

УДК 519.676

Д.Е. Орлова

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Воронежский институт ФСИН России,
Воронеж, Россия

Под устойчивостью решений, принимаемых при обеспечении функционирования организационно-технических систем, понимается их способность сохранять свою актуальность в условиях действия различных мешающих факторов. Предлагаются методы и численные алгоритмы оценки устойчивости двух классов решений в таких системах. К первому классу относятся решения вертикального типа «руководитель-подчиненный», устойчивость которых трактуется по Нэшу, как решения, нарушение которых невыгодно самим нарушителям, будь то руководитель или подчиненные. Ко второму классу относятся решения горизонтального типа, принимаемые на уровне взаимодействия подчиненных, устойчивость которых трактуется по А.М. Ляпунову, когда оценка устойчивости исследуемого объекта сводится к вопросу о существовании стационарного нетривиального решения системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику этого объекта. Для обоих классов решений выявляются формальные условия обеспечения устойчивости и разрабатываются алгоритмы, позволяющие установить уровень устойчивости в типовых ситуациях. Алгоритмы реализованы в интегрированной среде TURBO PASCAL с применением процедур и функций VISUAL BASIC, DELPHI и C++, ориентированной на создание приложений под управлением Windows 7. Численным экспериментом доказана их сходимость. Описанные в статье методы могут найти практическое применение как инструмент поддержки принятия решений при управлении сложными динамическими системами организационно-технического типа.

Ключевые слова: организационно-техническая система, управленческое решение, устойчивость, система дифференциальных уравнений, алгоритм.

ВВЕДЕНИЕ

В общетеоретическом плане под устойчивостью решений, принимаемых при обеспечении функционирования организационно-технических систем (ОТСис), понимается способность этих решений сохранять свою актуальность в условиях действия как внешних, так и внутренних мешающих факторов. Интерес к оцениванию устойчивости решений возник примерно в середине прошлого века, прежде всего, в военно-технических и экономических исследованиях. При этом подход к решению этой проблемы в военно-технической сфере первоначально мало чем отличался от оценивания устойчивости систем автоматического регулирования [1] и, по сути, заключался в переносе моделей и методов анализа этих систем на новую почву. В экономической сфере устойчивость

решений связывалась с монетарной прибылью и оценкой способности предприятий противостоять кризисным явлениям [2]. Однако по мере проникновения в существо проблемы пришло понимание того, что оба этих подхода применительно к исследованию устойчивости решений в ОТСис нуждаются в доработках. Дело в том, что в этих подходах в качестве доминанты, обуславливающей устойчивость управленческих решений, выступают либо технические, либо монетарно-экономические факторы. В то время как в ОТСис на первый план выходит человеческий фактор, зачастую решающим образом определяя устойчивость принимаемых решений.

Цель статьи заключается в развитии методов и алгоритмов оценки устойчивости решений при управлении в ОТСис в направлении учета человеческого фактора, выражающегося во взаимоотношениях, как между руководителями и подчиненными, так и между подчиненными. Соответственно объектами изучения выступают два класса управленческих решений: решения вертикального типа «руководитель-подчиненный» и решения горизонтального типа «подчиненный-подчиненный».

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ «РУКОВОДИТЕЛЬ-ПОДЧИНЕННЫЙ»

Формулировка задачи. В настоящее время разработано достаточно много методов обеспечения устойчивости решений такого типа. К наиболее конструктивным из них следует отнести методы, базирующиеся на положениях теории активных систем [2] и теории игр с непротиворечивыми интересами [3]. Суть этих методов, в конечном счете, сводится к выбору решений, удовлетворяющих критерию равновесия Нэша [4], согласно которому устойчивыми могут быть только те решения, нарушение которых невыгодно самим нарушителям. Формально такой критерий применительно к нашему случаю можно записать следующим образом. Пусть руководитель и подчиненный совместно выбрали некоторое решение r^* из множества возможных $R_K (r^* \in R_K)$, причем такое, что оно устраивает обе стороны, то есть относится к гарантирующим и оптимальным по Парето. Тогда для того, чтобы это решение можно было отнести к классу устойчивых, необходимо и достаточно, чтобы при отклонениях от r^* как руководитель, так и подчиненный имели выгоду $V_N(r^*/r_N)$ и $V_P(r^*/r_P)$ соответственно меньшую, чем $V_N(r^*)$ и $V_P(r^*)$, то есть:

$$r^* \rightarrow [V_N(r^*) \geq V_N(r^*/r_N)] \wedge [V_P(r^*) \geq V_P(r^*/r_P)]; \quad (1)$$
$$r_N \in R_K, r_P \in R_K,$$

Существенный недостаток такого подхода проявляется в том, что в нем не учитывается человеческий фактор, связанный, прежде всего, со стилем руководства, принятым в данной организации, и характером его влияния на устойчивость принятия управленческих решений. В связи с этим возникает необходимость развития этого подхода в направлении нахождения формальных условий, которые, будучи реализованными, сами по себе обеспечивали устойчивость решений с учетом того, какой стиль руководства доминирует в данной ОТСис.

Решение задачи. Обозначим символом R_{NE} множество решений вертикального типа «руководитель-подчиненный», принимаемых в данной ОТСис и удовлетворяющих критерию (1). Будем исходить из того, что при прочих равных условиях выбор наиболее устойчивого варианта решения r^{**} из множества R_{NE} будет зависеть от способностей сторон к компромиссу. Для количественной оценки этой способности введем нормированный коэффициент $\Omega = [0 \div 1]$, определив его следующим образом:

- если подчиненный категорически не идет на компромисс с руководителем, принимая к сведению только свои собственные представления о ситуации и сообразуясь только со своими локальными интересами, то $\Omega = 0$;

- если руководитель категорически не идет на компромисс с подчиненным, принимая к сведению только свои собственные представления о ситуации и сообразуясь только с системными интересами, то $\Omega = 1$;

- если имеет место компромисс, то есть при выборе варианта решения учитываются как системные интересы руководителя, так и локальные интересы подчиненного, то $0 < \Omega < 1$,

В первом случае, когда $\Omega = 0$, решение принимается согласно критерию: $r^{**} \rightarrow \max_{r^* \in R_{NE}} V_P(r^*)$, то есть из всех возможных устойчивых

решений R_{NE} выбирается то r^{**} , которое в максимальной степени удовлетворяет локальным интересам подчиненного.

Во втором случае, когда $\Omega = 1$, решение принимается согласно критерию: $r^{**} \rightarrow \max_{r^* \in R_{NE}} V_N(r^*)$, то есть из всех возможных устойчивых

решений R_{NE} выбирается то r^{**} , которое в максимальной степени удовлетворяет системным интересам руководителя.

В третьем случае, когда $0 < \Omega < 1$, критерий выбора определяется стилем руководства, принятым в данной организации. Известны три типовых стиля руководства в ОТСис: авторитарный, либеральный и демократический [6]. Авторитарный стиль характеризуется ориентацией на

мнение руководителя, его склонностью к формальной дисциплине и пренебрежением к инициативе и творческой активности подчиненных. Либеральный стиль характеризуется неопределенностью относительно соотношения системных и локальных интересов, отсутствием требовательности и строгой дисциплины. Демократический стиль характеризуется ориентацией на мнение подчиненных, в нем требовательность и контроль сочетаются с инициативой и творческим подходом к выполнению служебных обязанностей, соблюдением дисциплины. Будем считать, что справедливы следующие импликации:

$$\begin{cases} \langle \text{Демократический стиль} \rangle \rightarrow (0 \leq \Omega < 0,5); \\ \langle \text{Либеральный стиль} \rangle \rightarrow (\Omega = 0,5); \\ \langle \text{Авторитарный стиль} \rangle \rightarrow (0,5 < \Omega \leq 1,0). \end{cases} \quad (2)$$

Для формального учета стиля руководства в структуре критерия выбора устойчивого решения введем в рассмотрение функцию принадлежности $\mu_B(\Omega)$. Потребуем, чтобы $\mu_B(\Omega)$, выраженное в виде некоторой функциональной зависимости от аргумента Ω , удовлетворяло следующим условиям: а) зависимость должна быть непрерывно-неубывающей в диапазоне аргумента $\Omega = [0 \div 1]$ и принимать значения в диапазоне $\mu_B(\Omega) = [0 \div 1]$; б) $\mu_B(0) = 0$, $\mu_B(1) = 1$, $\mu_B(0,5) = 0,5$; в) $\frac{d\mu_B(\Omega)}{d\Omega} = 0$ при $\Omega = 0,5$ и $\frac{d\mu_B(\Omega)}{d\Omega} \geq 0$ при $\Omega \neq 0,5$. Нетрудно видеть, что сформулированным требованиям удовлетворяет следующее выражение:

$$\mu_B(\Omega) = \begin{cases} \left| 0,5 - \sqrt{0,25 - \Omega^2} \right| & \text{при } 0 \leq \Omega < 0,5; \\ 0,5 & \text{при } \Omega = 0,5; \\ \max \left[0,5 \pm \sqrt{0,25 - (\Omega - 1)^2} \right] & \text{при } 0,5 < \Omega \leq 1,0. \end{cases} \quad (3)$$

С учетом сказанного, критерий выбора устойчивого решения может быть записан в следующем виде:

$$r^{**} \rightarrow \max_{r^* \in R_{NE}} \{ \mu_B(\Omega) V_N(r^*) + [1 - \mu_B(\Omega)] V_P(r^*) \}, \quad (4)$$

то есть из всех возможных вариантов устойчивых решений выбирается те (обозначим их символом R_{NE}^*), которые с учетом стиля руководства, принятым в данной организации (определяемым функцией принадлежности $\mu_B(\Omega)$) в наибольшей степени соответствует как интересам руководителя, так и подчиненного.

Алгоритм оценки устойчивости решений «руководитель-подчиненный», разработанный в соответствии с изложенными выше соображениями, выглядит следующим образом:

Step 1. Формируем исходные данные, для чего определяем множество возможных решений R_K и соответствующие им функции выгоды $V_N(r_N)$ и $V_P(r_P)$. В простейшем случае, когда $V_N(r_N)$ и $V_P(r_P)$ нормированы и $V_N(r_N) = 1 - V_P(r_P)$, эти функции задаются в виде $R_K \times R_K$ матрицы $\|V_N(r_i)\|, i = \overline{1, R_K}$. Кроме того, методом анкетирования устанавливаем стиль руководства, принятый в данной организации, и соответствующее ему значение коэффициента Ω .

Step 2. Из множества R_K отбрасываем те решения, которые не удовлетворяют критерию (1). Перечень оставшихся решений r^* ($r^* \in R_{NE}$) запоминаем. Если окажется, что множество $R_{NE} = \emptyset$, переходим к следующему шагу. Если критерию (1) не удовлетворяет ни один из вариантов возможных решений ($R_{NE} = 0$), переходим к шагу 1 и переформируем исходные данные. Поиск прекращается после μ ($\mu = 15-20$) безуспешных шагов добиться $R_{NE} = \emptyset$, а задача обеспечения устойчивости решений вертикального типа «руководитель-подчиненный» считается невыполнимой.

Step 3. По формуле (3) рассчитываем значение функции принадлежности $\mu_B(\Omega)$.

Step 4. Используя критерий (4) определяем множество устойчивых решений r^{**} ($r^{**} \in R_{NE}^*$). Если окажется, что множество $R_{NE}^* = \emptyset$, решение задачи завершается. Если критерию (4) не удовлетворяет ни один из вариантов возможных решений ($R_{NE}^* = 0$), переходим к шагу 1 и переформируем исходные данные. Поиск прекращается после μ ($\mu = 15-20$) безуспешных шагов добиться $R_{NE}^* = \emptyset$, а задача обеспечения устойчивости решений вертикального типа «руководитель-подчиненный» при имеющихся исходных данных считается невыполнимой.

Анализ сходимости алгоритма производился методом вычислительного эксперимента. При этом полагалось, что алгоритм сходится, если за приемлемое для практики число итеративных циклов (не более 100), он позволяет получить установившийся результаты, то есть результаты, имеющие не более чем 10-15% отклонение от среднего значения. Результаты эксперимента представлены в Таблица 1.

Таблица 1 - Результаты вычислительного эксперимента по анализу сходимости алгоритма оценки устойчивости решений «руководитель-подчиненный»

Стиль руководства, принятый в организации	Число итераций	Отклонение от среднего
Авторитарный	15-20	7%
Либеральный	20-25	10%
Демократический	45-50	12%

Из анализа полученных данных видно, что рассматриваемый алгоритм оптимизации обладают свойством сходимости в указанном выше смысле.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ «ПОДЧИНЕННЫЙ-ПОДЧИНЕННЫЙ»

Формулировка задачи. Первый вопрос, на который необходимо ответить, приступая к решению этой задачи, заключается в том, почему для этого нельзя, как и ранее, воспользоваться критерием равновесия Нэша или какой-либо его модификацией. Дело в том, что критерий Нэша (как его ни модифицируй) выражает так называемую персональную точку зрения на устойчивость решений, когда при определении устойчивых решений исходят из интересов каждого отдельного субъекта. В нашем же случае устойчивость заложена в групповое поведение подчиненных, а, следовательно, должна оцениваться не с персональной, а с коллективной позиции. Такой позиции в большей мере отвечает подход к оценке устойчивости, предложенный А.М. Ляпуновым [5]. Суть этого подхода, интерпретированная применительно к нашему случаю, состоит в том, что оценка устойчивости решений в ОТСис, принимаемых на уровне подчиненных, сводится к вопросу о существовании стационарного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику их коллективного поведения.

Решение задачи. Введем в рассмотрение следующие нормированные $[0,1]$ непрерывные и дифференцируемые функции $F_1(t), \dots, F_N(t)$, характеризующие текущие функциональные возможности каждого подчиненного; N – общее количество подчиненных; t – текущее время. Будем полагать, что влияние подчиненных на эффективность функционирования друг друга пропорциональна их эффективности, то есть

$$f_i(F_1(t), \dots, F_N(t)) = F_i(t) \left(\rho_i + \sum_{j=1}^N c_{ij} F_j(t) \right); (i = \overline{1, N}), \text{ где } \rho_i - \text{ безразмерный}$$

коэффициент, характеризующий возможности i -го подчиненного, как

исполнителя какой-либо функции, наращивать свои возможности ($0 < \rho_i < 1$); c_{ij} – коэффициенты влияния подчиненных друг на друга, определяемые следующим образом: если между подчиненными нет взаимовлияния, то $c_{ij} = 0$ и $c_{ji} = 0$; если между подчиненными имеет место взаимно негативное влияние, то $c_{ij} < 0$ и $c_{ji} < 0$; если между подчиненными имеет место взаимно позитивное влияние, то $c_{ij} > 0$ и $c_{ji} > 0$; если между подчиненными имеет место как негативное, так и позитивное влияние, то $c_{ij} < 0$ и $c_{ji} > 0$ или $c_{ij} > 0$ и $c_{ji} < 0$.

С учетом сделанных предположений динамика коллективного поведения подчиненных в составе ОТСис без учета решений, принимаемых руководителем, может имитироваться системой дифференциальных уравнений вида [7]:

$$\begin{cases} \frac{dF_i(t)}{dt} = F_i(t) \left(\rho_i + \sum_{j=1}^N c_{ij} F_j(t) \right) (i = \overline{1, N}); \\ F_i(t_0) = F_i^0 (i = \overline{1, N}), \end{cases} \quad (5)$$

где $F_i^0 (0 \leq F_i^0 \leq 1)$ – стартовые функциональные возможности i -го подчиненного в начальный момент времени t_0 .

Таким образом решения в ОТСис, принимаемые на уровне подчиненных, идентифицируются кортежем $\langle \rho_i, c_{ij}, F_i^0 \rangle$, а оценка их устойчивости сводится к вопросу о существовании стационарного состояния системы (5), то есть к определению условия существования в фазовом пространстве (E_1, E_2, \dots, E_N) такой точки $(F_1^*, F_2^*, \dots, F_N^*)$, $F_i^* \neq 0$ для всех $i = 1, \dots, N$, в которой $\forall_{i=1, N} \frac{dF_i(t)}{dt} = 0$ при $t \rightarrow \infty$. Очевидно, что

точка $(E_1^*, E_2^*, \dots, E_N^*)$ является нетривиальным решением системы линейных алгебраических уравнений

$$\sum_{j=1}^N c_{ij} F_j(t) + \rho_j = 0; j = \overline{1, N}, \quad (6)$$

получаемых из (5) приравниванием к нулю ее правых частей. Такая система разрешима, если ее главный определитель Δ не равен нулю, и при этом она имеет единственное нетривиальное решение, такое что:

$$F_1^* = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \dots, F_N^* = \frac{\Delta_N}{\Delta}, \quad (7)$$

$$\text{где } \Delta_1 = \begin{vmatrix} \rho_1 & & c_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ \rho_N & & c_{NN} \end{vmatrix}, \dots, \Delta_N = \begin{vmatrix} c_{11} & \dots & \rho_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{N1} & \dots & \rho_N \end{vmatrix}.$$

Из сказанного следует, что необходимым условием, при котором решение r , принимаемое в ОТСис на уровне подчиненных, может быть отнесено к классу устойчивых R_U , является неравенство нулю главного определителя системы уравнений (6), совпадение знаков частных определителей $\Delta_1, \dots, \Delta_N$, стоящих в числителях формулы (7), со знаком главного определителя и неравенство нулю значений всех частных определителей, то есть:

$$(r \in R_U) \rightarrow \left((\Delta \neq 0) \left(\bigwedge_{i=1, \dots, N} (\text{sign} \Delta_i = \text{sign} \Delta) \right) \wedge \left(\bigwedge_{i=1, \dots, N} (\Delta_i \neq 0) \right) \right). \quad (8)$$

Для решения вопроса о достаточном условии устойчивости решений обратимся к теореме Вольтера [8], согласно которой для устойчивости решений рассматриваемого типа и удовлетворяющих (8) достаточно убедиться в том, что существует такой набор из N положительных чисел

ξ_1, \dots, ξ_N , что квадратичная форма $\sum_{i,j=1}^N \xi_i c_{ij} F_i^* F_j^*$ при любых действительных

(F_1, \dots, F_N) является отрицательно определенной. Для выполнения этой операции перейдем от стандартной квадратичной формы к ее эквиваленту

$\sum_{i,j=1}^N \tilde{b}_{ij} F_i^* F_j^*$, где $\tilde{b}_{ij} = 1/2(c_{ij} b_{ij} + \xi_i b_{ji})$. После чего достаточное условие

устойчивости выглядит следующим образом: все ведущие главные миноры матрицы $-\tilde{B} = \left\| -\tilde{b}_{ij} \right\|; i, j = \overline{1, N}$ должны быть положительными, то есть:

$$\left((-\tilde{b}_{11} > 0) \wedge \left(\begin{vmatrix} -\tilde{b}_{11} & -\tilde{b}_{12} \\ -\tilde{b}_{21} & -\tilde{b}_{22} \end{vmatrix} > 0 \right) \wedge \dots \wedge \left(\begin{vmatrix} -\tilde{b}_{11} & \dots & -\tilde{b}_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ -\tilde{b}_{N1} & \dots & -\tilde{b}_{NN} \end{vmatrix} > 0 \right) \right) \rightarrow (r \in R_U). \quad (9)$$

Смысл этого условия заключается в том, что устойчивость коллективных решений, принимаемых в ОТСис на уровне подчиненных, может быть обеспечена тогда и только тогда, когда позитивные влияния подчиненных друг на друга доминируют над негативными влияниями.

Алгоритм оценки устойчивости решений, принимаемых на уровне взаимодействия подчиненных, разработанный в соответствии с изложенными выше соображениями, выглядит следующим образом:

Step 1. Формируем исходные данные, для чего определяем общее количество подчиненных, участвующих в принятии решений (N), коэффициенты ρ_i ($i = \overline{1, N}$), матрицу $\|c_{ij}\|$ ($i, j = \overline{1, N}$) и величины F_i^0 ($i = \overline{1, N}$).

Step 2. Выписываем систему дифференциальных уравнений вида (5), имитирующую динамику коллективного поведения подчиненных.

Step 3. Приравниванием к нулю правые части получившейся системы дифференциальных уравнений и выписываем систему линейных алгебраических уравнений вида (6).

Step 4. Находим определитель Δ и частные определители $\Delta_1, \dots, \Delta_i, \dots, \Delta_N$ полученной системы уравнений. Определяем их значения и знаки.

Step 5. Устанавливаем выполнимость условия (8). Если это условие выполняется, переходим к следующему шагу. В противном случае управленческие решения, принимаемые в данной ОТСис на уровне подчиненных, признаются неустойчивыми, и переходим к шагу 1 для переформирования исходных данных.

Step 6. Устанавливаем выполнимость условия (9). Если это условие выполняется, то решения, принимаемые в данной ОТСис на уровне подчиненных, признаются устойчивыми. В противном случае решения признаются неустойчивыми, и следует перейти к шагу 1 для переформирования исходных данных.

Анализ сходимости алгоритма также как и ранее производился методом вычислительного эксперимента. При этом полагалось, что алгоритм сходится, если за приемлемое для практики число итеративных циклов (не более 20-30), он позволяет установить параметры $\langle \rho_i, c_{ij}, E_i^0 \rangle$, при которых обеспечивается необходимое и достаточное условие устойчивости решений данного класса. Результаты эксперимента представлены в Таблица 2.

Таблица 2 - Результаты вычислительного эксперимента по анализу сходимости алгоритма оценки устойчивости решений, принимаемых на уровне взаимодействия подчиненных

Доминирующий характер отношений между подчиненными	Число итераций	Отклонение от среднего
Содействующий	5-10	7%
Противодействующий	15-20	9%
Содействующий и противодействующий	20-25	12%

Из анализа полученных данных видно, что рассматриваемый алгоритм оптимизации обладают свойством сходимости в указанном выше смысле.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Комплекс программ, реализующих описанные выше алгоритмы, представлен на Рисунке 1. Он включает:

- базу данных (БД) для хранения, модификации и проверки на корректность данных, необходимых для работы всех блоков комплекса;
- блок формирования исходных данных (БФИД), обеспечивающий интерактивное общение пользователя с комплексом и формирующий план проведения расчетов по запросу пользователя;
- блок визуализации результатов анализа (БВРА);
- блок реализации алгоритма оценки устойчивости решений, принимаемых на уровне взаимодействия подчиненных (БРАПП);
- блок реализации алгоритма оценки устойчивости решений «руководитель-подчиненный» (БРАРП).

Комплекс исполнен в интегрированной среде TURBO PASCAL с применением процедур и функций VISUAL BASIC, DELPHI и C++, ориентированной на создание приложений под управлением Windows 10:

- тип – интерактивный, информационно-логический, обучающийся, с элементами искусственного интеллекта в части общения с пользователем;

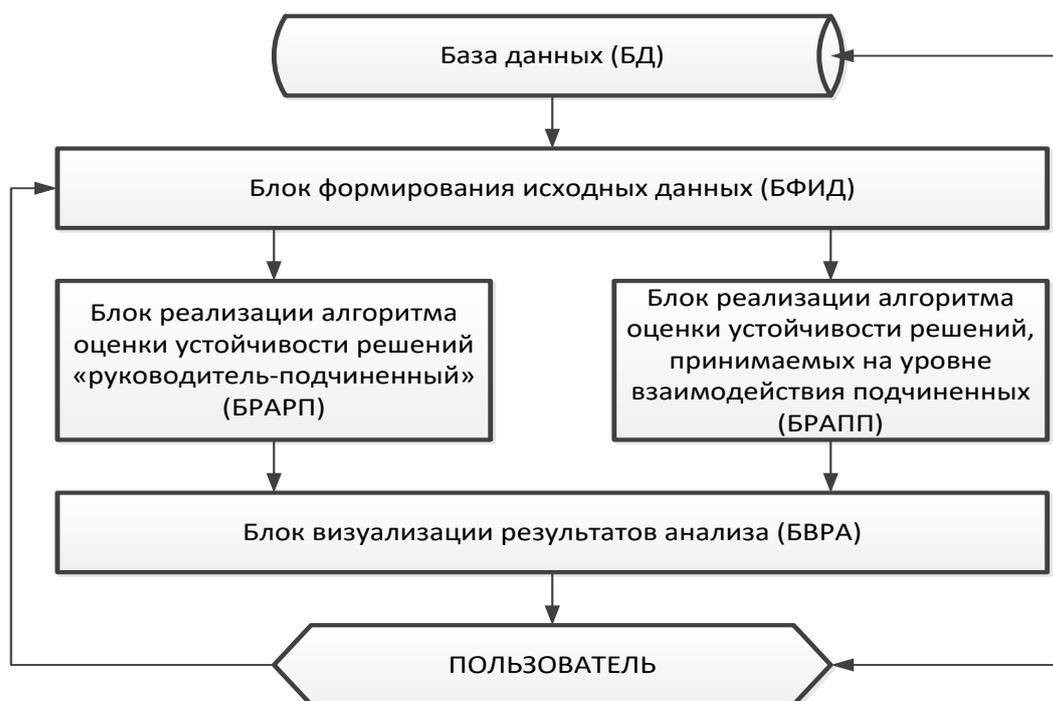


Рисунок 1. Комплекс программ для оценки устойчивости решений при обеспечении функционирования организационно-технических систем

- требования к компьютеру – процессор 2,8ГГц, 512 MB RAM, CD ROM, ОС Windows 7 32-bit SP1, Office 2010, Access 2010;
- количество программных блоков – более 10 тыс.;
- объем на CD-диске без сжатия – 600 MB;
- форма отображения данных – текстовая, табличная, графическая;
- время выдачи информации – не более 10-15с;
- тип базы данных – реляционная на основе Access 2010;
- сервисы – защита от несанкционированного доступа, обучение пользователя, подключение к локальной вычислительной сети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в статье методы и алгоритмы оценки устойчивости решений, при обеспечении функционирования организационно-технических систем, отличаются от ранее использовавшихся тем, что в них учитываются не только технико-экономические показатели, но и такие чисто человеческие факторы как стиль руководства, принятый в данной организации, и характер влияния подчиненных друг на друга. Эти методы и алгоритмы инвариантны к проблемным областям и могут быть использованы для исследования организационно-технических систем самого различного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. – М.: Машиностроение, 1973. – 432 с.
2. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 225 с.
3. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 327 с.
4. Мазалов В. В. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие. Изд. 2-е, стер. – М.: Лань, 2016, 446 с.
5. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М. -Л.: ГИТТЛ, 1950. – 472 с.
6. Мескон М. и др. Основы менеджмента: Учебник / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури: Пер. с англ. – М.: Дело, 2006. – 720с.
7. Балан В.П., Баркалов С.А., Душкин А.В., Орлова Д.Е. Риск и рефлексия / Под ред. В.И. Новосельцева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 146 с.
8. Вольтера В. Математическая теория борьбы за существование / Пер. с фр. – М.: Наука, 1976. – 288 с.

D.E. Orlova

STABILITY OF DECISIONS AT MAINTENANCE OF FUNCTIONING OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

*Voronezh institute of the Federal Penitentiary Service of Russia,
Voronezh, Russia*

Stability of the decisions accepted at maintenance of functioning of organizational-technical systems, is understood as their ability to keep the urgency in the conditions of action of various stirring factors. Methods and numerical algorithms of an estimation of stability of two classes of decisions in such systems are offered. Decisions of vertical type concern the first class "the head-subordinate" which stability is treated on Nash. As the decisions which infringement is unprofitable to infringers, whether it be the head or subordinates. The decisions of horizontal type accepted at level of interaction of subordinates which stability is treated on A.M. Lyapunov when the estimation of stability of investigated object is reduced to a question on existence of the stationary not trivial decision of system of the differential equations describing dynamics of this object concern the second class. For both classes of decisions formal conditions of maintenance of stability come to light and the algorithms are developed, allowing to establish stability level in typical situations. Algorithms are realised in integrated TURBO PASCAL environment with application of procedures and functions VISUAL BASIC, DELPHI and C ++, focused on an application creation under control of Windows 7. Numerical experiment proves their convergence. The methods described in article can find practical application as the tool of support of decision-making at management difficult dynamic system of organizational-technical type.

Keywords: organizational-technical system, the administrative decision, stability, system of the differential equations, algorithm.

REFERENCES

1. Ivaschenko N.N. Automatic control. The theory and elements of systems. - M: Mechanical engineering, 1973. - 432 p.
2. Burkov V. N. Bases of the mathematical theory of active systems. - M: Science, 1977. - 225 p.
3. Germejer J.U. Game with not opposite interests. - M: Science, 1976. - 327 with.
4. Mazalov of Century of Century the Mathematical theory of games and the appendix: the manual. - M: Lan, 2016, - 446 p.
5. Lyapunov A.M. General a problem about stability of movement. - M - L., 1950. - 472 p.
6. Meskon M/ Management Bases: the Textbook / M.Meskon, M.Albert, F.Hedouri: the Lane with English - M: Business, 2006. - 720 p.
7. Balan V. P, Barkalov S.A., Dushkin A.V., Orlova D.E. Risk and a reflexion / Under the editorship of V.I. Novoseltsev. - M: Hot line - Telecom, 2016. - 146 p.
8. Voltaire V. Mathematical theory of struggle for existence. - M: Science, 1976. - 288 p.