

## **ПРИНЦИПЫ САМООРГАНИЗАЦИИ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: СЛУЧАЙ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Статтю присвячено науковій проблематиці пошуку принципів самоорганізації стійкого розвитку світової економіки. Визначено поняття стійкого розвитку, розвитку суспільної системи, самоорганізації суспільної системи. Зроблено хронологічний аналіз формування самоорганізаційної системи світової економіки.*

*Статья посвящена научной проблематике поиска принципов самоорганизации устойчивого развития мировой экономики. Определены понятия устойчивого развития, развития общественной системы, самоорганизации общественной системы. Выполнен хронологический анализ формирования самоорганизационной системы мировой экономики.*

*The article is devoted to the scientific issues of searching principles for the sustainable development of the world economy. The concepts of sustainable development, society system development and self-organisation of the society system are defined. The chronological analysis of the formation of the world economy self-organisational system is made.*

**мировая экономика, устойчивое развитие, общественная система, экономический потенциал, моделирование системы**

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 уровнях 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. Первый значимый результат был представлен объединенной моделью Харода–Домара, основанной на изменении основного параметра экономики, влияющего на экономический рост, – размера инвестиций. По мере увеличения 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 населения, что влияет на основной параметр экономического роста – капиталовооруженность одного рабочего, чем определяется эффективность труда, т. е. темп роста экономики [1].

Далее появились модели экономического роста Рамсея, Брауна, Ромера, модели технологических изменений, двухсекторная модель Узавы–Лукаса, Шумпетерианские модели эндогенного роста [2]. С помощью этих моделей исследовалось влияние на экономический рост таких факторов, как: челове-

---

ский 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. Работы С. Кузнеца стали основой дальнейшего развития понимания устойчивости экономического роста. 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 экономическими методами равновесное состояние экономики 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 гг. XX в. для анализа экономического поведения стран с переходной экономикой.

Были осуществлены подходы к формированию моделей экономического развития, в том числе учитывающие структурные изменения в экономике. Например, двухсекторная модель А. Льюиса, позднее расширенная и формализованная Дж. Феєм и Г. Ранис, модель Ченери и др. [3].

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 определяется следующим образом: «Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности нынешних поколений и не ставит под угрозу возможности потребления будущих поколений» (WCED, 1987) [4].

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) [4].

Эти категории являются результатом работы комиссии Г. Брундтланд.

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 хорошо обоснованного ответа на вопросы: «Почему эти модели не дали практического результата в странах с развивающейся и транзитивной экономикой? Что не учитывают существующие модели экономического роста? Почему существующие модели развития не адекватны изменениям, происходящим в большей части экономик стран мира?».

### **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 из естественных наук.

Анализ показывает, что модели экономического роста и основанные на этом подходе модели развития «не работают» на длительных интервалах време-

ни 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, Шумпетера в современной научной мысли есть многочисленные работы по моделям циклического экономического роста. Из них становится ясной ограниченность во времени классической и неоклассической моделей экономического роста, которые описывают только один из этапов в циклическом развитии – равновесия или стадию экономического роста [5]. Модели циклического экономического роста также не являются существенным инструментом анализа процесса экономического развития.

Общая теория систем и теория информации предлагают 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 структурно и количественно.

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

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

- Что именно мы исследуем на устойчивость?
- Устойчивость относительно или в смысле чего мы исследуем [6]?

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

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

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

3. Устойчивое развитие общественной системы – это последовательная смена ее состояний на длительном интервале времени, направленная на поддержание устойчивости (в плане целостности) системы на основе реструктуризации ее связей – эволюции структуры системы. В математическом смысле может быть дано более строгое определение устойчивости общественного развития, основанного на наличии у общественной системы 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, посредством работ Г. Хакена, И. Пригожина и других ученых [7].

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, наблюдаемая в странах с переходной экономикой и называемая процессом трансформации.

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

Таким образом, постоянная оптимизация распределения ресурсов и благ между агентами системы – это основа для поддержания ее целостности на длительном интервале времени, она реализуется посредством самостоятельных действий экономических агентов системы на основе правил, заложенных в политическом устройстве т. е. посредством формирования и реализации 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, поскольку 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.

Таким образом, 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 общественной системы к устойчивому развитию, т. е. 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 ( $Y$ ).

Таким образом, сила  $F$  противодействия рассеиванию ресурсов системы, именуемая принципом минимизации рассеивания (диссипации) ресурсов, прямо противоположна экономическому росту, или росту выпуска продукции  $Y$  с коэффициентом  $k$ , 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:

$$S = -YK_s$$

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

$S$  – количество самоорганизации;

$Y$  – экономический рост;

$K_s$  – 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, это означает что 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 плане сохранения ее целостности.

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 уменьшения исчерпаемых ресурсов

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

Взаимосвязь устойчивого развития и самоорганизации представлены на рис. 1.

### **Математическая формализация устойчивого развития**

Из изложенного следует, что модель устойчивого экономического развития должна показать следующее:

- эволюцию структуры общественной системы во времени;
- граничные условия устойчивости системы;
- смену режимов функционирования системы.

Это особенно важно! Поскольку модели экономического развития, основанные на моделях экономического роста, показывают только один режим функционирования – адаптационный, соответствующий состоянию равновесия и экономического роста. Вместе с тем известно, что перестройка экономических связей, формирующих новую структуру и поддерживающих устойчивость, происходит во время кризисов, заложенных в природе экономического цикла, через бифуркационный режим функционирования.

Математический аппарат, который соответствует поставленным вопросам, уже достаточно давно создан для решения задач нелинейной динамики. Современная методологическая проблема применения нелинейных моделей в экономической теории заключается в том, что применяется математический аппарат дискретной динамики, где невозможно выделить структуру и показать ее эволюцию во времени. Это возможно выделить только на основе моделей нелинейных динамических систем с непрерывным временем.

### **Модель развития и самоорганизации мировой экономики**

Пример самоорганизации и развития сложной системы можно увидеть на основе изучения изменения состояний мировой экономики в интервале времени 1825–2035 гг.

В среде возрастающих конфликтных тенденций XXI в. становится очевидным, что существующие институты мировой экономики, регулирующие международный обмен ресурсами, не обеспечивают бесконфликтного развития человечества. Поэтому прогноз институтов, которые обеспечат бесконфликтное взаимодействие стран и на этой основе устойчивое развитие общественной системы «мировая экономика» XXI в., является весьма актуальной задачей.

Таковыми прогнозируемыми институтами являются система правил взаимодействия цивилизаций между собой в форме политической структуры общественной системы «мировая экономика» XXI в., основанная на коллективном договоре – общепланетной конституции, которая должна прийти на смену существующим наднациональным международным организациям. А также новая система международных валютно-финансовых отношений, которая закрепляется общепланетной конституцией.

Целеполаганием системы «мировая экономика» является поддержание собственного гомеостаза, или сохранение целостности человечества. Поддержание целостности глобальной системы в длительном интервале времени есть не что иное, как устойчивое развитие человечества. В системном смысле устойчивое развитие происходит в форме эволюции структуры системы или циклической реструктуризации. Наличие институтов, обеспечивающих компромиссную, бесконфликтную основу взаимодействия стран между собой в рамках мировой экономики, является необходимым, базовым условием устойчивого развития человечества в плане сохранения его целостности. Для формирования прогноза требуется определить условия, формирующие устойчивость общественной системы «мировая экономика» и граничные пределы устойчивости, которые должны обеспечиваться правилами взаимодействия стран, в рамках которых происходит устойчивое развитие.

Таким образом, прогноз – это определение будущей структуры общественной системы «мировая экономика», обеспечивающей устойчивое развитие человечества.

Определения условий устойчивости развития системы «мировая экономика» позволяют применить следующие методы:

- общесистемный подход, позволяющий вербально описать в упрощенном виде основные свойства системы «мировая экономика» и ее развитие с выделением основных характеризующих параметров;
- математическая формализация развития системы «мировая экономика» на основе выделенных характеристик как нелинейной динамической модели;
- проведение численного эксперимента на основе сформулированной математической модели, описывающей развитие мировой экономики;
- анализ результатов эксперимента, которые позволяют получить представление о следующем:
  - характере поведения системы «мировая экономика» в процессе развития;
  - основных свойствах системы, формирующих процесс развития и его устойчивость;
  - условиях функционирования системы, которые нужно реализовать, чтобы обеспечить устойчивость развития, в т. ч. в форме институтов, формирующих структуру системы «мировая экономика» в будущем.

### **Устойчивое развитие мировой экономики: системный подход**

В монографии «Самоорганизация мировой экономики: евразийский аспект» автором сформулирована концепция развития и самоорганизации общественной системы «мировая экономика» и сформирована ее модель [8]. Модель раскрывает основные характеристики как самой системы, так и ее развития, и имеет следующий вид (рис. 1).

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

Модель развития мировой экономики описывает поведение системы в 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. 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 между-

---

народных валютно-финансовых отношений, функционирующая в выделенном интервале времени, и политическое устройство мировой экономики – наличие или отсутствие наднациональных институтов регулирования взаимоотношений рядовых агентов системы по поводу обмена ресурсами на основе международного разделения труда. Количественной характеристикой является прирост ВВП стран–участниц международного обмена ресурсами. За основу взяты страны, составляющие так называемую «триаду»: Европа – США – Япония, на долю которых приходится более 60% мирового товарооборота за рассматриваемый интервал времени.

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, которое обеспечивает ее целостность в длительном интервале времени на основе последовательного самостоятельного формирования новой структуры системы, адаптирующей ее к давлению среды: росту численности населения планеты и ограниченности ресурсов.**

Таким образом, мы имеем следующее описание развития системы «мировая экономика».

#### **Развитие и самоорганизация системы «мировая экономика»**

Согласно уже установленным критериям, анализируемый исторический период развития системы «мировая экономика» охватывает 1825–2035 гг.

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, т. е. определяем временные интервалы трех циклов и шести периодов развития системы «мировая экономика» (табл. 1).

Они выглядят следующим образом:

##### *Первое состояние*

I цикл развития системы «мировая экономика» – период функционирования системы золотого стандарта – 1825–1875–1895 гг.

1. Первый период I цикла развития системы «мировая экономика»:  
– отрезок времени 1825–1875 гг. Трансформационный период. Формирование системы золотого стандарта;

– действие бифуркационного механизма развития;

– темпы роста мировой экономики – 1,5%.

2. Второй период I цикла развития системы «мировая экономика»:  
– отрезок времени 1875–1895 гг. Активное функционирование системы золотого стандарта;

– действие адаптационного механизма развития;

– темпы роста мировой экономики – 2,6%.

##### *Второе состояние*

II цикл развития системы «мировая экономика» – период функционирования системы Бреттон-Вудса – 1895–1945–1965 гг.

1. Третий период II цикла развития системы «мировая экономика»:  
– отрезок времени 1895–1945 гг. Трансформационный период формирования системы Бреттон-Вудса;

– действие бифуркационного механизма развития;

– темпы роста мировой экономики – 1,8%.



Таблица 1

## Временные интервалы развития системы «мировая экономика»

Состояние системы «мировая экономика»	Временные интервалы, гг.	Периоды функционирования, гг.	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 отношений Бреттон-вудской системы международных валютно-финансовых	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

## 2. Четвертый период II цикла развития системы «мировая экономика»:

– отрезок времени 1945–1965 гг. Активное функционирование системы Бреттон-Вудса;

– действие адаптационного механизма развития;

– темп роста мировой экономики – 5%.

*Третье состояние*

III цикл развития системы «мировая экономика» – период Ямайской системы – 1965–2015–2035 гг.

1. Пятый период III цикла развития системы «мировая экономика» – период трансформации системы международных валютно-финансовых отношений и формирование ее новой структуры:

– отрезок времени 1965–2015 гг.;

– действие бифуркационного механизма развития;

– темпы роста мировой экономики – 3,4%.

2. Шестой период III цикла развития системы «мировая экономика» – прогнозируемый, период активного функционирования новой системы международных валютно-финансовых отношений:

– отрезок времени 2015–2035 гг. (прогнозируемый);

– действие адаптационного механизма развития;

– темпы роста мировой экономики – 8–9% (прогнозируемые).

На основании выделенных состояний системы строим модель самоорганизации и развития мировой экономики (рис. 1).

Устойчивое развитие мировой экономики – нелинейная динамическая система

Вышеизложенная модель развития и самоорганизации системы «мировая экономика» позволяет сделать следующие заключения о свойствах исследуемой системы.

В основе развития системы лежат два противоположно направленных процесса, являющихся ее изначально природным свойством: диссипация – рассеивание ресурсов и принцип минимума диссипации – рассеивания, которое выражается оптимизацией распределения ресурсов для производства и благ для

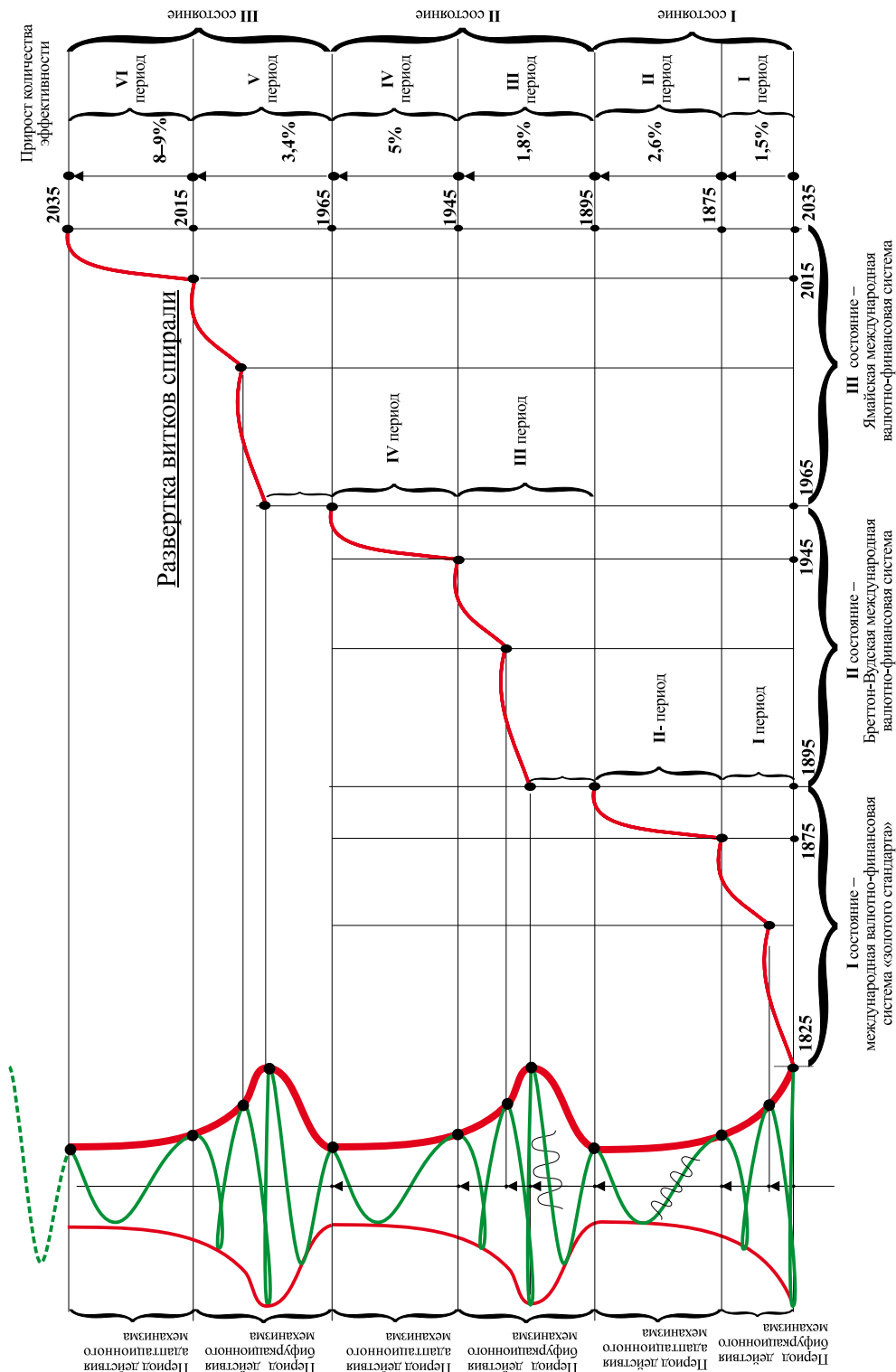


Рис. 1. Модель самоорганизации и развития общественной системы «мировая экономика» за период 1825–2035 гг.

потребления на основе существующих договорных правил взаимодействия – институтов. Фактором, порождающим динамику, является рост численности населения в длительном интервале времени. Природное свойство системы – диссипация ресурсов выражается производством и неограниченным потреблением благ в условиях ограниченных ресурсов для их производства, предопределяет необходимость самостоятельного формирования структуры системы для обеспечения эффективного распределения ресурсов для производства и благ для потребления, т. е. самоорганизацию. Природное свойство системы – неравновесность также порождается этими двумя противоположными трендами.

Свойством рассеивания и минимизации рассеивания ресурсов обладают все иерархические типы общественных систем: отдельно взятая страна, региональная и глобальная системы. Наблюдается фрактальная симметрия основных свойств общественной системы «мировая экономика». Развитие системы происходит циклично с интервалом около 70 лет. Каждый цикл развития проходит через конфликтный (50 лет) и бесконфликтный (20 лет) этап, реализуемый бифуркационным и адаптационным механизмами развития соответственно. На этапе действия бифуркационного механизма развития реструктурируются старые и формируются новые связи системы, что сопровождается снижением количественного показателя развития. На этапе действия адаптационного механизма развитие происходит бесконфликтно и сопровождается скачкообразным ростом количественного показателя. Каждый цикл развития соответствует одному состоянию системы. Каждое последующее состояние системы обладает более сложной структурой и более эффективно с экономической точки зрения, чем предыдущее, что и обеспечивает целостность системы в условиях давления среды. Устойчивость имеет свои границы, в пределах которых происходит устойчивое развитие. Выход системы за пределы устойчивости вызывает крайне неравновесные состояния и неопределенность дальнейшего поведения системы, где одним из вероятных вариантов развития может быть глобальный конфликт и самоуничтожение человечества.

Вот почему поддержание устойчивости системы «мировая экономика» является основным условием сохранения ее целостности. *Расчет пределов устойчивости и условий поддержания системы в пределах рассчитанных границ является основной целью исследования поведения нелинейной динамической системы – развитие мировой экономики на основе моделирования и проведения численного эксперимента.*

Наблюдается самостоятельное усложнение структуры системы – самоорганизация как механизм реализации устойчивого развития на основе самопроизвольного усложнения структуры системы.

Таким образом, можно заключить, что система «мировая экономика» обладает рядом свойств, присущих нелинейной динамической системе, таких как открытость, неравновесность, диссипативность. Также система «мировая экономика» обладает свойством функционировать в двух различных режимах – бифуркационном и адаптационном, переходя из одного режима функционирования в другой в процессе развития, а также свойством самоорганизации. Основная функция системы – развитие, посредством которого реализуется ее целеполагание – сохранение целостности.

Основные свойства системы, порождающие развитие, это процессы рассеивания ресурсов – диссипация и минимизация рассеивания – принцип минимизации диссипации. Первый процесс выражается производством и потреблением, второй – оптимизацией ресурсов для производства и благ для потребления.

Целостность сохраняется благодаря поддержанию системы в границах устойчивого функционирования через процесс развития на основе существующей структуры системы, выраженной ее институтами.

---

### Формализация и моделирование развития системы «мировая экономика»

Система «мировая экономика» рассматривается как глобальная экономическая среда, где рядовыми агентами являются страны и их групповые объединения. Каждый агент обладает теми же свойствами, что и система в целом: открытостью, неравновесностью, диссипативностью, самоорганизованностью, реализующей принцип минимума диссипации; целеполаганием – поддержанием целостности через основную функцию – развитие. Развитие порождается противоположными процессами: диссипацией и оптимизацией – минимизацией диссипации ресурсов системы. Развитие реализуется через два типа механизма развития: бифуркационный и адаптационный.

Мы наблюдаем фрактальную симметрию всех основных свойств от глобальной системы к ее рядовому агенту.

Основную функцию системы – развитие мы рассматриваем как движение экономической среды. В рамках установленных основных свойств и характеристик системы мы решаем задачу устойчивости движения среды, или устойчивости развития глобального социума, опираясь на предположение о сохранении граничных пределов устойчивости системы.

На основе редукции и фрактальной симметрии основных свойств мы на первом этапе изучаем поведение и свойства абстрактной нелинейной динамической системы. На втором этапе моделируем и рассматриваем поведение конкретной системы «мировая экономика».

На основе выделенных свойств строим математическую модель нелинейной динамической системы – развитие мировой экономики, где:

- фазовые переменные – рядовые агенты (страны), обладающие свойством рассеивания ресурсов в форме производства и потребления, выраженным скоростью выпуска продукции  $Y$  и его показателем – экономической эффективностью  $E_y$ , а также свойством оптимизации ресурсов для производства и благ для потребления, выраженной 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 ( $E_y$ ,  $K_S$ ) – соответственно фазовое экономическое пространство которому они принадлежат записывается так:

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

где  $E_y$  – экономическая эффективность – **количественная характеристика** развития, параметр, характеризующий производительность системы – способность производить экономический эффект и диссипативность;

$K_S$  – коэффициент самоорганизации – **структурная характеристика**, параметр, отражающий экономическую полезность структуры 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 Бюргерса:

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

где  $t$  – интервал времени, в котором исследуется система;

$Y$  – выпуск продукта на исследуемом интервале времени (исчисляется в ВВП);

$Y' = \frac{dY}{dt}$  – скорость выпуска продукции, или экономический рост в исследуемом

отрезке времени (для дальнейшей записи уравнения принимаем  $Y' = G$  (growth));

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

времени;

$L_Q$  – квалифицированный труд, создающий прибавочный продукт (численность населения в исследуемом интервале времени).

Количество самоорганизации  $S = Y'K_S$  – сила противодействия рассеиванию ресурсов системы, именуемая принципом минимизации рассеивания (диссипации) ресурсов, прямо противоположна экономическому росту, или скорости выпуска продукции  $Y'$  с коэффициентом  $K_S = S/Y'$ , 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 показывает, что:

1. Уравнение 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 структурной информации во времени, а также зависимость между скоростью выпуска продукта и изменением квалификации населения вместе с изменением его численности. Этот член отражает влияние накопления структурной информации на скорость выпуска продукции.

2. Уравнение содержит вязкий член  $K_S \frac{d^2Y'}{dL_Q^2}$ , который отражает способность

системы сопротивляться рассеиванию ресурсов, или реализовать принцип минимума диссипации ресурсов системы, т. е. оптимизировать их распределение на основе существующей структуры.

3. Уравнение показывает эволюцию структуры, что позволяет сделать прогноз.

4. Устойчивым решением данного уравнения будет ударная волна в силу наличия конкуренции двух противоположных тенденций: диссипации и затухания – минимума диссипации.

5. Уравнение показывает волновую природу экономических циклов.

### Модель развития системы «мировая экономика»

Модель записывается в следующем виде:  $\frac{dG}{dt} + G \frac{dG}{dL_Q} = K_S \frac{d^2G}{dL_Q^2}$ .

Управляющий параметр системы – экономическая эффективность  $E_y$ . Уравнение исследуется на устойчивость решения в зависимости от величины управляющего параметра. Требуется определить, при каких размерах управляющего параметра решение уравнения будет устойчивым. Также требуется определить, какой геометрический образ полученных решений уравнения будет соот-

ветствовать устойчивым состояниям. Для получения численного результата мы создаем алгоритм, программируем и проводим численный эксперимент.

Цели численного эксперимента:

1. Получить представление о количестве и свойствах аттракторов данной системы обоих режимов функционирования, которые она формирует в процессе развития. Аттракторы являются математическими образами 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 системы «мировая экономика».

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

### **К проблеме действующего кризиса мировой экономики**

Из изложенного видно, что модель имеет прогнозный потенциал, который проверяется на основе численного эксперимента. В том числе и временная размерность циклической реструктуризации.

Очевидным является последовательное усложнение структуры международной монетарной и мировой политической систем с периодом 70 лет.

Мировая система в бифуркационный период своего развития с 1895 по 1945 гг. формировала новую структуру монетарных и политических отношений – систему Бреттон-Вудса, назначением которой было обеспечение экономического роста мировой экономики.

Бифуркационный период 1965–2015 гг. несет в себе такую же задачу, решение которой позволит мировой экономике развиваться устойчиво.

Если в предыдущем цикле развития мировой экономики решалась задача увеличения предложения мировых денег для возрастающего мирового производства, то на текущем этапе требуется решить другую основную задачу: обеспечить контроль за эмиссией мировых денег. Вместе с ней требуется изменить структуру мировых денег и мировых резервных средств.

В рамках решения этой чисто экономической задачи требуется решить другую не менее важную – политическую. Она заключается в формировании политического контроля за военными действиями основных регуляторов функционирования мировой экономики стран, формирующих более 50% мирового ВВП: США, ЕС и Японии.

Колоссальные расходы бюджетов этих стран на локальные военные действия в Ираке и в Афганистане, а ранее на территории бывшей Югославии и

в Кувейте существенно провоцируют необеспеченную эмиссию национальных валют, которые являются основой международных расчетов, и посредством этого обстоятельства провоцируют кризис во всей мировой системе.

Таким образом, на основе модели можно сделать два предварительных заключения:

1. Международная монетарная система усложнится за счет создания региональных международных монетарных систем, где отразятся все основные элементы глобальной монетарной системы.

2. Мировая политическая система должна будет прийти к необходимости создать общепланетную конституцию – коллективный договор (глобальный аттрактор), в рамках которого будут предусмотрены правила быстрого достижения компромиссов – общественного согласия по возникающим острым вопросам развития глобальной системы, включая ограничение военной активности любых стран мирового сообщества.

#### Список использованной литературы

1. Barro Robert J. Economic growth. Second edition / J. Robert Barro, X. Sala-i-Martin. – London: The MIT Press, 2004.

2. Aghion Ph. Endogenous Growth Theory / Ph. Aghion, P. Howitt. – London: The MIT Press, 1998.

3. Todaro Michael P. Economic Development / P. Michael Todaro. – Moscow: Unity, 1997.

4. Melnyk L. Social and economic potential of sustainable development / L. Melnyk, L. Hens. – Sumy: University book, 2007.

5. Рыженков А.В. Модели циклического роста / А.В. Рыженков. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2003.

6. Филатов А.Н. Теория устойчивости / А.Н. Филатов. – М.: ЧКИ, 2003.

7. Prigogin I. Order out of chaos. Progress / I. Prigogin, I. Stengers. – Moscow.

8. Чистилин Д.К. Самоорганизация мировой экономики. Евразийский аспект / Д.К. Чистилин. – М.: Экономика, 2006.

*Надійшло до редакції 19.02.09.*