

Keywords:

instability, single-product mathematical model of economic formation transformation in Russia, import substitution, scientific-technical and socio-political world progress, Kuznets and Kondratiev waves, nonlinear phenomena, separatrix, above separatrix trajectory, Lagrangian and Hamiltonian of scientific – technical and socio –political world progress, logistics chains, cultural evolution Humanity, phase portrait, separatrix, catastrophes in the economy, catastrophe of the fold, catastrophe of the collection, catastrophe of the multiple fold

Нелинейная физика в практике флота

Часть 4.

DOI

Доктор технических наук, профессор **Н.Д. Гайденок** – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

@ ndgay@mail.ru

Ключевые слова:

неустойчивость, однопродуктовая математическая модель перестройки экономической формации в России, импортозамещение, научно-технический и социально-политический мировой прогресс, ритмы Кузнецца, волны Кондратьева, нелинейные явления, фазовый портрет, сепаратриса, надсепаратрисная траектория, лагранжиан и гамильтониан научно-технического и социально-политического мирового прогресса, логистические цепи, культурная эволюция Человечества, катастрофы в экономике, катастрофа складки, катастрофа сборки, катастрофа множественной складки

NONLINEAR PHYSICS IN THE NAVY. PART 4

Doctor of Technical Sciences, Professor N.D. Gaidenok – Siberian Federal University, Krasnoyarsk

The paper considers a nonlinear phenomenon borrowed from the works of one of the world founders of the theory of catastrophes, Academician V.I. Arnold, which relates to the economic aspects of the fleet, where the features of transformations during the restructuring of the economic formation in Russia are thoroughly described. The correspondence of the one-product model of the restructuring of the economic formation in Russia is shown, which is not only a special case of the scientific, technical and socio –political world progress occurring in the form of waves of Kuznets and Kondratiev, but also the general cultural evolution of Mankind, as well as Russia's modern policy of restructuring its economy for import substitution and logistics chains, catastrophe multiple folds extending beyond 7 elemental catastrophes

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Данная работа является продолжением изучения нелинейных феноменологических явлений в различных сторонах функционирования флота и его окружения, ряд из которых был уже исследован ранее [8]. После анализа особенности работы, как технических устройств, так и социально-экономических процессов, перейдем к анализу другого феномена, иллюстрирующего факт непропорциональности затрат и отдачи, который, ввиду, с одной стороны «прозрачности к восприятию», а с другой – высокой

феноменологической сложности, можно назвать «за пределами семи элементарных катастроф – Код В.И. Арнольда». Данный феномен относится к приложению теории катастроф, к описанию динамики смены социально-экономической формации «СССР – Россия», и заимствован из результатов исследования советского-российского мирового основоположника теории катастроф академика В.И. Арнольда. Актуальность данным исследованиям придает современная политика России, избравшей курс по перестройке ее экономики на импортозамещение продукции и из-

менение логистических цепей. СССР уже проходил подобную ситуацию две Волны Кондратьева назад – между Великой октябрьской социалистической революцией и Великой отечественной войной, когда по словам И.В. Сталина «... тот путь, который преодолели ведущие страны за 100 лет, нам нужно пробежать за 10, иначе нас сомнут».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материалов послужили:

- результаты исследований одного из мировых основоположников теории катастроф академика В.И. Арнольда [2; 3; 4], где досконально описаны формальные особенности преобразований в период перестройки экономической формации в России на грани 1980-1990 гг., являющиеся базисом для изучения политики импортозамещения России и изменения логистических цепей;
- описание математических моделей экономической динамики [12];
- результаты исследований физических основ процессов эволюции [14].

Методами является аппарат математического моделирования [12], нелинейной физики и теории катастроф [3; 5; 11]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Термин «Код» – «Код да Винчи», «Код Верченко», «Код Майя» и т.д. в настоящее время широко вошел в иллюстрационный процесс и является идентификатором интерпретации сложных символьных систем.

В работе рассмотрен нелинейный феномен, относящийся к экономическим аспектам флота, заимствованный из работ одного из мировых основоположников теории катастроф академика В.И. Арнольда, который досконально описывает особенности преобразований в период перестройки экономической формации в России. Показано соответствие однопродуктовой модели перестройки, являющейся, не только частным случаем научно-технического и социально-политического мирового прогресса, происходящего в виде ритмов Кузнеця и волн Кондратьева, но и современной политике России по перестройке ее экономики на импортозамещение и изменение логистических цепей, катастрофе множественной складки, выходящей за пределы 7 элементарных катастроф.

Переходя к адаптации результатов исследований В.И. Арнольда на современную ситуацию, необходимо отметить следующее свойство его работ – развернутая и доступная восприятию интерпретация формальных положений, что отчетливо проявляется на рисунках 1 и 2, где проводится сравнение формализма со стадиями смены социально-экономической формации в России.

Академик В.И. Арнольд еще за 2 года до Перестройки начала 1990-х годов [2], на базе теории катастроф, показывает и детально характеризует, как структуру фрейма или, как это будет ясно из дальнейшего ана-



Рисунок 1. Развертка структуры фрейма смены социально-экономической формации «СССР – Россия» [2].

Figure 1. Unfolding of the frame structure of the change of the socio-economic form "USSR – Russia" [2]

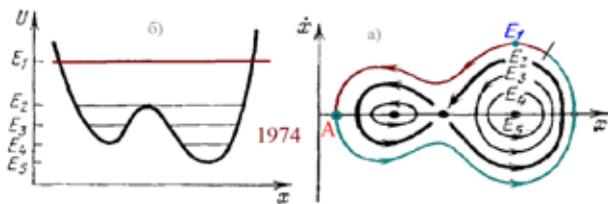


Рис. 10. Потенциальная энергия и фазовые кривые

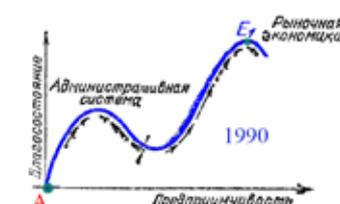


Рис. 87. Перестройка с точки зрения теории перестроек

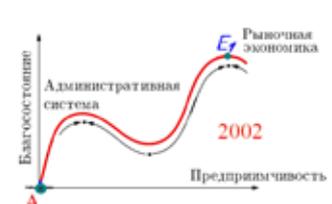


Рис. 11. Перестройка с точки зрения теории перестроек.

Рисунок 2. Динамика смены социально – экономической формации «СССР – Россия»

Figure 2. Dynamics of the change of the socio-economic formation of the "USSR – Russia"

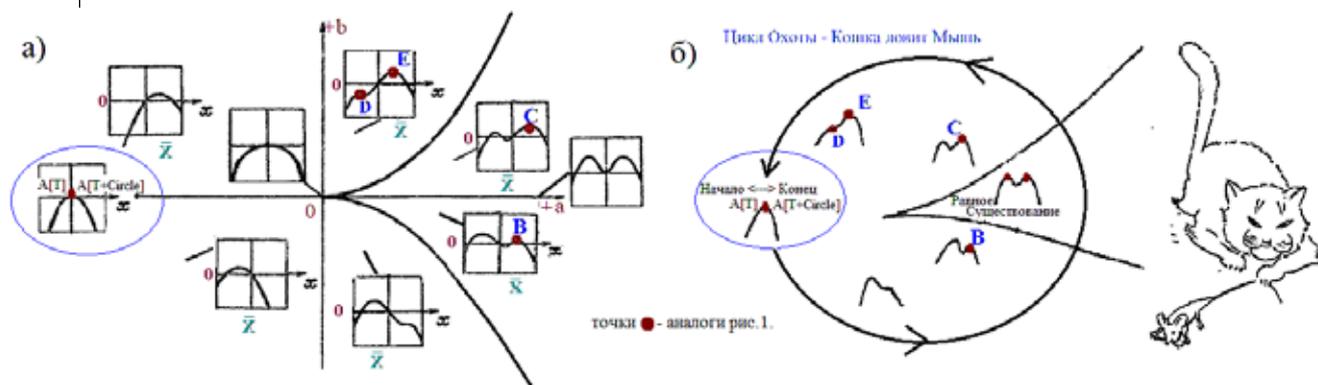


Рисунок 3. Карта катастрофы Сборки [5]

Figure 3. Map of the Assembly disaster [5]

лиза, «Потенциал Арнольда» (рис. 1), как основные этапы смены социально-экономической формации «СССР – Россия», так и его детализацию в виде (рис. 2 и б) пунктов. Сопутствующий комментарий представлен в работе [2].

Основным выводом исследований [2; 4] служит обоснование непропорциональности затраченных усилий и полученного результата или феномена немонотонности зависимости «усилия – результат» (рис. 2).

Иначе говоря, В.И. Арнольд формальным образом подтверждает необходимость классической рецессии в экономике 1990-х [12] (рис. 2) и классического минимума между двумя последовательными максимумами цикла в эволюционных исследованиях [14] (рис. 4.д).

Однако рисунок 1 фактически является, вытянутой в линию, циклической иллюстрацией карты катастрофы сборки (рис. 3.а) из [5], которая, в свою очередь, с рядом комментариев, заимствована из пионерской работы другого основоположника теории катастроф – Рене Тома (рис.3.б), где анализируется случай циклического поведения – Начало Цикла совпадает с Концом Цикла (обозначено кругами) и является свойством всего живого, включая Человека.

Прежде чем переходить к дальнейшим исследованиям, необходимо сделать следующее замечание относительно статуса вышеуказанной смены в общей динамике культурной эволюции человечества и ее биологического базиса, которое будет весьма полезным для понимания феноменологических основ формального анализа.

Согласно работе [14], эволюция представляет собой бесконечную последовательность следующих трех стадий – «Новый Элемент – Неустойчивость – Самоорганизация», развивающуюся по спирали (рис. 4.д). Общая схема эволюции такова:

1. В силу изменения внешних и внутренних условий появляется Новый Элемент;
2. Его появление вызывает Неустойчивость в системе;
3. Неустойчивость запускает Самоорганизацию;
4. Самоорганизация переводит систему из Состояния N в Состояние N+1.

В плане многообразия вариантов состояния системы, силы изменения внешних и внутренних условий, стоит отметить тот факт, что возможно не только возникновение Нового Элемента, но и исчезновение Старого. При этом, оставшиеся уже не в полной мере

восполняют его функцию и также начинается Самоорганизация.

Аналогичные процессы, как это будет показано ниже, происходят и в социально-экономической системе. Кроме того, согласно Л.Н. Гумилеву [10], культурная Эволюция Человечества происходит в виде последовательности, сменяющих друг друга, этносов, стадии которых выделяются, в том числе, как по числу изобретений, так и организационных методов хозяйствования.

На фрагментах рисунка 1 в 1990 [3] и 2002 гг. [4] представлен один и тот же процесс смены социально-экономической формации в России, за следующими различиями:

1. На фрагменте 1990 г. показано качество полиграфии в период Административно-командной системы, а 2002 г. – Рыночной экономики: что отражает уровни развития экономики в соответствующие периоды;

2. Отмеченное качество отражает также феноменологическое содержание – изящные формы линий на рисунке 2.2002 г. маскируют всю массу деталей социально-экономического развития. Действительно, иллюстрация на рисунке 2.1990 г. актуализирует в памяти участников динамики смены социально-экономической формации, ее исторические особенности.

Перейдем к анализу или, если угодно, то к расшифровке «Кода Арнольда». Это необходимо сделать безотлагательно, в силу того, что все иллюстрации на рисунках 1 и 3.б показаны без детерминации конкретного вида, как переменных и циклов обращения Circle, так и потенциалов, без чего анализ теряет формальную строгость и будет представлять собой вербальное повествование. С этой целью обратимся к фрагменту рис. 2.1974, где показана иллюстрация потенциальной энергии – «потенциала $U(x)$ » – фазовый портрет некой абстрактной физической системы с одной степенью свободы [1]. Его сравнение с рисунком 3.а показывает, с точностью до зеркального отражения, факт соответствия определенному фрагменту карты катастрофы Сборки. Далее, мысленно перевернем рисунок 2.1974 вокруг прямой E_1 и сравним полученное отражение с кривыми AE_1 на всех трех оставшихся фрагментах – фазовый портрет и Перестройка за 1990 и 2002 годы. Полученный результат сравнения – едва ли не количественное соответствие.

Продолжим анализ. Тяжесть положения дел здесь заключается в том, что, при сравнении рисунка 2.1974

с прочими фрагментами рисунка 2, возникают следующие проблемы:

- на рисунке 2.1974 по оси ОХ показан путь – экстенсивная переменная, а по оси ОУ – скорость, интенсивная переменная;

- на рисунке 2.1990 или рисунке 2.2002 – обратный статус переменных: по оси ОХ Предприимчивость ↔ интенсивная переменная, по оси ОУ – Благостояние ↔ экстенсивная переменная;

- кроме того, совершенно неясно, «что же именно показано на оси ОХ – диапазон изменения интенсивной переменной «Предприимчивость» или ее предельная для двух точек корреляция с временем, т.е. просто динамика экстенсивной переменной «Благостояние» для двух последовательных моментов времени, дополненная умозрительными соображениями для промежуточного положения или же под переменной «Благостояние» понимается некая иная интенсивная переменная.

Однако, как покажет дальнейший анализ, все три рассматриваемых случая, описываемые тем или иным объектом теории катастроф, являются следствиями «скачковой динамики» экономики – производительности труда (рис. 4), вызываемыми соответствующими скачками в следующих сферах, как в отдельной, так и их комбинации:

- техники – совершенствование средств производства;
- новых форм организации производства – яркий пример «Мануфактура» и реализация продукции;
- новых форм деятельности в социально-политическом строении общества.

Далее, если теперь с рисунка 2.1990 проделать вышеупомянутое вращение, дополнив его зеркальным отражением относительно оси ОХ ↔ «О – Предприимчивость» – плоскости ХОУ ↔ «Предприимчивость – О – Благостояние», то даже для двух состояний получим уже совершенно иной объект теории катастроф, выходящий за рамки первых семи элементарных, а именно – катастрофу множественной складки – «мульти-складки» (рис. 4.а.), одно из первых описаний которой содержится в работе [15], относящейся к исследованию нейродинамики мозга.

Далее, на рисунке 4.б. показана «мульти-складка» уже в переменных А(К) и К, а на рисунке 4.в. – ее пространственный образ, с учетом периода цикла увеличения А(К) – Circle, который аналогичен подобному на рисунке 3.б.

Здесь стоит отметить тот факт, что на протяжении исторического развития Человечества происходила «Счетная Бесконечность» изобретений, реорганизаций производства и перемены политического статуса

государств, а не две последовательные стадии, как на рисунке 2. Поэтому, для формального описания периодических изменений в первом приближении, целесообразно использовать либо функции по выделению целой/дробной частей чисел, либо непрерывные тригонометрические функции (рис. 4.7).

Детерминация данной катастрофы – «мульти-складка», в закономерностях экономических механизмов и соответствующих им терминах, представляет собой цель дальнейшего исследования данной работы. В этом плане обратимся к области математического моделирования. В работе [12] приводится модель динамики развития экономики в течение сравнительно продолжительного периода времени, с учетом комплекса научных, технических, организационных и, как в случае смены социально-экономической формации в России, социально-политических факторов (1).

$$\begin{aligned} Y(t) &= A(t)K^\alpha(t)L^\beta(t), \alpha \in (0, 1), \beta \in (0, 1), \\ \alpha + \beta &= 1, \\ I(t) &= s_1(t)Y(t), V(t) = s_2(t)Y(t), \\ s_1(t) &\in (0, 1), s_2(t) \in (0, 1), 0 < s_1(t) + s_2(t) < 1 \\ C(t) &= Y(t) - I(t) - V(t), N(t) = N_0 e^{rt}, \\ N_0 > 0 \quad K(t+1) &= K(t) + I(t), \\ A(t+1) &= A(t) + \delta(A(t), V(t)), \\ \delta(A(t), V(t)) &\in (0, 1), \\ L(t+1) &= d_0 N(t), d_0 \in (0, 1) \quad L(t+1) = d_0 N_0 e^{rt}, \\ K(0) &= K_0, A(0) = A_0 \end{aligned} \quad (1)$$

Где, согласно [12], для закрытой экономики (импорт = экспорт = вложения капитала = 0) отдельной экономической системы $Y(t)$, $I(t)$, $L(t)$, $V(t)$, $C(t)$, $N(t)$, $K(t)$, $A(t)$, $s_1(t)$, $s_2(t)$, d_0 , в году t – «национальный (народный) доход; чистые капиталовложения (средства на расширение производства); число трудящихся, занятых в производстве; затраты на научные исследования; потребление; общая численность населения; основные фонды; эффективность использования основных фондов или производительность труда (если вернуться к «коду Арнольда», то это будет Предприимчивость в самом широком понимании); норма накопления; норма отчислений на научные исследования; доля трудящихся от общей численности населения».

Однако в системе (1) особого внимания заслуживает детализация, как экономического смысла, так и структуры неизвестной функции $\delta(A(t), V(t))$ – (15), отражающей скорость эффективности использования основных фондов или производительности труда, или предприимчивости (надеемся, что применительно к данному аналогу классического экономического показателя термин «скорость» не вызовет сомнений

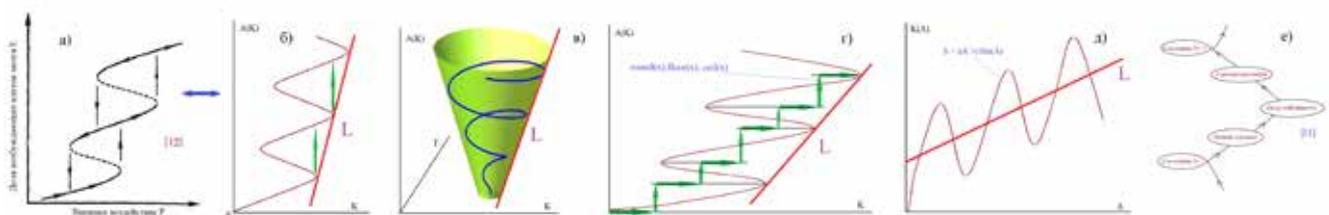


Рисунок 4. Катастрофа «Мульти-складка» [15] и схема эволюции [14]

Figure 4. The "Multi-fold" catastrophe [15] and the scheme of evolution [14]

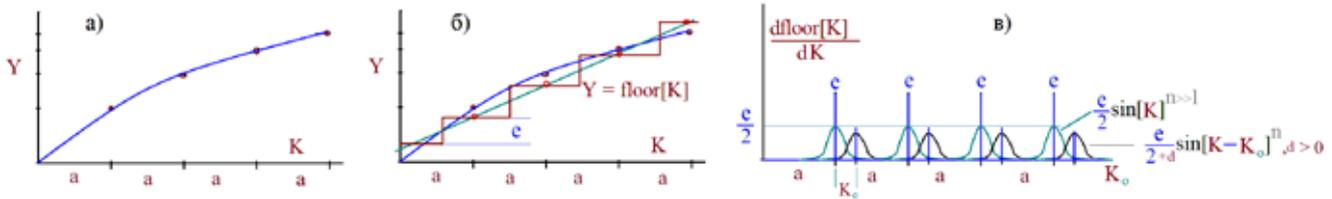


Рисунок 5. Детализация выражения (8.1)

Figure 5. Expression Granularity (8.1)

у экономистов), ибо в работе [12] имеются на этот счет лишь следующие указания: «... зависимость $\delta(A, V)$ задается в нашей модели графически».

Кроме того, продолжая детализацию, необходимо дать комментарии к природе самой переменной $A(t)$. Для периода 1970-х, когда вышла работа Ю.П. Иванилова, А.В. Лотова [12], обозначение переменной $A(t)$ ассоциируется с Автоматизацией. Однако, в рамках значительной перестройки экономики, одним научно-техническим прогрессом не обойтись, необходимо в контент $A(t)$ включить и вопросы логистики.

В рамках такого понимания $A(t)$ термин «закрытая экономика (импорт = экспорт = вложение капитала = 0) отдельной экономической системы» вовсе не сводится к отдельной стране – это может быть и отдельная страна + постоянные партнеры. Тонкость политики здесь в том, что степень взаимодействия с постоянными партнерами происходит в виде динамического усиления/ослабления с каждым из них – современная переориентация логистических потоков с Запада на Восток, что определяет тот или иной скачок $A(t)$ на рисунке 4, подобно изменениям в научно-техническом прогрессе.

Первым шагом на пути формально-феноменологической детализации $A(t)$ будет временное условие постоянства численности населения. Это вполне возможно по следующей причине: известна величина показателя годовой скорости роста населения $\gamma = 1,1\%$ или экспоненциальной $r = \gamma/100 = 0,01$ год – т.е., практически линейный рост 1,01, существенно не влияющий на скорость роста $Y(t)$. Тогда (1.1) предстанет в виде:

$$Y(t) = AL(t)K^a(t), AL(t) = A(t)\text{Mean}[L(t)]^b;$$

Mean[L(t)] - условное среднее

Таким образом, скорость роста $Y(t)$ по формуле Кобба-Дугласа (1.1) будет зависеть только от $K(t)$ – не считая $A(t)$, при $a < 1$, отражая закон убывающей полезности Госсена (рис. 5.а), – каждая вновь вложенная единица $K(t)$ а приносит все меньшую отдачу e , что и является брендом экономики.

Далее, чисто для удобства аналитического исследования, сделаем следующие преобразования $Y(t)$ – аналог национального дохода (рис. 5.б):

- заменим его линейным трендом $Y = aK + b$, для постоянства скорости роста равному a , который далее аппроксимируем ступенчатой функцией floor [K] (рис. 4.з). При этом мы полностью отдаем себе отчет в том, что на протяжении истории человечества в разные периоды времени величины существенно разнятся и в настоящем анализе используются их среднеголетние величины;

- производная от функции $Y = \text{floor}[K]$, по K dY/dK , будет представлять последовательность функций Дирака $\delta(K)$ или, в бытовом плане, – «последовательность столбов ЛЭП». Данная последовательность успешно аппроксимируется функцией $e/2\sin[K]^n$, $n > 1$. Причем, интеграл от $e/2\sin[K]^n$ естественным образом аппроксимирует floor[K] (рис. 5.з), – что необходимо для повышения эффективности численного анализа.

Рассмотрим теперь политико-экономические особенности, с помощью которых В.И. Арнольд обосновывал непропорциональность затраченных усилий и полученного результата – рецессию или минимум между двумя последовательными максимумами цикла (рис. 2.1990), а точнее – принцип контринтуитивного поведения сложных систем В.Р. Эшби и особенности динамики эволюции [14] – задержка, вызванная необходимостью затраты средств на запуск в производство изобретений, на сооружения для этой инфраструктуры, на подготовку новых видов сырья – чем выше скорость выпуска продукции, тем необходимо более рафинированное сырье, более квалифицированные кадры и т.д.

Как легко заметить, содержание предшествующего абзаца полностью совпадает с, ранее упомянутыми, особенностями Эволюции «Новый Элемент – Неустойчивость – Самоорганизация», как экономической, так и общебиологической [14].

По своей экономической природе – это функция $Z[K]$ аналогична, с точностью до множителя, особенностям описания функции $Y = \text{floor}[K]$ и dY/dK , с учетом некоторого лага – выражения (2.2) и (2.3) на рисунке 5.

Функция $Y[K]$, с учетом вышеупомянутых условий замкнутости системы, временно условной стабильности населения и особенностей описания динамики $A(t)$, далее представляется как производительность труда $p[t]$ – (2.2).

Использование периодических функций вида $e/2\sin[K]^n$, по сути дела, отражает условно постоянную с определенным периодом генерацию технических устройств, организационных мероприятий – Мануфактуры, социально-политических актов и т.д. Это находит свое выражение в средне- и длиннопериодных экономико-технологических циклах – ритмы Кузнецца – 15-20-25 лет и волны Кондратьева – 40-50-60 лет.

Причем, здесь необходимо отметить соразмерность продолжительности волн Кондратьева 40-60 лет и Китайского календарного цикла в 60 лет, где уменьшения периода за 1-2 тыс. лет может быть легко объяснено уже известным в экономике влиянием технического прогресса и подтверждается результатами численного эксперимента (рис. 6.а).

$$\begin{aligned} dk(t)/dt &= p(t) - az(t); \\ dp(t)/dt &= \frac{1}{2}e\sin(k(t))^n; \end{aligned} \quad (2)$$

$$dz(t)/dt = \frac{1}{2}e\sin(k(t)-L)n; L = \pi/c$$

$$a = 0.8; c = 4.25; e = 1; n = 24$$

ВЫВОДЫ

После численной реализации системы (2), при величинах параметров (2.3), получена серия иллюстраций динамики ее переменных (рис. 6). Не будем анализировать все иллюстрации и остановимся только на сравнении «а) и б)», «г) и д)», где на рисунках б.а, б.г и б.д показана динамика аналога национального дохода. На рисунке б.а видна последовательность пиков $K(t)$, подобных тем, что анализировал В.И. Арнольд под наименованием «Благосостояние» на рисунке 2.1990, которое он трактовал в самом широком понимании и что вызвало проблемы при интерпретации. После моделирования динамики системы становится ясным, на рисунке 2.1990 показан пункт 3 из, представленных выше, возможных его интерпретаций – здесь на оси OX показана корреляция изменения интенсивной переменной «Предприимчивость», но не со временем, а с ростом $K(t)$ во времени, ибо на уровне работника предприимчивость естественным образом ассоциируется с энергией, смекалкой и прочими личными качествами. Уже на уровне предприятия и тем более государства на первый план выходят капиталовложения $K(t)$; на оси OY – интенсивная переменная, замаскированный аналог национального дохода $Y(t) \leftrightarrow K(t)$, величина которого у В.И. Арнольда вполне справедливо ассоциируется с переменной «Благосостояние» – если величина $Y(t)$ невысока, то и благосостояние будет на соответствующем уровне; т.е. динамика аналога национального дохода $Y(t)$.

Сравнение иллюстраций, показанных на рисунках б.г и б.д отражает зависимость количества изобретений от уровня инвестиций, при наличии затрат на внедрение в производство – рисунок б.г и без оных – рисунок б.д.

Система (2) позволяет представить описание ее динамики, т.е. динамику однопродуктовой экономики замкнутой (консервативной) экономической системы [12], в виде динамики консервативной системы, с помощью вариационных принципов на основе уравнений Лагранжа (3.1) или Гамильтона (3.2) [11]:

$$d/dt[\partial L/\partial(dk/dt)] = \partial L/\partial k, L = T - V, \tag{3}$$

$$dp/dt = -\partial H/\partial k, dq/dt = \partial H/\partial p = \partial H/\partial(dk/dt), dk/dt = p, H = T + V$$

$$T = \frac{1}{2}[dk/dt]^2 = \frac{1}{2}p^2; V = V(x)$$

где L представляет собой разность кинетической T и потенциальной энергии $V \leftrightarrow$ «Потенциал Арнольда» (рис. 1); H является полной энергией системы и равен сумме T и V .

Теперь легко можно получить явный вид потенциала $V(x)$. Действительно, подстановка выражений (2.2) и (2.3) в продифференцированное выражение (2.1) при $a = 1$ дает следующее уравнение (4):

$$d^2k(t)/dt^2 = \frac{1}{2}e(\sin(k(t))^n - \text{asin}(k(t)-L)^n) \tag{4}$$

Тогда производная dV/dk с точностью до постоянного множителя $\frac{1}{2}e$ будет иметь вид

$$dV/dk(t) = U = \sin(k(t))^n - \text{asin}(k(t)-L)^n \tag{5}$$

и сам потенциал V – «Потенциал Арнольда» для случая $n = 4$ и $e = 1$ (сокращение длины выражения) имеет вид (6); его графическая иллюстрация $V(K, a, L)$ при различных величинах параметров a и L , которая гомеоморфна, как на рисунке 3.2002, так и соответствующем фрагменте рисунка 3.а, показана на рисунке 7, где величина запаздывания L демонстрирует зависимость влияния затрат – глубина минимума. Здесь видно, что, при росте величины параметра, a изменяется и характер зависимости V от K – от неубывающе-

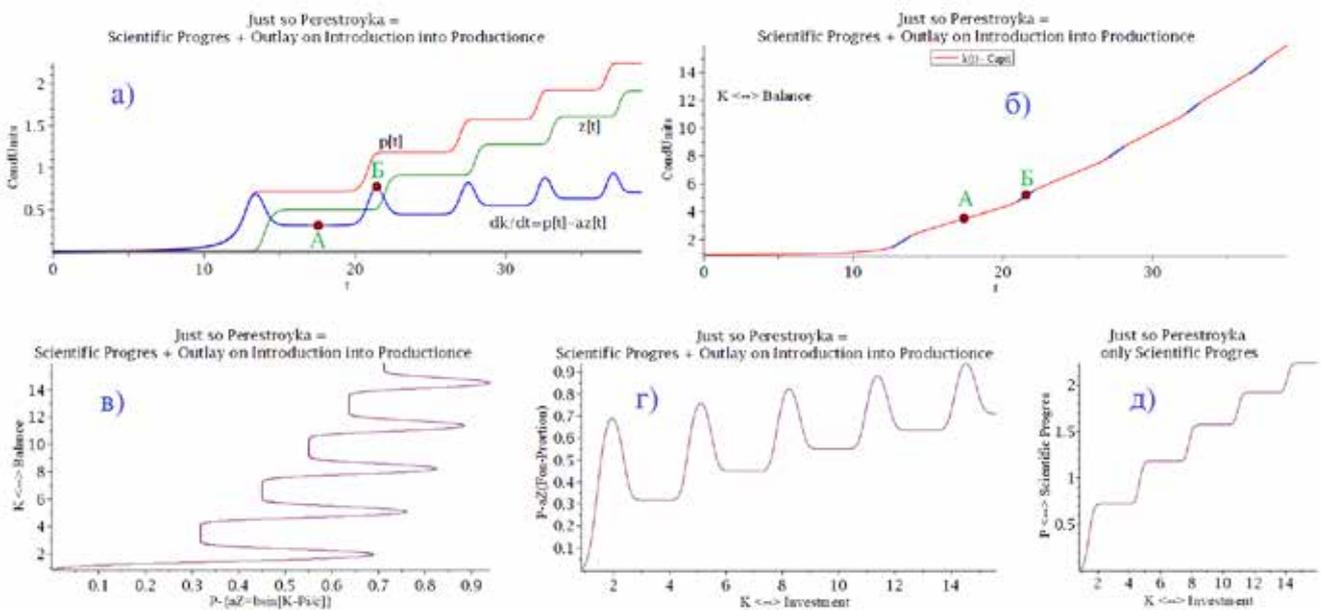


Рисунок 6. Численная реализация системы (2)
Figure 6. Numerical implementation of the system (2)

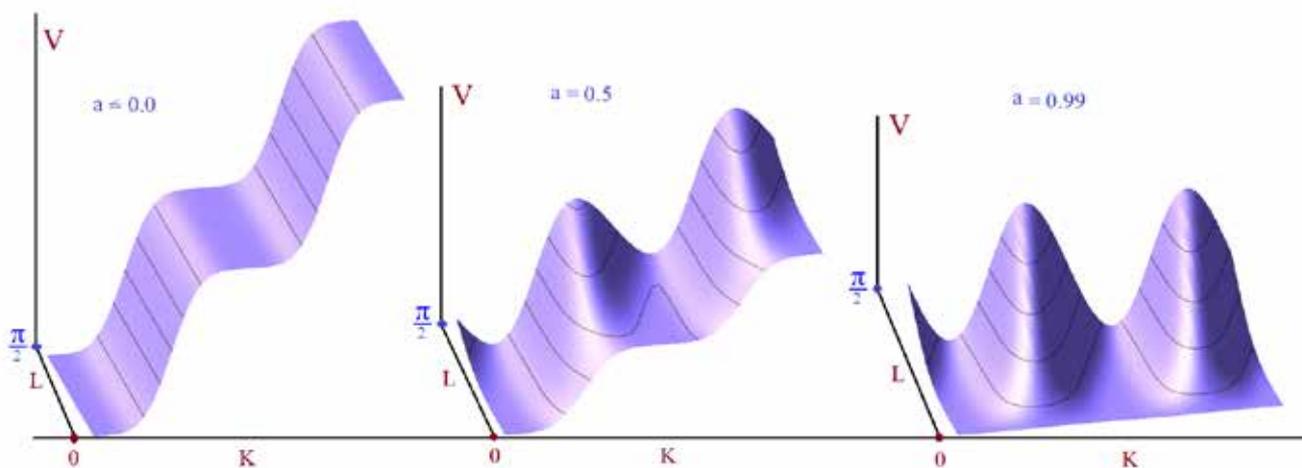


Рисунок 7. Графическая иллюстрация $V(K, a, L)$

Figure 7. Graphic illustration $V(K, a, L)$

го ($a \rightarrow 0$) до практически гармонических колебаний $a \rightarrow 1$.

Проанализируем правую часть (4). Здесь общей картиной является периодическая функция, подобная $A\cos[2K + \pi/4]$ (рис. 8). Далее различия в вариантах определяются глобально лишь уровнем затрат или ве-

$$V = \frac{\sin(K)^4}{2} - \frac{a \sin(K-L)^4}{2} \quad (6)$$

$$v = \int \left[\frac{\sin(K)^4}{2} - \frac{a \sin(K-L)^4}{2} \right] dK =$$

$$= - \left(\frac{\sin(K)^3}{8} + \frac{3 \sin(K)}{8} \right) \cos(K) + \frac{3K}{16} - a \left(- \frac{\sin(K-L)^3}{4} - \frac{3 \sin(K-L)}{4} \right) \cos(K-L) + \frac{3K}{8} - \frac{3L}{8}$$

личиной отрицательной части кривой, что иллюстрируется для $a = 0,5$ и $a \rightarrow 1$.

Далее следует, выражение (5) представимо в следующем виде

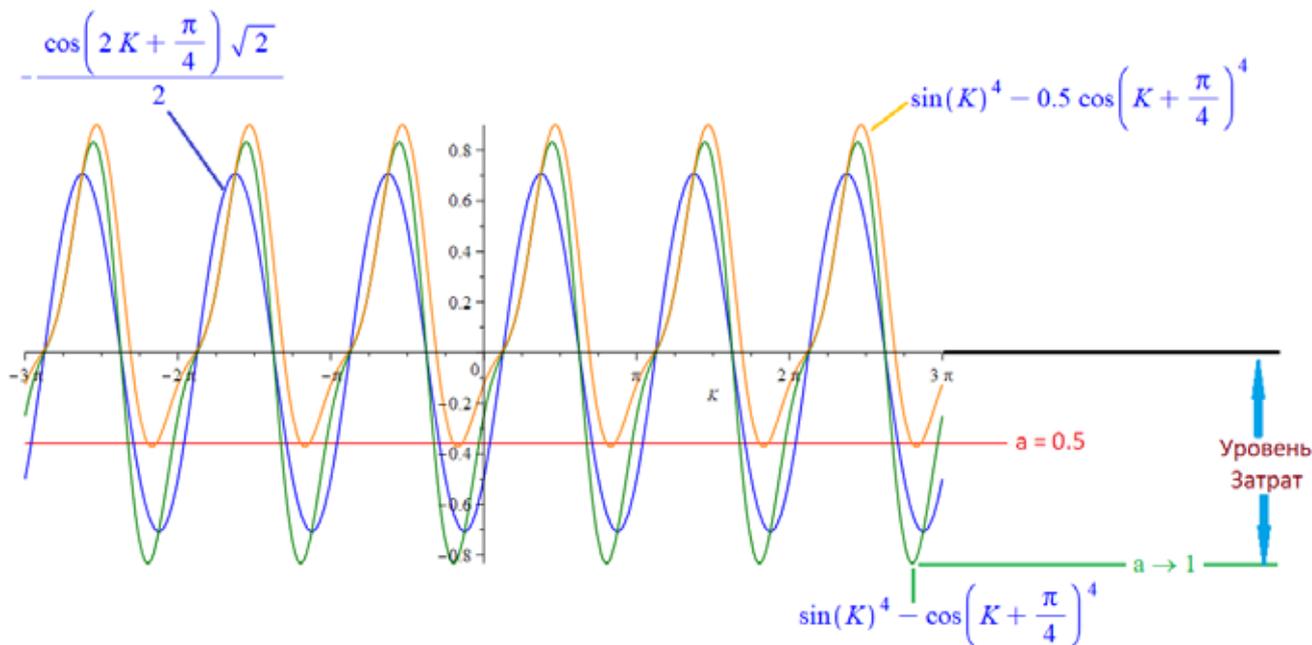


Рисунок 8. Иллюстрация главного периода колебаний правой части (7)

Figure 8. Illustration of the main oscillation period of the right side (7)

$$dV/dk(t) = U = \sin(k(t))^n - a \sin(k(t)-L)^n \leftrightarrow A\cos[2K + \pi/4] + A_0, \quad (7)$$

подобно классическому потенциалу математического маятника [11] (рис. 8).

Рассмотрим фазовый портрет (4), который является детализацией зависимости $V(K, a, L)$ (рис. 9).

Здесь, при различных уровнях затрат на перестройку:

1. $a \leq 0,0$ – «нулевой или производятся реальные дотации из вне системы» неубывающая динамика – яркий прогресс;

2. $0 < a \leq 0,5$ – «50%» промежуточная картина между $\pi.1$ и $\pi.3$ – «прогресс в подавляющем числе случаев при элементах застоя» – затраты внутри только самой системы начинают сказываться на уровне получаемой прибыли – минимумы на кривых;

3. $a = 0,995$ – «затраты внутри только самой системы на перестройку съедают практически всю прибыль» – отчетливо видны все типы динамики, присущие математическому маятнику [11]:

- овалы колебаний, вместо прогресса идет «хождение по кругу» – всем известный «Застой» в СССР;

- устойчивые сепаратрисы – светло-фиолетовая в области до π и светло-зеленая в области от π до 2π , соответствующие солитонам – «выход на плато и стабилизация на века»;

- неустойчивые численные реализации сепаратрис – красная в области > 0 , зеленая и черная кривая – переходящие в надсепаратрисные траектории с пересечением в седле в точках $K = 0, \sim 3,6$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выше произведен анализ динамики смены социально-экономической формации «СССР – Россия» для изучения особенностей динамики импортозамещения в России, в виде примера – приложения теории катастроф «Код В.И. Арнольда», в рамках точечной (точечность условная – ею м.б. замкнутая трансконтинентальная корпорация) системы, являющейся типовым объектом для большинства задач экономико-математических методов.

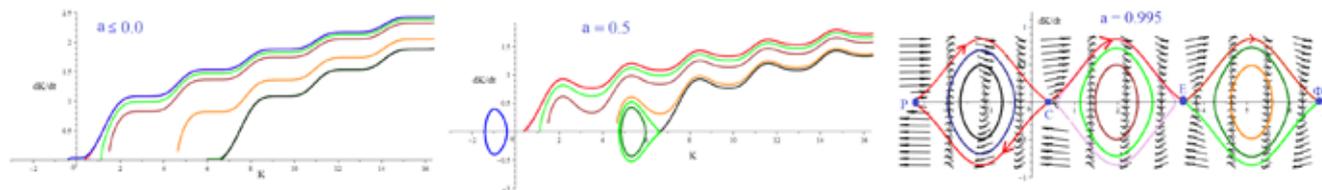


Рисунок 9. Фазовый портрет (4)

Figure 9. Phase portrait (4)

Однако вторая задача – необходимость изменения логистических цепей в современной ситуации вполне закономерна, хотя и невидимым, на первый взгляд, образом приводит к повышению статуса водного транспорта в экономике России, результаты исследований по ряду особенностей повышения эффективности которого, на основе аппарата нелинейной физики, приведены в работах [6; 7; 8; 9]

Для исследования изменения логистических цепей, в связи с принятием политических санкций, необходимо применять аппарат уравнений в частных производных, который, в отличие от транспортной задачи, маскирующей «деревьями лес», посредством весьма эффективного решения задач с конкретным заданным графом путей, позволяет исследовать базовые особенности фрейма изменений логистики. Что вполне закономерно, хотя и невидимым, на первый взгляд, образом, необходимость изменения логистических цепей в современной ситуации приводит к повышению статуса водного транспорта в экономике России.

Далее, для перехода от «даже от условной точки в геометрию более высоких измерений» – «0-й к 1-й и более размерностей», при планетарно-региональной логистике отсутствуют препятствия к тому, чтобы вернуться к аппарату «Бегущих волн», где реализо-

вано объединение времени t и расстояние x в одной переменной $\xi = x - \lambda t$, который был рассмотрен на примере пандемии COVID-19 [8] в плане перехода от «широкой» линии – транспортные пути – к точке размером с Планету, тогда и станут более конкретными контуры изменения логистических цепей.

Однако здесь встает проблема: «В каких единицах измеряется расстояние?». Сущность расстояния в политических аспектах логистики носит, в известной мере, конвекционный характер и расстояние уже измеряется даже не во времени транспортировки и представляет собой вовсе не длину прямой между 2-мя точками на плоскостной проекции Земного Геоида, а определенную сумму денежных единиц. И протяженность пути логистики будет иметь, если не отрицательную, то довольно невысокую корреляцию с формальными географическими показателями.

Еще большую ясность в конвенционный характер расстояния в логистике вносит пример транспортировки товаров в пространстве, где протяженность пути определяется числом межгосударственных таможен и соответствующей суммой пошлин. Shipping agent с уверенностью скажет, что экономичнее будет перевозка по пути в несколько тысяч км водным транспортом и 1-2 таможах, чем по пути несколько сотен

км сухопутным транспортом и десяти и более таможах. Пример, перевозка индийского риса в Казахстан водным транспортом через порт Новороссийск.

Таким образом, определением статуса расстояния здесь служит конвенция, но вовсе не дистанция на глобусах. Например, для последующего анализа, показанного на рисунках 9 и 10, расстояние измеряется в «периодах», выраженных в банальных для современности единицах – денежных – K , аналогичных таковым в системе (1).

Особенности перестройки логистики особенно ярко проявляются на рисунке 9.0.995, который отражает известные затраты на перестройку, в сравнении с соседними иллюстрациями, где затраты не столь значительны. Далее, пусть логистика в том или ином направлении идет от точки «С – центр». До периода импортозамещения и изменения логистических цепей вектор логистики был направлен влево – Запад, если смотреть на карту. Реализация импортозамещения и изменения логистических цепей произойдет во всех случаях в виде перемены знака скорости движения – до рассматриваемого периода она была отрицательна – нижняя часть рисунка 9.0.995, и движение влево от точки С к точке Р. Но с наступлением реализации скорость движения будет положительной – верхняя часть и движение уверенно пойдет вправо –

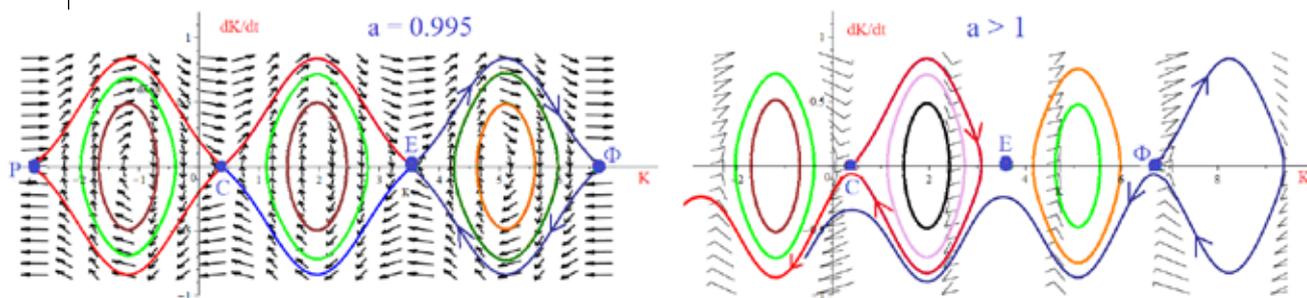


Рисунок 10. Фазовый портрет (4) при нулевой начальной скорости

Figure 10. Phase portrait (4) at zero initial velocity

от точки Р к точке С и далее, в соответствии с периодами от точки С к точке Е и от точки Е к точке Ф и т.д.

Однако, если начинать движение от точки С к точке Е вправо с нулевой начальной скоростью, то, в отличие от случая, рассмотренного выше (рис. 9, $a = 0.995$) получим уже движение по сепаратрисе – «Солитон» [8], а не в надсепаратрисной области – «Спутник на орбите» (рис. 10). В случае «Солитона» и динамика пути будет описываться логистической кривой и иметь всего одну «ступеньку» – один подъем на рисунке 7.а ≤ 0 , в отличие от рисунка 4 или рисунка 6, где отражен случай «Спутник на орбите» и бесконечная череда «ступенек». Что означает логистику на довольно близком, в смысле вышеизложенных замечаний к расстоянию, удалении в пределах 1 периода. На практике удаленность в пределах 1 периода, при нулевой начальной скорости, отражает случай: кто предложил участие в логистике, туда и пойдет транспортировка за счет покупателя.

Еще более интересен случай, когда в (4) параметр $a > 1$ – заведомый убыток логистики, подобие множества таможен. Тогда все сепаратрисы теряют устойчивость и все варианты К, соответствующие им, уходят влево в отрицательную область (рис. 10.а > 1).

Точки С, У, Ф представляют собой «седловые» точки, в которых переходит движение либо на следующий период – от точки С к точке Е, либо от положительной скорости к отрицательной – это видно в виде «петли» после точки Ф, на рисунке 10.а > 1 и отсутствующей на рисунке 10.а $= 0.995$. Эти точки являются аналогами феномена «Бабочка Брэдли», когда незначительное отклонение от траектории приводит к радикальным последствиям.

Кроме того, здесь надо отдавать себе отчет в ограниченности даже Планеты и, тем самым, в отсутствии «Счетной Бесконечности», изменений логистических дистанций, в сравнении со случаем изобретений (рис. 4). Поэтому применительно именно к логистической составляющей прогресса для характеристики числа периодов, в качестве потенциала V (б) будут использоваться его струи некоторой конечной размерности, представляющие собой потенциалы или их аналоги следующих катастроф, с весьма ограниченным числом максимумов, не превышающим 4-6: Сборки – 2 максимума; Бабочки – Омоним феномена «Бабочка Брэдли» – 3 максимума; и т.д.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1974. – 356 с.

1. Arnold V.I. *Mathematical methods of classical mechanics*. – М.: Nauka, 1974. – 356 p.
2. Арнольд В. И. Теория катастроф // Наука и жизнь. – 1989. – № 10. – С. 12-20
3. Arnold V. I. *Theory of catastrophes* // Science and life. – 1989. – No. 10. – Pp. 12-20
4. Арнольд В. И. Теория катастроф. 3-е изд., доп. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
5. Arnold V. I. *Theory of catastrophes*. 3rd ed., supplement – М.: Nauka, 1990. – 128 p.
6. Арнольд В. И. Что такое математика? – М.: МЦНМО, 2002. – 104 с.
7. Arnold V. I. *What is mathematics?* – М.: ICNMO, 2002. – 104 p.
8. Бреккер Т. Дифференцируемые ростки и катастрофы / Т. Бреккер, Л. Ландер – М.: Мир, 1977. – 244 с
9. Breker T. *Differentiable sprouts and catastrophes* / T. Breker, L. Lander – М.: Mir, 1977. – 244 p.
10. Гайденок Н.Д. Определение коэффициента сопротивления тралов гидравлично - математическим методом // Рыбное хозяйство. – 2021а. – № 2. – С 70-76. DOI 10.37663/0131-6184-2021-2-90-98
11. Gaidenok N.D. *Determination of the drag coefficient of trawls by the hydraulic - mathematical method* // Fisheries. – 2021а. – No. 2. – From 70-76. DOI 10.37663/0131-6184-2021-2-90-98
12. Гайденок Н.Д. Об использовании геометрии и механических особенностей в алгоритме расчета упора гребных винтов корабельных движителей // Рыбное хозяйство. – 2021б. – № 4. – С 70-76.
13. Gaidenok N.D. *On the use of geometry and mechanical features in the algorithm for calculating the propellers of ship propellers* // Fisheries. – 2021b. – No. 4. – Pp. 70-76.
14. Гайденок Н.Д. Нелинейная физика в практике флота – рекуперация энергии при остановке. Часть 2. // Рыбное хозяйство. – 2022а. – № 2. – С. 70-76.
15. Gaidenok N.D. *Nonlinear physics in fleet practice – energy recovery at a standstill. Part 2.* // Fisheries. – 2022а. – No. 2. – Pp. 70-76.
16. Гайденок Н.Д. Нелинейная физика в практике флота – рекуперация энергии при остановке. Часть 3. // Рыбное хозяйство. – 2022б. – № 3. – С 106-110.
17. Gaidenok N.D. *Nonlinear physics in fleet practice – energy recovery at standstill. Part 3.* // Fisheries. – 2022б. – No. 3. – Pp. 106-110.
18. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли – М.: Наука, 1977. – 540 с.
19. Gumilev L.N. *Ethnogenesis and the biosphere of the Earth* – М.: Nauka, 1977. – 540 p.
20. Заславский Г.М. Введение в нелинейную физику: от маятника до турбулентности и хаоса / Г.М. Заславский, Сагдеев – М.: Наука, 1988 – 308 с.
21. Zaslavsky G.M. *Introduction to nonlinear physics: from the pendulum to turbulence and chaos* / G.M. Zaslavsky, Sagdeev. – М.: Nauka, 1988 – 308 p.
22. Иванилов Ю.П. Математические модели в экономике / Ю.П. Иванилов, А.В. Лотов – М.: Наука, 1979 – 304 с.
23. Ivanilov Yu.P. *Mathematical models in economics* / Yu.P. Ivanilov, A.V. Lotov – М.: Nauka, 1979 – 304 p.
24. Постон Г., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения // пер. с англ. / Г. Постон, И. Стюарт – М.: Мир, 1980 – 608 с.
25. Poston G., Stewart I. *The theory of catastrophes and its applications* // Persian from English / G. Poston, I. Stewart – М.: Mir, 1980 – 608 p.
26. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции // пер. с нем. / В. Эбелинг, А. Энгель, Р. Файстель – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 328 с.
27. Ebeling V., Engel A., Feistel R. *Physics of evolution processes* // trans. from German / V. Ebeling, A. Engel, R. Feistel – М.: Editorial URSS, 2001. – 328 p.
28. Wilson H. R., Cowan J. D. Excitatory and inhibitory interactions in localized populations of model neurons. – Biophysical J., 1972. – 12. – p. 1.