«6D070300 – Ақпараттық жүйелер» мамандығының Phd докторанты Мирзахмедова Гулбану Абсаматовнаның «Динамикалық экономикалық жүйелер үшін күйге тәуелді басқару синтезінің алгоритмдерін құру және зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Кез келген саланы басқару мақсатына қажетті ақпараттық процестердің қарқынды дамуы ақпараттық жүйенің компоненттерін құруды бірінші орынға қойды. Адамзат қызметінің тиісті салаларында тиімді жұмыс атқару үшін ғылыми-техникалық, саяси, экономикалық және басқа ақпарат көлемінің өсуі басқаруда ақпараттық технологияларды кеңінен қолдану қажеттілігін тудырады. Осыған орай, ғылыми-техникалық және экономикалық салаларда әртүрлі сипаттағы ақпараттық жүйелерді дамыту қажеттілігі күн санап артып келеді. Бүгінгі таңда жедел шешім қабылдау, аналитикалық мәліметтердің нақты процестерге сәйкестігі, нақты қаржылық және өндірістік жағдайларды талдау үшін экономикалық-математикалық әдістер мен модельдерді қолдану мүмкіндігі өзекті болып табылады. Мұндай модельдердегі басқарулар, сайып келгенде, қаржыландыру көлеміне тәуелді болғандықтан, жоспарлау критерийлері тұрғысынан үш секторлық экономика бағыттары бойынша қаржыландыру көлемін оңтайлы анықтау қажет.

Диссертациялық жұмыста жүргізілген зерттеулер математикалық басқару теориясының соңғы жылдардағы қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі SDRE техникасын экономикалық жүйелерге қолдану тәсілдеріне жатады. Жоспарлау есептерін шешу мүмкіндігін атап өткен жөн, мұнда математикалық модельдер SDRE тәсілінде алғаш рет алынған жабық жиындар түріндегі бақылау мәндеріне шектеулерді де қамтуы мүмкін. Диссертациялық жұмыста еліміздің экономика салаларына бөлінетін инвестиция, еңбек ресурстарының баланстық қатынастарын анықтау, статистикалық мәліметтер бойынша деректер қорын құру, үш секторлы жабық экономика жүйелерін математикалық модельдеу жүргізілді. Еліміздің экономика салаларын секторларға бөліп қарастыру әр сектор үлесінің тиімділігін бағалай отырып, даму стратегиясымен ресурстарды үлестіру туралы шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандар негізінде диссертациялық жұмыстың өзектілігі:

– Экономикалық модельдердегі басқару ретінде салаларды қаржыландыру мәселесі туындайтын болғандықтан, ресурстарды тиімді үлестіруді жоспарлау кезінде, белгілі бір уақыт аралығында экономикалық жүйені қалауымыздағы күйге жеткізу мақсатында, секторларды қаржыландырудың тиімді көлемін анықтау.

– Бөлінетін ресурстардың шектеулі екенін және экономикалық модельдің сызықты еместігін ескеріп, құрылатын математикалық модельдің күрделілігіне байланысты экономикалық жүйелерді қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді жоспарлауда еңбек және инвестициялық ресуртардың теңгерімді үлестірім тәсілдерін үнемі дамыту мен жаңа тәсілдерді іздеуөзекті болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты:

– Қарапайым дифференциалдық теңдеулермен және алгебралық теңдеулер жүйесімен сипатталған үш секторлы экономикалық моделі үшін ақпараттық жүйе параметрлерін зерттеу.

– Қарапайым дифференциалдық теңдеулермен және алгебралық теңдеулер жүйесімен сипатталған үш секторлы экономикалық моделі үшін синтездеуші басқаруды тұрғызу алгоритмін құру

Зерттеу жұмысының есептері: диссертациялық жұмыста қойылған мақсатқа жету үшін келесі есептер қарастырылады

1. Еліміздің экономика салаларына бөлінетін негізгі өнім қорын, осы салалар бойынша шығарылған өнім көлемін және жұмысқа қамтылғандар санын ескеріп мәліметтер қорын құру;

2. Экономика салаларын басқарудың ақпараттық жүйесі үшін шектелген ресурстарды үлестірудің модулін өңдеу;

3. Сызықты емес экономикалық жүйелерді қысқа және ұзақ мерзімді жоспарлау үшін шектелген еңбек және инвестициялық ресурстарды үлестіруді басқару есептерінің сандық шешімін өңдеу;

4. Экономикалық жүйелердегі инвестициялық және еңбек ресурстарына қойылған шектеулерді ескеріп ресурстарды үлестіруді жоспарлау алгоритмін программалық түрде жүзеге асыру.

Зерттеу нысаны: Дифференциалды және сызықты емес алгебралық теңдеулер жүйесімен берілген үшсекторлы экономикалық жүйелердің математикалық моделі болып табылады.

Зерттеу пәні: Үшсекторлы экономикалық модель үшін теңдестірілген экономикалық өсімді қамтамасыз ететін еңбек және инвестициялық ресурстарын анықтау болып табылады.

Зерттеу әдісі: Кротов кеңейтілім әдісі, Лагранж көбейткіштер әдісі, тізбектей жуықтау әдісі, SDRE техникасы, бағдарламалау тілдері.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы.

- Үш секторлы экономикалық жүйені **ұзақ мерзімді жоспарлау** кезінде баланстық қатынастардың инвестициялық және еңбек ресурстарын тиімді үлестіруді қамтамасыз ететін арнайы $\lambda_1(t), \lambda_2(t)$ функцияларының болуымен ерекшеленетін SDRE тәсіліне негізделген сызықтық емес жүйелер (SDC) үшін шексіз интервалда сызықтық емес кері байланыс реттеуішін синтездеу алгоритмі құрылды.
- Үш секторлы экономикалық жүйені **қысқа мерзімді жоспарлау** кезінде инвестициялық және еңбек ресурстарының теңдестірілген үлестірімін қамтамасыз ететін арнайы $\lambda_1(t), \lambda_2(t), W(t), q(y,t)$ функцияларының болуымен ерекшеленетін SDRE тәсіліне негізделген сызықтық емес жүйелер (SDC) үшін ақырлы интервалда сызықтық емес кері байланыс реттеуішін синтездеу алгоритмі құрылды.

<u>Қорғауға шығарылатын негізгі жағдайлар.</u>

–Баланстық қатынас орындалғандағы инвестициялық және еңбек ресурстарын үлестірудің экономикалық моделі зерттеліп, экономикалық жүйелер үшін басқару есебін шешу алгоритмін жүзеге асыратын ақпараттық жүйенің модулі құру;

–Ақпараттық жүйе модулін объектінің сызықты емес үшсекторлы экономикалық моделі үшін қысқа және ұзақ мерзімді жоспарлау барысында қолдану;

–Ресурстарды үлестіруді жоспарлауға арналған сызықты емес динамикалық жүйелер үшін траектория күйінен тәуелді болатын синтез басқаруын құру;

–Алынған нәтижелер еліміздің экономикасының теңгерімді өсімін қамтамасыз ететін экономика салаларын секторлар бойынша бөліп қарастыруда және осы секторларға инвестициялық және еңбек ресурстарын тиімді үлестіруді жоспарлауда қолдану.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы. Теңгерімді салыстырмалы баланстық қатынастармен берілген үш секторлы экономикалық жүйенің математикалық моделіне арналған арнайы түрдегі Лагранж көбейткіштер әдісін қолдану, секторлы экономиканы жоспарлауға мүмкіндік береді.

<u>Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.</u> Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және

3қосымшадан тұрады. 116 беттік машинамен жазылған мәтінді құрайды, оның ішіне 6 кесте, 22 сурет кіреді.

Кіріспеде диссертациялық жұмыс тақырыбының өзектілігі көрсетіліп, ғылыми зерттеу жұмысының мақсаты, зерттеу жұмысының есептері, зерттеу нысаны, зерттеу пәні, зерттеу әдісі, ғылыми жаңалығы, қорғауға шығарылатын негізгі жағдайлар тұжырымдалған. Сонымен қатар зерттеу барысында жарық көрген мақалалар тізімі берілген.

Бірінші бөлімде сызықты емес экономикалық жүйелер түсінігі, үшсекторлы экономикалық жүйелерді басқару есебін зерттеу жұмыстарына, секторлы экономикалық жүйелерді зерттеген ғалымдардың жұмыстарына шолу жасалады. Сонымен бірге экономикалық жүйелерді басқару есебінің математикалық қойылымыберіледі.

Екінші бөлімдедифференциалды теңдеулер жүйесі арқылы берілген сызықты емес экономикалық жүйелерге жаңа белгілеулер енгізу арқылы осы жүйенің математикалық қойылымы беріледі, коэффициенттері басқару объектісінен тәуелді болатын сызықты емес эконмикалық жүйелерді ұзақ және қысқа мерзімді жоспарлауды синтез басқару есебі қарастырылған. Траектория шектері әртүрлі шектеулермен берілген сызықты емес жүйелерді басқару есептерінің аналитикалық шешімі анықталып, оларды шешу алгоритмдері құрылады.

Үшінші бөлімде басқарудың ақпараттық жүйесі түсінігі, олардың пайда болу тарихына қысқаша шолу жүргізіледі. Үш секторлы экономикалық жүйелерді басқару есебін шешу алгоритмі келтіріледі. Экономикалық жүйе көрсеткіштері мен параметрлері анықталады. ҚР статистика және жоспарлау агентінің мәліметтер қорының ашық деректер көзіндегі статистикалық мәліметтерді пайдаланып үш секторлы экономикалық модельді басқару есебінің сандық параметрлері анықталады.

Төртінші бөлімде екінші бөлімінде қарастырылған экономикалық жүйелердің бір класына арналған мүмкін болатын басқару есебінің шешімін анықтау алгоритмдері бойынша эксперименттік есептеу жұмыстары жүргізіліп, жүйе қозғалысының траекториясы мен мүмкін болатын басқару графиктері, қормен жабдықтандыру динамикасының өсім графигі, еңбек және инвестициялық ресурстарды тиімді үлестіру графиктері тұрғызылады. Алгоритмді жүзеге асыруға қажетті сандық параметр үшін үшінші бөлімде анықталған параметрлер алынады.

Қорытынды бөлімінде диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері мен тұжырымдары көрсетілген.

Зерттеушінің жеке үлесі. Қорғауға шығарылған негізгі нәтижелерді, сондай - ақ оларды зерттеу әдістерін, сандық есептеу алгоритмдерін және есептеу эксперименттерін жүргізу нәтижелерін, кестелер мен графиктерді, еліміздің экономика саласындағы статистикалық мәліметтер негізінде, экономика салаларына инвестициялық және еңбек ресурстарын үлестіру алгоритмін ізденуші өз бетінше алды. Динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқару есептерінің қойылымын және оларды шешу әдістерін ғылыми жетекшілері З.Н. Мурзабеков ұсынған және шетелдік ғылыми кеңесшісі М.Г. Дмитриевпен келісілген.

Ғылыми жұмыс нәтижелерінің апробациясы: Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері келесідей ғылыми семинарларда талқыланып, халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды: IV Студенттер мен жас ғалымдардың «Фараби әлемі» атты халықаралық ғылыми конференциясы, 11-15 сәуір 2017ж, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ; «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» атты XLI Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, 3-4 сәуір 2017ж, 18 сәуір 2018ж, М.Тынышпаев атындағы ҚазККА; «Дифференциалды теңдеулер және динамикалық жүйелер» бойынша халықаралық конференция, 6 - 11 шілде 2018ж, Суздаль, РФ; III халықаралық «Информатика және қолданбалы математика» ғылыми конференциясы,

29 қыркүйек 2018ж, Алматы; «23-rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)» 09 -11 қазан 2019, Синая, Румыния; «Проблемы оптимизации сложных систем (OPCS21)» атты 17-ші халықаралық Азиялық мектеп-семинары, 13-17 қыркүйек 2021, Новосибирск, РФ. Диссертациялық жұмыс әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың «Ақпараттық жүйелер» кафедрасында, сонымен қатар «Ақпараттық технологиялар» факультетінің ғылыми семинарларында талқыланды.

Диссертациялық жұмыс бойынша алынған нәтижелер 18 баспа жұмыстарында жарияланды, оның ішінде:

Scopus индексі бар басылымдарда 4 мақала жарияланды:

1. Murzabekov, Z., Milosz, M., Tussupova, K., Mirzakhmedova, G.«Problems of Optimal Control for a Class of Linear and Nonlinear Systems of the Economic Model of a Cluster». *Vietnam Journal of Computer Science*, 2020, 7(2), p.109–127,https://doi.org/10.1142/S2196888820500062 (Scopus 2021: Q3, CiteScore-2.0; Percentile- 42%)

2. Murzabekov, Z.N., Mirzakhmedova, G.A. «Construction of Control with Constraints for Nonlinear Systems with Coefficients Depending on the Control Object State». *Journal of Mathematical Sciences (United States)*, 2020, 250(1), p. 76–82,https://doi.org/10.1007/s10958-020-04999-4 (Scopus 2021: Q3, CiteScore-0.6; Percentile- 13%)

3. Murzabekov, Z., Milosz, M., Tussupova, K., Mirzakhmedova, G. «Development of an algorithm for solving the problem of optimal control on a finite interval for a nonlinear system of a three-sector economic cluster». Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022, 1(3-115), p. 43–52,https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252866 (Scopus 2021: Q3, CiteScore-2.1; Percentile- 47%)

4. Dmitriev, M.G., Murzabekov, Z.N., Mirzakhmedova, G.A. «An Algorithm for Finding Feedback in a Problem with Constraints for One Class of Nonlinear Control Systems». Automatic control and computer sciences. 56(7), p. 623–633 (2022). https://doi.org/10.3103/S0146411622070033(Scopus 2022: Q3, CiteScore-1.7; pr- 29%)

ҚазақстанРеспубликасыҒылымжәнежоғарыбілімминистрлігініңҒылымжәнежоғарыбілімсаласындағысапанықамтамасызетукомитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала жарияланды:

1. Мирзахмедова Г.А., «Сызықты емес динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқару есептерін зерттеу». *ҚазҰТЗУ хабаршысы*, №3(121), 2017, 529-534 б.

2. Мирзахмедова Г.А., «Экономикалық кластерлерді басқару» *ҚазҰТЗУ хабаршысы* №3(127), 2018, 460-465 б.,

3. Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А. «Экономикалық кластер моделінің сызықты емес жүйесін оңтайлы тұрақтандыру есебі». *ҚазҰТЗУ хабаршысы*, №1(131), 2019, с.152-158.

4. Murzabekov Z.N., Mirzakhmedova G.A. «Stabilization of one nonliner system with coefficients depending on the condition of the control object», Journal of Mathematics, Mechanics and Computer science №1(101), 2019, p. 76-86, https://doi.org/10.26577/JMMCS-2019-1-588

Шетелдік ғылыми басылымдарда 3 мақала жарияланды:

1. Дмитриев М.Г., Мурзабеков З.Н., Макаров Д.А., Мирзахмедова Г.А. «Стабилизация в макроэкономической формально линейной системе управления в зависящими от коэффициентами».*Информационные технологии и вычислительные системы*, №2, 2019, с. 3-13.https://doi.org/10.14357/20718632190201

2. Дмитриев М.Г., Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А., «Алгоритм нахождения обратной связи в задаче с ограничениями для одного класса нелинейных управляемых систем». *Моделирование и анализ информационных систем*, т.28, №3, 2021, с. 220-233, https://doi.org/10.18255/1818-1015-2021-3-20-233

3. Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А., «Построение ограниченного управления для одного класса нелинейных систем с коэффициентами, зависящими от состояния объекта управления». *Проблемы математического анализа*, изд.: Новосибирск «Тамара Рожковская», 104, 2020г., с. 69-74.

Scopus индексі бар Халықаралық-ғылыми конференцияларда 2 мақала жарияланды:

1. Dmitriev, M., Murzabekov, Z., Makarov, D. «Mirzakhmedova, G., SDRE based stabilization of the affine control system with the stationary linear part». *23rd International Conference on System Theory, Control and Computing*, ICSTCC 2019 - Proceedings 2019, p. 739–743, Sinaia, Romania, **https://doi.org/**10.1109/ICSTCC.2019.8885437 (Scopus, Proceedings)

2. Dmitriev, M., Murzabekov, Z., Mirzakhmedova, G., «Stabilizing Regulator in One Class of Continuous System with Control Constraints». *17th International Asian School-Seminar "Optimization Problems of Complex Systems"*, OPCS 2021- Proceedings, 2021 p. 23–27. https://doi.org/10.1109/OPCS53376.2021.9588763 (Scopus, Proceedings)

Халықаралық ғылыми конференцияларда 5 мақалар жарияланды.

1. Мирзахмедова Г.А. «Динамикалық жүйелерге арналған тиімді басқарудың сызықты квадраттық есебі». *«Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» атты XLI Халықаралық ғылыми - практикалық конференция*. 3-4 сәуір 2017 ж. т1, Алматы, 512-514 б.

2. Мирзахмедова Г.А., «Задачи оптимального управление для нелинейных динамических систем». *IV Международная научная конференция студентов и молодых ученых "ФАРАБИ ӘЛЕМІ"*. 11.04.2017-15.04.2017 г. Алматы: Қазақ университеті, 2017 с. 203-203

3. Мирзахмедова Г.А. «Экономикалық модельдің тиімді стационарлы күйін іздеу есебін шешу». *XLII Халықаралық ғылыми - практикалық конференция*. 18 сәуір 2018ж. т2, Алматы, 343-346 б.

4. Мурзабеков З. Н., Айпанов Ш.А., Мирзахмедова Г.А. «Конструирование ограниченного управления для одного класса нелинейных систем с коэффициентами, зависящими от состояния объекта управления». *Международная конференция по дифференциальным уравнениям и динамическим системам*. Тезисы докладов, Суздаль, Россия, 6-11 июля 2018г., с.149-150.

5. Мурзабеков З.Н., Мирзахмедова Г.А. «Оптимальная стабилизация одной нелинейной системы экономической модели кластера». *III-Международная конференция «Информатика и прикладная математика»*, 26-29 сентября 2018г., Алматы, с. 154-163.