

Ս.Ա. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, Մ.Կ. ԴԱՐԱԽՉՅԱՆ

**ՕՊՏԻՄԱԼ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՄԻԱԶԱՓ ՎԱՐԻԱՑԻՈՆ ՀԱՇՎԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐՈՒՄ
ՎԱՐԻԱՑԻԱՅԻ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԵԶՐԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Մշակվել են օպտիմալ կառավարման միաչափ վարիացիոն հաշվի խնդիրների վարիացիայի հավասարումներում անհայտ ֆունկցիաների եզրային պայմանները: Ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է լուծել վարիացիայի հավասարումները և գնահատել որակի ֆունկցիոնալի (ՈՖ) փոփոխությունները կառավարման նպատակի պարամետրերի փոփոխությունների դեպքում: Բերված է թվային օրինակ:

Առանցքային բառեր. օպտիմալ կառավարում, վարիացիա, Էյլերի հավասարում, եզրային պայմաններ, Թեյլորի շարք:

Ներածություն: Օպտիմալ կառավարման համակարգերում արտաքին գործոնների ազդեցության հետևանքով կարող են ի հայտ գալ որոշ դինամիկական սխալներ, որոնց հետևանքով կփոխվեն ինչպես կառավարման նպատակի պարամետրերը, այլ կերպ ասած՝ եզրային պայմանները (ԵՊ), այնպես էլ ՈՖ-ի արժեքը: Համակարգերի նախագծման և վերլուծության աշխատանքներում ՈՖ-ի փոփոխության գնահատման խնդիրն ունի գործնական նշանակություն [1]: Նշված խնդիրն անփոփոխ ԵՊ-ների դեպքում բավարար չափով պարզաբանված է [2, 3], սակայն այն փոփոխվող ԵՊ-ների դեպքում, թվային մեթոդներով մշակվող միաչափ վարիացիոն հաշվի խնդիրներում, լուծված է Պուասոնի կոդմից [2] Թեյլորի շարքի առաջին անդամի մոտավորությամբ: ՈՖ-ի փոփոխության ավելի բարձր ճշտությամբ գնահատման խնդիրը կախված է Էյլերի վարիացիայի հավասարումների լուծումից [4], որոնց ԵՊ-ների մշակմանն էլ նվիրված է սույն աշխատանքը:

Եզրային պայմանների մշակումը: Պարզագույն վարիացիոն հաշվի հետևյալ խնդրում՝

$$I = \int_{t_0}^t F(y(\tau), \dot{y}(\tau), \tau) d\tau \rightarrow \min_y (\max), \quad (1)$$

$$y(t_0) = y_0; \quad y(t) = y_t \quad (2)$$

Էյլերի հավասարմանը բավարարող էքստրեմալի $y = y_1(\tau, C_1, C_2)$ ինտեգրման C_1 և C_2 հաստատունները որոշվում են եզրային (2) պայմաններից: Արդյունքում կունենանք՝

$$y = y(\tau, t_0, y_0, t, y_t), \quad (3)$$

որը բավարարում է հետևյալ պայմաններին.

$$y(\tau, t_0, y_0, t, y_t)_{\tau=t} = y_t = y(t), \quad (4)$$

$$y(\tau, t_0, y_0, t, y_t)_{\tau=t_0} = y_0 = y(t_0): \quad (5)$$

Պարզության համար նպատակահարմար է (3) էքստրեմալը ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$\begin{aligned} y &= y(\tau, x), \\ x &\in \Gamma = (t_0, y_0, t, y_t), \end{aligned} \quad (6)$$

որտեղ Γ -ն արգումենտի և ֆունկցիայի եզրային արժեքների բազմությունն է: ԵՊ-ների նկատմամբ էյլերի առաջին աստիճանի վարիացիայի հավասարումները նկարագրվում են երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումներով [5]՝

$$(F_{yy} - \frac{d}{d\tau} F_{y\dot{y}}) \cdot \frac{\partial y(\tau, x)}{\partial x} - \frac{d}{d\tau} F_{y\dot{y}} \cdot \frac{\partial \dot{y}(\tau, x)}{\partial x} - F_{y\ddot{y}} \cdot \frac{\partial \ddot{y}(\tau, x)}{\partial x} = 0, \quad (7)$$

որտեղ $\dot{y}(\tau, x) = \partial y / \partial \tau = dy / d\tau$: Ենթադրվում է, որ հայտնի է ինչպես y էքստրեմալը, այնպես էլ դրա բարձր կարգի ածանցյալները τ և x արգումենտների նկատմամբ, և խնդիր է դրվում՝ գտնելու $\partial y(\tau, x) / \partial x$ ֆունկցիաների ԵՊ-ները: Այդ ֆունկցիաների ԵՊ-ները և դրանց վերաբերյալ առնչությունները կքննարկվեն կառավարման նպատակի տարբեր x պարամետրերի փոփոխությունների դեպքում:

Դեպք 1: $x = t$: Արգումենտի աջակողմյան եզրի կամայական Δt փոփոխության դեպքում (4)-ից տեղի ունի

$$y(\tau, t + \Delta t)_{\tau=t+\Delta t} = y_t,$$

որի ձախ մասը t արժեքի Δt շրջակայքում Թեյլորի շարքի վերածման արդյունքում կստացվի՝

$$\begin{aligned} y(\tau, t + \Delta t)_{\tau=t+\Delta t} &= y(\tau, t)_{\tau=t} + (\dot{y} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial t})_{\tau=t} \cdot \Delta t + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot (\ddot{y} + 2 \cdot \frac{\partial \dot{y}}{\partial t} + \frac{\partial^2 y}{\partial t^2})_{\tau=t} \cdot \Delta t^2 + \alpha(\Delta t^2) = y_t, \end{aligned} \quad (8)$$

որտեղ $\alpha(\Delta t^2)$ -ը շարքի բարձր կարգի անդամների գումարն է: Հաշվի առնելով (4)-ը և այն, որ Δt -ն կամայական է, (8)-ից կհետևի՝

$$\dot{y}(t) = -\frac{\partial y(\tau, t)}{\partial t}\bigg|_{\tau=t}, \quad (9)$$

$$(\ddot{y}(\tau, t) + 2 \cdot \frac{\partial \dot{y}(\tau, t)}{\partial t} + \frac{\partial^2 y(\tau, t)}{\partial t^2})_{\tau=t} = 0 : \quad (10)$$

Ստացված (9) հավասարումից կարելի է որոշել $\partial y / \partial t$ ֆունկցիայի աջակողմյան եզրային արժեքը, իսկ (10) հավասարումը կապ է հաստատում y ֆունկցիայի երկրորդ կարգի մասնակի ածանցյալների արժեքների միջև:

$\partial y(\tau, t) / \partial t$ ֆունկցիայի ձախակողմյան եզրային պայմանը կարելի է գտնել հետևյալ առնչությունից.

Եթե $y(\tau, t)$ -ն (1) և (2) խնդրի համար թույլատրելի ֆունկցիա է, այդ թվում՝ էքստրեմալ, ապա $\tau = t_0$ արժեքի համար տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\left(\frac{\partial^k y(\tau, t)}{\partial t^k}\right)_{\tau=t_0} = 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots : \quad (11)$$

Հիմնավորում: Կամայական Δt փոփոխության դեպքում (5) արտահայտությունից ունենք՝

$$y(\tau, t + \Delta t)_{\tau=t_0} = y_0 : \quad (12)$$

Վերածելով շարքի (12)-ի ձախ մասի արտահայտությունը t -ի Δt շրջակայքում՝

$$y(\tau, t + \Delta t)_{\tau=t_0} = (y(\tau, t) + \frac{\partial y}{\partial t} \cdot \Delta t + \dots + \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k y}{\partial t^k} \cdot \Delta t^k + \dots)_{\tau=t_0} = y_0, \quad (13)$$

և հաշվի առնելով (5) արտահայտությունը և այն, որ Δt կամայական է, (13) արտահայտությունից կունենանք (11) հավասարումների համակարգը:

Դեպք 2: $x = t_0 : \partial y(\tau, t_0) / \partial t_0$ ֆունկցիայի համար տեղի ունի հետևյալ առնչությունը.

Եթե $y(\tau, t_0)$ -ն (1) և (2) խնդրի համար թույլատրելի ֆունկցիա է, այդ թվում՝ էքստրեմալ, ապա $\tau = t_0$ արժեքի համար տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\frac{\partial y(\tau, t_0)}{\partial t_0}\bigg|_{\tau=t_0} = -\dot{y}(\tau, t_0)_{\tau=t_0} = -\dot{y}(t_0), \quad (14)$$

$$(\ddot{y}(\tau, t_0) + 2 \cdot \frac{\partial \dot{y}(\tau, t_0)}{\partial t_0} + \frac{\partial^2 y(\tau, t_0)}{\partial t_0^2})_{\tau=t_0} = 0 : \quad (15)$$

Հիմնավորում: Արգումենտի ձախակողմյան t_0 եզրի կամայական Δt փոփոխության դեպքում (5) արտահայտությունից ունենք՝

$$y(\tau, t_0 + \Delta t)_{\tau=t_0+\Delta t} = y_0,$$

որի ձախ մասը t_0 կետի Δt շրջակայքում ներկայացնելով Թեյլորի շարքով՝

$$\begin{aligned} y(\tau, t_0 + \Delta t)_{\tau=t_0+\Delta t} &= y(\tau, t_0)_{\tau=t_0} + \left(\frac{\partial y(\tau, t_0)}{\partial t_0} + \dot{y}(\tau, t_0) \right)_{\tau=t_0} \cdot \Delta t + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot (\ddot{y}(\tau, t_0) + 2 \cdot \frac{\partial \dot{y}(\tau, t_0)}{\partial t_0} + \frac{\partial^2 y(\tau, t_0)}{\partial t_0^2})_{\tau=t_0} \cdot \Delta t^2 + \alpha(\Delta t^2) = y_0, \end{aligned} \quad (16)$$

և հաշվի առնելով, որ Δt փոփոխությունը կամայական էր, (16) հավասարությունից կհետևեն (14) և (15) պայմանները:

$\partial y(\tau, t_0) / \partial t_0$ ֆունկցիայի աջակողմյան եզրային պայմանը կարելի է գտնել $y(\tau, t_0)$ ֆունկցիայի հետևյալ հատկությունից.

Եթե $y(\tau, t_0)$ -ն (1) և (2) խնդրի համար թույլատրելի ֆունկցիա է, այդ թվում՝ էքստրեմալ, ապա $\tau = t$ արժեքի համար տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\frac{\partial^k y(\tau, t_0)}{\partial t_0^k} \Big|_{\tau=t} = 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (17)$$

Հիմնավորում: Արգումենտի ձախակողմյան t_0 արժեքի կամայական Δt փոփոխության դեպքում (4) արտահայտությունից կհետևի՝ $y(\tau, t_0 + \Delta t)_{\tau=t} = y_t$, որի ձախ մասը Թեյլորի շարքով ներկայացման արդյունքում կունենանք՝

$$\begin{aligned} y(\tau, t_0 + \Delta t)_{\tau=t} &= y(\tau, t_0)_{\tau=t} + \left(\frac{\partial y(\tau, t_0)}{\partial t_0} \right)_{\tau=t_0} \cdot \Delta t + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\partial^2 y(\tau, t_0)}{\partial t_0^2} \right)_{\tau=t} \cdot \Delta t^2 + \dots + \frac{1}{k} \cdot \left(\frac{\partial^k y(\tau, t_0)}{\partial t_0^k} \right)_{\tau=t} \cdot \Delta t^k + \dots = y_t : \end{aligned} \quad (18)$$

Հաշվի առնելով (4)-ը և այն, որ Δt -ն կամայական էր, (18)-ից կստացվեն (17) պայմանները:

Դեպք 3: $x = y_t$: $\partial y(\tau, y_t) / \partial y_t$ ֆունկցիայի աջակողմյան ($\tau = t$) եզրային պայմանները կարելի է որոշել հետևյալ հատկությունից:

Եթե $y(\tau, y_t)$ ֆունկցիան (1) և (2) խնդրի համար էքստրեմալ է, ապա տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\begin{cases} \frac{\partial y(\tau, y_t)}{\partial y_t} \Big|_{\tau=t} = 1, \\ \frac{\partial^k y(\tau, y_t)}{\partial y_t^k} \Big|_{\tau=t} = 0, \quad k = 2, 3, \dots \end{cases} \quad (19)$$

Հիմնավորում: Ֆունկցիայի աջակողմյան y_t եզրի կամայական Δy փոփոխության դեպքում (4)-ից կունենանք՝ $y(\tau, y_t + \Delta y)_{\tau=t} = y_t + \Delta y$, որի ձախ մասը y_t արժեքի Δy շրջակայքում Թեյլորի շարքի վերածելիս կստացվի՝

$$\begin{aligned} y(\tau, y_t + \Delta y)_{\tau=t} &= (y(\tau, y_t) + (\frac{\partial y(\tau, y_t)}{\partial y_t}) \cdot \Delta y + \dots \\ &\dots + \frac{1}{k!} \cdot (\frac{\partial^k y(\tau, y_t)}{\partial y_t^k}) \cdot \Delta y^k + \dots)_{\tau=t} = y_t + \Delta y : \end{aligned}$$

(4) արտահայտության և ստացված հավասարության համադրությունից կհետևի՝

$$\left((\frac{\partial y(\tau, y_t)}{\partial y_t})_{\tau=t_1} - 1 \right) \cdot \Delta y + \dots + \frac{1}{k!} \cdot (\frac{\partial^k y(\tau, y_t)}{\partial y_t^k})_{\tau=t} \cdot \Delta y^k + \dots = 0, \quad (20)$$

որտեղից Δy -ի կամայական լինելու պայմանից կհետևեն (19) եզրային պայմանները:

$\partial y(\tau, y_t) / \partial y_t$ ֆունկցիայի ձախակողմյան ($\tau = t_0$) եզրային արժեքը կորոշվի հետևյալ առնչությունից.

Եթե $y(\tau, y_t)$ ֆունկցիան (1) և (2) խնդրի համար էքստրեմալ է, ապա տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\frac{\partial^k y(\tau, y_t)}{\partial y_t^k} \Big|_{\tau=t_0} = 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad (21)$$

Հիմնավորում: $y(\tau, y_t)$ ֆունկցիայի աջակողմյան y_t եզրի կամայական Δy փոփոխության դեպքում, համաձայն (5)-ի՝ $y(\tau, y_t + \Delta y)_{\tau=t_0} = y_0$, որի ձախ մասը y_t արժեքի Δy շրջակայքում Թեյլորի շարքով ներկայացման արդյունքում կստացվի՝

$$y(\tau, y_t + \Delta y)_{\tau=t_0} = (y(\tau, y_t) + \dots + \frac{1}{k!} \cdot (\frac{\partial^k y(\tau, y_t)}{\partial y_t^k}) \cdot \Delta y^k + \dots)_{\tau=t_0} = y_0, \quad k = 1, 2, 3, \dots,$$

որտեղից, հաշվի առնելով $y(\tau, y_0)_{\tau=t_0} = y_0$ հավասարությունը և այն, որ Δy -ը կամայական էր, կհետևի (21) հավասարությունը:

Դեպք 4: $x = y_0 : \partial y(\tau, y_0)/\partial y_0$ ֆունկցիայի աջակողմյան ($\tau = t$) եզրային պայմանը որոշվում է հետևյալ առնչությունից.

Եթե $y(\tau, y_0)$ ֆունկցիան (1) և (2) խնդրի համար էքստրեմալ է, ապա տեղի ունեն հետևյալ պայմանները.

$$\begin{cases} \frac{\partial y(\tau, y_0)}{\partial y_0} \Big|_{\tau=t_0} = 1, \\ \frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \Big|_{\tau=t_0} = 0, \quad k = 2, 3, \dots \end{cases} \quad (22)$$

Հիմնավորում: $y(\tau, y_0)$ ֆունկցիայի ձախակողմյան y_0 եզրի կամայական Δy փոփոխության դեպքում, համաձայն (5)-ի՝ $y(\tau, y_0 + \Delta y)_{\tau=t_0} = y_0 + \Delta y$, որի ձախ մասը Թեյլորի շարքի վերածելիս կստացվի՝

$$\begin{aligned} y(\tau, y_0 + \Delta y)_{\tau=t_0} &= (y(\tau, y_0) + \frac{\partial y(\tau, y_0)}{\partial y_0} \cdot \Delta y + \dots \\ &\dots + \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \cdot \Delta y^k + \dots)_{\tau=t_0} = y_0 + \Delta y, \end{aligned}$$

որը, հաշվի առնելով $y(\tau, y_0)_{\tau=t_0} = y_0$ պայմանը, կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$\left(\frac{\partial y(\tau, y_0)}{\partial y_0} - 1 \right) \Big|_{\tau=t_0} \cdot \Delta y + \dots + \frac{1}{k!} \cdot \left(\frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \right)_{\tau=t_0} \cdot \Delta y^k + \dots = 0 : \quad (23)$$

Ստացված (23) հավասարությունից, ելնելով Δy -ի կամայական լինելու հանգամանքից, հետևում է (22)-ը:

$\partial y(\tau, y_0)/\partial y_0$ ֆունկցիայի աջակողմյան եզրային պայմանը կորոշվի հետևյալ առնչությունից.

Եթե $y(\tau, y_0)$ ֆունկցիան (1) և (2) խնդրի համար էքստրեմալ է, ապա ($\tau = t$) արժեքի դեպքում տեղի ունի՝

$$\frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \Big|_{\tau=t} = 0, \quad k = 1, 2, 3, \dots : \quad (24)$$

Հիմնավորում: $y(\tau, y_0)$ ֆունկցիայի ձախակողմյան y_0 եզրի կամայական Δy փոփոխության դեպքում, համաձայն (5)-ի՝ $y(\tau, y_0 + \Delta y)_{\tau=t} = y_t$, որի ձախ մասը Թեյլորի շարքով ներկայացման արդյունքում ստացվում է՝

$$y(\tau, y_0 + \Delta y)_{\tau=t} = (y(\tau, y_0) + \frac{\partial y(\tau, y_0)}{\partial y_0} \cdot \Delta y + \dots \\ \dots + \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \cdot \Delta y^k + \dots)_{\tau=t} = y_t :$$

Համաձայն (5)-ի $y(\tau, y_0)_{\tau=t} = y_t$, հետևաբար, տեղի ունի՝

$$(y(\tau, y_0) + \frac{\partial y(\tau, y_0)}{\partial y_0} \cdot \Delta y + \dots + \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k y(\tau, y_0)}{\partial y_0^k} \cdot \Delta y^k + \dots)_{\tau=t} = 0 : \quad (25)$$

Δy -ի կամայական լինելուց (25)-ից կհետևեն (24) եզրային պայմանները:

Օրինակ: Որպես օրինակ դիտարկենք ձախակողմյան ամրակայված եզրերով հետևյալ խնդիրը.

$$I = \int_0^t (2 \cdot y \cdot \tau - \dot{y}^2) d\tau \rightarrow \max, \quad (26)$$

$$y(0) = 0, \quad y(t) = y_1 : \quad (27)$$

Էյլերի $\ddot{y} = -\tau$ հավասարման ինտեգրման արդյունքում կունենանք՝

$$\begin{cases} \dot{y} = -\tau^2/2 + C_1, \\ y = -\tau^3/6 + C_1 \cdot \tau + C_2, \end{cases} \quad (28)$$

որտեղ C_1 և C_2 -ը ինտեգրման հաստատուններն են և համաձայն (27)-ի՝

$$C_2 = 0, \quad C_1 = y_1/t + t^2/6 :$$

Հետևաբար, (28)-ից՝

$$\begin{cases} \dot{y}(\tau) = -\tau^2/2 + y_1/t + t^2/6, \\ y(\tau) = -\tau^3/6 + y_1\tau/t + t^2\tau/6, \end{cases} \quad (29)$$

որտեղից կորոշենք $y(\tau)$ -ի մասնակի ածանցյալները ըստ ԵՊ-ների՝

$$\partial y(\tau)/\partial t = -y_1\tau/t^2 + t\tau/3, \quad (30)$$

$$\partial y(\tau)/\partial y_1 = \tau/t : \quad (31)$$

Ստացված (29) և (30) արտահայտություններից կունենանք՝

$$\begin{cases} \dot{y}(\tau) = y_1/t - t^2/3, \\ (\partial y(\tau)/\partial t)_{\tau=t} = -(y_1/t - t^2/3) = -\dot{y}(t), \end{cases}$$

այսինքն, տեղի ունի (9) պայմանը:

Քանի որ $t_0 = 0$, (30)-ից կստացվի՝ $(\partial y(\tau)/\partial t)_{\tau=0} = 0$, որը համընկնում է (11)-ի հետ:

Նույն դատողություններով (31)-ից՝

$$\begin{aligned} (\partial y(\tau)/\partial y_1)_{\tau=t} &= 1, \\ (\partial y(\tau)/\partial y_1)_{\tau=0} &= 0, \end{aligned}$$

որոնք համընկնում են համապատասխանաբար (19) և (21) պայմանների հետ:

Եզրակացություն. Ունենալով վարիացիոն հաշվի (1) և (2) խնդրի $y(\tau, x)$ ($x \in \Gamma$) լուծումը և այդ ֆունկցիայի $\dot{y}(\tau, x)$ ածանցյալների արժեքները եզրերում, ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է որոշել $\partial y(\tau, x)/\partial x$ մասնակի ածանցյալ ֆունկցիաների եզրային պայմանները: Ստացված (9), (10), (11), (14), (15), (17), (19), (21), (22) և (24) եզրային պայմանները տեղի ունեն ոչ միայն (1) և (2) խնդրի լուծման, այլև կամայական թույլատրելի ֆունկցիաների դեպքում, որոնք ունեն առաջին և բարձր կարգի մասնակի ածանցյալներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Бояринов А.И., Кафаров В.В.** Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1969. – 564 с.
2. **Петров Ю.П.** Вариационные методы теории оптимального управления. – М.: Энергия, 1977. – 280 с.
3. **Burns J.A.** Introduction to the calculus of variations and Control with Modern Applications. - CRC press, Taylor & Francis Group, 2013. – 562 p.
4. **Саакян С.А.** Оценка изменения показателей эффективности в динамических системах управления // Вестник Инженерной академии Армении. – Ереван, 2005. – Т.2, №1. – С. 131-134.
5. **Саакян С.А., Дарахчян М.К.** Чувствительность оптимума в одномерных вариационных задачах управления // XI Международная научная заочная конференция “Актуальные вопросы современной техники и технологии”, 26 апреля 2013. – Липецк, 2013.- С. 111-116.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրության 20.09.2017:

С.А. СААКЯН, М.К. ДАРАХЧЯН

**ОЦЕНКА ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ УРАВНЕНИЙ ВАРИАЦИИ В
ОДНОМЕРНЫХ ЗАДАЧАХ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Разработаны граничные условия неизвестных функций уравнений вариации в одномерных задачах вариационного исчисления оптимального управления. На основе полученных результатов можно решить уравнения вариации и оценить изменения функционала качества при изменениях параметров цели управления. Приведен численный пример.

Ключевые слова: оптимальное управление, вариация, уравнение Эйлера, граничные условия, ряд Тейлора.

S.A. SAHAKYAN, M.K. DARAKHCHYAN

**EVALUATION OF BOUNDARY CONDITIONS OF VARIATION EQUATIONS IN
ONE-DIMENSIONAL TASKS OF VARIATION CALCULUS OF OPTIMAL
CONTROL**

The boundary conditions of unknown functions in variation equations of optimal control one-dimensional variation calculus tasks are developed. Based on the obtained results, it is possible to solve variation equations, and to evaluate the quality functional changes in case of control purpose parameter changes. A numerical example is given.

Keywords: optimal control, variation, Euler equation, boundary conditions, Taylor series.