

6D070100 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін қорғауға ұсынылған Қарымсақова Нұргүл Тлетайқызының «**Басқаруы шектелген динамикалық жүйелердің басқарылу критерийлерін құру**» тақырыбына жазылған диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Әлеуметтік-экономикалық, техникалық, саяси және басқа да динамикалық процестердің көптеген модельдері қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі арқылы сипатталады. Осындай жүйелерді зерттеудің нәтижесі басым жағдайда идентификациялау, басқарылу және тиімді басқару есептерін құруға алып келеді. Бірінші және үшінші есептерді жалпы түрде шешуге арналған түпкілікті әзірленген математикалық әдістер бар. Мысалы, динамикалық программалау әдісі, Понтрягин әдісі, Кротов әдісі басқаруы шектелген динамикалық жүйелердің тиімді басқаруын анықтау есебі үшін жақсы зерттеу нәтижелерін көрсетеді. Тиімді басқару есебін шешпес бұрын, тұтастай алғанда, алдымен динамикалық жүйенің басқарылуын зерттеу қажет.

Динамикалық жүйенің басқарылуын зерттеу үшін қолжетімділік аймағын бағалауға негізделген кейбір тәсілдер бар екендігін айта кеткен жөн. Алайда тек басқаруы шектелмеген сызықтық жүйелер үшін қарастырылып отырған мәселені шешетін Каллман критеріі алынған. Ал басқаруы шектелген жүйелерге арналған нәтижелер арасында, тіпті сызықтық жүйелерде де осы мәселенің шешімі жоқ. Осылайша, басқаруы шектелген динамикалық жүйелердің басқарылуын зерттеу теория жүзінде және практикалық қолдану қырынан өзекті болып табылады.

Сонымен қатар, робототехникалық жүйелерді зерттеу кезінде бірқатар мәселелер туындайды: 1) робототехникалық жүйелер динамикасының математикалық моделінің теңдеулерін алу, 2) басқару критерийлерінің шарттарын тексеруді автоматтандыру.

n-буынды манипуляторының қозғалыс динамикасының математикалық моделін алу II түрдегі Лагранж теңдеуін зерттеуге негізделгені белгілі. Бірақ роботтың математикалық моделінің теңдеулерін шығару – бұл әртүрлі матрицалардың, олардың инверсияларының, айнымалылардың әртүрлі ауыстыруларының көп есептеулерден тұратын табжылмас еңбек. Мұның бәрі мұқият және көп уақытты қажет ететін жұмысты талап етеді, оның орындалуын арнайы аналитикалық есептеу жүйесі орындай алады. Сондықтан роботтандырылған жүйелердің математикалық моделін алуды автоматтандыру кезек өзекті мәселе болып табылады.

Басқару қабілеттілігі критерийлерін тексерудің күрделілігі әртүрлі жүйелерді жасаушылардан жақсы математикалық мамандандырылған дайындықты талап етеді, бұл олардың қолданылу аясын кеңейтуге кедергі келтіреді. Сондықтан роботтандырылған жүйелердің математикалық

моделінің басқарылу қабілеттілігі критерийлерінің шарттарын тексеруді автоматтандыру да өзекті мәселе болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты қарапайым дифференциалдық теңдеулермен сипатталған сызықты және сызықты емес динамикалық жүйелердің жаңа басқарылу критерийлерін алу болып табылады.

Диссертациялық жұмыста қойылған мақсатқа жету үшін келесідей мәселелер шешілген.

1) сызықтық қарапайым дифференциалдық теңдеулермен сипатталатын басқаруы шектелген динамикалық жүйелерге арналған басқарылу критерийлерін құру;

2) сызықты емес қарапайым дифференциалдық теңдеулермен сипатталатын басқаруы шектелген динамикалық жүйелерге арналған басқарылу критерийлерін құру;

3) роботтандырылған жүйелердің басқарылуын зерттеуді автоматтандыруға арналған процедуралар кітапханасын құру;

4) динамикалық жүйелердің басқарылуын талдауға арналған интервалдық процедуралар кітапханасын әзірлеу.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы:

– басқаруы шектеулі сызықтық динамикалық жүйелердің басқарылу критерийі алынғандығында (интервалдық математика негізінде);

– басқаруы шектеулі сызықты емес динамикалық жүйелердің басқарылу критерийі алынғандығында (интервалдық математика негізінде);

– роботтандырылған жүйелердің математикалық моделінің теңдеулерін шығаруды автоматтандыруға мүмкіндік беретін дайын аналитикалық есептеу жүйесін қолдануда;

– интервалдық процедуралардың құрылған кітапханасында

Зерттеу әдістері. Зерттеуде келесідей білім бағыттарындағы әдістер қолданылды: басқарудың математикалық теориясы, шешімдер теориясы, интервалды талдау, заманауи жобалау жүйелері және ақпараттық жүйелерді құру.

Диссертациялық жұмыстың зерттеу нысаны роботтандырылған жүйелер болып табылады.

Зерттеу пәні роботтандырылған жүйелер динамикасының математикалық модельдері болып табылады.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы роботтандырылған жүйелердің динамикасын сипаттайтын теңдеулерді шығаруды автоматтандыратын жүйені құруда жатыр.

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы, ең алдымен, роботтандырылған жүйелердің математикалық модельдерінің құрылысын автоматтандыруда, және олардың басқарылатындығын зерттеуде болып табылады.

Жұмыс нәтижелерінің қолданбалық мәні математикалық модельдерді құру және олардың әр түрлі салалар мен көліктерде басқарылатындығын зерттеу үшін автоматтандыру жүйесін қолдану мүмкіндігінде жатыр.

Қорғау туралы ережелер. Зерттеу нәтижелері бойынша келесі есептер шешілді:

- сызықтық динамикалық жүйелер үшін басқару критерийі алынды;
- сызықты емес динамикалық жүйелер үшін басқару критерийі алынды;
- роботтандырылған жүйелердің математикалық модельдерінің автоматтандырылған құрылымдық жүйесі жасалды;
- интервалдық процедуралар кітапханасы құрылды.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсыныстардың дұрыстығы математикалық аппараттарды дұрыс қолданумен, тәжірибелерді дұрыс ұйымдастырумен және оларды өңдеумен расталады; теориялық зерттеулер мен эксперименттік мәліметтер нәтижелерінің сапалық және сандық сәйкестігі; зерттеу нәтижелерін практикалық қолдану. Жүргізілген зерттеулердің сенімділігі теориялық есептеулердің және жасалған бағдарламалық қамтамасыздандыруда алынған эксперименттік мәліметтердің нәтижелерімен сәйкестігі, сондай-ақ оларды ғылыми әдебиеттерде келтірілген нәтижелермен салыстыру арқылы расталады.

Тақырыптың зерттеу бағдарламаларының жоспарларымен байланысы. Диссертациялық жұмыс ғылыми-зерттеу гранттық жұмыстардың күнтізбелік жоспарына сәйкес келесі приоритет бойынша жүргізілді: 3. Ақпараттық, телекоммуникациялық және ғарыштық технологиялар, жаратылыстану ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер, ішкі приоритет бойынша: 3.5 Ақпараттық қауіпсіздік және деректерді қорғау әдістері мен жүйелері. Жоба тақырыбы бойынша ақпараттық қауіпсіздікке арналған технологиялар мен бағдарламалық қамтамасыз ету: 1.26 ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технология институтының «Ақпаратты қорғаудың биометриялық әдістері мен құралдарын әзірлеу».

Диссертация құрылымына кіріспе, 4 бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымшалар кіреді.

Кіріспеде диссертациялық жұмыстың тақырыбының өзектілігін дәлелдейді. Зерттеу жұмысының мақсаты, объектісі, пәні және есебі тұжырымдалған. Зерттеу нәтижелері сипатталады, олардың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңызы көрсетіледі. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелерін апробациялау туралы мәліметтер келтірілген.

Бірінші бөлімде осы бағыттағы ғылыми жұмыстардың жалпы жағдайы талданады. Кешенді талдаудың негізгі әдістерін жасауға айтарлықтай үлес қосқан отандық және шетелдік ғалымдар атап өтіледі. Диссертациялық жұмыстың негізгі есептері тұжырымдалған.

Екінші бөлім жаңа интервалды математиканы классикалықпен салыстыруға, олардың басқарылатындығын зерттеуге қолдануға арналған. Интервалды талдау негізінде сызықтық және сызықты емес динамикалық жүйелер үшін басқарылу критерийлері алынады.

Үшінші бөлім қолданыстағы шешім әдістерін талдауға және роботтандырылған жүйелердің математикалық моделінің теңдеулерін шығаруды автоматтандыру мәселелерін құруға арналған. Аналитикалық есептеулер жүйесі C++ тілінде енгізілген.

Төртінші бөлім интервалдық функциялар кітапханасын сипаттауға арналған.

Қорытындыда диссертацияның негізгі нәтижелері мен тұжырымдары

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері туралы халықаралық ғылыми конференцияларда, Есептеуіш және ақпараттық технологиялар институтының жыл сайынғы ғылыми конференцияларында, Қазақ ұлттық университетінің жас ғалымдары мен мамандарының ғылыми конференцияларында, сондай-ақ Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ «Жасанды Интеллект және Big Data» кафедрасының ғылыми семинарларында есеп берілді. Шетелде тәжірибе өткізілді (қосымша А). Авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 2 куәлік алынды (Қосымша Б).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 15 (он бес) баспа жұмыс, оның ішінде 7 (жетеуі) - ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған басылымдарда, 2 жұмыс «Scopus» халықаралық дәйексөздеу қорына кіретін журналда жарияланды.

Ғылыми жарияланымдар:

1. Карымсакова Н.Т. Управляемость линейных систем с ограниченным управлением // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 330 с.

2. Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Мазакова А.Т. Программа перевода объемных изображений из Ptu-формата в регулярную матрицу высот // Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2018. – №3(69). – С.34-38.

3. Мазакова А.Т., Зиятбекова Г.З., Амирханов Б.С., Жолмагамбетова Б.Р., Карымсакова Н.Т. Комплекс программ трехмерной графики «3D-MAT» и его приложения // Вестник КазУТБ. – 2019. – № 1. – С.17-23.

4. Jomartova Sh.A., Nikulin V.V., Karymsakova N.T. Research of controllability of dynamical systems with constraints on control using interval mathematics// Вестник КазНУ, серия математика, механика, информатика. – 2019. – № 2(102). – С.63-80.

5. Алиаскар М.С., Айпанов Ш.А., Тусупова С.А., Карымсакова Н.Т., Амирханов Б.С. Биометрическая идентификация человека по отпечаткам пальцев // Материалы научной конференции ИИВ МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий» 1-4 июля 2019. – С.83-88.

6. Исимов Н.Т., Мазаков Т.Ж., Карымсакова Н.Т., Жолмагамбетова Б.Р., Зиятбекова Г.З. Оптимальное управление эпидобстановкой // Труды 14-й международной азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем», Кыргызская Республика, Иссык-Куль. – 20-31 июля, 2018. – С.250-258.

7. Исимов Н.Т., Мазаков Т.Ж., Карымсакова Н.Т. Исследование модели прогнозирования и управления эпидобстановкой с применением

нечеткого и интервального анализа // Научно-технический журнал «Вестник АУЭС», спец. выпуск. – 2018. – С.147-155.

8. Мазаков Т.Ж., Исимов Н.Т., Жолмагамбетова Б.Р., Карымсакова Н.Т., Ыдырышбаева М.Б. Об одном методе обработки экспертной информации // Материалы III международной научной конференции «Информатика и прикладная математика», часть 2. – Алматы. – 2018. – С.221-224.

9. Дасибеков Х.А., Дарибаева Г.Д., Карымсакова Н.Т., Жолмагамбетова Б.Р., Джомартова Д.Т., Мазакова А.Т. Применение программно-аппаратного комплекса психофизиологического тестирования для оценки нервно-психической устойчивости // Вестник КазУТБ. – 2019. – № 2. – С.12-21.

10. T. Zh. Mazakov, P. Kisala, Sh. A. Jomartova, G. Z. Ziyatbekova, N. T. Karymsakova. Mathematical modeling forecasting of consequences of damage breakthrough // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – Vol. 5, No 443. – pp. 116-124. // <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.111> (Scopus, процентиль 26)

11. Ш.А. Джомартова, Н.Т. Карымсакова, А.Т. Турсынбай, Б.Р. Жолмагамбетова. Применение интервального анализа для управляемости химического реактора // Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2020. – № 2(138). – С. 517-522.

12. Абдиев Б., Карымсакова Н., Сатыбалдина Д. Мақсатты шабуылдардан қорғау жөніндегі сынақ (тестілік) іс-шараларын жүргізу // Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2020. – № 3(139). – С. 189-198.

13. Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Турсынбай А.С. Применение системы аналитических вычислений для вывода уравнений динамики робототехнических систем // Вестник КазАТК. – Алматы, 2020. – №2. – С. 207-213.

14. Ш. Джомартова, Н. Карымсакова, Б. Абдиев Критерий управляемости для следящей системы автоматического манипулятора // Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2020. – № 5(141). – С. 615-620.

15. Mazakov T., Wójcik W., Jomartova Sh., Karymsakova N., Ziyatbekova G., Tursynbai A. The Stability Interval of the Set of Linear System // Intl Journal of Electronics and Telecommunications. – 2021. – Vol. 67, N. 2. – P.155-161. DOI: 10.24425/ijet.2021.135958