

УДК 658.51

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ – ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО – ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ – СРЕДА»

Линник И. Э.

Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков, Украина

В статье рассматриваются вопросы прогнозирования эволюции системы «водитель – транспортное средство – транспортная сеть – среда» (ВТСС), находящейся в замкнутом и разомкнутом в организационном отношении состоянии.

Ключевые слова: прогнозирование, эволюция, замкнутая система, разомкнутая система.

Постановка задачи. Под «эволюцией» понимается историческое развитие окружающего нас мира: живой и неживой природы, общества, систем любой природы. Значительный вклад в создание общей теории эволюции внесли С. С. Четвериков, Н. И. Вавилов, В. Н. Сукачев, И. И. Шмальгаузен, Н. Н. Дубинин, И. В. Тимофеев-Ресовский, А. Лима-де-Фариа, Г. Паск, Л. Фогель, А. Оуэнс, Л. Уолш, Х. Холленд, Р. Фокс, Р. Левонтин [1, 2] и др. Качественный анализ эволюции системы или ее частей может быть выполнен с привлечением качественной теории динамических систем и теории подобия [3-5].

Основная часть. В соответствии с закономерностями формирования отношений между частями эргономической системы «водитель – транспортное средство – транспортная сеть – среда» (ВТСС) квантование времени ее существования может быть представлено в виде (рис. 1):

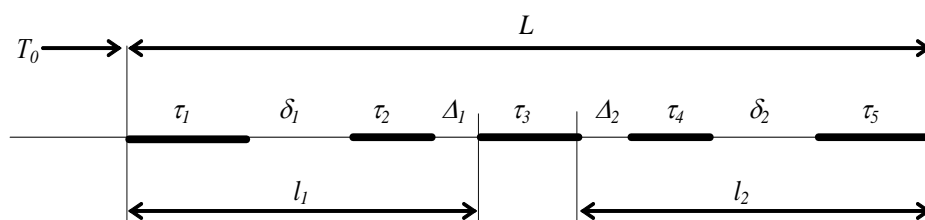


Рис. 1. – Квантование времени существования системы:

T_0 - интервал предыстории; L - интервал эволюции; l_1, l_2 - время формирования и разрушения детерминизма в системе соответственно; τ_3 - время детерминированного состояния; τ_1 - интервал выделения из среды потребления орудия труда первого рода (транспортного средства); τ_2 - интервал выделения из дорожной среды орудия труда второго рода (транспортной сети); τ_4, τ_5 - интервал удаления из структуры системы транспортной сети и транспортного средства соответственно; δ_1, δ_2 - интервал

ассимиляции и диссимиляции транспортного средства соответственно; Δ_1 , Δ_2 - интервал ассимиляции и диссимиляции транспортной сети соответственно.

В процессе эволюции происходит периодическое размыкание и замыкание системы, периодические переходы из устойчивого состояния в неустойчивое и обратно.

В интервалах δ_i и Δ_i система находится в замкнутом в организационном отношении состоянии. В этих интервалах идет удовлетворение некоторой потребности. Адекватность между частями системы в этот период устанавливается на уровне законов распределения вероятностей принятия этими частями заданных состояний. Причем конкретному закону распределения вероятностей одной части системы должны соответствовать единственные законы других ее частей. Такое взаимодействие между частями системы может быть классифицировано как сильное вероятностное взаимодействие [6].

Уравнения динамического равновесия системы ВТСС в целом может быть представлено в виде

$$\frac{dV_s}{dt} + V_s = \frac{1}{C_s} \Delta Q_{s_n}, \quad (1)$$

где V_s - скорость изменения заданного состояния системы ВТСС;
 ΔQ_{s_n} - изменение абсолютной организации системы ВТСС в целом;
 C_i - организационная емкость системы;
 t - время.

Динамическая характеристика системы в интервалах ассимиляции автомобиля δ_1 и ассимиляции дороги Δ_1 представляется дифференциальным уравнением

$$\frac{dV_s}{dt} + V_s = e^{-\alpha(t-\xi)} [a \cos \beta(t - \xi) + b \sin(t - \xi)]. \quad (2)$$

Уравнение динамического равновесия системы ВТСС как единого целого в интервалах δ_2 и Δ_2 :

$$\frac{dV_s}{dt} + V_s = 0,5V_g - 0,5V_m + V_{mc} - V_c, \quad (3)$$

где V_g ; V_m ; V_{mc} ; V_c - скорость изменения заданного состояния водителя, транспортного средства, транспортной сети и среды соответственно.

В соответствии условиями динамического равновесия текущее значение абсолютной организации Q_i системы или ее части равно норме абсолютной

организации Q_{in} . В этом случае отношение текущей энтропии к абсолютной организации оптимально:

$$G = \frac{H_{mi}}{Q_{mi}} = G_{opt}. \quad (4)$$

Указанное отношение Е. А. Седов определяет как коэффициент стохастичности [7]. Согласно Е. А. Седову оптимальный коэффициент стохастичности для закрытой в организационном отношении системы лежит в интервале от 1/3 до 1/4.

Разомкнутое состояние системы ВТСС соответствует интервалам τ_i на схеме квантования времени существования системы (рис. 1). Размыкание системы ВТСС расширяет ее элементный состав за счет подключения к ней новой части природной среды, предназначенной для ассимиляции.

Для описания динамики состояния разомкнутой системы ВТСС может использоваться уравнение

$$\frac{dV_S}{dt} + V_S = 0,5V_e - 0,5V_{mc} + V_m - V_c \quad (5)$$

с ограничением по скоростям в виде условия

$$V_S = -V_e, \quad (6)$$

где $V_c, V_m, V_e, V_{mc}, V_S$ - скорости изменения координат состояния соответственно среды, транспортного средства, водителя, транспортной системы и системы ВТСС в целом.

При установлении динамического равновесия, также как и в случае замкнутого состояния системы, устанавливается оптимальное соотношение между текущей энтропией и абсолютной организацией системы:

$$G = G_{opt}. \quad (7)$$

Поскольку в разомкнутом состоянии текущая энтропия системы увеличивается за счет разрушения детерминированных связей, а абсолютная организация уменьшается, то коэффициент стохастичности изменяется от 0 до G_{opt} . Рост случайных связей при $G < G_{opt}$ свидетельствует о прогрессивности процесса. Как только коэффициент стохастичности системы становится больше G_{opt} , прогрессивным становится процесс увеличения детерминированных

связей, т.е. процесс накопления информации. Это приводит к замыканию системы. Замыкание системы свидетельствует о переходе ее на более высокий структурный уровень.

Продолжительность эволюции системы ВТСС в замкнутом состоянии t_3 может быть определена по формуле

$$t_3 = \frac{\arctg \frac{2V_{\epsilon 0} - V_{c0} - A}{B - \dot{V}_{\epsilon 0} + \dot{V}_{\epsilon 0} / 2}}{\beta}, \quad (8)$$

$$\text{где } A = a - \beta \frac{b + a\beta}{1 + \beta^2};$$

$$B = \frac{b + a\beta}{1 + \beta^2};$$

$$a = 0,5V_{\epsilon 0} - 0,5V_{mc0} + V_{m0} - V_{c0};$$

$$b = \left(0,5 \frac{\dot{V}_{\epsilon 0} + \alpha V_{\epsilon 0}}{\beta} - 0,5 \frac{\dot{V}_{mc0} + \alpha V_{mc0}}{\beta} + \frac{\dot{V}_{m0} + \alpha V_{m0}}{\beta} - \frac{\dot{V}_{c0} + \alpha V_{c0}}{\beta} \right),$$

$V_{\epsilon 0}, V_{mc0}, V_{m0}, V_{c0}$ - начальные скорости изменения состояния водителя, транспортной сети, транспортного средства и среды соответственно;
 $\dot{V}_{\epsilon 0}, \dot{V}_{mc0}, \dot{V}_{m0}, \dot{V}_{c0}$ - начальные ускорения изменения состояния водителя, транспортной сети, транспортного средства и среды соответственно.

В ориентировочных расчетах можно допустить, что $\alpha = \beta = 0,5$.

Продолжительность эволюции системы ВТСС в разомкнутом состоянии t_p может быть определена по формуле

$$t_p = \frac{G_{opt} Q_{mq}^0 - H_{mq}^0}{4V_{\epsilon}}, \quad (9)$$

где Q_{mq}^0 - начальное значение абсолютной организации подсистемы «человек (потребитель) – водитель»;

H_{mq}^0 - начальное значение текущей энтропии подсистемы «человек (потребитель) – водитель»;

G_{opt} - оптимальное значение коэффициента стохастичности;

V_{ϵ} - скорость изменения состояния водителя.

При переходе эволюции системы с этапа на этап в период формирования детерминизма продолжительность пребывания системы в разомкнутом или замкнутом состояниях убывает в соответствии с формулой

$$T_n = T_1 0,5^{n-1}, \quad (10)$$

где T_1, T_n - лаги состояния на первом и последующих этапах эволюции;
 n – номер этапа эволюции.

Решение вопроса об относительной справедливости прогноза обычно осуществляется через указание способов верификации прогноза и априорной оценки вероятности прогнозируемого события [8]. Выход из данной ситуации может быть найден в применении метода абстрагирования. В соответствии с этим методом предлагается заменить изучение закономерностей эволюции системы ВТСС в длительные отрезки времени, анализом динамики состояний этой системы в относительно коротких отрезках времени. Данная замена основывается на применении такого вида абстрагирования как потенциальная осуществимость.

Такой подход к анализу динамики систем нашел широкое применение в практике прогностики. При разработке любого метода прогнозирования моделируется поведение системы, устанавливается адекватность модели для обозримого отрезка времени в прошлом и делается перенос полученных закономерностей на будущее с указанием осуществимости этих закономерностей. Осуществимость формулируется в виде априорной оценки вероятности прогнозируемого события. Одна из основных гипотез о природе предсказания будущего заключается в том, что выводы о возможности будущего события делаются на основании изучения, анализа и обобщения предыдущего опыта, истории предсказываемого явления [9].

Следовательно, для экспериментального исследования закономерностей развития системы ВТСС может быть применен метод изучения динамики прототипа системы – водителя в короткие отрезки времени.

Поэтому для экспериментальной проверки адекватности модели эволюции системы ВТСС можно использовать закономерности изменения состояния водителя в процессе выполнения обучающих задач.

Выводы. Теоретические исследования эволюции системы ВТСС показали, что изменение ее состояния подчиняется различным закономерностям на различных этапах развития системы. Однако, на любом из этапов движение системы – это, прежде всего, изменение состояния субъекта труда. Поэтому проверка адекватности модели эволюции системы может быть сведена к установлению соответствия аналитических зависимостей, моделирующих изменение состояния водителя. Рассмотренные закономерности эволюции системы ВТСС присущи всему классу систем «человек – техника – среда». Эти закономерности могут использоваться при решении задач прогнозирования свойств компонентов систем и необходимых профессиональных качеств личности человека для управления техническими системами.

Литература

1. Шмальгаузен Н. Н. Факторы эволюции. – М.: Наука, 1968. – 451 с.
2. Шмальгаузен Н. Н. Эволюция в свете кибернетики. / Н.Н. Шмальгаузен // Проблемы кибернетики. –1965. – Вып. 13. – С. 195 – 199.
3. Андронов А. А. Собрание трудов. М.: Изд. АН СССР, 1956. – 540 с.
4. Андронов А. А., Леонтович Е. Д. и др. Качественная теория динамических систем второго порядка / А. А. Андронов, Е. Д. Леонтович и др. – М.: Наука, 1966. – 420 с.
5. Арнольд В. И., Яспольский А. Р. Дифференциальные уравнения / В. И. Арнольд, А. Р. Яспольский. – М.: Высшая школа, 1978. – 304 с.
6. Антомонов Ю. Г. Принципы нейродинамики. – К.: Наукова думка, 1974. – 200 с.
7. Петров Б. Н., Уланов Г. Н. и др. Теория моделей в процессах управления / Б. Н. Петров, Г. Н. Уланов и др. – М.: Наука, 1978. – 242 с.
8. Лисичкин В. А. Теория и практика прогностики. – М.: Наука, 1972. – 224 с.
9. Ивахненко А. Г., Лапа В. Г. Кибернетические предсказывающие устройства / А. Г. Ивахненко, В. Г. Лапа. – К.: Наукова думка, 1965. – 214 с.

Ліннік І. Е.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ЕРГОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ «ВОДІЙ - ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ - ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА - ТРАНСПОРТНЕ СЕРЕДОВИЩЕ»

У статті розглядаються питання прогнозування еволюції системи «водій-транспортний засіб – транспортна мережа – середовище» (VTSS), що знаходиться у замкнутому та розомкнутому в організаційному відношенні стану.

Ключові слова: прогнозування, еволюція, замкнута система, розомкнута система.

Linnik I. E.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF FORECASTING EVOLUTION ERGONOMIC SYSTEM "DRIVER – VEHICLE – TRANSPORTATION NETWORK - ENVIRONMENT"

The article deals with the prediction of the evolution of the "driver - vehicle - transport network – enviroment" (VTSS) located in the closed and open organizationally state.

Keywords: prediction, evolution, closed system, open system.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Линник Ирина Эдуардовна, к.т.н., доцент

Харьковская национальная академия городского хозяйства, доцент
кафедры градостроительства, г. Харьков.

Адрес:

61002, ул. Революции, 12, Харьковская национальная академия
городского хозяйства, г. Харьков.

Тел.: 338-68-88 (дом.), 050-93-56-892 (моб.)