

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Сучасна теорія економічного розвитку, заснована на моделях економічного зростання, не має добре обгрунтованого категоріального апарату; вона розглядає тільки один етап у циклічному розвитку – економічне зростання. У статті із системно-інформаційної точки зору розглядаються такі категорії: розвиток, стійкість та стійкий розвиток. Запропоновано два системоутворюючих закони: закон збереження економічного потенціалу системи і принцип самоорганізації. Із застосуванням цих закономірностей сформульовано та запропоновано нелінійну динамічну модель розвитку складної економічної системи на прикладі світової економіки. Запропоновано порядок моделювання й принципи аналізу отриманих результатів.

Современная теория экономического развития, основанная на моделях экономического роста, не имеет хорошо обоснованного категориального аппарата; рассматривает только один этап в циклическом развитии – экономический рост. В статье с системно-информационной точки зрения рассматриваются следующие категории: развитие, устойчивость и устойчивое развитие. Предложены два системообразующих закона: закон сохранения экономического потенциала системы и принцип самоорганизации. С использованием этих закономерностей сформулирована и предложена нелинейная динамическая модель развития сложной экономической системы на примере мировой экономики. Предложен порядок моделирования и принципы анализа полученных результатов.

The modern theory of economic development that is based on models of economic growth does not have a well-grounded category apparatus; it views only one stage in a cyclical development – economic growth. From system and informational viewpoint the work studies the following categories: development, sustainability and sustainable development. The work suggests two laws that form a system: the law of conservation of economic potential and the principle of self-organization. With usage of these regularities non-linear dynamic model of development of a complex economic system has been formulated and offered on the example of the world economy. The order of modeling and the principles of findings have been proposed.

устойчивое развитие системы, самоорганизация системы, устойчивое развитие глобальной системы

Введение

Интерес ученых к проблеме экономического развития обострился во второй половине XX ст., когда возник резкий контраст между развитыми странами «золотого миллиарда» и странами третьего мира, которые были обозначены как развивающиеся страны или страны с развивающейся экономикой. Контраст в уровне дохода стран мирового сообщества определил интерес ученых к анализу условий роста благосостояния нации и поддержанию этих условий на максимально длительном интервале времени. Необходимость такого анализа предопределила использование математического моделирования экономического роста. Первым значимым результатом была объединенная модель Харода-Домара, основанная на изменении главного параметра экономики, влияющего на экономический рост, – размера инвестиций [1; 2]. По мере углубления понимания влияния человеческого капитала, технологий и роста населения на экономический рост задача оптимального экономического роста получила развитие в виде модели Солоу и Солоу-Свана, где использовалась функция Кобба-Дугласа. В модель также вводится рост технологий и на-

селения, что влияет на основной параметр экономического роста – капиталовооруженность одного рабочего, чем определяется эффективность труда, то есть темп роста экономики [3; 4].

Далее появились модели экономического роста Рамсея, Брауна, Ромера, модели технологических изменений, двухсекторная модель Узавы-Лукаса [5; 6], Шумпетерианские модели эндогенного роста [7]. Этими моделями исследовалось влияние на экономический рост таких факторов, как: человеческий и физический капитал, технологические изменения, диффузия технологий, миграция и рост населения, загрязнение окружающей среды. Кроме того, американским экономистом Ростоу были введены условия долговременного устойчивого роста [8]. Работы С. Кузнеца стали основой дальнейшего развития понимания устойчивости экономического роста [9]. По С. Кузнецу, устойчивый экономический рост – это процесс увеличения производительности национальной экономики, который должен превышать рост населения на максимально возможном интервале времени. Таким образом, усилия экономической теории XX в. были направлены на всесторонний анализ условий, обеспечивающих длительный экономический рост. Так сформировалось представление о том, что экономическое развитие – это необходимость поддерживать равновесное состояние экономики экономическими методами максимально длительное время.

Практически все эти подходы, выраженные математическими моделями экономического роста, не нашли своего качественного применения в экономиках развивающихся стран, и позже, во второй половине 80-х и 90-е годы XX в., в анализе экономического поведения стран с переходной экономикой.

В то же время были сформулированы подходы к формированию моделей экономического развития, в том числе учитывающие структурные изменения в экономике. Например, двухсекторная модель А. Льюиса, позднее расширенная и формализованная Дж. Феем и Г. Ранис, модель Ченери и др. [10]. Эти модели и связанные с ними теории были направлены на анализ развивающихся экономик стран третьего мира и основывались на опыте анализа стран с развитой экономикой.

Далее разработка теории устойчивого экономического развития пришла к базовому формальному утверждению, широко принятому в мире как категория, которая излагается следующим образом: «Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности нынешних поколений и не ставит под угрозу возможности потребления будущих поколений» (WCED, 1987).

Соответственно, базовая категория устойчивости имеет следующую формулировку: «Устойчивость – это упорядочение технических, научных, экологических и экономических социальных ресурсов таким образом, что результирующая система может поддерживаться в состоянии равновесия во времени и пространстве» (WCED, 1987).

Эти категории являются результатом работы комиссии Г. Брундтланд.

В отечественной науке разработкой этих направлений занимались немногие ученые, в их числе Л. Мельник, В. Геец, М. Скрипниченко, С. Шумская, В. Сиденко, Т. Приходько и др. В Российской научной

мысле выделяются работы С. Глазьева, Р. Нуреева, Ю. Яковца, Н. Румянцевой, А. Рыженкова, Ю. Гусарова, Р. Евстигнеева, В. Полтеровича и др.

Таким образом, категории «устойчивое экономическое развитие» и «устойчивость» вышли из среды анализа условий оптимального экономического роста, базируясь на постулате необходимости превышения роста национального производства по отношению к росту населения. Но сегодня нет достаточно обоснованного ответа на вопрос: «Почему эти модели не дали практического результата в странах с развивающейся и транзитивной экономикой?».

Вместе с тем остаются без ответа многие вопросы. Что не учитывают существующие модели экономического роста? Почему существующие модели развития не адекватны изменениям, происходящим в большей части экономик стран мира? В этой статье, используя системную концепцию развития, методы нелинейной динамики, мы ответим на поставленные вопросы и осуществим моделирование сложной системы «мировая экономика».

Общесистемный подход к теории устойчивого экономического развития

Очевидно, что причина неадекватности существующих моделей экономического развития реальным изменениям в экономической жизни заключается в самом подходе к пониманию смысла категорий: «развитие», «устойчивость», «устойчивое развитие». Необходимо точное понимание содержания этих категорий, основанное на адекватном математическом аппарате естественных наук.

Анализ показывает, что модели экономического роста и основанные на этом подходе модели развития «не работают» на длительных интервалах времени и в экономиках стран с неустойчивой (переходной) политической системой. Отсутствие институтов реализации стратегий экономической политики, основанной на применении существующих моделей экономического роста, обрекает на неудачу попытку создать качественные экономические изменения в обществе на любых интервалах времени.

В соответствии с подходами Н. Кондратьева, Й. Шумпетера [11, 12] в современной научной мысли есть многочисленные работы по моделям циклического экономического роста [13]. Из них становится ясной ограниченность во времени классической и неоклассической моделей экономического роста, которые описывают только один этап в циклическом развитии – равновесие или стадию экономического роста. Модели циклического экономического роста также не являются существенным инструментом анализа процесса экономического развития.

Общая теория систем и теория информации дают иной подход к качественному пониманию явления экономического развития. Развитие рассматривается как процесс накопления структурной информации, повышающей уровень организации системы. С позиции общей теории систем, развитие – это смена состояний системы на длительном интервале времени. Каждое состояние системы характеризуется структурной и количественной характеристикой.

Таким образом, в процессе развития системы происходит смена структурной и количественной характеристик, что показывает эволюцию структуры самой системы, адаптирующую последнюю к воздействию

внешней среды. В экономической системе давление среды — это рост численности населения и ограниченность природных ресурсов. Адаптация системы происходит за счет накопления структурной информации, что повышает устойчивость на основе увеличения количества организации системы.

Из изложенного ясно, что модель экономического развития должна включать в себя параметр, характеризующий структуру экономической системы в смысле условий, правил взаимодействия экономических агентов между собой. А численные решения такой модели должны показывать эволюцию этой структуры, обеспечивающей устойчивость общественной системы на длительном интервале времени в смысле поддержания ее целостности. Такой структурой для общественной системы «Глобальная цивилизация» является политическое устройство и монетарная система.

Таким образом, категория «устойчивость» также приобретает новое содержание. В теории устойчивости, которая берет свое начало в работах Пуанкаре и Ляпунова, существует ответ на два ключевых вопроса:

- Что именно мы исследуем на устойчивость?
- Устойчивость относительно или в смысле чего мы исследуем? [14, 15].

Из сказанного выше в контексте системно-информационного понимания устойчивого развития общественной системы можно утверждать следующее:

1. Мы исследуем на устойчивость процесс развития общественной системы «Глобальная цивилизация», состоящей из политической и экономической подсистем, где политическая система — это структурная характеристика, а экономическая — количественные показатели ее состояний.

2. Мы исследуем устойчивость в смысле поддержания целостности общественной системы на длительном интервале времени относительно роста численности населения в условиях ограниченности ресурсов.

3. Устойчивое развитие общественной системы — это последовательная периодическая смена ее состояний на длительном интервале времени, направленная на поддержание устойчивости (в смысле целостности) системы на основе реструктуризации ее связей — эволюции структуры системы. В математическом смысле может быть дано более строгое определение устойчивости общественного развития, основанное на наличии в общественной системе неопределенности поведения.

4. Устойчивое развитие общественной системы — это такое последовательное изменение состояний, где все вероятные траектории ее развития притягиваются к области устойчивых положений траекторий, определяемой набором аттракторов, характеризующих режим функционирования системы в данный отрезок времени.

4.1. Набор и структура аттракторов определяется качеством или типом политического устройства.

4.2. Устойчивое развитие — это такое движение экономической среды, где решение системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих экономическое развитие, в виде уравнения движения экономической среды устойчиво по отношению к воздействию управляющего параметра.

Самоорганизация общественных систем

Как известно, понятие самоорганизации в социальные науки пришло из физики, после открытия явления хаоса через работы Г. Хакена, И. Пригожина и других ученых [16, 17, 18].

В естественных науках самоорганизация — это самостоятельное усложнение структуры системы в условиях сильной нестабильности среды с целью поддержания ее устойчивости по отношению к воздействию внешних факторов. Самоорганизация свойственна объектам как неживой, так и живой природы.

В случае общественных систем самоорганизация имеет несколько уровней:

1-й — это микроуровень — конкуренция между экономическими агентами за ограниченные ресурсы и блага, что приводит к оптимизации их рыночного распределения.

2-й — это макроуровень — самостоятельное формирование правил экономической игры между агентами по поводу распределения ресурсов и благ на основе политической подсистемы в форме оптимальной макроэкономической политики, что также поддерживает оптимальное распределение ресурсов и благ между экономическими агентами системы на длительном интервале времени.

3-й — это метауровень — самостоятельная реструктуризация институтов общественной системы, ее политического устройства, что мы наблюдаем в странах с переходной экономикой и в настоящее время в системе глобальная цивилизация называем процессом трансформации [19].

Соответственно, первые два механизма самоорганизации реализуются в пределах устойчивого функционирования системы. Третий возникает, когда целостность системы находится под угрозой, т. е. устойчивости вышла за свои предельные значения.

Таким образом, постоянная оптимизация распределения ресурсов и благ между агентами системы есть основа для поддержания ее целостности на длительном интервале времени и реализуется через самостоятельные действия экономических агентов системы на основе правил, заложенных в политическом устройстве, т. е. через формирование и реализацию макроэкономической политики.

Взаимосвязь самоорганизации и развития общественной системы

Процесс формирования и реализации оптимальной макроэкономической политики, а также ее гибкая корректировка в случае ошибочности — это процесс накопления структурной информации на длительном интервале времени, т. к. система на основе обратных связей, заложенных в политическом устройстве, получает информацию о своем текущем состоянии, сравнивает его с предыдущим и на этой основе формирует управленческое решение в виде макроэкономической политики.

Очевидным становится факт взаимосвязи самоорганизации и развития общественной системы, а также связь уровня самоорганизации и устойчивости системы в смысле ее способности оптимизировать макроэкономическую политику и реагировать на экономические и социальные деструктивные изменения.

Самоорганизация — это механизм развития общественной системы, где качество политического устройства определяет возможности общес-

твенной системы к устойчивому развитию в смысле бесконфликтного перехода от кризиса к экономическому росту.

Принципы самоорганизации и устойчивого развития

В основе устойчивого развития, нацеленного на поддержание целостности системы в условиях роста населения и ограниченности ресурсов, определяющую роль играют два закона:

1. Принцип минимума диссипации ресурсов системы, который формулируется следующим образом: «Каждое последующее состояние системы рассеивает меньше ресурсов, чем предыдущее. В экономическом смысле в каждом последующем состоянии общественной системы ресурсы распределяются оптимальнее, чем в предыдущем, что создает прирост экономического эффекта, компенсирующий увеличение давления среды». Принцип минимума диссипации или минимума рассеивания, т. е. оптимизация распределения ресурсов для производства и благ для потребления, естественным образом уменьшает рассеивание ресурсов, т. е. процесс оптимизации или реализации принципа минимума диссипации имеет направленность, обратную рассеиванию ресурсов – выпуску продукции Y .

Сила F противодействия рассеиванию ресурсов системы, именуемая принципом минимизации рассеивания (диссипации) ресурсов, прямо противоположна экономическому росту или росту выпуска продукции Y' с коэффициентом KS , который отражает структурные свойства системы, ее институтов (политической системы) производить полезную работу по оптимизации распределения ресурсов для производства благ для потребления, а также скорость реакции политической системы на неблагоприятные экономические изменения в форме коррекции структуры текущей макроэкономической политики и изменения ее направленности в случае ошибочности бесконфликтным путем через смену партии власти на оппозицию. Иными словами – это сила, отражающая величину самоорганизации общественной системы S . Что можно записать как

$$S = - Y'KS,$$

знак «-» означает противоположность действия силы, компенсирующей рассеивание, где

S – количество самоорганизации;

Y' – экономический рост;

KS – структурный коэффициент, отражающий полезность структуры системы по производству экономического эффекта в части оптимизации распределения ресурсов для производства и благ для потребления.

2. Закон сохранения экономического потенциала системы.

2.1. Экономический потенциал – способность системы производить экономический эффект.

2.2. Общественная система при переходе из одного состояния в другое в процессе социально-экономического развития сохраняет экономический потенциал неизменным, что означает:

– при переходе из одного состояния в другое в процессе экономического развития общественная система сохраняет способность создавать экономический эффект и создает экономический эффект необходимый и достаточный для поддержания устойчивости системы в смысле сохранения ее целостности;

– экономический потенциал общественной системы – это способность осуществлять работу по производству экономического эффекта, выполняемая системой при переходе из одного состояния в другое, обеспечивающее целостность системы или устойчивость процесса экономического развития;

– экономический потенциал – это потенциальная способность экономической системы выполнить работу по производству экономического эффекта, при переходе из одного состояния в другое в процессе экономического развития, необходимого и достаточного для обеспечения целостности системы или устойчивого развития в условиях возрастания численности населения и редкость исчерпаемых ресурсов

$$P_{(E1)} = P_{(E2)} = const.$$

Математическая формализация устойчивого развития

Экономический эффект E_Y – это показатель эффективности развития. Он может быть сформулирован следующим образом: $E_Y = Y''/L''$.

Потенциал создания экономического эффекта – это способность поддерживать производительность (эффективность) системы, при которой выполняется условие $E_Y = Y''/L'' \geq 1$.

Экономический эффект, как динамическая характеристика развития, – это устойчивое (т. е. постоянное) превышение темпов роста ВВП по отношению к темпу роста численности населения общественной системы. Соответственно, поддержание устойчивости системы – это поддержание ее потенциала создания экономического эффекта $E_Y = Y''/L'' \geq 1 = const$. **Это условие так же характеризует устойчивое развитие.**

Устойчивое развитие мировой экономики: системный подход

Системное развитие мировой экономики рассматривается как процесс смены состояний системы [20]. Каждое состояние системы обладает структурной и количественной характеристикой и выделенным интервалом времени, на котором сохраняется целостность структуры.

Модель развития мировой экономики описывает поведение системы на интервале времени 1825–2035 гг.

В основу модели положено представление о процессе развития как о накоплении структурной информации на основе механизма самоорганизации в результате борьбы двух противоположно направленных тенденций: организации и дезорганизации [21]. Дезорганизация выражена рассеиванием (диссипацией) системой ресурсов в форме их потребления для производства и благ для потребления. Организация – накоплением структурной информации в виде создания и введения правил поведения агентов, которые увеличивают уровень оптимизации распределения ресурсов для производства и благ для потребления. Определенные структурные и количественные характеристики позволяют выделить три состояния системы мировая экономика в процессе ее развития. Первые два состояния реальные, третье – прогнозируемое. *Структурной характеристикой* для каждого состояния является система международных валютно-финансовых отношений, функционирующая на выделенном интервале времени и политическое устройство глобального социума – наличие или отсутствие наднациональных институтов регулирования вза-

имоотношений рядовых агентов системы по поводу обмена ресурсами на основе международного разделения труда. *Количественной характеристикой* является ВВП стран-участниц международного обмена ресурсами.

Каждое состояние системы мировая экономика соответствует одному 70-летнему циклу развития. Каждый цикл объединяет в себе конфликтную и бесконфликтную фазы развития. Конфликтная фаза реализуется бифуркационным механизмом развития и низкими темпами роста ВВП, бесконфликтная – адаптационным механизмом развития и скачкообразным увеличением темпов роста ВВП. Каждая фаза цикла соответствует определенному периоду развития, которые сменяют друг друга, как и механизмы реализации развития.

Под устойчивым развитием мы понимаем такое изменение состояний системы, которые обеспечивают ее целостность, на длительном интервале времени на основе последовательного самостоятельного формирования новой структуры системы, адаптирующей ее к давлению среды: росту численности населения планеты и ограниченности ресурсов.

На основании интервалов времени действия указанных систем международных валютно-финансовых отношений и количественных характеристик мы формируем временные границы существования трех состояний системы «мировая экономика» в процессе ее развития, то есть определяем временные интервалы трех циклов и шести периодов развития системы «мировая экономика» (табл. 1).

Таблица 1

Временные интервалы циклов развития мировой экономики

Состояния системы «мировая экономика»	Временные интервалы	Периоды функционирования	Структурная характеристика состояния	Механизмы реализации развития	Количественная характеристика. Темпы развития, %
I	1825–1895	I 1825–1875	Функционирование системы международных валютно-финансовых отношений золотого стандарта	Бифуркационный	1,5
		II 1875–1895		Адаптационный	2,6–3
II	1895–1965	III 1895–1945	Функционирование системы международных валютно-финансовых отношений Бреттон-Вудса	Бифуркационный	1,8
		IV 1945–1965		Адаптационный	5
III	1965–2035	V 1965–2015	Функционирование Ямайской системы международных валютно-финансовых отношений	Бифуркационный	3,4
		VI 2015–2035		Адаптационный	Прогноз 8–9

Моделирование развития системы «мировая экономика»

На основе приведенного описания строим математическую модель нелинейной динамической системы развития мировой экономики, где:

– фазовые переменные – рядовые агенты (страны и их групповые объединения), обладающие свойством рассеивания ресурсов в форме производства и потребления, выраженным выпуском продукции Y , и свойством оптимизации ресурсов для производства и благ для потребления, выраженным величиной самоорганизации S и ее показателем K_S – структурным коэффициентом самоорганизации;

– пространство, которому они принадлежат, – фазовое пространство или глобальная экономическая среда;

– основная функция – развитие, выраженное движением глобальной экономической среды.

Таким образом, рядовой агент системы может быть описан двумя фазовыми переменными (Y, K_S); соответственно фазовое экономическое пространство, которому они принадлежат, записывается в виде:

$$F = F(Y, K_S, t),$$

где Y – количественная характеристика развития, параметр характеризующий способность производить диссипацию ресурсов;

K_S – коэффициент самоорганизации – структурная характеристика, параметр, отражающий экономическую полезность – эффективность структуры политической системы и характеризующий минимизацию диссипации или способность оптимизировать распределение ресурсов для производства и благ для потребления;

t – время.

Развитие системы «мировая экономика» записывается в виде уравнения движения среды типа Бюргера:

$$\frac{dY'}{dt} + Y' \frac{dY'}{dL_Q} = K_S \frac{d^2 Y'}{dL_Q^2},$$

где t – интервал времени, на котором исследуется система;

Y – выпуск продукта на исследуемом интервале времени (измеряется показателем ВВП);

$Y' = \frac{dY}{dt}$ – скорость выпуска продукции или экономический рост на исследуемом отрезке времени;

$Y'' = \frac{d^2 Y}{dt^2}$ – темпы экономического роста системы на исследуемом интервале времени;

$L_Q = LK_N$ – квалифицированный труд или численность населения в исследуемом интервале времени с учетом квалификации труда, где:

L – численность населения на исследуемом интервале времени;

L' – скорость роста населения;

L'' – темп роста населения на исследуемом интервале времени;

N – численность населения с высшим образованием на исследуемом интервале времени;

K_N – коэффициент квалификации труда общественной системы, который является характеристикой роста структурной информации, выражен-

ной создаваемыми новыми знаниями. Создание новых знаний это интеллектуальный труд населения с высшим образованием, выражаемый ростом численности населения с высшим образованием N .

Таким образом:

$$K_N = \frac{dN}{dt} = N'$$

Свойство рассеивания ресурсов выражается производственной функцией $Y = F(k, L)$, где k – капитал; L – трудовой ресурс. На длительных интервалах времени $t \rightarrow \infty$, $k \rightarrow 0$. Для длительного интервала времени производственную функцию запишем как $Y = F(L, t)$. Свойство оптимизации распределения ресурсов для производства выражает функция самоорганизации $S = F(I, t)$, где I – это созданная информация $I = F(N)$; t – время создания и введения ее в систему. Информация – это функция интеллектуального труда людей с высшим образованием, определяемых числом N . Таким образом $S = F(N, t)$ и описывается уравнением $S = Y'KS$.

Количество самоорганизации $S = Y'KS$ – сила противодействия рассеиванию ресурсов системы, реализующая принцип минимизации рассеивания (диссипации) ресурсов, прямо противоположна экономическому росту или скорости выпуска продукции Y' с коэффициентом $KS = S/Y'$, который отражает структурные свойства системы – ее институтов (политической системы) производить полезную работу по оптимизации распределения ресурсов для производства благ для потребления, а также скорость реакции политической системы на неблагоприятные экономические изменения в форме коррекции структуры текущей макроэкономической политики и изменения ее направленности в случае ошибочности бесконфликтным путем. Иными словами – это сила отражающая величину самоорганизации общественной системы S .

Анализ уравнения развития

1. В основу уравнения положена гипотеза Н. Кондратьева о том, что в основе процесса развития (тренда) лежит кумулятивное накопление трех компонентов общественной системы:

- рост численности населения L ;
- накопление капитала k , что вместе составляет производственную функцию $Y = F(k, L)$;
- научно-технический прогресс [22].

В нашем случае для длительного интервала времени $k \rightarrow 0$, а научно-технический прогресс описываем накоплением (кумуляцией) новых знаний (информации) или функцией накопления людей с высшим образованием $I = F(N, t)$. Таким образом, уравнение показывает конвективный перенос основных свойств среды в пространстве на основе роста численности населения с учетом накопления новых знаний (информации),

влияющих на увеличение производительности или рассеивания ресурсов системы, что записывается в виде $\frac{dY'}{dt} + \frac{dL_Q}{dt} \cdot \frac{dY'}{dL_Q}$ или полная производная от $\frac{dY'}{dt}$.

2. Уравнение в левой части содержит нелинейный член $Y' \frac{dY'}{dL_Q}$, т. к. квалификация труда рядового агента является фактором, порождающим

нелинейность, исходя из простого соображения $Y' = Y'(L_Q)$. Нелинейный член показывает свойство системы диссипацию и отражает накопление информации во времени, что влияет на производительность. Так же показывает зависимость между скоростью выпуска продукта и изменением квалификации населения вместе с изменением его численности. Этот член отражает влияние накопления новой информации на скорость выпуска продукции – на скорость рассеивания ресурсов.

3. В правой части уравнение содержит вязкий член $K_S \frac{d^2 Y'}{dL_Q^2}$, который отражает способность системы сопротивляться рассеиванию ресурсов или реализовать принцип минимума диссипации ресурсов системы, т. е. оптимизировать их распределение на основе существующей структуры.

4. Таким образом, левая часть уравнения показывает диссипативный процесс – темпы рассеивания ресурсов во времени с учетом роста квалификации труда K_N , правая часть показывает компенсаторный процесс – оптимизацию ресурсов для производства и благ для потребления K_S . Уравнение является выражением закона сохранения потенциала производства экономического эффекта, который формулируется следующим образом:

4.1. Темпы рассеивания невозобновляемых ресурсов системы на длительном интервале времени компенсируются их оптимизацией на основе реализации принципа минимума рассеивания, что обеспечивает ее целостность и реализацию функции целеполагания – сохранение гомеостаза. Уменьшение создания экономического эффекта в левой части на основе уменьшения отношения темпов выпуска продукции к темпу роста численности населения компенсируется созданием экономического эффекта на основе увеличения уровня организации системы в правой.

4.2. Это объясняет волновую природу экономических циклов, в первую очередь длинных циклов Кондратьева, на основе которых развивается мировая экономика.

5. Уравнение показывает эволюцию структуры. Накопление информации $K_N = \frac{dN}{dt}$ увеличивающее темпы рассеивания ресурсов, компенсируется ее введением в систему – структурированием. В правой части уравнения показано через изменение K_S , как информация становится структурной и увеличивает уровень организации системы. Информация на основе действия политической системы становится структурной в форме законов, введенных в действие. Изменение K_S от 0 к 1 показывает накопление структурной информации, усложнение структуры системы или эволюцию структуры системы на длительном интервале времени.

Модель развития системы «мировая экономика»

Модель записывается в следующем виде
$$\frac{dY'}{dt} + \frac{dL_Q}{dt} \cdot \frac{dY'}{dL_Q} = K_S \frac{d^2 Y'}{dL_Q^2}.$$

Условие устойчивости $Y''/L'' \geq 1$.

Предложенная модель позволяет провести численный эксперимент. Его цель:

1. Получить представление о количестве и свойствах аттракторов данной системы обоих режимов функционирования, которые она формирует в процессе развития. Аттракторы являются математическими об-

разами установленных режимов функционирования. Смена режимов – переход функционирования от обычного к хаотичному (бифуркационному) показывает изменение количества и характера аттракторов. В случае системы «мировая экономика» аттракторами являются наднациональные институты, устанавливающие правила поведения агентов системы, уменьшающие неопределенность траекторий развития и тем самым поддерживающие устойчивость системы в математическом смысле описания. Таким образом, мы получим математическое представление об институтах, необходимых для поддержания устойчивого развития системы «мировая экономика».

2. Произвести численный расчет границ устойчивости движения среды, в рамках которых происходит развитие системы «мировая экономика».

3. Получить представление о характере изменения числа и свойств аттракторов системы для реализации поддержания граничных пределов устойчивости развития системы «мировая экономика».

4. Показать взаимосвязь устойчивого развития, самоорганизации и наличия граничных значений устойчивости исследуемой системы.

5. Показать эволюцию структуры исследуемой абстрактной социальной системы.

6. Показать эволюцию и сделать прогноз структуры международных валютно-финансовых отношений «мировая экономика».

7. Показать эволюцию структуры и сделать прогноз формирования основных политических институтов системы «мировая экономика» в XXI в.

Предварительные выводы

Первый шаг эксперимента – численный расчет поведения параметра Y' (скорость выпуска продукции) во времени показал интересные результаты.

Из выделенных состояний системы «мировая экономика» рассматриваем интервал времени 1965–2035. Интервал времени выбран, исходя из наличия статистических данных, начиная с 1950 г. Статистические данные по ВВП и численности населения получены из «The World Economy» A. Maddison. Статистические данные о численности населения с высшим образованием получено из: W. Lutz, A. Goujon, W. Sanderson. «Reconstruction of population by age, sex and level of educational attainment of 120 countries for 1970–2000» (Vienna Yearbook of Population Research, 2007). Поскольку последние данные касаются только 119 стран, в том числе Гонконг учтен отдельно от Китая, то численные расчеты ограничены этим количеством стран. Численность населения выбранных стран на начало расчета составила 93,7% от общего населения планеты. Объем их ВВП – 95,2% от общего объема ВВП планеты. Таким образом, мы считаем достаточным данное количество стран для описания тенденции развития мировой экономики.

Для введения в модель и последующего анализа указанные страны мы объединяем в три группы по одному признаку – уровню развития политической системы или размеру KS.

I группа – все страны ОЭСР и страны ЦВЕ и Прибалтийские страны бывшего СССР, которые вошли в состав ЕС. Всего 38 стран.

II группа – страны с формирующейся рыночной экономикой. Это: страны бывшего СССР (за исключением стран Прибалтики), Китай, Ин-

дия, Бразилія, Аргентина, Індонезія, Гонконг, Республіка Іран, Республіка Корея, Малазія, ОАЕ, Сінгапур, Турція, Уругвай, Чилі, ЮАР. Всього 27 стран. Остальные страны вошли в группу III.

Первый шаг расчетов – вычисление поведение параметра скорости выпуска продукции – Y' , как характеристики производительности экономики или изменения ВВП на длительном интервале времени.

Расчет показан в виде графиков (рис. 1–7).

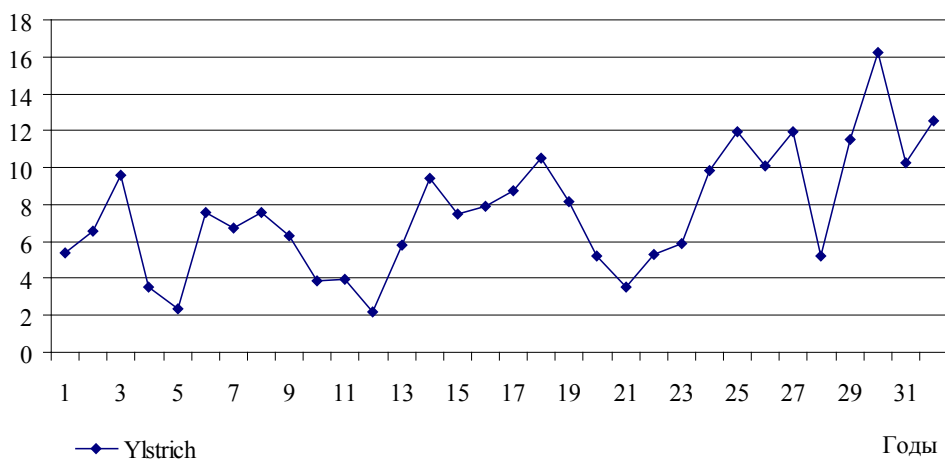


Рис. 1. Мировая экономика. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 млрд \$ в год (1970–2005 гг.)

Представленные графики изменения во времени выпуска продукции мировой экономики в целом и некоторых стран из трех выделенных групп показывают, что:

1. Мировая экономика реагировала на мировые кризисы 1973–1975 гг., 1980–1982 гг., 1990–1992 гг., 1997–1998 гг. высокой амплитудой падения скорости выпуска продукции, что показывает неоптимальное значение коэффициента K_5 мировой экономики для периода времени 1965–2015 гг., где происходит его эволюция в сторону увеличения (рис. 1).

2. Характер поведения параметра Y' показывает, что структура системы «мировая экономика» должна усложниться, сформировать новые правила поведения между странами, что уменьшит амплитуду колебаний, т. е. повысит устойчивость развития.

3. График Y' США показывает, что поведение мировой экономики и США тесно взаимосвязаны, т. е. поведение и экономическое положение стран второй и третьей групп сильно зависит от макроэкономической политики, проводимой США (рис. 4).

4. Сравнение графиков Y' Китая, США, СССР и др. показывает, что в зависимости от экономической эффективности политической системы K_5 и степени интегрированности в мировое хозяйство страны по-разному реагируют на дисбалансы, возникающие в мировой экономике.

5. Макроэкономическая политика, формируемая США и глобальными институтами для мировой экономики не оптимальна и поэтому неэффективна

в смысле неадекватной реакции на мировые кризисы. Причина в финансовой сфере заключается в том, что целевые ориентиры кредитно-денежной политики, формирующиеся и реализуемые Группой Мирового Банка и США, направлены на регулирование процессов в I группе (развитых) стран и не учитывают условия и макроэкономические ориентиры двух других групп стран. В сфере международной торговли причина аналогичная.

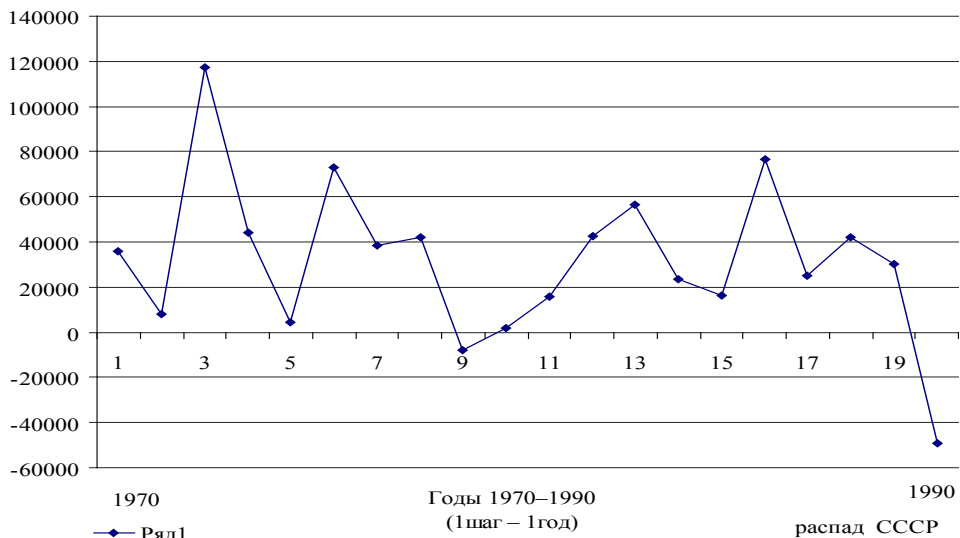


Рис. 2. СССР. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год

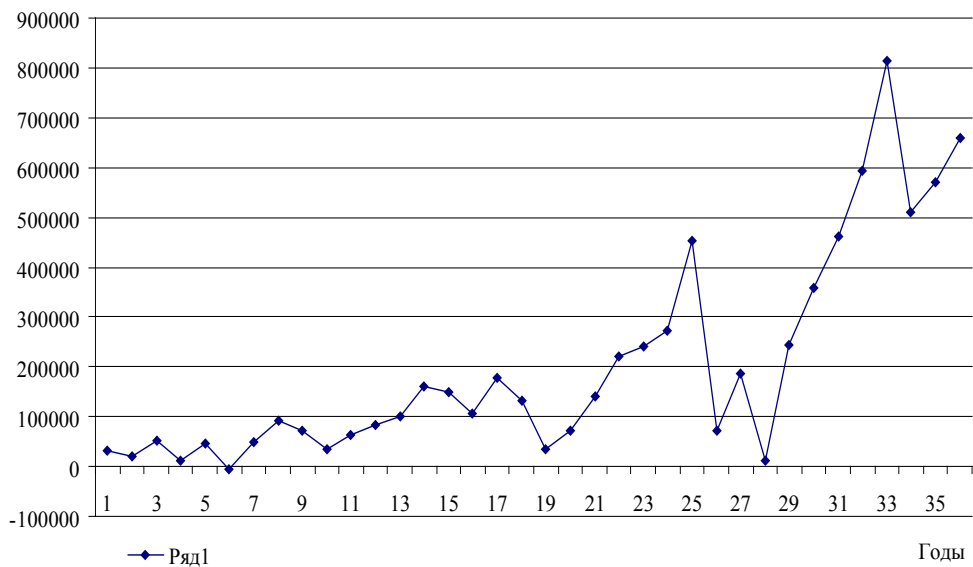


Рис. 3. Китай. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год (1970–2006 гг.)

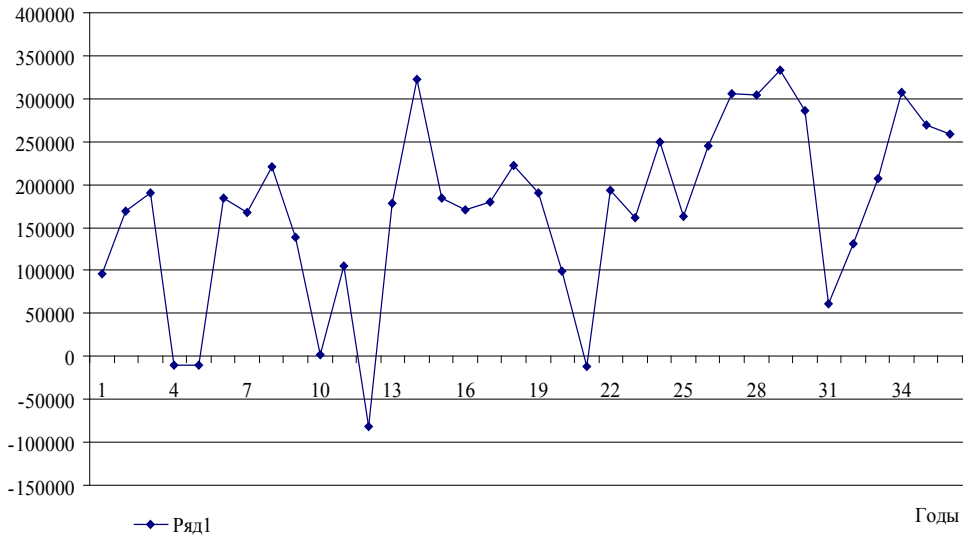


Рис. 4. США. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год (1970–2006 гг.)

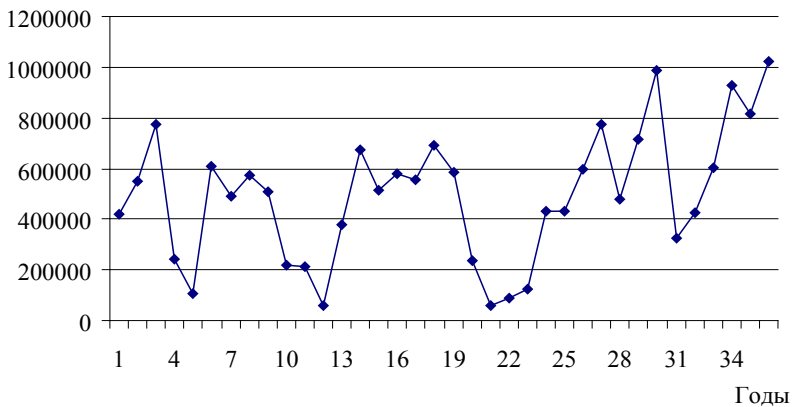


Рис. 5. Бразилия. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год (1970–2006 гг.)

6. Все три группы стран имеют различные уровни коэффициентов K_S и K_N , различным уровнем экономической эффективности политической системы и информационной вооруженности.

7. Мировая экономика обладает как минимум тремя областями с разной скоростью развития, каждая область находится на разном этапе развития и обладает различной степенью зависимости от макроэкономической политики реализуемой США и глобальными институтами в мировой экономике.

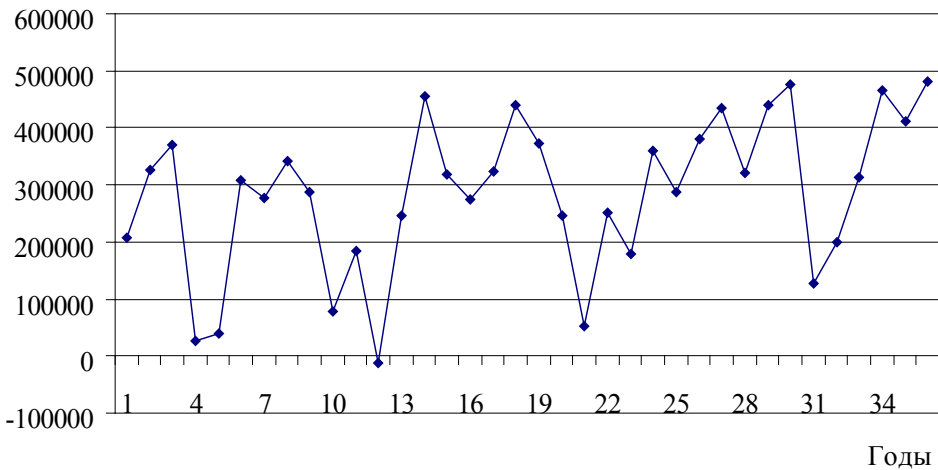


Рис. 6. Франция. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год (1970–2006 гг.)

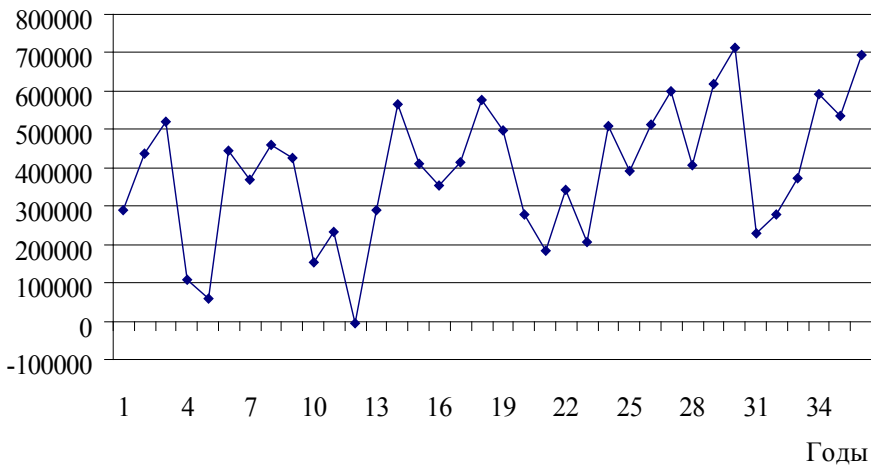


Рис. 7. Южная Корея. Изменение скорости выпуска продукции (Y') по годам в 100 тыс. USD в год (1970–2006 гг.)

7.1. Эти области нуждаются в различных групповых целевых ориентирах макроэкономической политики.

I группа. Развитые страны:

– нуждаются в низких процентных ставках и размещении в других группах избыточных ресурсов в первую очередь финансового капитала, т. к. обладают высоким показателем K_S и K_N .

II группа. Страны с формирующейся рыночной экономикой:

– находятся на стадии формирования национального капитала и новых институтов политической системы. Нуждаются в высоких процентных ставках, т. к. постоянно испытывают давление инфляции и имеют «догоняющий» экономический рост. Страны этой группы обладают высокой

величиной K_N и средним K_S , который находится на стадии повышения. Эта группа стран нуждается в мягкой поддержке при формировании условий взаимоотношений с глобальными финансовыми институтами.

III группа стран. Развивающиеся страны.

Страны находятся на ранней стадии развития и обладают низкими показателями K_S и K_N .

7.2. Все три группы стран нуждаются в собственных правилах и целевых ориентирах для формирования групповой макроэкономической политики международной валютно-финансовой, бюджетной и торговой.

7.3. У всех трех групп разнополярные экономические ориентиры, и они не учитываются существующими правилами формирования и реализации глобальной экономической политики.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

– Для формирования оптимальной глобальной политики, направленной на поддержание устойчивого развития мировой экономики, необходимо создание региональных политических институтов, подобных группе Мирового Банка и др., формирующих региональную макроэкономическую политику для каждой группы стран в отдельности, и объединение их в глобальном масштабе для регулирования экономических отношений между группами, направленных на оптимизацию глобальной экономической политики.

– Для устранения зависимости поведения мировой экономики от экономического состояния США риски возникновения крайне неустойчивых состояний (мировых кризисов) должны быть распределены между всеми группами стран. Соответственно, это распределение распространяется на:

- формирование мировых резервов;
- формирование мировой валюты;
- формирование мировой процентной ставки;
- формирование условий получения поддержки от МВФ для регулирования платежного баланса;
- условия ведения торговли.

– В целом мероприятия, направленные на региональное распределение основных экономических функций глобальных институтов, повысят коэффициент K_S мировой экономики и ее устойчивость к мировым кризисам.

Список использованной литературы

1. Р. Харрод. Теории экономической динамики / Р. Харрод. – М.: Экономика, 1997. – Т. 1. – С. 41–186.
2. Э. Хансен. Экономические циклы и национальный доход / Э. Хансен. – М.: Экономика, 1997. – Т. 2. – С. 277–296.
3. Gene M. Grossman and Elhanan Helpman «Innovation and Growth in the Global Economy» / M. Gene. – MIT Press. – 2001. – P. 24–42.
4. Barro Robert J. Economic growth. Second edition / J. Barro Robert, X. Sala-i-Martin. – London, The MIT Press, 2004. – P. 23–56; 217; 226–230; 398.
5. Barro Robert J. Economic growth. Second edition / J. Barro Robert, X. Sala-i-Martin. – London, The MIT Press, 2004. – P. 85–135; 247–267; 310–313.

6. Foley K. Duncan. Growth and Distribution / K. Foley Duncan, R. Thomas Michl. – London: Harvard University Press, 1999. – P. 136–174.
7. Aghion Ph. Endogenous Growth Theory / Ph. Aghion, P. Howitt. – London: The MIT Press, 1998. – P. 694.
8. Rostow W.W. The take-off into self-sustained growth / W.W. Rostow // Economic Journal (1956)– № 66. – P. 25–48.
9. S. Kuznets. Population, Capital and Growth / S. Kuznets. – New York. 1973. – P. 242.
10. М.П. Тодаро. Экономическое развитие / М.П. Тодаро. – М.: Юнити, 1997. – С. 82–91.
11. Н.Д. Кондратьев. Избранные сочинения. Основные проблемы экономической статики и динамики / Н.Д. Кондратьев. – М.: Экономика, 1993. – С. 166–304.
12. Й. Шумпетер. Теория экономического развития / Й. Шумпетер. – М.: Эксмо, 2007. – С. 31–317.
13. А.В. Рыженков. Модели циклического роста / А.В. Рыженков. Новосибирск: ИЭ и ОПП СО РАН, 2003. – С. 238.
14. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения / И.Г. Малкин. – М.: Наука, 1966. – С. 530.
15. Филатов А.Н. Теория устойчивости / А.Н. Филатов. – М. – Ижевск. Институт компьютерных исследований, 2003. – С. 219.
16. И. Стенгерс. Порядок из Хаоса / И. Стенгерс, И. Пригожин. – М.: УРСС, 2003. – С. 309.
17. Г. Хакен. Синергетика / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – С. 419.
18. П. Берже. Порядок в хаосе / П. Берже, И. Помо, К. Видаль. – М.: Мир, 1991. – С. 367.
19. Чистилин Д.К. Самоорганизация мировой экономики: евразийский аспект / Д.К. Чистилин. – М.: «Экономика», 2004. – С. 84–94; 111–112.
20. Н. Моисеев. Человек и ноосфера / Н. Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – С. 57.
21. Р. Абдеев. Философия информационной цивилизации / Р. Абдеев. – М.: Владос, 1993. – С. 160–182.
22. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Н.Д. Кондратьев. – М.: Экономика, 2002. – С. 503–507.

Отримано 30.09.2009.