

196, № 40, СТ.184 зі змінами та доповненнями, Закон України «Про залізничний транспорт» м. Київ 23 лютого 2012 р. № 4443-І [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.Zakon1.rada.gov.ua

10. Статут залізниць України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.railsystem.info/doc/Statut.shtml>

11. Организация железнодорожных пассажирских перевозок / Под ред. В. А. Кудрявцева / А. А. Авдовский, А. С. Бадаев, К. А. Белов и др. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.

12. Беленький М. Н. Економіка залізничного транспорту / М. Н. Беленький. – М., 1985. – С. 239.

13. Громова О. В. Підвищення економічної ефективності залізничних пасажирських перевезень у сучасних умовах : дис. ... канд. екон. наук, спеціальності 08.07.04 / О. В. Громова. – УкрДАЗТ. – Харків, 2002. – 174 с.

14. Яновський П. О. Пасажирські перевезення : навчальний посібник / П. О. Яновський. – Київ : НАУ, 2008. – 469 с.

15. Сич Є. М. Пасажирський комплекс залізничного транспорту: розвиток та ефективність : монографія / Є. М. Сич, В. П. Гудкова. – Київ : Видавництво «Аспект-поліграф», 2004. – 245 с.

16. Аксьонов І. М. Ефективність пасажирських залізничних перевезень : монографія / І. М. Аксьонов. – К. : Транспорт України, 2004. – 284 с.

УДК 658.012.32

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

ОМАРОВ ШАХИН АНВЕР ОГЛЫ

УДК 658.012.32

Омаров Шахин Анвер Оглы. Системно-динамическая модель устойчивого развития региона

В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку системно-динамической модели устойчивого развития региона. Доказано, что управление устойчивым развитием региона должно базироваться на обоснованном прогнозе будущего. Однако в современных условиях, характеризующихся высоким уровнем нестабильности, существует множество возможных вариантов будущего, поэтому сделан вывод о том, что при моделировании регионального развития целесообразным является использование сценарного подхода, позволяющего сформировать возможные его сценарии. В статье предложена разработанная имитационная (системно-динамическая) модель развития Харьковской области, которая включает следующие укрупненные блоки: «Социальная сфера», «Бюджет», «Экономика», «Инвестирование», «Внешнеэкономическая деятельность», «Инновации» и «Экология». Рассмотрена структура блоков и приведены диаграммы потоков и причинно-следственных связей в них.

Ключевые слова: модель, регион, устойчивое развитие, сценарное моделирование, системно-динамическая модель.

Рис.: 10. **Формул:** 4. **Библ.:** 6.

Омаров Шахин Анвер Оглы – кандидат экономических наук, соискатель Научно-исследовательского центра промышленных проблем развития НАН Украины (пл. Свободы, 5, Госпром, 7 подъезд, 8 этаж, Харьков, 61022, Украина)

УДК 658.012.32

Омаров Шахин Анвер Оглы. Системно-динамична модель сталого розвитку регіону

У статті представлено результати дослідження, спрямованого на розробку системно-динамічної моделі сталого розвитку регіону. Доведено, що управління сталим розвитком регіону повинне базуватися на обґрунтованому прогнозі майбутнього. Однак у сучасних умовах, що характеризуються високим рівнем нестабільності, існує безліч можливих варіантів майбутнього, тому зроблено висновок про те, що при моделюванні регіонального розвитку доцільним є використання сценарного підходу, що дозволяє сформулювати можливі його сценарії. У статті запропоновано розроблену імітаційну (системно-динамічну) модель розвитку Харківської області, що включає такі укрупнені блоки: «Соціальна сфера», «Бюджет», «Економіка», «Інвестування», «Зовнішньоекономічна діяльність», «Інновації» та «Екологія». Розглянуто структуру блоків і наведено діаграми потоків і причинно-наслідкових зв'язків у них.

Ключові слова: модель, регіон, стійкий розвиток, сценарне моделювання, системно-динамічна модель.

Рис.: 10. **Формул:** 4. **Бібл.:** 6.

Омаров Шахин Анвер Оглы – кандидат економічних наук, здобувач Науково-дослідного центру промислових проблем розвитку НАН України (пл. Свободи, 5, Держпром, 7 під'їзд, 8 поверх, Харків, 61022, Україна)

UDC 658.012.32

Omarov Shaheen Anver ogly. System Dynamics Model of Sustainable Development in the Region

The paper presents the results of a study aimed at developing a system dynamics model of sustainable development in the region. It is proved that the management of sustainable development in the region should be based on a reasonable forecast of the future. However, under current conditions, with a high level of instability, there are many possible futures. Therefore it was concluded that the modeling of regional development is appropriate to use a scenario approach, engendering possible scenarios. The paper proposed the development of a simulation (system dynamic) model of the Kharkiv region, which includes the following basic block: «Social services», «Budget», «Economy», «Investment», «Foreign Trade», «Innovation» and «Ecology». The article describes the structure of the blocks and provides flow diagrams and cause-effect relationships in them.

Keywords: model, management, risk management, scenario simulation, system dynamics model.

Pic.: 10. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 6.

Omarov Shaheen Anver ogly – Candidate of Sciences (Economics), Applicant of the Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (pl. Svobody, 5, Derzhprom, 7 pidyizd, 8 poverkh, 61022, Ukraine)

Устойчивое развитие страны во многом зависит от устойчивого развития ее регионов, которое, в свою очередь, обеспечивается продуманной и обоснованной региональной политикой.

Несмотря на длительную, по современным меркам, историю, обсуждение проблемы реализации идеи

устойчивого развития не привело пока к появлению целостной системы научных взглядов на механизм ее решения на региональном уровне. Тем не менее, региональной составляющей обеспечения перехода общества к устойчивому развитию и возможностям применения концепции устойчивого развития для решения про-

блем управления государством уделяется все большее внимание.

Управление устойчивым развитием региона должно базироваться на обоснованном прогнозе будущего. Однако в современных условиях нарастающей нестабильности и неопределенности выработка стратегии на основе одного единственного прогноза представляется рискованной, поскольку существует множество возможных вариантов будущего. В таком случае целесообразным является использование сценарного подхода, который позволяет определить возможные тенденции, взаимосвязи и ситуации, которые складываются под влиянием внешних (глобальных, макроэкономических) и внутренних (региональных) факторов [1]. Сценарное моделирование в последнее время находит все более широкое применение: от прогнозирования на уровне отдельных предприятий, корпораций до разработки стратегий развития отраслей и регионов [2 – 4].

При разработке стратегий устойчивого развития региона как социально-экономической системы регион необходимо рассматривать как динамическую управляемую систему, все основные переменные которой меняются во времени. Таким образом, необходимо задать правила и законы, по которым осуществляется переход из одного состояния в другое, т. е. уравнения перехода.

Следовательно, моделирование на основе концепции системной динамики представляется наиболее целесообразным для цели исследования, поскольку позволяет представить регион в виде совокупности непрерывно взаимодействующих материальных и информационных потоков. В этом случае модель региона – это модель ресурсного типа, в которой ресурсы (трудовые, финансовые, природные и др.) исчерпываются, пополняются и могут быть описаны как сеть разнородных потоков [5]. Состояние региональной экономической системы описывается переменными (количество населения различных категорий, производственные фонды, расходующие ресурсы и т. п.). Внутренние законы функционирования отдельных элементов региона, внешние воздействия и управленческие решения определяют темпы моделируемой системы: скорость производства и изъятия ресурсов всех видов.

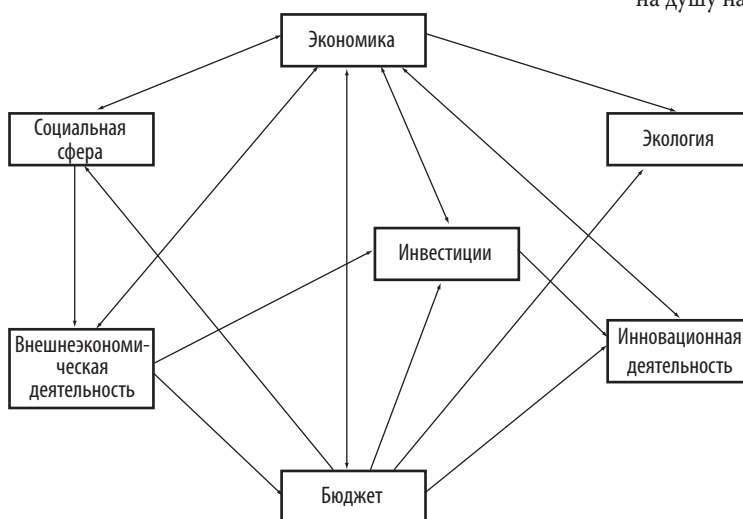


Рис. 1. Схема взаимосвязей блоков имитационной модели устойчивого развития региона

В рамках проведенного исследования были выделены направления устойчивого развития Харьковской области и построена имитационная модель, которая включает следующие укрупненные блоки:

1. Блок «Социальная сфера», отражающий социально-демографические процессы, динамику численности населения, занятость, формирование доходов расходов населения и обеспеченность жильем.

2. Блок «Бюджет», отражающий формирование и расходование Государственного и регионального бюджетов с учетом отчислений из региона, субсидий, целевых вложений в экономику региона.

3. Блок «Экономика», моделирующий динамику валового регионального продукта в разрезе основных отраслей, источников формирования и направлений использования, динамику малого предпринимательства в области.

4. Блок «Инвестирование», включающий внутрирегиональные инвестиции, внешние инвестиции из других регионов, иностранные инвестиции, целевое государственное финансирование в разрезе основных отраслей.

5. Блок «Внешнеэкономическая деятельность», отражающий экспортно-импортные операции региона.

6. Блок «Инновации», включающий динамику инвестиционно-инновационной деятельности региона.

7. Блок «Экология», отражающий динамику основных показателей качества экологической составляющей развития региона.

Каждый из блоков включает как внутренние региональные переменные, так и переменные, отражающие воздействие внешней среды.

Схема взаимосвязи блоков модели представлена на рис. 1.

Рассмотрим подробно каждый из блоков имитационной модели развития региона.

Блок «Социальная сфера» (рис. 2) включает переменную уровня «Население региона», переменные-темпы «Естественный прирост» и «Миграционный прирост», а также вспомогательные переменные, связывающие численность населения с блоками «Экономика» и «Бюджет». Выходным показателем модели является средний доход на душу населения, который складывается из заработной

платы во всех видах экономической деятельности, субсидий и трансфертов и прочих доходов. В свою очередь доходы населения, субсидии и трансферты участвуют в расчете переменных блока «Бюджет», а занятое население – в блоке «Экономика».

Отдельная составляющая этого блока формирует показатель обеспеченности жильем, который определяется объемом инвестирования в жилищное строительство.

Параметры сценариев представлены коэффициентами естественного и миграционного прироста, коэффициентом занятости в регионе, коэффициентами, регулируемыми взаимоотношения региона с бюджетом, коэффициентом повышения уровня инвестиций в жилищное строительство.

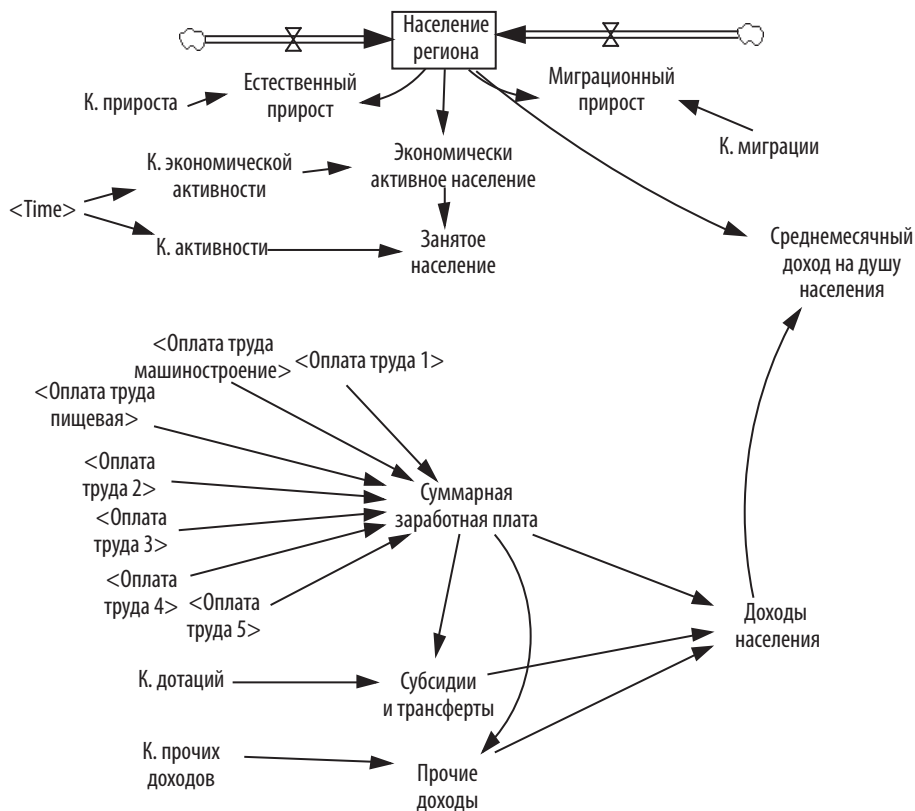


Рис. 2. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей блока «Социальная сфера»

Базовые значения коэффициентов соответствуют базовому сценарию, т. е. текущему положению дел. Формальные оценки адекватности модели по количеству населения в регионе, объему ввода нового жилья, уровню средней заработной платы составляют: средняя процентная ошибка – от 1,8 до 2,3%, коэффициент Тейла – 0,98. Следовательно, модель можно считать адекватной по всем критериям и использовать для построения базового сценария.

В блоке, моделирующем динамику бюджета, выделяется два основных уровня: Государственный бюджет и местный бюджет региона, связанные темпами с блоками «Социальная сфера», «Экономика», «Инвестиции». При построении модели блока «Бюджет» выделялись основные укрупненные элементы формирования и расходования бюджетных средств.

Источниками формирования Государственного бюджета являются налог на добавленную стоимость (в полном объеме), частично налог на прибыль предприятий, частично прочие источники, которые объединяют акцизный сбор, неналоговые поступления и другие источники. Направления использования средств Государственного бюджета сгруппированы в пять переменных: общегосударственные функции, включая расходы на оборону, охрану правопорядка, охрану окружающей среды; социальные направления, включая расходы на здравоохранение, образование, духовное развитие, социальное обеспечение; экономическая деятельность, включая кредитование; суммарные выплаты регионам на обеспечение социальных направлений и охрану окружающей среды.

Диаграмма потоков модели динамики Государственного бюджета и его взаимоотношений с региональным бюджетом показана на рис. 3.

Взаимоотношения Государственного и регионального бюджетов регулируются долевыми коэффициентами участия государства в расходах, ставками налоговых отчислений и долевыми коэффициентами поступления налогов каждого вида в Государственный бюджет. Таким образом, все коэффициенты этого блока являются управляемыми параметрами сценариев.

Источниками формирования регионального бюджета являются подоходный налог, малой частью налог на прибыль предприятий, частично прочие налоги и доходы, а также суммарные выплаты региону из Государственного бюджета.

Расходы регионального бюджета объединены в две группы: расходы на жилищно-коммунальное хозяйство и социальные направления в том же смысле, как и для Государственного бюджета, инвестиции в основной капитал региона.

Диаграмма потоков регионального бюджета показана на рис. 4.

Для анализа взаимоотношений бюджетов в модель введены несколько выходных показателей: доходы Государственного бюджета, обеспечиваемые регионом, сальдо регионального бюджета и коэффициент зависимости от бюджетных средств, коэффициент финансирования региона.

Структура имитационной модели блока «Экономика» основывается на следующих предположениях.

1. Анализ долей укрупненных отраслей в создании ВРП и тенденций последних лет позволил выделить в

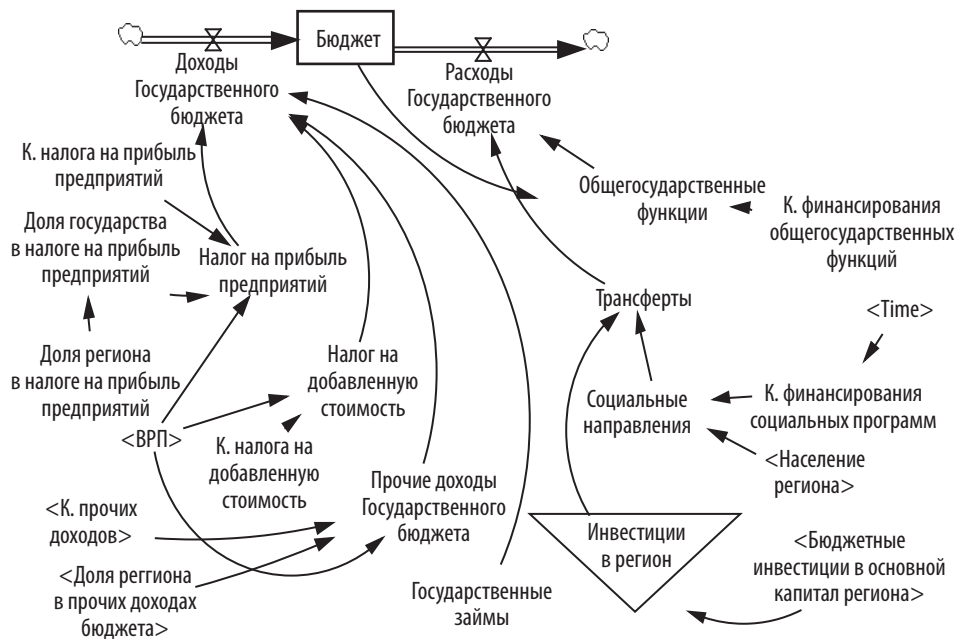


Рис. 3. Диаграмма потоков Государственного бюджета в имитационной модели

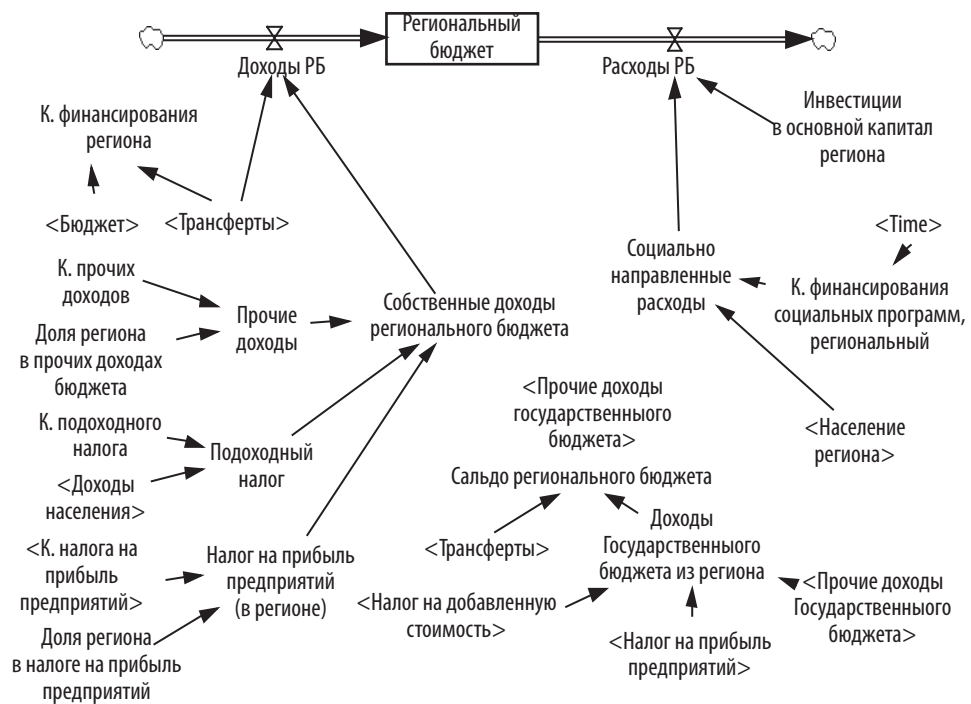


Рис. 4. Диаграмма потоков модели регионального бюджета

экономике региона пять укрупненных видов экономической деятельности: 1) сельское хозяйство (включая рыболовство, лесное и охотничье хозяйство); 2) промышленность (кроме выделенных отраслей) и строительство; 3) торговля (оптовая и розничная торговля, торговля автомобилями, услуги по ремонту, деятельность гостиниц и ресторанов); 4) транспорт и связь; 5) прочие виды деятельности (финансовая деятельность, операции с недвижимостью, государственное управление, образование, охрана здоровья и социальная помощь, коллективные, общественные и личные услуги, услуги домашней прислуги; экстерриториальная

деятельность). В силу особой роли в экономике региона и обеспечении устойчивого развития Харьковского региона отдельно выделены машиностроение и производство пищевых продуктов. Следует, однако, отметить падение доли сельского хозяйства и частично транспорта и повышение доли остальных отраслей (в основном, группы прочих отраслей за счет повышения доли финансовой деятельности), что может привести в дальнейшем к пересмотру отраслевой структуры.

Структура блока «Экономика» показана на рис. 5.

2. Технологические взаимосвязи между отраслями в виде межотраслевых потоков продукции не учиты-

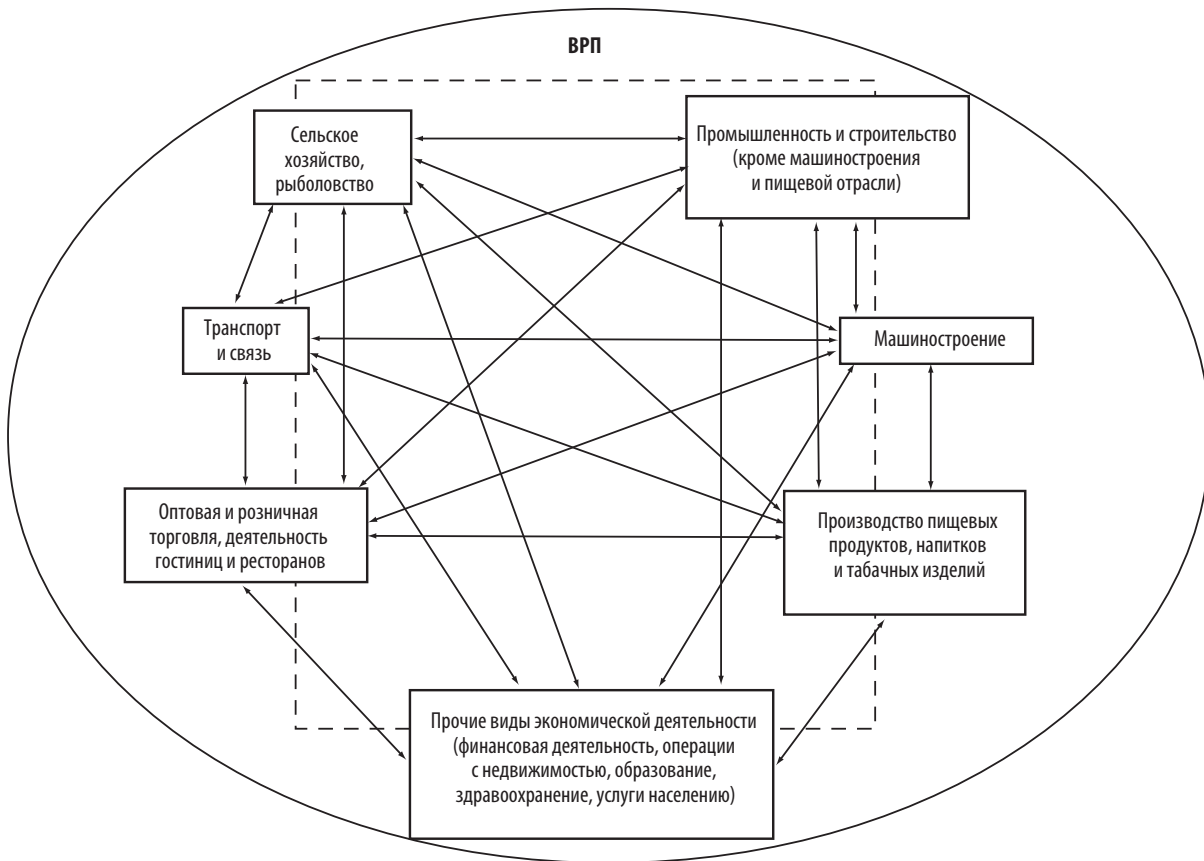


Рис. 5. Структура блока «Экономика» имитационной модели

ваются. Главным показателем работы отрасли региона является ее ВРП, темп его роста, а для машиностроения также его доля в продукции промышленности.

3. Моделирование динамики ВРП отраслей опирается на предположение о взаимосвязи прироста ВРП и инвестирования в основной капитал. Теоретическую основу для определения зависимости показателей ВРП от инвестиций составили модели акселератора и мультипликатора в виде, представленном в [6], а именно, модель акселератора (Дж. Б. Кларк) постулирующая зависимость между валовыми капиталовложениями (I_t) в момент времени t и национальным доходом (Y_t):

$$I_t = \alpha \cdot \Delta Y_t,$$

где $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$;

α – коэффициент акселерации.

Последнее соотношение можно переписать в виде, принятом в концепции системной динамики:

$$Y_t = Y_{t-1} + \frac{1}{\alpha} \cdot I_t,$$

где инвестиции также определяются достигнутым уровнем дохода (ВРП).

Таким образом, основными уровнями блока «Экономика» являются уровни, отражающие объем ВРП в разрезе выделенных отраслей.

4. Объем инвестирования в отрасль формируется за счет части ВРП в предшествующем периоде в соответствии с коэффициентом склонности к инвестированию, внешних инвестиций со стороны государства, части доходов населения и иностранных инвестиций.

Объемы инвестиций в отрасли определяются управляемыми коэффициентами. Формирование инвестиционного фонда региона отражено в блоке «Инвестиции».

5. Суммарный ВРП расходуется на конечное потребление (всех видов) в соответствии с коэффициентом склонности к потреблению и внешний экспорт, включая инвестиции из региона. Недостаток ВРП покрывается за счет импорта. Коэффициент склонности к потреблению является параметром сценариев деятельности региона. Коэффициент экспортной ориентации является выходной переменной активных сценариев. Зависимость региона от импорта оценивается коэффициентом импортозависимости.

6. Отчисления в Государственный и местный бюджеты регулируются суммарным коэффициентом налоговой нагрузки, который является управляемым параметром активных сценариев.

7. Суммарная заработная плата определяется заданным темпом роста на уровне среднего темпа роста ВРП и количеством занятых в отрасли региона. Темп роста средней заработной платы является управляемым параметром активных сценариев, а количество занятых – неуправляемым параметром.

Фрагмент диаграммы потоков блока «Экономика» показан на рис. 6, всем выделенным видам экономической деятельности соответствуют аналогичные блоки.

Неуправляемыми параметрами пассивных сценариев являются коэффициент склонности к потреблению и количество занятых в отраслях. К управляемым параметрам активных сценариев относятся: коэффици-

енты инвестирования в отрасли, коэффициент инвестирования в регион, коэффициент склонности к инвестированию, коэффициент налоговых отчислений, средняя заработная плата в отрасли.

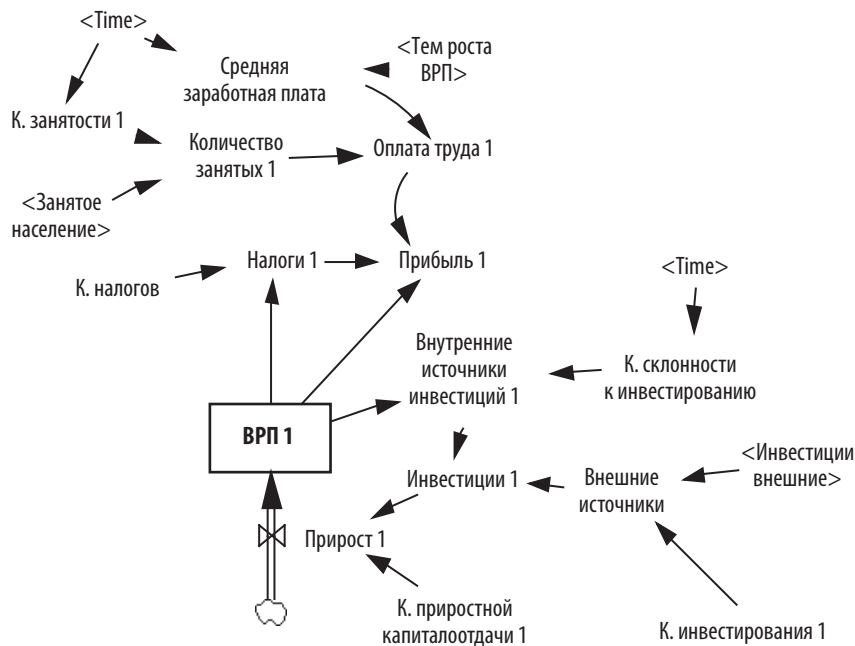


Рис. 6. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей блока «Экономика» имитационной модели

Коэффициенты приростной капиталоотдачи в пассивных сценариях отражают состояние технологий отраслей, а в активных могут являться элементом инновационной стратегии развития региона.

Для оценки параметров базового сценария использовались данные в разрезе видов деятельности о валовом региональном продукте, инвестициях в основной капитал, средней занятости, средней заработной плате, налоговых поступлениях.

Основную проблему при оценке параметров базового сценария составляли оценки коэффициентов приростной капиталоотдачи. Для оценки части коэффициентов приростной капиталоотдачи (k_{pko}) использовалось экспоненциальное сглаживание.

Результаты оценки коэффициентов приростной капиталоотдачи для всех отраслей по региону оценивались по критерию минимизации средней процентной ошибки, которая во всех случаях не превышала критического значения 10% и составляла от 0,9 до 8,5%.

Аналогичный блоки в модели отвечают и за развитие малого предпринимательства в разрезе тех же видов деятельности.

Внешнеэкономическая деятельность региона характеризуется суммарными объемами экспорта, импорта, вели-

чиной и знаком сальдо экспорта-импорта, коэффициентом зависимости от импорта и объемами иностранных инвестиций в экономику региона в блоке «Инвестиции». Причинно-следственные связи этого блока показаны на рис. 7.

Коэффициент экспорта может рассматриваться и как управляемый параметр активного сценария, и как неуправляемый параметр пассивного сценария, поскольку он частично ограничен возможностями реализации продукта региона на внешних рынках.

Как было сказано выше, в данном блоке отражен процесс формирования и распределения инвестиционных ресурсов государства и региона (рис. 8).

При этом предполагается, что инвестиционный фонд региона состоит из четырех частей: инвестиций отраслей, бюджетных инвестиций, иностранных инвестиций, а также прочих источников (включая кредиты банков, средства населения и др.). Бюджетные инвестиции формируются из средств Государственного и местного бюджетов.

Инвестиционный фонд региона расходуется на осуществление инвестиций в отрасли региона, включая поддержку малых предприятий. Инвестиции в отрасли регулируются управляемыми параметрами – коэффициентами инвестирования.

Управляемыми параметрами сценариев в этом блоке являются также коэффициенты склонности к инвестированию отраслей, коэффициент внешних инвестиций, средства местного и Государственного бюджетов, средства бюджетов, направляемые на поддержку малого предпринимательства. Эти параметры являются элементами стратегии инвестирования.

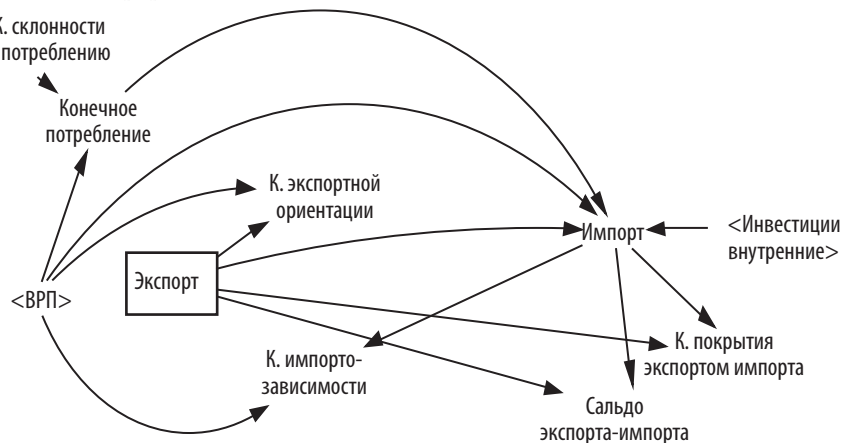


Рис. 7. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей блока внешнеэкономической деятельности региона в имитационной модели

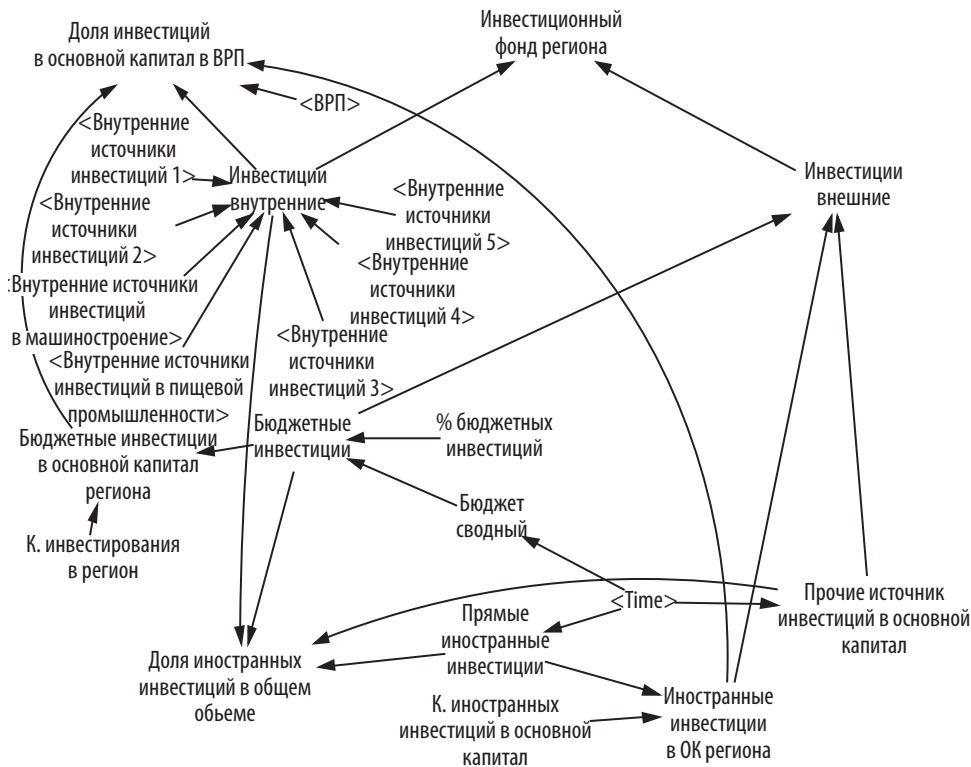


Рис. 8. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей формирования инвестиционного фонда региона в имитационной модели

Неуправляемыми параметрами пассивных сценариев являются коэффициенты склонности населения к инвестированию, иностранные инвестиции, объемы кредитов и прочие источники. Однако в активных сценариях они могут рассматриваться как частично управляемые, т. е. такие, изменение которых не может осуществляться непосредственно в модели, а для этого необходимо предпринять дополнительные шаги, связанные с повышением доверия со стороны населения, банков и иностранных инвесторов к инвестиционным процессам в стране.

Управляемые параметры блока включают: долю инвестиций в основной капитал региона в общем объеме расходов бюджета, долю региона в общем объеме инвестируемых средств, коэффициент иностранных инвестиций в основной капитал региона.

Выходными переменными, характеризующими устойчивость развития региона, в блоке выбраны отношения инвестиций в основной капитал к ВРП, доля иностранных инвестиций в общем объеме инвестиций.

Особая роль в развитии региона отводится внедрению инновационных технологий во всех сферах его функционирования. Устойчивость развития подразумевает и активное развитие технологической составляющей, поэтому блок инноваций выделен в модели отдельно, он обеспечивает выпуск инновационной продукции и положительные изменения в технологиях сельского хозяйства и промышленности.

В блоке «Инновации» (рис. 9) моделируется динамика объемов реализованной инновационной продукции в зависимости от объема затрат на инновационную деятельность в разрезе машиностроения и пищевой промышленности, на которые приходится более 80% реализации инновационной продукции.

Объемы реализации инновационной продукции зависят от объемов затрат на инновации в соответствующей отрасли, при этом лаг запаздывания, связанный с внедрением новых технологий, началом выпуска продукции и др., составляет в пищевой промышленности – 3 года, а в машиностроении – 5 лет.

Результирующим показателем блока является доля инновационной продукции в объеме реализации промышленной продукции.

Блок «Экология». При моделировании экологической составляющей было сделано основное предположение о зависимости показателей загрязнения от ВРП и количества населения. Последнее предположение не подтвердилось. Кроме того, для показателя загрязнения водных ресурсов никаких влияний не выявлено. Диаграмма причинно-следственных связей блока «Экология» показана на рис. 10.

Для моделирования динамики выбросов вредных веществ в атмосферу использовалась логарифмическая функция:

$$\text{Выбросы} = 0.4998 \cdot \ln(\text{ВРП} / 1000) + 4.2647 \text{ (т/км}^2\text{)}, \\ R^2 = 0.89,$$

а для динамики опасных отходов – линейная:

$$\text{Опасные отходы} = 0,00002.6 \cdot \text{ВРП} / 1000 + 1.9604 \text{ (т/км}^2\text{)}, \\ R^2 = 0.93.$$

Основные показатели эффективности стратегии управления региональным развитием должны быть согласованы с общим подходом к обеспечению устойчивого развития, поэтому предлагается выбрать следующие основные выходные переменные сценарной модели: ВРП на душу населения, темп роста ВРП, степень экспортно-импортной зависимости региона, степень зависимости от бюджетных дотаций.

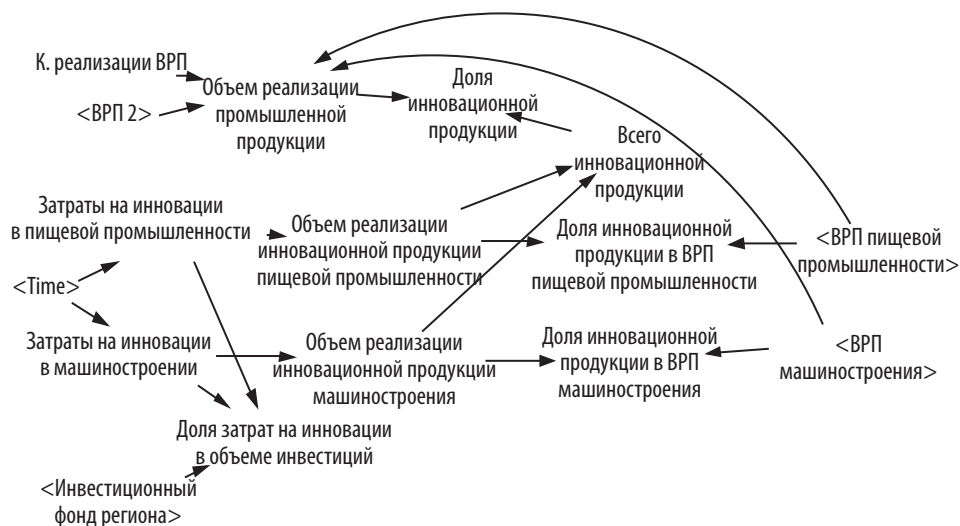


Рис. 9. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей блока «Инновации» имитационной модели

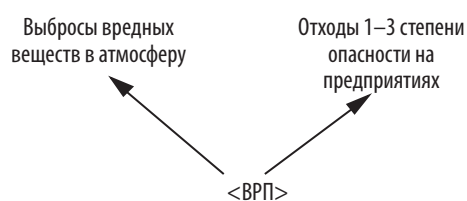


Рис. 10. Диаграмма потоков и причинно-следственных связей блока «Экология» имитационной модели

Построенная модель деятельности региона является основой для проведения сценарного исследования. В каждом сценарии будут изменяться один или несколько параметров из различных блоков, что позволяет всесторонне исследовать динамику деятельности региона.

На основании разработанной модели были спрогнозированы перспективы развития Харьковской области и построено несколько сценариев, отражающих возможные направления развития экономики региона: базовый, неинновационный, инновационный, развития малого предпринимательства. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Механизмы и модели управления кризисными ситуациями : монография / Под ред. Т. С. Клебановой. – Х. : ИД «ИНЖЭК», 2007. – 200 с.
2. Данников В. Е. Применение сценариев в нефтегазовом бизнесе / В. Е. Данников // Экономические стратегии. – 2004. – № 5-6. – С. 86 – 89.
3. Кузнецов В. В. Сценарное моделирование будущих состояний социально-экономической системы (СЭС) / В. В. Кузнецов // Информационные технологии моделирования и управления : Междунар. сб. науч. тр. / Под ред. д. т. н. О. Я. Кравца. – Вып. 16. – Воронеж : Изд-во «Научная книга», 2004. – С. 92 – 98.
4. Давлетов Р. Р. Концептуальные подходы к разработке инструментария моделирования экономики региона / Р. Р. Давлетов, М. М. Низамутдинов // II Всероссийская науч.-практич. Internet-конференция «Проблемы функционирования и развития территориальных социально-

экономических систем» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : // <http://isei.communityhost.ru>

5. Форрестер Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер. – М. : Прогресс, 1974. – 288 с.

6. Гафарова Е. А. Многоуровневые модели зависимости экономического роста от инвестиций: эконометрический подход : автореф. дис. ... канд. эконом. наук / Спец. 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (математические методы) / Е. А. Гафарова. – Уфа, 2007. – 20 с.