MATHEMATICAL MODELING OF REGULATORIKA OF ENERGY PROCESSES AT TRANSFERING INFORMATION

M. B. Hidirova
Kimyo International University in Tashkent
K. Abdivakhidov
Kimyo International University in Tashkent

Annotation. The article deals with mathematical modeling of energy processes regulatorika based on the concept of energy ORASTA, consisting of an operator-regulator (OR) capable of receiving, storing, processing and transmitting energy and an active information environment for regulation with a time constant (active system with time averadge - ASTA), which makes it possible to implement a feedback loop in the system in a finite time. The identification of various regulatory mechanisms for the reproduction and storage of energies of information flows gives grounds for hope for the possibility of creating fundamentally new energy carriers.
Key words: mathematical modeling, nonlinear dynamics, qualitative analysis, regulatorika, functional differential equations, energy, information.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ

М. Б. Хидирова
Тошкент Кимё Халқаро Университети
К. Абдивахидов
Тошкент Кимё Халқаро Университети

Аннотация. В статье рассматривается математическое моделирование регуляторики энергетических процессов на основе понятия энергии ***ORASTA***, состоящего из *оператора-регулятора* ***(OR)***, способного принимать, хранить, перерабатывать и передавать энергию и активной информационной среды регулирования с временной постоянной (*active system* with *time averadge –* ***ASTA)***, позволяющей осуществлять петлю обратной связи в системе за конечное время. Выявление различных регуляторных механизмов воспроизводства и хранения энергий информационных потоков дает основание для надежды на возможность создания принципиально новых энергоносителей.

Ключевые слова: математическое моделирование, нелинейная динамика, качественный анализ, регуляторика, функционально-дифференциальные уравнения, энергия, информация.

1. Введение

Медленное развитие применения альтернативных источников энергий обусловлено проблемой хранения энергии и передачи в необходимом объеме независимо от внутренних и внешних условий. В данной статье рассматриваются вопросы математического моделирования регуляторных механизмов воспроизводства и хранения энергий, входящих и исходящих информационных потоков, что дает основание для надежды на возможность создания принципиально новых энергоносителей. По мнению исследователей, информация - это мера неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени [1-7]. Так как энергия является единой мерой различных форм движения, мерой силы перехода движения материи из одних форм в другие, то небольшое изменение колебательного фона информации может обеспечиваться очень большой энергией. К настоящему времени не существует единого подхода к созданию системы математических моделей и эффективных методов количественного анализа функционирования регуляторных механизмов воспроизводства и хранения энергий информаций с учетом пространственно-временной организации, практически не проведены научные исследования, посвященные изучению нелинейности и кооперативности энергоинформационных процессов на основе выделения регуляторных систем. Б.Н. Хидировым было введено понятие ORASTA, состоящее из оператора-регулятора (OR), способного принимать, хранить, перерабатывать и передавать сигналы определенной природы, и активной среды с временной постоянной ASTA (active system with time averadge), позволяющей осуществлять петлю обратной связи в системе за конечное время. Функционирование регуляторных механизмов подобных систем, для краткости, обозначены термином «регуляторика» [8]. По определению Б.Н. Хидирова – *Регуляторикой в широком смысле этого слова называется наука, посвящённая решению любых задач, связанных с изучением регуляторных механизмов материи. Теоретическая регуляторика представляет собой часть регуляторики, в которой изучаются общие законы и регуляторные механизмы.* В данной статье математическое моделирование регуляторики энергетических процессов осуществляться на основе выделения систем ORASTA с учетом стимулирующих и ингибирующих взаимодействий, временных взаимоотношений, комбинированной обратной связи и кооперативности рассматриваемых информационных процессов на основе функционально-дифференциальных уравнений. Для оценки эффективности разработанных уравнений могут быть использованы методы качественного анализа характерных решений дифференциальных, дифференциально-разностных уравнений, методы построения фазовых и параметрических портретов, определения расположения и динамики истоков (α) и стоков (ω) множеств, инвариантов дифференциальных уравнений при изменении значений их основных параметров. Для эффективного визуального анализа хода решений соответствующих модельных систем может быть использована методика построения диаграмм Ламерея. Построение характерных фазовых портретов и областей параметрического портрета, что позволяет определять однородные классы решений, закономерности эволюции решений при изменении значений характерных параметров и выявлять потенциальные возможности уравнений в целом. Для оценки: устойчивости решений, существования колебательных решений, возникновения странного аттрактора и нерегулярных колебаний могут быть использованы методы бифуркационного и фрактального анализа, а также методы обнаружения эффекта «черная дыра» – срыва решений к тривиальному аттрактору.

2. Основная часть

Важные работы Гарри Найквиста, Ральфа Хартли и Клода Шеннона внесли огромный вклад в развитие теории информации. В физике информация рассматривается как анти-энтропия, широкое развитие получила квантовая теория информации [9]. Анализ литературных источников показывает, что любая информация, как мера неоднородности распределения энергии в пространстве и времени, меняет осцилляторный фон. Математическое моделирование регуляторных механизмов функционирования энергии информации предполагает количественный анализ сложного поведения комплекса элементов, функционирующих в активной среде, способных реагировать на определенные внешние и внутренние энергетические воздействия, обрабатывать влияние и передавать реакции. Как было отмечено во введении, Б.Н. Хидировым были разработаны методы количественных исследований сложных регуляторных систем, позволяющих с единой позиции рассматривать широкий круг явлений, объединенных наличием регуляторной системы, среды регуляции и комбинированной обратной связи [10]. Было введено понятие ***ORASTA***, состоящее из *оператора-регулятора **(OR)***, способного принимать, хранить, перерабатывать и передавать сигналы определенной природы, и активной среды с временной постоянной (*active system* with *time averadge – **ASTA)***, позволяющей осуществлять петлю обратной связи в системе за конечное время (рис. 1).

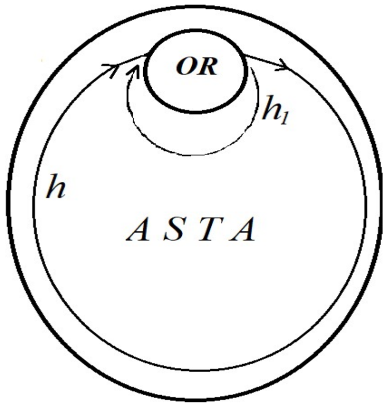

Рис. 1. Схема ORASTA
(h - время обратной связи)

Одна из основных идей при математическом моделировании регуляторных механизмов функционирования энергии информации заключается в центральном регулировании потоками информации на основе мультиосцилляторной ORASTA (рис. 2).

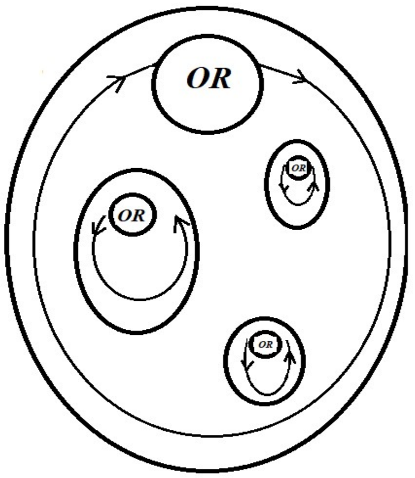

Рис. 2. Схема мультиосцилляторной ORASTA

При математическом моделировании регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков возникает проблема временных свойств пространства. В философии есть мнение, что «субъективное время есть нечто неоднородное: для различных модальностей и различных видов чувственных переживаний оно обладает различной «зернистостью» и «течет» с различной скоростью» [11]. В физике считается, что физическое время практически не поддается ускорению или замедлению. Впрочем, теоретически такая возможность у физического времени есть, согласно теории относительности, физическое время замедляется при очень высоких скоростях (близких к скорости света) и в поле очень большого тяготения (вблизи "черных дыр"). В биологии мы наблюдаем феномен неоднородного времени, например, если взять за биологическую секунду — одно биение сердца, то брадикардия — это явление замедленного биологического времени человека, а тахикардия — явление ускоренного времени. Поскольку, функционально-дифференциальные уравнения позволяют учитывать временные взаимоотношения в системе регуляции, использование их для моделирования регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков является наиболее оправданным и актуальным.

Рассмотрим следующую постановку задачи по математическому моделированию регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков. Пусть в некотором ограниченном объеме существует N взаимосвязанных элементов – регуляторов, способных к восприятию, хранению, переработке и синтезу сигналов определенной природы. И пусть взаимосвязь между регуляторами осуществляется посредством указанных сигналов со средним временем прохождения петли обратной связи h (т.е. временем, прошедшим с момента образования сигналов до момента воздействия их (или их продуктов) на активность регуляторов). Требуется проведение анализа наиболее простейших закономерностей возникновения, развития и деформации осцилляторного фона при восприятии, хранении, переработке и синтеза энергии информации данными элементами. Уравнения такой системы, построенные с учетом кооперативности, временных взаимоотношений в ***asta*** и возможности, в некоторых случаях, сигналообразования в ***asta*** без участия ***or*** имеют вид [9]:

$$\frac{dx_i(t)}{dt} = \Lambda_i^n(X(t-h))\exp\left(-\sum_{k=1}^{n}\delta_{ik}x_k(t-h_{ik})\right) - b_i x_i(t) \qquad (1)$$

$$\Lambda_i^n(X(t-h)) = a_{io} + \sum_{j=1}^{n}\left(\sum_{k_1,\dots,k_j=1}^{n} a_{ik_1,\dots,k_j}\prod_{m=1}^{j} x_{k_m}(t-h_{ik_m})\right)$$

где $x_i(t)$ – величина, характеризующая количество сигнала, вырабатываемого i-ым ***or*** в момент времени t; h_{ik} – интервал времени, необходимого для изменения активности i-го ***or*** под действием активности k-го ***or***; a_{io}, $a_{ik_1,\dots,k_j}$, b_i – параметры скорости образования i-го сигнала в ***asta***, в ***or***, распада i-го сигнала, соответственно; δ_{ik} – параметр репрессии i-го ***or*** продуктами деятельности k-го ***or***; все параметры неотрицательны; в случае $a_{io} > 0$ уравнеиия (1) называются уравнениями регуляторики с активной средой, а при $a_{io} = 0$ – с пассивной средой; $ik_1,\dots,k_j$, i, j, $k_j = 1,2,\dots,n$.

Вектор $M_c(C_1,\dots,C_n)$, значения элементов которого вычисляются по формулам

$$C_i = \int_0^\infty\dots\int_0^\infty \Lambda_i^n(S)\exp\left(-\sum_{j=1}^{n}\delta_{ik}S_j\right)dS_1\dots dS_n - 1,$$

является «мерой эволюции системы» и определяет возможные варианты развития, так как его величина, в случае конкретных систем, выделяет области возможных поведений на параметрическом портрете системы (1). С другой стороны, M_c выражает взаимоотношение системы регуляторики с внешней средой, поскольку его значение определяется заданными конкретными значениями коэффициентов. В случае $M_c = 0$ система находится в равновесии с внешней средой. Система (1) относится к классу функционально-дифференциальных уравнений запаздывающего типа и, при задании непрерывных функций на начальном временном отрезке длины h ($h = \max_{i,j} h_{ij}$ $(i,j = 1,2,\ldots,n)$), ее непрерывное решение может быть получено методом последовательного интегрирования.

Так уравнения регуляторики энергетических процессов являются нелинейными функционально-дифференциальными уравнениями. Их качественный анализ для определения наиболее общих закономерностей решений и исследование поведения соответствующих математических моделей является сложным. Это приводит к актуальности разработки модельных систем уравнений регуляторики энергетических процессов, являющихся намного упрощенными с сохранением наиболее общих свойств поведения решений на качественном уровне. Разумное упрощение, с соблюдением условий качественного соответствия, позволяет оперативно проводить оценку решений. Для этой цели могут быть использованы физические методы упрощения [12] и математические методы редукции [13-15], законы регуляторики [16], методы аппроксимации функционально-дифференциальных уравнений функциональными и дискретными уравнениями [17-20]. Их применение позволяет получать из (1) системы с пятью, тремя уравнениями, и (в предельном случае) одно функционально-дифференциальное уравнение [19]. Произведя масштабирование уравнения регуляторики энергетических процессов можно написать в виде

$$\frac{1}{h_i b_i}\frac{dx_i(t)}{dt} = F(x_1(t-1), x_2(t-1), \ldots, x_n(t-1)) - x_i(t),$$

а вектор взаимоотношений системы с внешней средой имеет вид

$$\mu_c = \int_0^\infty F(s)ds - b,$$

Если система находится в равновесии с внешней средой, тогда

$$h_i b_i = 1, \quad \mu_c = 0.$$

Рассмотрим некоторые законы и механизмы регуляторики. Б.Н. Хидиров вводит следующие параметры:

$$h = (h_1, h_2, \ldots, h_n), \quad b = (b_1, b_2, \ldots, b_n) \quad \text{и}$$

$$\frac{k_1}{b} = \rho, \quad k_2 h = r.$$

Сформулированы следующие законы регуляторики:

***Закон сохранения энергии (или закон автономности) регуляторики*.:**

$$\mu_c = 0.$$

Закон регулируемости

Система называется регулируемой, если внутренние временные регуляторные расстояния обратно пропорциональны внешним энергиям:

$$hb = 1.$$

Закон нормальной регуляторики

Существуют такие системы регуляторики, называемые нормальными, в которых внутренние временные регуляторные энергии информации находятся в равновесии с внешними энергиями (рис. 3):

$$\rho = r,$$

$$\mu_c = 1.$$

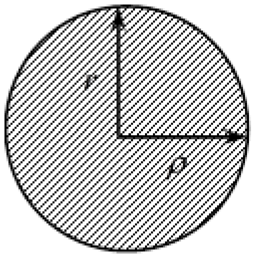

Рис.3. Нормальная регуляторика, когда внутренние временные регуляторные расстояния равны внешним.

<u>Закон избыточной регуляторики</u>

Существуют такие системы регуляторики, называемые избыточными, в которых внутренние временные регуляторные расстояния больше внешних энергий (рис. 4):

$$\mu_c > 1, \;\; \rho > r, \;\; hb < 1.$$

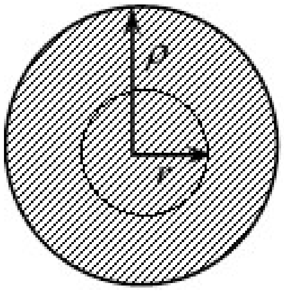

Рис.4. Избыточная регуляторика, когда внутренние временные регуляторные расстояния больше внешних.

<u>Закон недостаточной регуляторики</u>

Существуют такие системы регуляторики, называемые недостаточными, в которых внутренние временные регуляторные расстояния меньше внешних энергий (рис. 5):

$$\mu_c < 1, \;\; \rho < r, \;\; hb > 1.$$

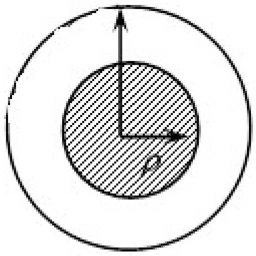

Рис.5. Недостаточная регуляторика, когда внутренние временные регуляторные расстояния меньше внешних.

Рассмотрим метод построения модельных систем уравнений регуляторики на примере одного функционально-дифференциального уравнения

$$\frac{\theta}{h}\frac{dX(t)}{dt} = \alpha X(t-1)e^{-X(t-1)} - X(t) \tag{2}$$

Качественный анализ уравнения (2) показывает, что параметрический портрет уравнения (2) состоит из трех областей (рис. 6). В области А имеется единственный устойчивый тривиальный корень. При переходе в В происходит потеря его устойчивости и осуществляется, так называемое, "мягкое возбуждение", при котором происходит плавное изменение (в данном случае возникновение нетривиального положения равновесия) положения покоя на устойчивый режим функционирования. При переходе в область С нетривиальное положение равновесия теряет устойчивость и вокруг него возникают колебания.

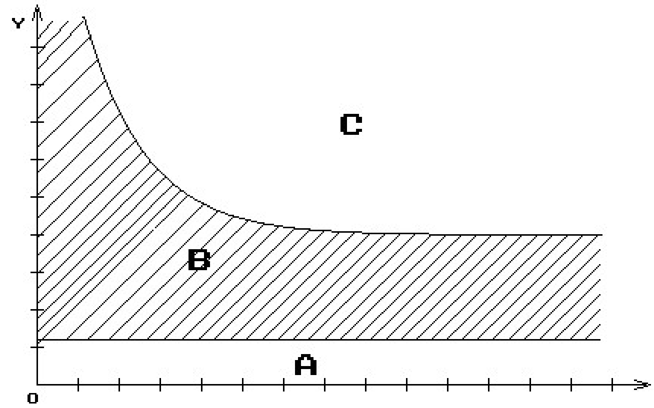

Рис.6. Параметрический портрет уравнения

При решении задач по математическому моделированию регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков могут быть использованы функционально-дифференциальные уравнения регуляторики с запаздыванием

$$\frac{dX_i(t)}{dt} = a_i\left(\prod_{k=1}^{n} X_k(t-h)\right) e^{-\sum_{k=1}^{n}\delta_{ik}X_k(t-h)} - b_iX_i(t).$$

При рассмотрении вопросов прогнозирования изменения регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков могут быть использованы функционально-дифференциальные уравнения регуляторики с запаздыванием и опережением

$$\frac{dX_i(t)}{dt} = a_i\left(\prod_{k=1}^{n} X_k(t-h)X_k(t+h)\right)e^{-\sum_{k=1}^{n}\delta_{ik}X_k(t-h)X_k(t+h)} - b_iX_i(t)$$

Для изучения регуляторных механизмов ускорения или замедления энергетических процессов информационных потоков применимы функционально-дифференциальные уравнения регуляторики со сжатием и растяжением

$$\frac{dX_i(t)}{dt} = a_i \left(\prod_{k=1}^{n} X_k(th) \right) e^{-\sum_{k=1}^{n} \delta_{ik} X_k(th)} - b_i X_i(t)$$

В ходе качественных исследований регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков показана возможность существования следующих сценариев: при определенных внутренних и внешних изменениях информационных потоков нарушается стационарное состояние накопления энергии, возникают автоколебания с переходом к нерегулярным колебаниям с непредсказуемым выделением энергии и далее – к эффекту "черной дыры".

3. Заключение

Таким образом, для моделирования регуляторных механизмов энергетических процессов информационных потоков наиболее оправданным и актуальным является построение систем функционально-дифференциальных уравнений с запаздыванием, поскольку они позволяют учитывать временные взаимоотношения в системе регуляции. Моделирование регуляторики энергетических процессов показывает возможность существования нескольких альтернативных вариантов развития, выбор среди которых осуществляется, в каждом конкретном случае, на основе внешних условий и значений параметров внутренней среды информационно-энергетической системы ORASTA.

4. Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера и Ноосфера, М., Айрис Пресс, 2012;
2. Кобозев Н.И. Исследования в области термодинамики процессов информации и мышления, М. Изд. Московского государственного университета, 1971;
3. Питер Уорд Что будет с Homo sapiens? Эволюция человека продолжается!, http://www.abitura.com/not_only/homo.htm
4. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам, М., «Мир», 1991
5. Чебанов В.К. Актуализация человеческой личности в коэволюционном триединстве социогенезов: тела, души и духа через триаду акторов: человека, общества и мягкой силы Мироздания в лице ЕЭИП и иерархической системы энергоинформационных матриц (духовных ипостасей - эгрегоров) в нем, М., Академия Тринитаризма, эл № 77-6567, публикации 23364, от 15.08.2017;
6. Глушков В.М. О кибернетике как науке. Кибернетика, мышление, жизнь. М.: Наука. 1964.
7. В.П. Попов, И.В. Крайнюченко, Информация и энергия // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.18083, 27.06.2013
8. Хидиров Б.Н. Избранные работы по математическому моделированию регуляторики живых систем. Москва – Ижевск, 2014, 304 с.
9. Возвращение в физику изгнанного эфира / И. Н. Титов. - Кунгур : Кунгур, 2005. - 63 с.
10. Хидиров Б.Н., Сайдалиева М.М., Хидирова М.Б. Регуляторика живых систем. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014, 136 с.
11. Иванов, Е.М. Сознание и время / Е.М. Иванов. — Текст : электронный // NovaInfo, 2015. — № 32. — URL: https://novainfo.ru/article/3400 (дата обращения: 05.04.2022).
12. Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу. Ритмы жизни. – М.: Мир,1991.-248 с.

13. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. – М.: Наука, 1984. - С. 7-25.
14. Тихонов А.Н. Системы дифференциальных уравнений, содержащих малые параметры // Мат. сборник, 1952. - Т. 31 (73). – No 3. - С. 575.
15. Новожилов И.В. Фракционный анализ. – М.: МГУ, 1995. - С. 73-81.
16. Хидиров Б.Н. Об одном методе анализа механизмов регуляции живых систем // В сб. «Методы и вычислительные средства обработки видеоинформации данных и знаний». АНРУз НПО «Кибернетика», Ташкент, 1993, С. 150-158.
17. Хидирова М.Б. О решениях функционально-дифференциального уравнения регуляторики живых систем // Вестник Московского университета, 2004. No 1. С. 50-52.
18. Хидирова М.Б. Моделирование механизмов возбуждения сердечной ткани // Математическое моделирование, 2004. Т. 16. No 11. С. 3-14.
19. Saidalieva M., Hidirova M.B. Functional-differential equations of biological communities regulatorika // ISJ Theoretical & Applied Science, 2014. No 4 (12). P. 7-11.
20. Hidirova M.B. Theoretical bases, methods and toolkit of information technology «Bioregulatorika» // ISJ Theoretical & Applied Science, 2016. 07 (39): 112-116.