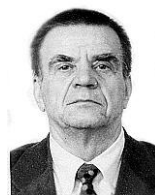




УДК 630*3

С.М. Базаров, В.Д. Валяжонков

Базаров Сергей Михайлович родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Высшее военноморское инженерное училище, доктор технических наук, профессор кафедры технологии лесозаготовительных производств С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 112 печатных работ по механике древесной среды, процессам обезвоживания – пропитки материала древесины силовыми полями различной физической природы.



Валяжонков Владимир Дмитриевич родился в 1940 г., окончил в 1966 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии лесозаготовительных производств С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет более 40 научных трудов по теории и конструированию лесотранспортных машин.



РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ ЦИКЛОВ И ПОЛУЦИКЛОВ В ТЕХНОПРИРОДОГЕНЕЗЕ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК

Дан анализ развития лесных технологий и производств как группы путей в информационно-физическом пространстве на основе использования принципа симметрии. Представлен класс аналитических функций, описывающих гармонизированные траектории эволюции и инволюции, носящие кардиоидный характер. Это позволяет по начальной стадии развития определять будущие эволюции – инволюции.

Ключевые слова: циклы, информационно-физическое пространство, инвариант, биотехногенная система, гармония, лесопромышленный комплекс.

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) представляет собой биотехногенную систему с большим числом степеней свободы, в которой биогенная и техногенная подсистемы подчиняются основному принципу: от простого к сложному. Теория развития базируется на теории инвариантов. В качестве инварианта особую роль играет принцип симметрии. В основе развития системы лежит группа путей ее движения в информационно-физическом пространстве: в физическом находится движение структуры, в информационном – ее целевая функция.

ЛПК можно рассматривать как единый организм, состоящий из взаимосвязанных и взаимодополняющих органов. Поэтому становится актуальным и перспективным раскрытие законов его развития путем построения с единых позиций вполне понятного и определенного класса аналитических функций (вместо большого числа не связанных друг с другом уравнений регрессии).

Внутренняя связность элементов системы, погруженных в пространство, и само пространство формируют симметрию образующихся форм структуры развивающейся системы, ее устойчивость и гармоничность путей эволюции – инволюции [2].

Для замкнутых систем действует принцип стремления к устойчивому равновесию, в соответствии с которым система постоянно переходит от менее к более устойчивому.

Классическая механика, описывающая движение частиц в пространстве и времени, основывается на принципе наименьшего действия. В биомире на этот принцип накладывают цель, которую ставят перед ним. Биосистемы находятся в состоянии гомеостаза, которое характеризуется пространственно-временной решеткой, образующей структуру, а цель заключается в развитии в условиях непрерывно изменяющейся окружающей среды.

Наличие противоречий в техноприродной системе ставит задачу поиска гармонических путей эволюции. Гармония возникает там, где есть противоречия, она призвана разрешить их без разрушения системы.

Известно, что основным принципом самоорганизации системы является оптимизация по целевой функции и стабилизирующее развитие через состояние резонанса в самой универсальной форме. Оптимальные параметры самоорганизующейся системы лежат между крайними значениями, определяющими ее существование (организация – хаос, жизнь – смерть, начало – конец, эволюция – инволюция и т. д.) и приводящими к представлению о циклическом развитии.

Важная задача развития систем – совмещение дискретности экстремумов и непрерывности пути. Она решается при допущении цикличности как неизменного элемента развития систем.

Одним из геометрических образов, сочетающих дискретность и непрерывность, являются винтовые линии, которые образуются в результате суперпозиционного движения вращения и поступательного перемещения.

Группа движения в пространстве складывается из вращений и трансляций. Развитие системы удобно рассматривать в фазовом пространстве. Фазу определяют внутренним временем (периодом), которое имеет начало и конец. Цикл развития, в свою очередь, характеризуют полуциклами эволюции и инволюции.

Таким образом, развитие ЛПК можно рассматривать как траекторию движения в информационно-физическом пространстве. При этом возникают две задачи: прямая, при которой формулируют законы эволюции – инволюции; и обратная, при которой по этим законам выстраивают представление о развитии во времени.

При построении математической модели циклов и полуциклов рассмотрим фазовый портрет маятника. Общее уравнение можно записать в безразмерном виде [1]

$$\omega_0^{-2} d^2 \varphi / dt^2 + 4 \sin^2 (\varphi / 2) = E / E_0,$$

где φ – угол отклонения маятника от вертикальной оси;

ω – частота колебания, $\omega = d\varphi/dt$;

E – полная энергия маятника;

E_0 – кинетическая энергия, соответствующая собственной частоте колебания ω_0 .

Величину $4\sin^2(\varphi/2)$ рассмотрим как характерную высоту вертикального подъема маятника. Здесь следует различать три режима периодического движения.

Первый режим. Если $E/E_0 < 4$, то угол отклонения маятника максимален. Это означает, что имеет место колебательное движение между $-\varphi_m$ и φ_m .

Второй режим. Если $E/E_0 > 4$, то движение маятника вращательное с неравномерной скоростью: внизу максимальной, вверху минимальной.

Третий режим. Если $E/E_0 = 4$, то возникает солитонное движение, которое описывают формулой

$$\operatorname{tg}(\pi - \varphi)/4 = \exp(-\omega_0 t) .$$

Таким образом, фазовое движение описывают квадратом синуса, а сама фаза является экспоненциальной функцией времени.

Первые два режима представляют периодическое развитие, а третий – эволюцию, не достигающую предельного состояния (система экспоненциально приближается к асимптотике).

Дискретный и непрерывный характер движения развития систем объединяют представлением трехмерной спирали, выстраиваемой в координатном пространстве (R, φ, t) . Напомним характерные алгебраические спирали в виде радиус-вектора (R) на фазовой плоскости (R, φ) : архимедова – $R = \varphi$; галилеева – $R = \varphi^2$; гиперболическая – $R = \varphi^{-1}$; ферма-спираль – $R = \varphi^{1/2}$. Эти спирали можно обобщить полиспиралью

$$R = \varphi^n .$$

Представив информационный параметр развития I в виде радиус-вектора в фазовой плоскости (I, φ) , можно записать обобщенную формулу для циклов в виде деформируемой кардиоиды:

$$I = 2\varphi^n \sin^2\varphi = \varphi^n (1 - \cos 2\varphi) .$$

Введем в рассмотрение трехмерное информационно-физическое пространство: параметр развития I , внешнее время t и фазу развития $\varphi = \omega t$, $\omega = 2\pi/T$ (T – период развития). Фаза развития является характеристикой внутреннего времени протекания процесса. Цикл развития определяется временем эволюции T_3 и инволюции T_n , а время цикла развития $T_{\text{ц}}$ является их суммой: $T_{\text{ц}} = T_3 + T_n$.

Здесь информационную нагрузку несет параметр развития, а физическую – время. Законы развития построим как группу путей в цилиндриче-

ской системе координат: t – ось времени протекания, I – радиус, φ – угол поворота вокруг оси времени t (внутреннее время).

При этом развитие информации представляет собой винтовую линию, поэтому класс функций, описывающих группу путей винтового движения, будет характеризовать форму законов развития систем, несущих различное информационное содержание.

Известно, что образующими цилиндра являются окружность постоянного радиуса и прямая. Винтовое движение точки можно представить как суперпозицию:

вращательного

$$I = 2R\sin^2\varphi = R(1 - \cos 2\varphi);$$

поступательного

$$Z = t.$$

Здесь время эволюции $T_э$ и инволюции $T_и$ совпадает ($T_э = T_и$):

$$I_э = R(1 - \cos 2\varphi), \quad 0 \leq \varphi \leq \pi/2; \quad \varphi = \frac{2\pi t}{T};$$

$$I_и = R(1 - \cos 2\varphi), \quad \pi/2 \leq \varphi \leq \pi.$$

Если $T_э$ и $T_и$ не совпадают, то условию плавного перехода вершины эволюции к началу инволюции отвечает равенство

$$\frac{R_э}{T_э} = \frac{R_и}{T_и}; \quad R_э\omega_э = R_и\omega_и$$

или

$$\frac{R_э}{R_и} = \frac{T_э}{T_и} = \alpha; \quad T_э + T_и = T_ц,$$

откуда

$$T_э = \alpha T_и; \quad T_и = \frac{T_э}{\alpha}$$

и

$$T_ц = (\alpha + 1) T_и = \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) T_э,$$

где α – параметр асимметрии путей эволюции и инволюции.

В этих условиях цикл эволюции – инволюции описывают формулами:

для эволюции

$$I_э = R(1 - \cos 4\pi t/T_э),$$

для инволюции

$$I_и = R(1 - \cos 4\pi t/T_и).$$

С учетом ранее принятого представления R получаем:

$$I = \varphi^n(1 - \cos 4\pi t/T_э);$$

$$I_э = \varphi^n(1 - \cos 4\pi t/T_э);$$

$$I_и = \varphi^n(1 - \cos 4\pi t/T_и).$$

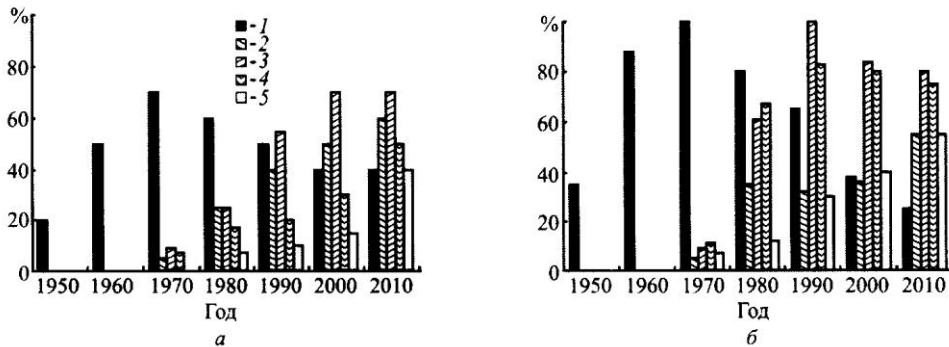


Рис. 1. Тенденция развития механизации лесозаготовок в России (а) и Скандинавских странах (б) на период до 2010 г.: 1 – цепная пила; 2 – механизированная валка; 3 – механизированная обрезка сучьев; 4 – механизированная раскряжевка; 5 – переработка в щепу

По данным рис. 1 построена фазовая диаграмма развития симметричности эволюции и инволюции лесных технологий в России и Скандинавских странах (рис. 2).

На рис. 3, а показаны циклы, у которых время эволюции больше времени инволюции; на рис. 3, б – циклы, для которых время эволюции меньше времени инволюции. В последнем случае циклы можно описать симметричной формулой

$$I = (\pi - \varphi)^n [1 - \cos 2(\pi - \varphi)].$$

В экстремальной точке цикл

$$dI/d\varphi = 0,$$

происходит переход от эволюции к инволюции (или наоборот), это условие позволяет определить значение экстремальной фазы при $T_3 > T_H$:

$$2\varphi \operatorname{ctg} \varphi = -n,$$

и при $T_3 < T_H$:

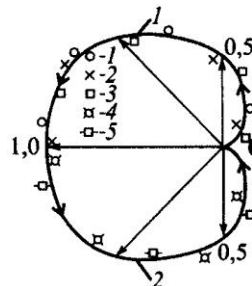
$$2(\pi - \varphi) \operatorname{ctg} (\pi - \varphi) = n.$$

В общем случае на траекторию гармонического пути развития могут накладываться так называемые конъюнктурные волны, способные колебать саму траекторию. При этом анализ развития возможен с использованием формулы

$$I = [1 + \sum a_i \sin(\omega_i t + \varphi_{0i})] \varphi^n (1 - \cos 2\varphi),$$

где амплитуда колебания $a \ll 1$.

Рис. 2. Фазовая диаграмма симметричности эволюции (I) и инволюции (II) технологий лесозаготовительного процесса: 1 – механизированная валка (Россия); 2 – механизированная раскряжевка (Скандинавия); 3 – переработка в щепу (Скандинавия); 4 – вывозка на лошадях; 5 – сплав по рекам



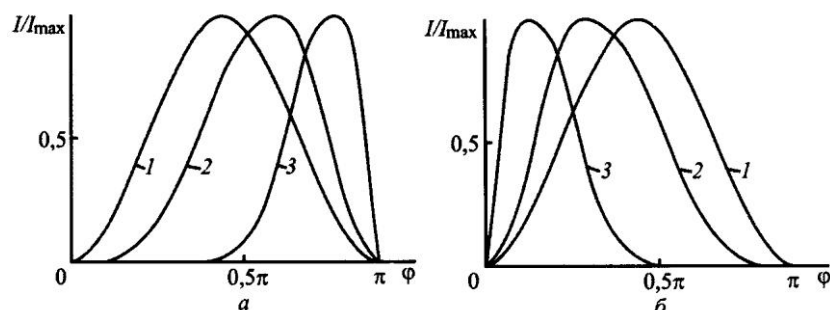


Рис. 3. Циклы развития при $T_3 > T_n$ (а) и $T_3 < T_n$ (б): 1 – $n = 0$; 2 – $n = 2$; 3 – $n = 8$

Представленный принцип развития лесных технологий и производств как группы путей в информационно-физическом пространстве позволяет естественным образом выстроить гармонизированный характер траектории при наличии множества факторов, среди которых могут быть и исключающие друг друга. Данный подход (как принцип симметрии) отличается от вариационного (оптимального), согласно которому выстраивается функциональная экстремизация системы по нескольким, достаточно ограниченными и предпочтительными, факторам из их большого множества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов, А.Т. Многоликий солитон [Текст] / А.Т. Филиппов. – М., 1986. – 224 с.
2. Шифрановский, И.И. Симметрия в природе [Текст] / И.И. Шифрановский. – Л., 1968. – 184 с.

С.-Петербургская государственная
лесотехническая академия

Поступила 25.05.05

S.M. Bazarov, V.D. Valyazhonkov

Development of Cycles and Semi-cycles Theory in Techno- and Naturegenesis for Different Technological Processes in Forest Harvesting

The analysis of forest technologies and productions development is provided as a path group in the information-and-physical space based on the use of the symmetry principle. The analytic functions class describing the harmonized trajectories of evolution and involution bearing the cardioid character is presented. It allows to determine future evolutions and involutions based on the starting stage of development.