4. Кочербаев Т.К Воробьев А.А. Прогнозирование момента возникновения землетрясений по изменению параметров естественно импульсного электромагнитного поля земли. Депонирована в ВИНИТИ №1779-79.
5. Кочербаев Т.К. Можно ли предсказать землетрясение? (Интервалы об электромагнитном предвестнике). Иссык-Кульская правда, 22.09. 1978г. №188(6361).
6. Кочербаев Т.К. Токтосопиев А..М. Изменения естественного импульсного электромагнитного излучения перед Жаланаш-Тюпским землетрясением 1978 года. Деп. ВИНИТИ, № 4705-82.
7. Кочербаев Т.К. Токтосопиев А..М. Особенности изменения естественного электромагнитного полей земли перед землетрясением. Томск, 1982. Стр135
8. Кочербаев Т.К, Волков Я.В. Вспомогательная роль приливных действий Луны в возникновении землетрясений. Деп. ВИНИТИ.
9. Кочербаев Т.К. Солонцев А.И. Солнечные периодичности афтершоков сильных землетрясений и их связь с геологическими условиями. Депонирована за №261 от 9.03 87год. Объем 35 страниц (2,2 печ. листов)
10. КочербаевТ.К Проявление роли приливных действий Солнца и Луны во временном распределений. Доклад подготовлен и сделан 10 03 85 года для сотрудников Института физики земли. АН СССР.
11. Киссин И.Г.Землетрясения и подземные воды. М.:Наука, 1982, стр.137-171.
12. Кочербаев Т.К. Проявления роли приливных действий Солнца Луны во временном распределении землетрясений. Доклад подготовлен и сделан 10.03.85. года для сотрудников Института физики земли. АН СССР.

УДК 517. (075.8)+517.2

С. Шарипов, *ИГУ им. К.Тыныстанова*
К.С.Шарипов, *КазГУ им. Аль-Фараби*

УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ СТЕРЖНЕЙ ПОЛИКРЕМНИЯ

Дано применение выдвинутой нами идеи управления (см.[1-2]) к решению практических задач.

Рассмотрим задачу управление вида [3]

$$y' = Ay + bp(t) + f, \quad t \in [t_0, T], \tag{1}$$

$$y(t_0) = y_0 \tag{2}$$

где y(t)-температура стержней в реакторе, P(t)- управляющая функция, A,b,f- известные постоянные, $A = -k, f = kT_0$, $k = 1{,}0309$, $b = 0{,}7560$, T_0 - температура среды, окружающая стержни поликремния в реакторе [1].

Задача [3]: Найти постоянное управление $p(t) = p = const$ таким образом, чтобы объект (1) из начального состояния $y(t_0) = y_0$ за фиксированное время Δt был переведен в заданное конечное состояние.

$$y(t_k) = y_k \tag{3}$$

здесь $t_k - t_0 = \Delta t$, через Δt обозначен интервал контроля за температурой стержней.

Здесь, нами, задача (1)-(3)исследована новым способом основанным на теорию исправленных производных, этот разработанный нами (см.[4,1]) способ имеет преимущество при построении решения задачи(1)-(3) и управляющей функции $p(t)$, т.е.
дает возможность построить формулу для решения задачи (1)-(3) и управляющей функции с управляющими величинами.

Задачу (1)-(3) напишем так: (4)

$$y' = -ky + bp(t) + f, \quad t \in [t_0, T],$$

1. $y(t_0) = y_0,$ (5)

2. $y(a_1) = y_1, \quad y(a_2) = y_2, \ldots y(a_n) = y_n$ (6)

Чтобы исследовать данную задачу на существование ее решения ищем управляющую функцию p(t), в частности, в виде

$$p(t) = \beta_0 + (\beta_1 - \beta_0) isc_1^1(1, a_1, t) + (\beta_2 - \beta_1) isc_1'(1, a_2, t) + .. + (\beta_n - \beta_{n-1}) isc_1'(1, a_n, t) \quad (7)$$
$$t \in [t_0, T]$$

где $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_n$ управляющие величины действующие соответственно на отрезках $[t_0, a_1]$, $[a_1, a_2], \ldots, [a_n, T]$. Они пока неизвестные постоянные величины.

Здесь $isc_1'(1, a_m, t)(m = 1,2..n)$ исправленная производная $[4-5]$ урчуктной функции вида

$$C_1(t) = \begin{cases} 0, & t_0 \le t \le a, \\ t - a, & a \le t \le T \end{cases} \quad (8)$$

Решим задачу (4)-(6) в случае когда температура среды, окружающая стержни поликремния в реакторе постоянна на рассматриваемом отрезке времени $[t_0, T]$.

Конечно, этот случай является идеальным случаем. А в реальном случае температура T среды, окружающая стержни поликремния в реакторе изменяется с изменением времени. В этом случае изменяющую температуру представим в виде

$$T = T_0 + (T_1 - T_0) isc_1^1(1, a_1, t) + (T_2 - T_1) isc_1^1(1, a_2, t) + \ldots + (T_n - T_{n-1}) isc_1^1(1, a_n, t), \quad (9)$$
$$t \in [t_0, T]$$

Здесь $T_0, T_1, \ldots T_n$ заданная (измеримая) температура среды соответствующая отрезкам времени $[t_0, a_1]$, $[a_1, a_2], \ldots, [a_n, T]$

Итак задача управления (4)-(6) имеет вид

$$y' = -ky + b[\beta_0 + (\beta_1 - \beta_0) isc_1'(1, a_1, T) + .. + (\beta_n - \beta_{n-1}) isc_1'(1, a_n, t)] +$$
$$k[T_0 + (T_1 - T_0) isc_1'(1, a_1, T) + \ldots + (T_n - T_{n-1}) isc_1'(1, a_n, t)], \quad (10)$$

1. $y(t_0) = y_0 \qquad (t \in [t_0, T])$ (11)

Заданы значения искомой функции $y(t)$ в точках $a_1, a_2, \ldots, a_n$:

2. $y(a_1) = y_1, \quad y(a_2) = y_2, \ldots, y(a_n) = y_n$ (12)

Отметим, что температура стержни поликремния в реакторе управляются решением $y(t)$ этой задачи. Поэтому построим ее решение. Начальная задача (10)-(11) на отрезке $[t_0, T]$ имеет (в классе урчуктных функций) решение вида

$$y = y_0 e^{-k(t-t_0)} +$$
$$+ \frac{b}{k}\left[\beta_0\left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right) + (\beta_1 - \beta_0)\left(1 - e^{-k(t-a_1)}\right) isc_1'(1, a_1, t) + \ldots + (\beta_n - \beta_{n-1})\left(1 - e^{-k(t-a_n)}\right) isc_1'(1, a_n, t)\right] + \quad (13)$$
$$+ T_0\left[\left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right) + (T_1 - T_0)\left(1 - e^{-k(t-a_1)}\right) isc_1'(1, a_1, t) + \ldots + (T_n - T_{n-1})\left(1 - e^{-k(t-a_n)}\right) isc_1'(1, a_n, t)\right]$$

Теперь управляем полученным решением по условию (12)

$$y(a_1)=y_1=y_0e^{-k(a_1-t_0)}+\frac{b}{k}\beta_0\left(1-e^{-k(a_1-t_0)}\right)+T_0\left(1-e^{-k(a_1-t_0)}\right) \tag{14}$$

отсюда

$$\beta_0=\frac{k}{b}\left[\frac{y(a_1)-y_0e^{-k(a_1-t_0)}}{1-e^{-k(a_1-t_0)}}-T_0\right] \tag{15}$$

$$y(a_2)=y_2=y_0e^{-k(a_2-t_0)}+\frac{b}{k}\left[\beta_0\left(1-e^{-k(a_2-t_0)}\right)+(\beta_1-\beta_0)\left(1-e^{-k(a_2-a_1)}\right)\right]+T_0\left(1-e^{-k(a_2-t_0)}\right)+$$
$$+(T_1-T_0)\left(1-e^{-k(a_2-a_1)}\right) \tag{16}$$

Отсюда

$$\beta_1-\beta_2=\frac{k}{b}\left[\frac{y(a_2)-y_0e^{-k(a_2-t_0)}}{1-e^{-k(a_2-a_1)}}-(T_1-T_0)\right]-\frac{K}{b}\frac{T_0\left(1-e^{-k(a_2-t_0)}\right)}{1-e^{-k(a_2-a_1)}}-\beta_0\frac{1-e^{-k(a_2-t_0)}}{1-e^{-k(a_2-a_1)}} \tag{17}$$

$$y(a_3)=y_3=y_0e^{-k(a_3-t_0)}+\frac{b}{k}\left[\beta_0\left(1-e^{-k(a_3-t_0)}\right)+(\beta_1-\beta_0)\left(1-e^{-k(a_3-a_1)}\right)+(\beta_2-\beta_1)\left(1-e^{-k(a_3-a_2)}\right)\right]+$$
$$+T_0\left(1-e^{-k(a_3-t_0)}\right)+(T_1-T_0)\left(1-e^{-k(a_3-a_1)}\right)+(T_2-T_1)\left(1-e^{-k(a_3-a_2)}\right)$$

(18)

Отсюда

$$\beta_2-\beta_1=\frac{k}{b}\left[\frac{y(a_3)-y_0e^{-k(a_2-t_{00})}}{1-e^{-k(a_2-a_1)}}-(T_2-T_1)\right]-\beta_0\frac{\left(1-e^{-k(a_3-t_0)}\right)}{1-e^{-k(a_3-a_2)}}-(\beta_1-\beta_0)\frac{\left(1-e^{-k(a_3-a_{10})}\right)}{1-e^{-k(a_3-a_2)}}-$$
$$-T_0\frac{k}{b}\frac{1-e^{-k(a_3-t_0)}}{1-e^{-k(a_3-a_2)}}-\frac{k(T_1-T_0)}{b}\frac{1-e^{-k(a_3-a_1)}}{1-e^{-k(a_3-a_2)}} \tag{19}$$

Аналогично находим остальные величины $(\beta_3-\beta_2),\ldots(\beta_n-\beta_{n-1})$

Подставляя эти величины $\beta_0,\beta_1-\beta_0,\ldots,\beta_n-\beta_{n-1}$ в (9) получим управляющую функцию, а- подставляя в (13) находим решение задачи управления (10)-(12). Это решение дает возможность управлять температурой стержней поликремниев в реакторе.

Теорема. Задача управления (10)-(12) на отрезке $[t_0,T]$ имеет единственное решение (13).

Теперь исследуем решения (13) задачи (10)-(12) относительно управляющих величин $\beta_0,\beta_1,\ldots\beta_n$.

Следствие 1. По заданным управляющим величинам $\beta_0,\beta_1,\ldots,\beta_n$ по формуле (14),(16),(и.т.д.) в точках $a_1,a_2,\ldots,a_n$ находим значения искомой функции $y(t)$ удовлетворяющей задачам (10)-(12)

Следствие 2. При $\beta_0=\beta_1=,\ldots,=\beta_n$ решение (13) задачи (10)-(12) на отрезке $[t_0,T]$ совпадает с решением задачи Коши

$$y'=-ky+b\beta_0+f, \qquad t\in[t_0,T],$$
$$y(t_0)=y_0$$

Следствие 3. При $T_0=T_1=\ldots=T_n$ температура окружающей среды в течении времени $[t_0,T]$ будет равна T_0.

Управление нагрузками температурой стержней поликремния.

Здесь исследуем решение задачи (10)-(12) в случае когда $\beta_0 = y(a_1), \beta_1 = y(a_2),..., \beta_n = y(T)$ они пока являются неизвестными величинами.

В этом случае формула (14) дает возможность вычислить значение искомой функции $y(t)$ в точке $t = a_1$ по заданным значениям y_0 и T_0:

$$y(a_1) = y_0 e^{-k(a_1-t_0)} + \frac{b}{k} y(a_1)\left(1 - e^{-k(a_1-t_0)}\right) + T_0\left(1 - e^{-k(a_1-t_0)}\right) \tag{20}$$

Отсюда

$$y(a_1) = \frac{y_0 e^{-k(a_1-t_0)} - T_0\left(1 - e^{-k(a_1-t_0)}\right)}{1 - \frac{b}{k}\left(1 - e^{-k(a_1-t_0)}\right)} = \frac{(y_0 + T_0)e^{-k(a_1-t_0)} - T_0}{1 - \frac{b}{k}\left(1 - e^{-k(a_1-t_0)}\right)} \tag{21}$$

Она весьма важная формула так как по заданным значениям y_0 и T_0 мы можем говорить, что искомая функция (кривая) проходит через точки $(a_1, y(a_1))$

Аналогично можем определить остальные нагрузки $y(a_2),..., y(T)$

Итак, показано, что нагруженная задача

$$\begin{aligned} y' = -ky + b[y(a_1) + (y(a_2) - y(a_1))isc_1'(1, a_1, t) + .. + (y(T_n) - y(a_n))isc_1'(1, a_n, t)] + \\ + k[T_0 + (T_1 - T_0)isc_1'(1, a_1, t) + .. + (T_n - T_{n-1})isc'(1, a_n, t)] \quad , \quad t \in [t_0, T] \end{aligned} \tag{22}$$

$$1.\ y(t_0) = y_0 \tag{23}$$

$$2.\ y(a_1), y(a_2),..., y(T) = ? \tag{24}$$

в классе урчуктных функций имеет единственное решение.

Отметим, что в задаче (22)-(23) условие (23) можно ставить и так: найти точку a_1 где нагрузка $y(a_1)$ принимает заданное значение $y_1 : y(a_1) = y_1, a_1 - ?$.

Аналогично $y(a_2) = y_2,.., y(a_n) = y_n, a_2, a_3,.., a_n = ?$. В этом случае по формуле (21) находим искомую точку a_1. Аналогично находим и остальные точки $a_2, a_3,.., a_n$.

Итак, решение нагруженной задачи управляется относительно точки $a_1, a_2,.., a_n$

Задачу (4)-(6) можно исследовать в случае, когда функция (7) имеет структуру вида

$$P(t) = \beta_0 + (y(a_1) - \beta_0)isc_1'(1, a_1, t) + (\beta_1 - y(a_1))isc_1'(1, a_2, t) + (y(a_2) - \beta_1)isc_1'(1, a_3, t).$$

Успешно исследуется уравнение теплопроводности $u_t = a^2 u_{xx} + \beta_0 + (\beta_1 - \beta_0)isc_1'(1, a_1, t) + ... + (\beta_n - \beta_{n-1})isc_1'(1, a_n, t)$ с начальным условием $u = (x, 0) = 0$ с граничными условиями $u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = 0 \quad (0 \le x \le l, t \ge 0)$

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипов С. Шарипов К.С Управление решения дифференциального и интегрального уравнений //Вестник ИГУ, №12, 2004.
2. Шарипов С. Шарипов К.С. Управление решения нагруженных дифференциальных и интегральных уравнений //Вестник ИГУ, №13, 2005.
3. Царшеналиев Ж.Ш., Эралиев К.Э., В.М. Педяшев, Ю.М.Лещенко, Т.П. Самохвалова. Расчет величины регулирования в автоматической системе управления температурой стержней поликремния //Образование через науку. КТУ, Бишкек , 2004.
4. Шарипов С.Ш. Шарипов К.С. Уравнение с разделяющимся переменными в классе разрывных функций //Вестник ИГУ, №5, 2001.
5. Шарипов С. Методы решения нерегулярных интегральных уравнений типа Вольтера первого рода. Автореф. дисс. к.ф.-м.н., -Фрунзе, 1990.