

СТРУКТУРА И ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЯЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕКТОРОВ ДОМОХОЗЯЙСТВ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Е. А. МАКАРОВА • Э. Р. ГАБДУЛЛИНА • М. М. ЮСУПОВ • Р. Р. КАМАЕВА

Аннотация. В статье представлена структура управляемого взаимодействия моделей секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе макроэкономической системы. Проведены экспериментальные исследования процессов управляемого взаимодействия секторов домохозяйств и государственных учреждений в условиях возмущений и принятия решений при управлении государственными расходами. Показано, что рост социальных трансфертов и выделение дотаций на бюджетное выравнивание позволяют увеличить потребительский спрос и обеспечить последующий рост экономики.

Ключевые слова: динамическое моделирование; потребительские расходы; социальные трансферты; запасы; кластер; имитационное моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений исследований в решении проблем планирования и поддержки принятия решений при регулировании экономических и социальных процессов на макроуровне является разработка программных комплексов, основанных на динамическом моделировании поведения секторов экономики как в отдельности, так и во взаимосвязи в составе макроэкономической системы [1, 2].

Известны исследования, в рамках которых ведется разработка динамических межотраслевых моделей, региональных макроэкономических моделей, динамических вычислимых моделей общего экономического равновесия, а также моделей крупномасштабных систем, которые используются для формирования траекторий развития экономических систем [3–7].

Развивается направление, связанное с разработкой систем имитационного агент-ориентированного моделирования взаимодействия регионов и функционирования городов. Эти системы предполагают возможность проведения сценарных исследований влияния политических, экономических и социальных факторов на взаимосвязанное поведение агентов (предприятий, отраслей, домохозяйств), выделенных согласно целям исследований [8–11].

Существует модельный программный комплекс IMPLAN (Minnesota, IMPLAN Group, США), основанный на методологии межотраслевого баланса (МОБ) и матрице социальных счетов. Комплекс позволяет анализировать экономику на уровне региона. Известен программный комплекс RIMS II (The Bureau of Economic Analysis, США), предназначенный для анализа потенциального влияния на региональную экономику различных факторов. Разрабатывается динамическая мультирегиональная межотраслевая экономическая и демографическая модель REDYN (Regional Dynamics Inc., США), основанная на методологии межотраслевого баланса, методах поддержания общего экономического равновесия, а также на применении эконометрических и экономико-географических подходов. Известно семейство моделей Eurace@Unibi (Германия), которое создано как универсальный инструмент для макроэкономического анализа и экспериментов с экономической политикой. С помощью модели ведутся исследования в сфере государственного регулирования, направленного на стимулирование экономического роста [12, 13].

Особый интерес с позиций обеспечения сценария экономического роста и повышения уровня жизни населения в условиях возрастающей дифференциации доходов является постро-

ение динамических моделей управляемого взаимодействия секторов домохозяйств и государственных учреждений, взаимосвязанных денежными потоками в составе макроэкономической системы [14].

Разрабатывается программный комплекс для поддержки принятия решений при управлении МС, который основан на применении методов динамического моделирования, интеллектуального анализа данных, а также нейросетевых и нейро-нечетких методов формирования управленческих решений [15–23]. Одной из решаемых задач является задача разработки структуры управляемого взаимодействия моделей секторов домохозяйств (ДМХ) и государственных учреждений в составе МС, а также динамических моделей функционирования этих секторов в составе МС, что позволит провести экспериментальные исследования сценариев регулирования расходов государственного сектора, направленных на поддержку различных групп населения и обеспечение экономического роста в целом.

СТРУКТУРА УПРАВЛЯЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОДЕЛЕЙ СЕКТОРОВ ДМХ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В СОСТАВЕ МС

Разработана структура управляемого взаимодействия моделей секторов ДМХ и государственных учреждений (ГУ) в составе МС (рис. 1). Модель макроэкономической системы (МС) включает взаимосвязанные денежными потоками четыре динамические модели: модель функционирования реального сектора (блок В1), модель функционирования сектора ДМХ (блок В2), модель функционирования банковского сектора (блок В3) и модель функционирования сектора ГУ (блок В4). Особенность модели функционирования сектора ДМХ состоит в декомпозиции его на кластеры регионов, которые выявлены с помощью применения цепочки методов интеллектуального анализа данных [21]. В соответствии с декомпозицией сектора ДМХ выполнена декомпозиция сектора ГУ, выполняющего роль управляющей части и генерирующей управленческие решения.

В структуре выделены три уровня управляемого взаимодействия моделей ДМХ и государственных учреждений в составе МС (см. рис. 1).

Уровень 1 предполагает построение контура обратной связи. Его назначение состоит в корректировке темпов расхода ресурсов секторов ДМХ и ГУ в составе МС, что обеспечивает реализацию процессов потребления, сбережения, формирования налогов (для сектора ДМХ), а также обеспечение расхода ресурсов государственного бюджета согласно разработанного плана.

Множество управляющих координат уровня 1 включают координаты $C_1 = \{C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}\}$, предназначенные для корректировки денежных ресурсов четырех секторов экономики (блоки В1, В2, В3, В4). Логические алгоритмы принятия решений для уровня 1 разработаны ранее и относятся к группе непрерывных алгоритмов [15].

Уровень 2 управляемого взаимодействия предполагает построение контура адаптации. Этот контур выполняет дополнительную корректировку плановых темпов расхода ресурсов при взаимодействии секторов ДМХ и ГУ, которая основана, во-первых, на анализе накопленных денежных и натуральных запасов всех секторов экономики, и, во-вторых, на анализе состояния реального сектора экономики (блок В1), определяющего выпуск валового внутреннего продукта (ВВП).

Множество управляющих координат включают координаты $C_2 = \{C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}\}$, направленные на корректировку денежных ресурсов всех четырех секторов экономики (блоки В1, В2, В3, В4). В блоке корректировки плановых темпов расхода ресурсов секторов экономики содержатся знания, представленные в виде продукционных моделей. Подключение продукционных правил выполняется и в автоматическом, и в автоматизированном режимах.

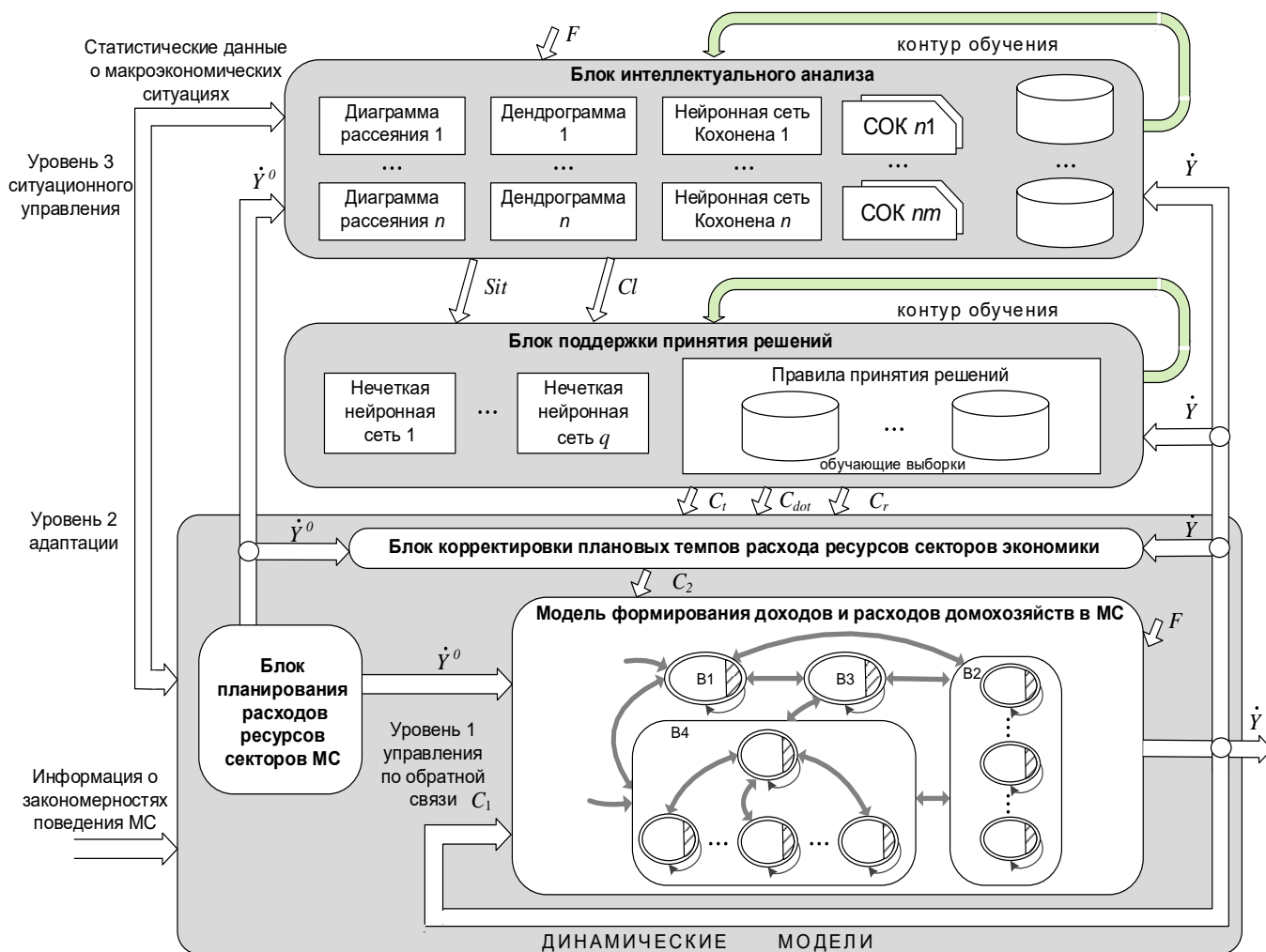


Рис. 1 Структура управляемого взаимодействия моделей секторов домохозяйств и государственных учреждений.

Уровень 3 управляемого взаимодействия выполняется госсектором и предполагает принятие решений в области проведения социальной политики, направленной на регулирование доходов населения. На этом уровне вектор управляющих координат включает координаты:

$$C = \{C_b, C_{dot}, C_r\},$$

где C_b, C_{dot}, C_r – управляющие координаты, предполагающие проведение социальных выплат, предоставление дотаций и корректировку прожиточного минимума соответственно. Уровень 3 управляемого взаимодействия моделей реализован на основе построения контура ситуационного управления, включающего в себя блок интеллектуального анализа данных, а также блок поддержки принятия решений.

При разработке алгоритмов принятия решений на уровне 3 управляемого взаимодействия моделей выполняются два этапа.

На этапе 1 выполняется, во-первых, многопараметрический анализ ситуаций, возникающих при взаимодействии сектора ДМХ с сектором ГУ и другими секторами в составе МС; во-вторых, кластеризация ситуаций на основе применения нейронных сетей Кохонена и построения самоорганизующихся карт (СОК) Кохонена, а также технологий машинного обучения, в том числе методов компонентного, кластерного анализа и деревьев решений.

Проведена серия исследований по многопараметрическому анализу состояния сектора ДМХ, взаимодействующего с сектором ГУ, включающая: анализ состояния сектора ДМХ, в составе которого выделены кластеры российских регионов, отличающихся накопленными

запасами ресурсов, поступающими доходами от трудовой деятельности и доходами от собственности; анализ социальной инфраструктуры регионов; анализ качества состояния сферы производства, труда и формирования доходов населения с учетом их расходов. Целью проводимого многопараметрического анализа различных аспектов деятельности сектора ДМХ является формирование и уточнение границ кластеров ситуаций (в частности, на СОК Кохонена), возникающих при функционировании сектора ДМХ в составе МС, необходимых для разработки алгоритмов принятия управленческих решений.

На этапе 2 проводится синтез алгоритмов принятия решений по корректировке денежных потоков, направленных, во-первых, на ресурсную поддержку кластеров регионов с меньшими доходами населения, и, во-вторых, на ресурсную поддержку подсистем распределения, потребления и накопления запасов ресурсов в рамках воспроизводственного процесса МС согласно правилам построения квадрантов МОБ. Кроме того, на этапе 2 разработаны алгоритмы принятия решений при управлении сектором ДМХ как многосвязным динамическим объектом в классе нелинейных логических алгоритмов с использованием нейро-нечетких технологий и технологий нечеткого когнитивного моделирования при построении нечетких когнитивных карт (НКК) Силова [20].

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕКТОРОВ ДМХ И ГУ В СОСТАВЕ МС

Разработана функциональная схема динамической модели процесса взаимодействия секторов ДМХ и ГУ в составе МС (рис. 2). Модель включает четыре блока, соответствующих динамическим моделям всех четырех секторов МС. Наиболее разветвленная сеть связей приходится на два блока В2 и В4 моделей секторов ДМХ и ГУ соответственно. Модель реализована в среде MatLab.

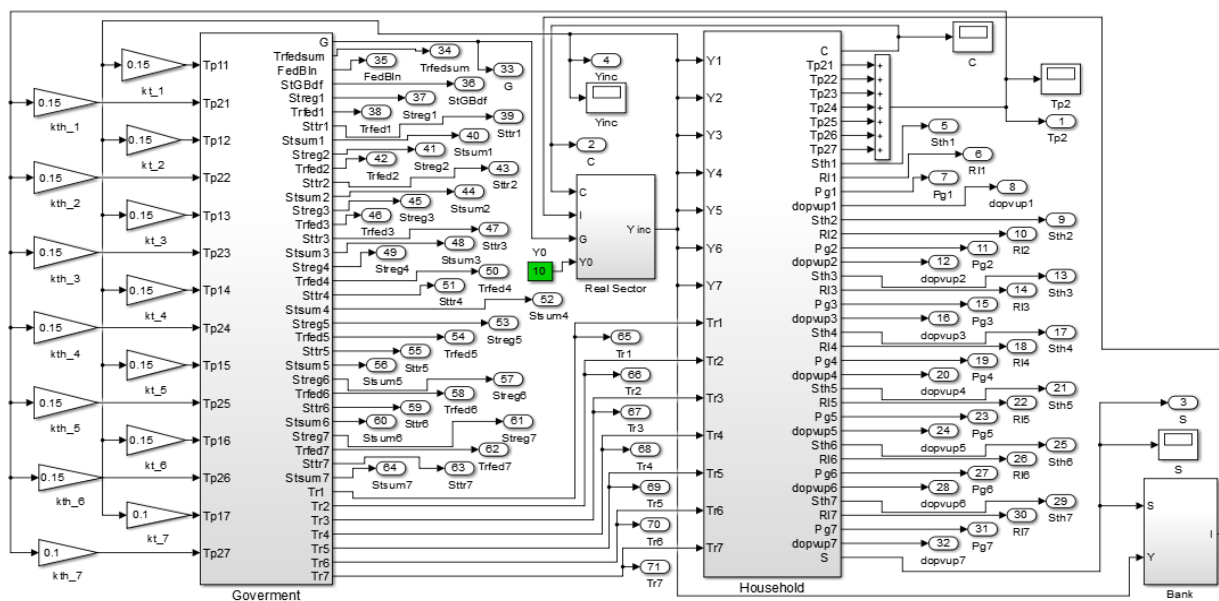


Рис. 2 Функциональная схема динамической модели взаимосвязанного функционирования секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе МС.

Особенности модели взаимодействия секторов ДМХ и ГУ состоят в следующем.

Во-первых, выделен потоковый вид взаимодействия секторов ДМХ и ГУ, при котором каждый сектор формирует потоки денежных расходов, которые становятся доходами других секторов. Примером являются потоки социальных выплат (расходы сектора ГУ), которые поступают на вход сектора ДМХ и составляют один из видов доходов населения.

Во-вторых, выделен информационный вид взаимодействия секторов ДМХ и ГУ, который предполагает, что при принятии решений по корректировке денежных расходов каждый сектор использует информацию о состоянии других секторов МС. Например, при принятии решений группами населения о формировании расходов на потребление используется информация не только о заработной плате, составляющей расходы реального сектора, но и информация о собственных накопленных запасах.

В-третьих, характер взаимодействия секторов ДМХ и ГУ определяется выбором той или иной модели потребления, которая отражает особенности поведения групп домохозяйств в зависимости от их дохода, капитала, уровня жизни. Предполагается возможность выбора следующих моделей формирования потребительских расходов: модель Кейнса, модель Энгеля–Торнквиста, модель Фридмана [21].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЯЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕКТОРОВ ДМХ И ГУ В СОСТАВЕ МС

Для исследования процессов управляемого взаимодействия секторов ДМХ и ГУ с учетом дифференциации доходов проводятся имитационные эксперименты, предполагающие формирование множества возмущающих и управляющих воздействий на сбалансированное функционирование МС, принимаемое в качестве базового эксперимента Э0.

В экспериментах рассматриваются динамические неравновесные процессы функционирования МС, возникающие в результате применения сдерживающей политики государства, выраженной в сокращении темпов формирования государственных расходов.

Эксперимент Э1 направлен на исследование динамически неравновесных режимов функционирования МС в условиях действия возмущений, связанных со снижением госзакупок и реализацией мер социальной политики (выделение трансфертов).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Графики переходных процессов эксперимента Э1 приведены на рис. 3.

В качестве возмущающего воздействия в эксперименте Э1 в момент $t = 55$ модельных единиц времени (месяц) производится снижение госзакупок G , вызванное увеличением темпов формирования федеральных трансфертов: $\Delta Tr = 0,5$. Механизм такого взаимовлияния состоит в том, что поскольку основные средства федерального бюджета уходят на поддержку населения в виде денежных доходов, то это приводит к сокращению государственных закупок G .

В силу того, что государственные закупки G являются компонентом совокупного спроса, то снижение госзакупок G приводит к снижению спроса и падению уровня цен. Вследствие этого происходит сокращение темпов выпуска ВВП Y_{inc} , что, спустя некоторое время, проявляется в виде сокращения потребительского спроса примерно в $t = 102$.

В момент времени $t = 103$ реальный сектор активизирует выпуск ВВП за счет сокращения темпов формирования запасов в соответствии с заданным алгоритмом управления по запасам [19], что приводит к незначительному восстановлению экономики, не превышающему, однако, базовые темпы формирования ВВП. Следует также отметить незначительный рост дифференциации дефицита доходов домохозяйств, наблюдаемый в результате усиления диспропорций воспроизводственного процесса, вызванных рецессией.

Эксперимент Э2 является управляемым сценарием, который направлен на исследование динамически неравновесных режимов функционирования МС, возникающих вследствие принятия решений в виде увеличения дотаций на бюджетное выравнивание (вид государственной поддержки населения в неблагоприятных ситуациях с целью обеспечения роста или сокращения темпов падения потребительского спроса). Изменение темпа формирования дотации на бюджетное выравнивание приводит к соответствующему изменению темпов доходов домохозяйств без изменения структуры их распределения.

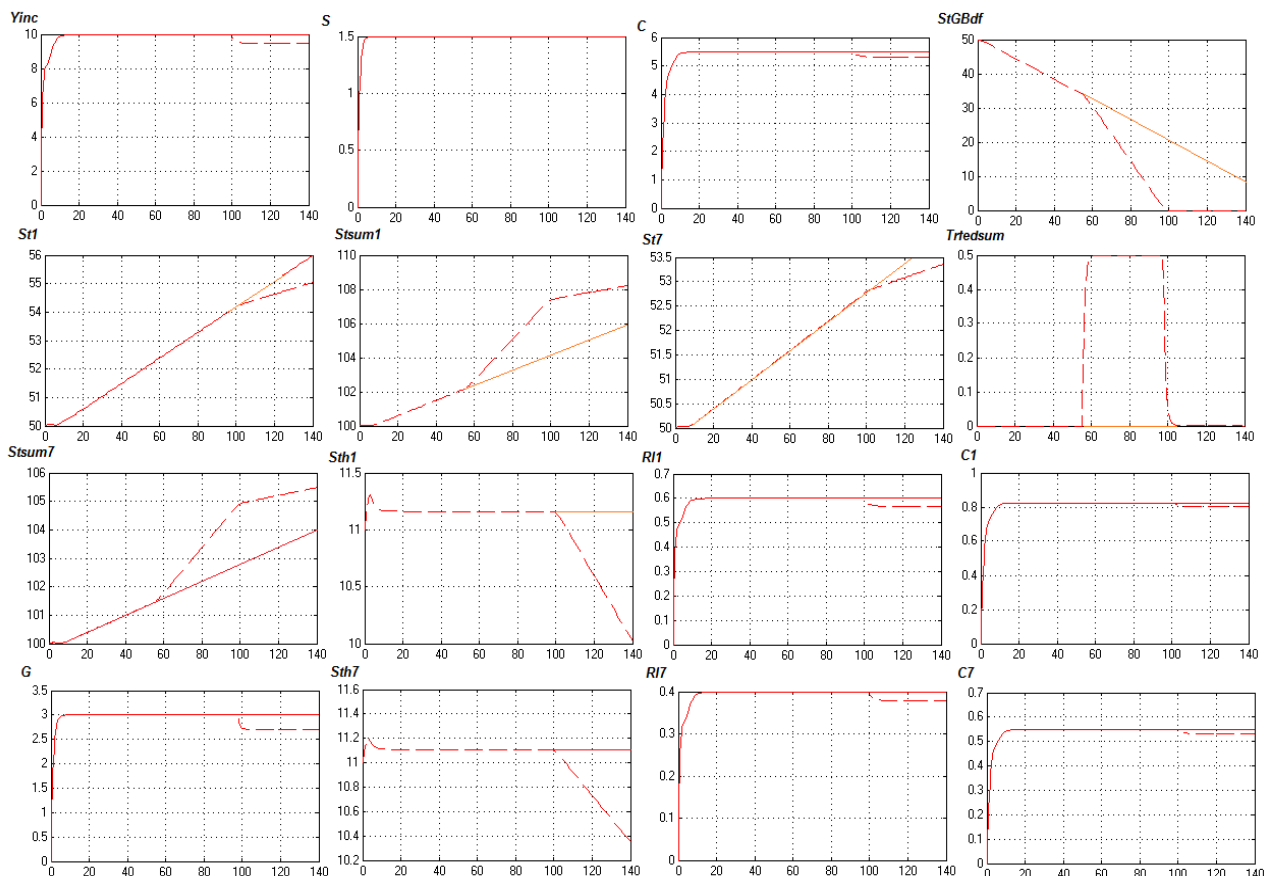


Рис. 3 Графики результатов базового эксперимента Э0 и эксперимента Э1 в условиях рецессии, вызванной сокращением госрасходов:
«—» — базовый, «- - -» — в условиях возмущений

В качестве возмущающего воздействия в эксперименте Э2 используется снижение ВВП $\Delta Y_{\text{inc}} = -2$ в $t = 20$. Графики переходных процессов эксперимента приведены на рис. 4. Сокращение темпов выпуска ВВП, спустя некоторое время, приводит к сокращению потребительского спроса C в $t = 24$.

В качестве управляющих воздействий принимается решение в виде выделения дотаций на бюджетное выравнивание и увеличения прожиточного минимума $\Delta Y_{\text{dmin}} \uparrow$ в $t = 45$. Как следствие, возникает следующая цепочка событий: рост заработной платы $\Delta R1 \uparrow$ (менее инерционное решение, связанное с автоматическим перерасчетом заработной платы) и последующий рост социальных трансфертов $\Delta T_{\text{sum}} \uparrow$ (более инерционные решения, связанные с перерасчетом социальных выплат и характеризующиеся наличием запаздывания).

В целом перечисленные события приводят к увеличению располагаемых доходов населения всех семи кластеров регионов: $R11 \uparrow, \dots, R17 \uparrow$. Это позволяет увеличить потребление всех семи кластеров населения: $C1 \uparrow, \dots, C7 \uparrow$.

Принятые решения позволили компенсировать падение располагаемых доходов населения, увеличить формирование потребительских расходов и тем самым компенсировать падение ВВП. За счет эффективного взаимодействия секторов ГУ и ДМХ макроэкономическая система вышла на новый равновесный режим функционирования, который, хотя и не позволил восстановить докризисный уровень выпуска ВВП, но позволил приостановить падение расходов населения и выпуска ВВП и обеспечил переход к режиму экономического роста.

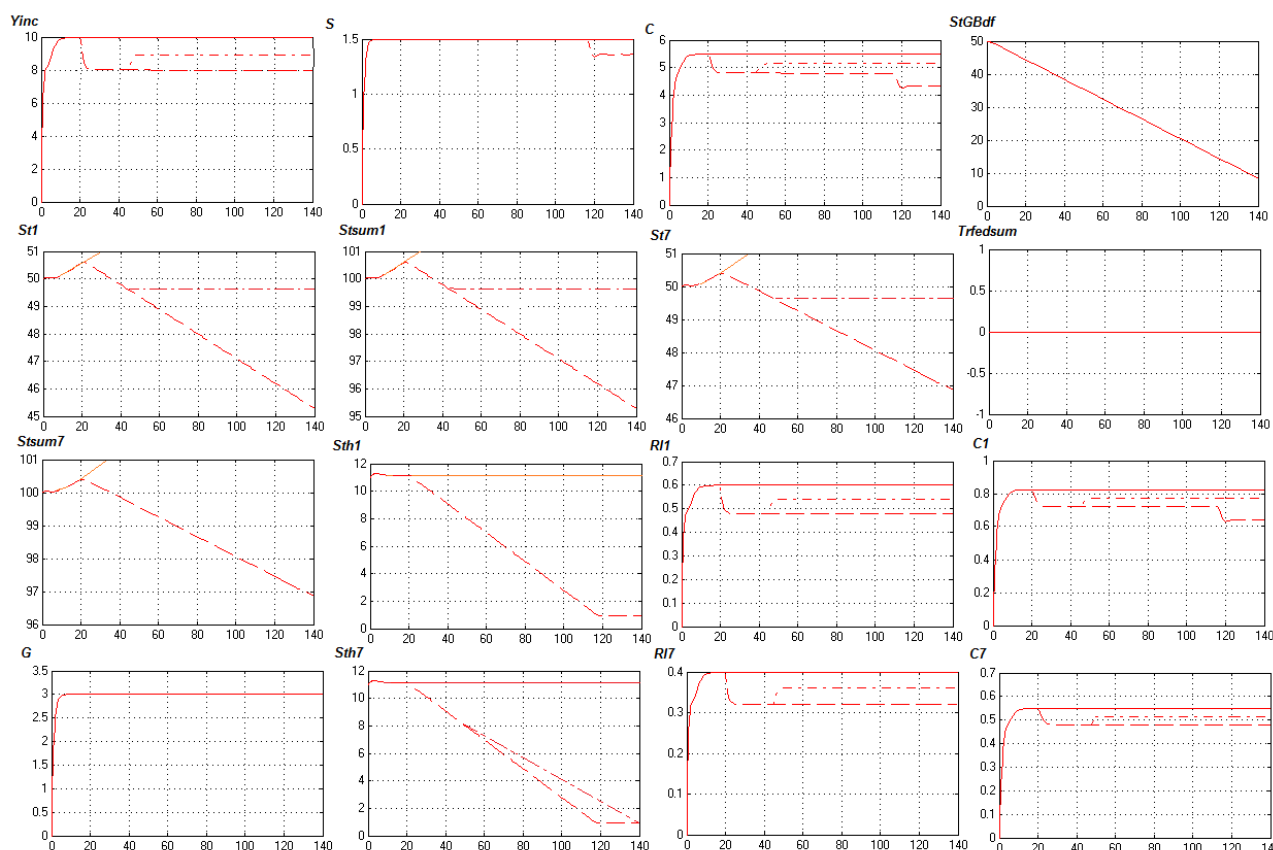


Рис. 4 Графики результатов базового эксперимент Э0 и управляемого эксперимента Э2 в условиях снижения ВВП:
«—» — базовый, «- - -» — в условиях возмущений, «- . - . -» — с управлением

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана структура управляемого взаимодействия моделей секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе макроэкономической системы. Выделены три уровня управляемого взаимодействия секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе макроэкономической системы. Показано, что для реализации третьего уровня ситуационного управления применяются методы и модели интеллектуального анализа данных, а также нейросетевые и нейро-нечеткие модели и технологии. Разработана функциональная схема динамической модели процесса взаимодействия секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе макроэкономической системы. Модель включает четыре блока, соответствующих динамическим моделям всех четырех секторов макроэкономической системы. Проведены экспериментальные исследования процессов управляемого взаимодействия секторов домохозяйств и государственных учреждений в составе макроэкономической системы в условиях возмущений и принятия решений при управлении государственными расходами. Показано, что рост социальных трансфертов и выделение дотаций на бюджетное выравнивание позволяют не только увеличить доходы населения и, следовательно, потребление, но и совокупный спрос, рост которого обеспечивает рост производства ВВП реальным сектором экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Крюков В.А., Баранов А.О., Павлов В.Н., Суслов В.И., Суслов Н.И. Проблемы развития единого комплекса средств макроэкономического межрегионального межотраслевого анализа и прогнозирования // Экономика региона. 2020. Т. 16. Вып. 4. С. 1072-1086. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-5>. [Kryukov V. A., Baranov A. O., Pavlov V. N., Suslov V. I.,

- Suslov N. I. "Problems of development of a unified complex of macroeconomic interregional intersectoral analysis and forecasting tools" // *Economics of the Region*. 2020. Vol. 16, issue. 4, pp. 1072-1086. (In Russian).]]
2. Белоусов Д. Р., Громов А. Д. и др. О построении количественной модели российской экосистемы ИКТ // *Проблемы прогнозирования*. 2018. № 4(169). С. 129-141. [[Belousov D. R., Gromov A. D., et al. "On the construction of a quantitative model of the Russian ICT ecosystem" // *Forecasting Problems*. 2018. No. 4(169), pp. 129-141. (In Russian).]]
 3. Пильник Н. П., Поспелов И. Г., Радионов С. А. Система макроэкономических балансов России // *Вестник АКСОР*. 2017. Т. 43. № 3-4. С. 71-78. [[Pilnik N. P., Pospelov I. G., Radionov S. A. "System of macroeconomic balances of Russia" // *Bulletin of AKSOR*. 2017. Vol. 43, No. 3-4, pp. 71-78. (In Russian).]]
 4. Иващенко С. Модель динамического стохастического общего экономического равновесия с несколькими трендами и структурными разрывами // *Деньги и кредит*. 2022. Т. 81. № 1. С. 46-72. [[Ivashchenko S. "Model of dynamic stochastic general economic equilibrium with several trends and structural breaks" // *Money and Credit*. 2022. Vol. 81, No. 1, pp. 46-72. (In Russian).]]
 5. Полбин А. В., Фокин Н. Д. DSGE-модели с гетерогенными агентами: новый взгляд на особенности функционирования экономики // *Вопросы экономики*. 2022. № 9. С. 53-72. [[Polbin A. V., Fokin N. D. "DSGE models with heterogeneous agents: a new look at the features of the functioning of the economy" // *Questions of Economics*. 2022. No. 9, pp. 53-72. (In Russian).]]
 6. Пильник Н. П., Радионов С. А., Станкевич И. П. Обобщенная многопродуктовая декомпозиция элементов использования ВВП России // *Экономический журнал ВШЭ*. 2018. Т. 22. № 2. С. 251-274. [[Pilnik N. P., Radionov S. A., Stankevich I. P. Generalized multi-product decomposition of elements of Russian GDP use // *HSE Economic Journal*. 2018. Vol. 22, no. 2, pp. 251-274. (In Russian).]]
 7. Будзко В. И., Огнивцев С. Б. и др. Моделирование экономических механизмов АПК // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021): Тр. Четырнадцатой международной конференции*. М., 2021. С. 1790-1817. [[Budzko V. I., Ognitsev S. B., et al. "Modeling of economic mechanisms of the agro-industrial complex" // *Management of the Development of Large-Scale Systems (MLSD'2021). Proceedings of the Fourteenth International Conference*. Moscow, 2021. pp. 1790-1817. (In Russian).]]
 8. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д., Агеева А. Ф. Агент-ориентированная модель Евразии и имитация реализации крупных инфраструктурных проектов // *Экономика региона*. 2018. № 4. С. 1102-1116. DOI: 10.17059/2018-4-4. [[Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D., Ageeva A. F. "Agent-based model of Eurasia and imitation of the implementation of large infrastructure projects" // *Regional Economics*. 2018. No. 4, pp. 1102-1116. (In Russian).]]
 9. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. и др. Агент-ориентированные модели: мировой опыт и технические возможности реализации на суперкомпьютерах // *Вестник Российской академии наук*. 2016. Т. 86. С. 252-262. [[Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D. et al. "Agent-based models: world experience and technical capabilities of implementation on supercomputers" // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2016. Vol. 86, pp. 252-262. (In Russian).]]
 10. Малахов В. А., Несытых К. В. Агентно-ориентированный подход к межотраслевому моделированию развития экономики России в среднесрочной перспективе // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016): Тр. Девятой междунар. конф., 03-05 окт. 2016 г. Т. 1. М.: ИПУ РАН, 2016. С. 49-61. [[Malakhov V. A., Nesytykh K. V. "Agent-based approach to intersectoral modeling of the development of the Russian economy in the medium term" // *Management of the Development of Large-Scale Systems (MLSD'2016): Proceedings of the Ninth International. Conf., 03-05 Oct. 2016. Vol. 1. Moscow: IPU RAS, 2016, pp. 49-61. (In Russian).]]**
 11. Несытых К. В., Малахов В. А., Дубынина Т. Г. Многоагентные межотраслевые модельные исследования зависимости экономики России от мировых цен на нефть // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2017): Мат-лы Десятой междунар. конф., 2-4 окт. 2017 г. Т. 1. М.: ИПУ РАН, 2017. С. 70-73. [[Nesytykh K. V., Malakhov V. A., Dubynina T. G. "Multi-agent inter-industry model studies of the dependence of the Russian economy on world oil prices" // *Management of the Development of Large-Scale Systems (MLSD'2017): Proc. of the Tenth International. Conf., Oct. 2-4. 2017. Vol. 1. Moscow: IPU RAS, 2017. P. 70-73. (In Russian).]]**
 12. Hallegatte S. An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina // *Risk Analysis* 28(3):779-99, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01046.x>
 13. Tesfatsion L. Agent-based computational economics: Modelling economies as complex adaptive systems // *Information Sciences* 149 (4, 2003):262-268. DOI: 10.1016/S0020-0255(02)00280-3.
 14. Широ́в А. А., Узьяков М. Н., Узьякова Е. С. Перераспределение первичных доходов населения как фактор снижения неравенства и ускорения экономического роста на региональном уровне // *Экономика региона*. 2022. Т. 18. Вып. 2. С. 423-436. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-9> [[Shirov A. A., Uzyakov M. N., Uzyakova E. S. "Redistribution of primary income of the population as a factor in reducing inequality and accelerating economic growth at the regional level" // *Regional Economics*. 2022. Vol. 18, issue 2, pp. 423-436. (In Russian).]]
 15. Ильясов Б. Г., Дегтярева И. В., Макарова Е. А., Валитов Р. Р. Система интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении макроэкономическим воспроизводственным процессом на основе имитационного моделирования // *Вестник УГАТУ*. 2012. № 3. С. 217-229. [[Ilyasov B. G., Degtyareva I. V., Makarova E. A., Valitov R. R. "System of intellectual support for decision-making in managing the macroeconomic reproductive process based on simulation modeling" // *Vestnik UGATU*. 2012. No. 3, pp. 217-229. (In Russian).]]
 16. Ильясов Б. Г., Макарова Е. А., Валитов Р. Р. Имитационная модель регулирования расходов и доходов населения в системе макроэкономического кругооборота // *Программные продукты и системы*. 2011. № 1. С. 123-126. EDN: OWJKWR.

- [[Ilyasov B. G., Makarova E. A., Valitov R. R. "Simulation model for regulating expenses and income of the population in the system of macroeconomic circulation" // Software Products and Systems. 2011. No. 1, pp. 123–126. (In Russian).]]
17. Димов Э. М., Ильясов Б. Г., Макарова Е. А., Закиева Е. Ш., Ефтонова Т. А., Гиздатуллина Э. С. Методология системного динамического моделирования и управления функционированием многоотраслевого производственного комплекса в рамках воспроизводственного процесса макроуровня // Инфокоммуникационные технологии. 2018. Т. 16. № 1. С. 81-96. DOI 10.18469/ikt.2018.16.1.09. EDN XTHBKH. [[Dimov E. M., Ilyasov B. G., Makarova E. A., Zakieva E. Sh., Eftonova T. A., Gizdatullina E. S. "Methodology of system dynamic modeling and management of the functioning of a diversified production complex within the framework of the macro-level reproduction process" // Infocommunication Technologies. 2018. Vol. 16, No. 1, pp. 81-96. (In Russian).]]
 18. Закиева Е. Ш. Методология поддержки принятия решений при управлении социетальной системой на основе динамического моделирования и интеллектуальных технологий // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 3 (12). С. 69–92. EDN: UWIPDO. [[Zakieva E. Sh. "Methodology for decision support in managing a societal system based on dynamic modeling and intelligent technologies" // System Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5, No. 3 (12), pp. 69-92. EDN: UWIPDO. (In Russian).]]
 19. Макарова Е. А. Динамические модели функционирования экономических агентов и их взаимодействия в рамках воспроизводственного процесса с учетом запасов капитала // Инфокоммуникационные технологии. 2015. Т. 13. № 2. С. 164-176. EDN: UMNGDZ. [[Makarova E. A. "Dynamic models of the functioning of economic agents and their interaction within the framework of the reproduction process taking into account capital reserves" // Infocommunication Technologies. 2015. Vol. 13, No. 2, pp. 164-176. EDN: UMNGDZ. (In Russian).]]
 20. Ilyasov B., Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. Intelligent Assistance of Decision-Making in the Management of Multifactor Systems Based on Fuzzy Cognitive Models // Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019) Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research. Vol. 166. Pp. 1-7.
 21. Ильясов Б. Г., Макарова Е. А., Закиева Е. Ш., Гиздатуллина Э. С. Оценка данных о доходах населения в региональном разрезе методом главных компонент // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 2. С. 601-617. EDN: FELIMW. [[Ilyasov B. G., Makarova E. A., Zakieva E. Sh., Gizdatullina E. S. "Assessment of data on population income in a regional context using the principal component method" // Economics of the Region. 2019. Vol. 15, issue 2, pp. 601-617. EDN: FELIMW. (In Russian).]]
 22. Юсупов М. М., Макарова Е. А., Камаева Р. Р. Анализ дифференциации потребительских расходов домохозяйств на основе агент-ориентированного моделирования // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 6(15). С. 57-66. EDN: PVCZYZ. [[Yusupov M. M., Makarova E. A., Kamaeva R. R. "Analysis of differentiation of household consumer expenditures based on agent-based modeling" // System Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5, No. 6(15), pp. 57-66. EDN: PVCZYZ. (In Russian).]]
 23. Шурыгин А. С., Макарова Е. А. Система агент-ориентированного моделирования функционирования кластеров предприятий с учётом налогообложения // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 6(15). С. 24-31. EDN: TNDUPQ. [[Shurygin A. S., Makarova E. A. "System of agent-based modeling of the functioning of clusters of enterprises taking into account taxation" // System Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5, No. 6(15), pp. 24-31. EDN: TNDUPQ. (In Russian).]]

Поступила в редакцию 20 февраля 2024 г.

МЕТАДААННЫЕ / METADATA

Title: Structure and dynamic models of controlled interaction sectors of households and government agencies.

Abstract: The article presents the structure of the managed interaction of models of household sectors and government agencies as part of the macroeconomic system. Experimental studies of the processes of controlled interaction between household sectors and public institutions in the conditions of disturbances and decision-making in the management of public expenditures have been carried out. It is shown that the growth of social transfers and the allocation of subsidies for budget equalization makes it possible to increase consumer demand and ensure subsequent economic growth.

Key words: dynamic modeling, consumer spending, social transfers, stocks, cluster, simulation modeling.

Язык статьи / Language: русский / Russian

Об авторах / About the authors:

МАКАРОВА Елена Анатольевна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия. профессор каф. технической кибернетики. Дипл. инж.-системотехник (Уфимск. авиац. ин-т, 1982). Д-р техн. наук по управлению в соц. и экон. системах (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2011). Иссл. в обл. интелл. поддержки принятия управл. решений в многосекторных макроэкономических системах. E-mail: ea-makarova@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0043-3693>

MAKAROVA Elena Anatolyevna

Ufa University of Science and Technologies, Russia. Professor of the Department of Technical Cybernetics. Dipl. Systems Engineer (Ufa Aviation Institute, MAKAROVA). Dr Tech Sci in management in social and economic systems (Ufa State Aviation Technical University, 2011). Research in the field of intellectual support for management decisions in macroeconomic systems. E-mail: ea-makarova@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0043-3693>

ГАБДУЛЛИНА Эльвира Риятовна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Доцент кафедры технической кибернетики. Иссл. в обл. ин-
телл. поддержки принятия управл. решений в многосектор-
ных макроэкономических системах
E-mail: gabdullina.er@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2421-1510>

ЮСУПОВ Марат Маннурович

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Аспирант ин-та информатики, математики и робототехники.
Иссл. в обл. динамического моделирования и принятия реше-
ний в социально-экономических системах
E-mail: yusu-marat@yandex.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8308-7053>

КАМАЕВА Регина Руслановна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Магистрант ин-та информатики, математики и робототех-
ники. Иссл. в обл. моделирования и принятия решений при
управлении доходами и расходами населения.
E-mail: regina.kamaeva.00@mail.ru
ORCID: : <https://orcid.org/0009-0003-1490-1272>

GABDULLINA Elvira Riyatovna

Ufa University of Science and Technologies, Russia.
Associate Professor of the Department of Technical Cybernetics.
Research in the field of intellectual support for management de-
cisions in macroeconomic systems.
E-mail: gabdullina.er@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2421-1510>

YUSUPOV Marat Mannurovich

Ufa University of Science and Technologies, Russia.
Postgraduate student, Institute of Informatics, Mathematics,
and Robotics. Research in the field of dynamic modeling and de-
cision-making in socio-economic systems.
E-mail: yusu-marat@yandex.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8308-7053>

KAMAeva Regina Ruslanovna

Ufa University of Science and Technologies, Russia.
Institute of Informatics, Mathematics, and Robotics. Research in
the field of modeling and decision-making in the management of
income and expenses of the population.
E-mail: regina.kamaeva.00@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1490-1272>