часть модели банковского сектора определяет процентные ставки и объемы банковских резервов. Важнейшая из процентных ставок - ставка межбанковских кредитов. Изменения межбанковской ставки основываются на начальном уровне, скорректированного с учетом фактического спроса и предложения на резервы и сглаженного во времени. Это означает, что изменения межбанковских ставок связаны с изменением резервов или спроса на резервы. Их общую реакцию отражает отношение спроса и предложения на резервы, в котором фактические резервы сравнены с фактическим спросом на резервы.

Доступная для общества процентная ставка (в модели упрощенно - *процентная ставка*) определяется межбанковской ставкой и планируемым отношением инвестиций и сбережений. Планируемое отношение инвестиций и сбережений отражает спрос и предложение на рынке денег, а межбанковская ставка корректирует ее с учетом необходимости создания резервов. В модели принято, что изменения процентных ставок прямо влияют на отношение денег и депозитов, т.е. на увеличение депозитов. Чтобы рассчитать планируемое отношение денег и депозитов введен промежуточный показатель - *влияние процентной ставки на отношение денег и депозитов*, в котором начальная процентная ставка сравнена с фактической.

Существенное воздействие на банковский сектор оказывают требования Центрального банка по формированию резервов в соответствии с привлеченными депозитами и выданными кредитами. На рис. 10 видны подмодели определения резервов, они схожи для депозитов и кредитов, но различаются нормами и базами резервов. Резервы прямо пропорциональны нормам резерва и их образующим базам. Нормы резерва являются постоянными коэффициентами, а резервная база для кредитных резервов - объем выданных кредитов, а для депозитных резервов – объем привлеченных депозитов. Определение изменений объемов депозитов было рассмотрено в связанных моделях, а объем выданных кредитов ранее не рассматривался. Чистый объем выданных кредитов рассчитывается как разница между инвестициями и уменьшением капитала в системе (возвратом инвестиций).

## **10. Практическое применение модели. Выводы**

Несмотря на новизну подхода, выше рассмотренную модель можно применять практически, к примеру, прогнозируя государственный бюджет. Первая версия модели была разработана в начале 2009 года, когда была изменена Латвийская налоговая система, но не были ещё известны ни глубина экономического кризиса, ни влияние налоговой политики на него. Прогноз по модели, а также прогноз на основе традиционных подходов и фактическое исполнение бюджета представлены в таб.1. Следует отметить, что для прогнозирования налогов модель необходимо немного изменить.

**Таблица 1.** Анализ выполнения прогнозов налоговых сборов в Латвии в 2009 году

	Миллионов лат			Отклонение от факта	
	Прогноз модели	План бюджета на 2009 год [1] (на 31.12.2008.)	Выполнение бюджета за 2009 год [10]	Прогноз модели	План бюджета на 2009 год
НДС	907	1243	811	+12%	+53%
Акцизы	578	633	510	+13%	+24%
Подходный налог	125	136	125	0%	+9%
Налог на прибыль	124	242	196	-37%	+23%
Взносы соц. страхования	1318	1148	1160	+14%	-1%
<b>Всего</b>	<b>3052</b>	<b>3402</b>	<b>2802</b>	<b>+9%</b>	<b>+21%</b>

Из таб. 1 видно, что прогноз модели отражает реальность лучше, чем прогноз, разработанный на основе input-output таблиц. Значительное отклонение прогнозируемых данных от фактических автор объясняет произошедшими в середине 2009 года изменениями в социальной политике, изменениями в объеме социальных трансфертов и гос. потребления. Самая большая проблема, по результатам модели, относится к налогу на прибыль. Результаты модели показывают, что кризис уменьшит прибыли коммерсантов. По фактическим данным, прибыли коммерсантов не уменьшились, т.к. сократились расходы на рабочую силу - на это указывает сокращение взносов социального страхования. К сожалению, подробнее показать результаты модели невозможно из-за ограниченного объема статьи. В целом, эти данные подтверждают способность метода системной динамики адекватно оценивать экономическое развитие. Учитывая, что метод малоизвестен, рассчитывать, что на его основании будут формироваться государственные бюджеты в ближайшем будущем - не приходится. Однако, метод может быть применим и в других областях, не только в экономическом прогнозировании, но, к примеру, в обучении студентов, т.к. данный метод позволяет наглядно характеризовать различные сложнейшие процессы.

### Литература

1. Latvijas ekonomikas stabilizācijas un izaugsmes atjaunošanas programma.- <http://www.mk.gov.lv/lv/aktuali/zinas/2008gads/12/12122008-02/> (31.12.2008.)
2. *Sargent, Thomas J.* Dynamic macroeconomic theory. USA.: Harvard Uni. Press, 1987.
3. *Skribans V.* Jauna produkta ieviešanas tirgū modelēšana, izmantojot sistēmdinamikas metodi // RTU raksti. 3.sēr., 17.sēj. Rīga, RTU, 2008. 99.-105.lpp.
4. *Skribans V.* Jaunā ekonomika un jaunie tirgi: pamatprincipi un veidošanās problēmas. 21. gadsimta universitāte konferences materiāli. Rīga, RTU, 2001. 121.-127. lpp.
5. *Skribans V.* Krīzes un 2009. gada nodokļu politikas izmaiņu ietekme uz Latvijas ekonomiku // LU raksti. Rīga, LU, 2009. 189.-200. lpp.
6. *Skribans V.* Modelling crediting volume by using the system dynamic method // Humanities and social sciences: Latvia 4(57)/2008. P. 114-123.
7. *Skribans V.* Prognozēšanas metodes uzņēmējdarbībā. Inženierekonomikas nozīme uzņēmējdarbības attīstībā konferences materiāli. Rīga, RTU, 2002. 37.-43. lpp.
8. *Sterman, John* Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. Irwin/McGraw-Hill, 2000.
9. Turnovsky, Stephen J. Methods of Macroeconomic Dynamics. USA.: MIT press, 2000.
10. Valsts kases mēneša pārskats par konsolidētā kopbudžeta izpildi.- [http://www.kase.gov.lv/?object\\_id=1679](http://www.kase.gov.lv/?object_id=1679) (21.01.2010.)
11. *Wheat, David* The Feedback Method of Teaching Macroeconomics: Is it Effective? // The 2007 International Conference of the System Dynamics Society materials, USA, 2007.
12. Долан Э.Дзк., Линдсей Д. Макроэкономика / Пер. с англ. -СПб., 1994.

## **Разработка модели макроэкономического равновесия с использованием метода системной динамики**

Skribans Valerijs

Рижский Технический Университет, ведущий научный сотрудник, Латвия  
valerijs.skribans@rtu.lv, ф. +(371) 67089683.

### **Абстракт**

Развитие экономической ситуации в Латвии в последние 20 лет прошло через различные этапы. В том числе - постсоветская реструктуризация спроса и закрытие промышленных гигантов; развитие экономики, основанной на транзите; развитие ремесленного производства, малых предприятий и отрасли услуг (после присоединения к ЕС) и их упадок из-за перехода на систему, ориентированную на экспорт трудовых ресурсов. В 2009-ом стал заметен следующий этап экономического развития. Латвии не хватило ресурсов для выживания, было запрошено финансирование со стороны международного сообщества. К сожалению, ни одна из упомянутых моделей не годится для развитых стран, поэтому можно сделать вывод, что латвийская экономика все еще находится в процессе трансформации. Необходимо определить возможные направления дальнейшего развития. В Латвии, чтобы оценить развитие экономики, разработана модель системной динамики, которая количественно анализирует макроэкономическое равновесие. Учитывая актуальность темы, цель статьи - отразить разработанную модель. Для достижения цели выдвинуты следующие задачи:

- отразить структуру модели, показать ее образующие блоки;
- обосновать экономические взаимосвязи и допущения, которые приняты в модели;
- показать применение модели на примере отдельных экономических показателей.

Модель, представленная в статье, была разработана с использованием метода системной динамики. Метод выбран с учетом сложного взаимодействия между макроэкономическими процессами. Это единственный количественный метод, который позволяет оценить не только множественные причинно - следственные связи, но и их обратное взаимодействие. Макроэкономическое равновесие основывается на обратных связях, в связи с чем для его анализа, в долгосрочный период, рекомендуется использовать метод системной динамики.