



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XIII Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»

The XIII International Scientific Conference
for Students and Young Scientists
«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»



12th April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2018»
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS
of the XIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2018»**

2018 жыл 12 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-997-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2018

ҰШАҚ ҚОНУ ЖҮЙЕСІН БАСҚАРУДА САПА КӨРСЕТКІШІ БОЙЫНША СИНТЕЗІН ЗЕРТТЕУ

Жамбаева М.Е., Шайхиев Н.Ж.

6M070200-Автоматтандыру және басқару мамандығының магистранттары

Л.Н.Гумилев ат. ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Ж. Ермекбаева

Қазіргі уақытта оптималды басқару проблемасы басқару жүйелерін құру жөніндегі теориялық зерттеулерде орталық орынды алады [1]. Типтік басқару жүйесінде ауыспалылардың келесі төрт тобын атап өтуге болады:

1. Тәуелсіз айнымалылар, басқару және реттеу үрдістерінде басқарушы айнымалылар болып табылады, бұл ауыспалыларды өзгерту жүйеде басқару заңына сәйкес жүзеге асырылады.

2. Тәуелді айнымалылар, уақыттың кез-келген мезетінде үрдістің жағдайын сипаттау және өзгерту кезінде айнымалыларды өзгерту үшін пайдаланылады.

3. Қосымша айнымалылар, олар басқару жүйесінің жұмысының сапасын индикациялауға және өлшеуге арналған.

4. Ықпалды әсерлер, жүйе үшін бақыланбайтын сыртқы айнымалылар болып табылады.

Оптималды басқарудың негізгі проблемасы жүйе параметрлерінің өзгерісінен және ықпалды әсерлер нәтижесінде пайда болған флуктуациялардың бар болуына қарамастан оптималды мәндер шеңберіндегі қосымша айнымалыларды сақтау тәсілінде болып табылады. Қосымша айнымалылар басқару жүйесінің сапа критерийлерінің сипаттау үшін қолданылады. Оптималды басқару сапа критерийлерін максимизациялау және минимизациялауға әкеледі.

Қарапайым болжам үрдісті векторлы-матрицалық дифференциалды басқару арқылы сипаттауға мүмкіндік береді:

$$\dot{x}(t) = \frac{dx(t)}{dt} = f[x(t); m(t), t] \quad (1)$$

$x(0) = x_0$ бастапқы шарттар бойынша (1) теңдеуінде $m(t)$ басқару векторын, f - басқару әсерлерін, уақыт және мүмкін ықпалды әсерлер жағдай айнымалыларының векторлы функциясын көрсетеді. m басқару векторы уақыттың әр мезетінде келесі шартты қанағаттандыруы қажет: $g(m) \leq 0$, (2), басқару жүйесіне қойылған шектеулерді сипаттайды. g функциясы басқару әсерлерінің берілген векторлы функциясы бар.

Оптималды жүйені жобалау есебін келесі түрде құрастыруға болады: басқару нысаны немесе үрдіс берілген; жүйе сапасының берілген тұтас критерийлерінің максимумы және минимумы беретін басқаратын әсерлер кезегі немесе басқару заңың табу [2,3]. Оптималды басқару заңы оптималды реттегіш немесе басқару жүйесінің негізгі бөлігі болып табылатын цифрлық есептеу машинасы арқылы құрылуы қажет. Кей жағдайларда жүйе жағдайының барлық координаталары тікелей өлшеу және бақылауды қабылдайды. Күй координаттар функциясы сияқты оптималды басқару заңы құру қасиеті бар сызықтық жүйелер үшін өлшеу шуы бар болса да жүзеге асырылады. Бірақ инженерлік тәжірибеде өте жиі координаталардың барлығы дерлік тікелей өлшеу және бақылауды қабылдамайды. Бұл жағдайларда басқарудың оптималды заңы жүйенің шығыс сигналын өлшеу арқылы анықталатын күй координаталарын ең жақсы бағалар функциясы ретінде анықталады. Сәйкесінше оптималды басқару проблемасы кең ауқымда оптималды бағалау, сонымен қатар оптималды басқару проблемаларын қосып алады.

Нақты мысал үшін осы жұмыста ұшақ ұшуының автоматты басқару проблемасы зерттеледі. Самолет қозғалысының теңдеуін механиканың негізгі заңдарынан құрылған

самолетке әсер ететін аэродинамикалық күштер және сәттерді қарастыру арқылы алуымызға болады. Нәтижелік теңдеулер қозғалысқа орнатылатын берілген режимнен ұшақтың бірақ ауытқуын байланысты сызықтанады. Ұшақтың қондыру жүйесін қарастыру кезінде β жобалау глиссадасының көлбеу бұрышы өте кіші болып және ұшақтың көлбеу қозғалысы $\delta(t)$ биіктік рөлінің ауытқуымен анықталады; сонымен қатар газ секторының тұтқасы барлық қону уақытында V әуе жылдамдығының тұрақтылығын қамтамасыз ететін жағдайда сақталады. Бұл жорамалдар кезінде ұшақтың бойлық қозғалысы кезінде сызықты теңдеулер келесі түрге ие

$$\frac{d^3\theta(t)}{dt^3} + 2\zeta\omega_0 \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + \omega_0^2 \frac{d\theta(t)}{dt} = KT_0\omega_0^2 \frac{d\delta(t)}{dt} + K\omega_0^2\delta(t) \quad (3)$$

мұнда ζ - қысқа жиілікті ауытқулар демпфирлеу коэффициенті; ω_0 - ауытқулардың резонанстық жиілігі; K - қысқа жиілікті ауытқулардың күшею коэффициенті; T_0 - уақыттың траекториялық тұрақтысы.

ζ , ω_0 , K , T_0 көлемдері ұшақ конструкциясына байланысты параметрлер болып табылады. θ тангаж бұрышы және h биіктігі дифференциалдық теңдеуге байланысты

$$T_0 \frac{d^2h(t)}{dt^2} + \frac{dh(t)}{dt} = V\theta(t) \quad (4)$$

мұнда бастапқы шарттар нөлдік болып және ұшақ әуе жылдамдығы тұрақты болады деп күтіледі.

θ -ні (3) және (4) теңдеуден шегеру арқылы, келесі теңдеуді аламыз

$$\frac{d^4h(t)}{dt^4} + 2\zeta\omega_0 \frac{d^3h(t)}{dt^3} + \omega_0^2 \frac{d^2h(t)}{dt^2} = KV\omega_0^2\delta(t) \quad (5)$$

Болжалды $x_1 = h$, $x_2 = \dot{x}_1 = \frac{dh}{dt}$, $x_3 = \dot{x}_2 = \frac{d^2h}{dt^2}$, $x_4 = \dot{x}_3 = \frac{d^3h}{dt^3}$, және $m = \delta$,

(5) теңдеуді келесі түрде көрсетеміз

$$\dot{x}_1 = x_2; \dot{x}_2 = x_3; \dot{x}_3 = x_4; \dot{x}_4 = -\omega_0^2 x_3 - 2\zeta\omega_0 x_4 + K_1 m,$$

мұнда x_i айнымалылары ұшақ жағдай координаталары ретінде қарастырылуы мүмкін.

Ұшақты қондыру жүйесін жобалау кезінде күй координаттарын өлшеу және бақылау мүмкіндігін бағалау қажет. H биіктігі радиовысотометрмен, dh/dt төмендеу жылдамдығы барометрлік датчик көмегімен өлшенуі мүмкін.

Бірақ d^2h/dt^2 және d^3h/dt^3 көлемдері тікелей өлшеуге жатпайды.

Қазіргі заманғы басқару теориясы үшін жүйені сипаттау кезінде күй айнымалыларын пайдалану және мүмкін жағдайлар кеңістігінде оның қозғалысын оптимизациялауын жобалау тәсілдерін пайдалану тән. Оптималды жүйені жобалаудың ортақ қойылымы вариациялық есеп болып табылады. Функционалдық кеңістікте функционалды минимизациялау және максимизациялау бойынша көптеген әртүрлі тәсілдер бар.

Ұшақ қону жүйесі

Ұшақ динамикасы келесі теңдеулер арқылы сипатталады:

$$\dot{x}_1 = x_2; \dot{x}_2 = a_{22}x_2 + a_{23}x_3; \dot{x}_3 = x_4; \dot{x}_4 = a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 + K_0 m;$$

мұнда x_1, x_2, x_3 және x_4 айнымалылары сәйкесінше биіктік, биіктікті өзгерті жылдамдығы, тангаж бұрышы және тангаждың бұрыштық жылдамдығы. Коэффициенттер келесі өрнектер арқылы беріледі :

$$K_0 = K\omega_0^2 T_0; a_{22} = -\frac{1}{T_0}; a_{23} = \frac{V}{T_0};$$

$$a_{42} = \frac{1}{VT_0^2} - \frac{2\zeta\omega_0}{VT_0} + \omega_0^2;$$

$$a_{43} = \frac{1}{T_0^2} + \frac{2\zeta\omega_0}{T_0} - \omega_0^2;$$

$$a_{44} = \frac{1}{T_0} - 2\zeta\omega_0,$$

Мұнда ζ, ω_0, K және T_0 ұшақ параметрлері, бұл иллюстрациялық мысалда деп болжанады. Қарастырылып отырылған жүйе сапасын келесі интеграл арқылы бағалаймыз

$$I(m) = \int_0^T \left\{ \sum_{k=1}^4 \alpha_k(t) [x_k^d(t) - x_k(t)]^2 + m^2(t) \right\} dt$$

Өрнектерді ескере отырып, оптималды басқару заңы келесі түрге ие

$$m^0(t) = -K_0 b_4(t) - K_0 b_{41}(t)x_1(t) - K_0 b_{42}(t)x_2(t) - K_0 b_{43}(t)x_3(t) - K_0 b_{44}(t)x_4(t)$$

$\lambda = 1$, болса, онда $d_j(t) = K_0, j=4$ үшін және $d_j(t) = 0$. Формулаларды пайдаланып

Риккатидың 15 дифференциалдық теңдеулерін құрастыруға болады. Қарапайым жағдайды қарастырайық, жүйенің сапа көрсеткішінде барлық уақыттың жиырма секундтық интервалы кезінде қателіктің салмақтық коэффициенттері төмендеу биіктігінде және биіктік рөлінің ауытқуы тұрақты болып таңдалады, ал қалған салмақтық коэффициенттер нөлге тең болып таңдалады. Сапа көрсеткіші бұл жағдайда келсі түрге ие :

$$I(m) = \int_0^{20} \left\{ \alpha_1 [x_1^d(t) - x_1(t)]^2 + m^2(t) \right\} dt. \text{ Бұл қателік көрсеткішін пайдалану кезінде Риккати}$$

теңдеуін жеңілдетуге болады, өйткені α_2, α_3 және α_4 салмақтық коэффициенттер нөлге тең. Бұдан былай ұшақ биіктігінің максималды қателігі қону басталу сәтінде ± 6 м тең. Биіктік қателігін коррекциялау оң бағытта 15° немесе $0,262 \text{ рад}$ тең үлкен оң мәнді биіктік рөлінің ауытқуын талап етеді. Қону жүйесінің сапасын бағалау сәтінде ұшақ биіктігі және биіктік рөлінің ауытқуы қателіктері бірдей салмақта деп жорамалдайық. Онда α_1 салмақ коэффициенті келесі теңдеу арқылы анықталуы мүмкін: $\alpha_1 = 0,00194$. Қону жүйесіндегі өтпелі үрдістерді анықтау бойынша есептеулер нәтижелері қисықтар шықты. Нәтижесінде қисықтар қону үрдісі кезінде $e_h(t)$ төмендеу биіктігі, $\alpha(t)$ шабуыл бұрышы және $\delta(t)$ биіктік рөлінің ауытқуы кезінде қателіктің өзгеруін көрсетеді. Жүйе биіктік, төмендеу жылдамдығы, биіктік рөлінің ауытқуына қойылған талаптарды қанағаттандыратының көреміз. Бірақ ұшақтың шабуыл бұрышы және тангаж бұрышы қону жолағымен жанасуы кезінде мүмкін мәндер шегінен шығады.

Қорыта келгенде, барлық талаптарды қанағаттандыратын жүйені құру үшін жүйенің сапасы тәуелді басқа факторлар тізбегін ескертіп, ол дегеніміз сапа көрсеткішін толық формада қарастыру қажет [4]. Қазіргі заманғы синтез әдістері жүйе координаталарына қойылатын еркін бастапқы талаптар және әртүрлі шектеулерді ескеруге мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Ту Ю. Современная теория управления. – М.: Машиностроение, 1971. 472 с.
2. Беллман Р., Калаба Р., Динамическое программирование и современная теория управления, М.: Наука, 1969, 119 с.
3. F. Ellert. C. Merriam Synthesis of feedback controls using optimization theory--An example// IEEE Transactions on Automatic Control. 1963 №8. P.100–105
4. S. E. Lyshevski Mechatronics and Control of Electromechanical Systems, CRC Press, 2016.