

**И. Арабаева атындагы Кыргыз мамлекеттик университети жана
И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети**

Д 05.23.689 диссертациялык кеңеш

Кол жазма укугунда
УДК 51-77

Чороев Калыбек

**Экономикалык системалардагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү анализдөөнүн
жана болжолдоонун математикалык моделдери жана ыкмалары (Кыргыз
Республикасынын мисалында)**

05.13.16-эсептөө техникасын, математикалык моделдештирүүнү жана
математикалык методдорду илимий изилдөөлөрдө колдонуу (илимдин
тармактары боюнча)

Физика - математикалык илимдеринин доктору окмуштуулук даражасын
изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын

АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек – 2024

Диссертациялык иш И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин колдонмо информатика кафедрасында аткарылды.

Илимий кеңешчи: **Бийбосунов Болотбек Ильясович** - техника илимдеринин доктору, физика-математика илимдеринин доктору, профессор, И. Арабаев атындагы КМУ «Колдонмо информатика» кафедрасынын башчысы.

Расмий оппоненттер

Биринчи расмий **Скляр Сергей Николаевич** - физика-математика оппонент илиминин доктору, улук илимий кызматкер, Борбордук Азиядагы Америкалык Университеттин колдонмо математика жана информатика программасынын (кафедра) жетекчиси

Экинчи расмий **Искандаров Самандар** физика-математика илиминин оппонент доктору, профессор, КР УИА математика институтунун Интегро – дифференциалдык теория лабораториясынын башчысы

Үчүнчү расмий **Сатыбаев Абдуганы Джунусович** – физика-математика оппонент илиминин доктору, профессор, ОшТУ «Информациялык технологиялар жана башкаруу» кафедрасынын башчысы

Жетектөөчү мекеме: **Ж. Баласагын** атындагы Кыргыз Мамлекеттик Университетинин Математика жана информатика факультетинин «Колдонмо математика жана информатика» кафедрасы

Диссертацияны коргоо 2024-жылдын 5-апрелинде саат 15:00 дө техника илимдеринин доктору (кандидаты) илимий даражаларын изденип алуу боюнча И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин жана И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин Д 05.23.689 диссертациялык кеңешинин отурумунда 770026, Бишкек шаары, Раззаков көч. 51-А, И.Арабаев атындагы КМУнун конференц-залы дареги боюнча өтөт.

Диссертацияны коргоо видеоконференциясына кирүү үчүн шилтеме:

<https://vc.vak.kg/b/d05-xy8-8iw-xsw>

Диссертациялык иш менен И.Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин (720026, Бишкек ш., Раззаков көчөсү 51-А) жана И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университеттин (720044, Бишкек ш., Ч. Айтматов проспекти-66) китепканаларынан жана КР УИАнын сайтында (https://stepen.vak.kg/d_05_23_689/choroev-kalybek-choroevich/) таанышууга болот.

Автореферат 2024-жылдын 26 апрелинде жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин окумуштуу катчысы

ф-м. и. к., доценттин м.а.

Асанбекова Н.О.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Кыргыз Республикасын социалдык – экономикалык турактуу өнүгүүсү, экономикада жана анын тармактык жана региондук түзүмүндө прогрессивдүү өзгөрүүлөрдү жүргүзүүнү иштерди талап кылат. Экономикалык өсүштүн сапатынын маанилүү көрсөткүчү болуп анын түзүмү эсептелет, ал бүтүндөй улуттук экономиканын өнүгүү деңгээлин, анын эмгекти эл аралык экономикалык бөлүштүрүү системасындагы ордун (ЕАЭБ шарттарында) чагылдырат. Изилдөөдө экономикалык-математикалык инструменттерди колдонуу үчүн КР экономикасынын түзүлүшүн социалдык-экономикалык система катары кароого болот. Социалдык-экономикалык система (СЭС) жалпы кабыл алынган мааниде өндүрүш жана керектөө, алмашуу жана бөлүштүрүү чөйрөсүндө өз ара аракеттенген жана бирдиктүү бүтүндүктү (социалдык-экономикалык түзүмдү) түзгөн ресурстардын жана экономикалык субъекттердин жыйындысы катары түшүнүүгө болот.

Өткөөл экономикадагы КР социалдык-экономикалык системасы (СЭС) элементтердин жана алар менен курчап турган чөйрөнүн өз ара байланыштарынын көптүгү менен мүнөздөлүүдө. Ошондой эле ал системанын параметрлерине ар кандай баа берүүлөрдүн аныкталбагандыгы, сандык жана сапаттык баа берүүлөрдүн так эместиги, айрым элементтердин өнүгүүсүнүн ар кандай деңгээлдери жана бирдей эместиги жана алардын иштеши жөнүндө толук жана анык маалыматтар, жүрүп жаткан процесстердин сызыктуу эместиги ж. б. менен мүнөздөлөт.

Бул иште тармактык комплекстер менен секторлордун ортосундагы түзүмдүк – функциялык байланыштарды, ар кандай түрдөгү дисбаланстардын топтолушунун жана алардын компенсациясынын типтерин талдоо аркылуу заманбап ата мекендик экономикага бирдиктүү көз карашты иштеп чыгуу аракети көрүлүүдө.

Бул көйгөйлөр жана өлкөнүн экономикасынын түзүмдүк өзгөрүүлөрдү башкаруу жаатындагы бул изилдөөнүн актуалдуулугун аныктады. Ошентип, изилдөө темасынын актуалдуулугу экономикада пайда болгон түзүмдүк пропорцияларды эске алуу менен экономикалык процесстерге фактор катары түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоо зарылдыгы менен аныкталат.

Көйгөйдүн изилденишинин абалы. Улуттук экономиканын макроэкономикалык деңгээлинин түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн азыркы этабында көптөгөн окумуштуулар экономисттер жана математиктер изилдөө объектиси болуп саналат. Түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн маселелерин жана алардын экономикалык өсүшкө тийгизген таасирин изилдөө чет өлкөлүк жана ата мекендик окумуштуулардын көптөгөн иштери арналат. Алыскы чет өлкөлөрдө

экономикадагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн көйгөйүн К.Кларк, С. Кузнец, В. Леонтьев, Э. Денисон, Г. Минасян, А. Картер жана башкалар иликтешкен. Россияда, экономиканын түзүмдүк өзгөрүүлөргө илимий изилдөө А.И. Анчишкин, Ю.В.Яременко, С.Сутягин, А.А. Нечаев, С. С. Емельянов, Л.С. Казинец, Г.Е. Эдельгауз, В. С. Коссов, М. А. Бутина, С. Н. Журавлева, В. А. Бессонов, О. С. Сухарев, Н. В. Суворов, О.В. Спасская жана башкалардын аттары менен байланышкан.. Ата мекендик окумуштуулар Т.К. Койчуев, А. С. Исманов, С.А. Турсунова, Б. С. Жаманкулов жана башкалар изилдөөлөрдө түзүмдүк өзгөрүүлөрдү изилдөөдө экономикалык ыкмаларын колдонушкан.

Докторлук диссертациянын темасынын артыкчылыктуу илимий багыттар жана мамлекеттик илимий программалар менен байланышы.

Диссертациялык иш И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин "Колдонмо информатика" кафедрасынын илимий - изилдөө иштеринин планына ылайык аткарылды.

Изилдөөнүн максаттары. Негизги максаттары болуп төмөнкүлөр саналат:

- өткөөл мезгилде улуттук экономиканын макроэкономикалык процесстеринин түзүмдүк өзгөрүүлөрүн баалоо, талдоо жана моделдөө методологиясын түзүү, экономиканы өнүктүрүү маселелерин чечүүгө арналган;
- түзүмдүк өзгөрүүлөрдү жана экономикалык өсүш процесстерин баяндаган математикалык инструментарийлерди иштеп чыгуу;
- улуттук экономиканын макроэкономикалык процесстерин ишке ашыруунун белгиленген тармактык түзүмүнө алып келүүнүн алгоритмдерин иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн маселелери.

1) математикалык моделдөө боюнча чет өлкөлүк жана ата мекендик тажрыйбаны изилдөө жана жалпылоо жана түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн экономиканы өнүктүрүү процесстерине тийгизген таасирин системалуу изилдөө;

2) алмаштыруунун туруктуу ийкемдүүлүгүнүн өндүрүштүк функцияларынын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөр менен экономикалык өсүштүн ортосундагы байланыштын математикалык моделдерин иштеп чыгуунун методологиялык негиздерин түзүү;

3) түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана макроэкономикалык өсүштүн параметрлеринин негизги себеп-натыйжа байланыштарын аныктоо жана математикалык моделдөө;

4) экономикалык өсүштүн темпинин жана түзүмүнүн ортосундагы себеп-натыйжа байланышын моделдөө жана анын негизинде экономика секторунун технологиялык түзүмүн башкаруунун алгоритмин түзүү жагынан жаңы ыкмаларды жана методологиялык ыкмаларды негиздөө;

5) экономиканы өнүктүрүү процесстерине түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоо жана экономиканын түзүмдүк жана функционалдык

мүнөздөмөлөрүнүн ортосундагы реалдуу байланыштын жакындыгын аныктоо үчүн индикаторлорду иштеп чыгуу, ата мекендик экономикадагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн багытын жана мүнөзүн изилдөө; 1993-2021.

6) Кыргыз Республикасынын статистикалык маалыматтарынын негизинде диссертациялык изилдөөдө иштелип чыккан түзүмдүк өзгөрүүлөргө баа берүү үчүн математикалык моделдерди адаптациялоону жана текшерүүнү жүргүзүү;

7) экономикалык системалардын түзүмүнүн сапаттык параметрлерин негиздөө жана аларды оптималдуу өнүктүрүүнүн шарттарын аныктоо, ошондой эле макроэкономикалык системалардын түзүмдүк тең салмактуулугуна жетишүү боюнча практикалык сунуштарды берүү.

Диссертациялык иштин илимий жаңылыгы төмөнкүлөрдөн турат:

- экономиканын өнүгүү процесстери боюнча түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн өз ара аракеттенүүсүн математикалык моделдөөнүн чет өлкөлүк жана ата мекендик тажрыйбалары изилденген жана жалпыланган;

- алмаштыруунун туруктуу ийкемдүүлүгүнүн өндүрүштүк функцияларынын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөр менен экономикалык өсүштүн ортосундагы байланыштын математикалык моделдерин иштеп чыгуу үчүн методологиялык негиз түзүлдү;

- түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана макроэкономикалык өсүштүн параметрлеринин ортосундагы негизги себеп-натыйжа байланыштарынын математикалык моделдери аныкталган жана түзүлгөн;

- экономикалык өсүштүн темпинин жана түзүмүнүн ортосундагы себеп-натыйжа байланышын моделдөөнүн жаңы ыкмалары жана методологиялык ыкмалары негизделген жана анын негизинде экономика секторунун технологиялык түзүмүн башкаруунун алгоритми түзүлгөн;

- экономиканы өнүктүрүү процесстерине түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоо үчүн көрсөткүчтөр иштелип чыкты жана экономиканын түзүмдүк жана функционалдык мүнөздөмөлөрүнүн ортосундагы реалдуу байланыштын жакындыгы аныкталды, 1993-2021жылдары ата-мекендик экономикадагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн багыттары жана мүнөзү изилденген;

- Кыргыз Республикасынын статистикалык маалыматтарынын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөргө баа берүү үчүн иштелип чыккан математикалык моделдерди адаптациялоо жана текшерүү жүргүзүлдү;

- экономикалык системалардын түзүмүнүн сапаттык параметрлери негизделди жана аларды оптималдуу өнүктүрүүнүн шарттары аныкталды, макроэкономикалык системалардын түзүмдүк тең салмактуулугуна жетишүү боюнча практикалык сунуштар берилди.

Практикалык мааниси жана изилдөө жыйынтыктарын ишке ашыруу. Изилдөөнүн жүрүшүндө алынган теориялык, методологиялык жана методикалык натыйжалар макроэкономикалык пландоо жана божомолдоо

методологиясын иштеп чыгууда жана өркүндөтүүдө, экономикалык өнүгүүнүн республикалык жана региондук программаларын түзүүдө колдонулушу мүмкүн.

Түзүмдүк өзгөрүүлөрүн моделдөө методологиясынын сунуш кылынган ыкмаларын ишке ашыруу тармактык жана технологиялык деңгээлдердеги түзүмдөрдүн тең салмактуулугун сапаттуу жакшыртууга, түзүмдүк өзгөрүүлөр менен экономикалык өсүштүн процессинин ортосундагы практикалык өз ара байланышты камсыз кылууга көмөк көрсөтүшү керек.

Диссертациялык изилдөөнүн материалдары жогорку окуу жайлардын окуу процессинде макроэкономикалык моделдөө маселелерин караган дисциплиналар боюнча колдонмолорду, лекциялык жана практикалык курстарды даярдоодо колдонулушу мүмкүн.

Диссертациянын коргоого чыгарылган негизги жоболору:

– экономикалык системалардын иштөөсүнүн натыйжалык көрсөткүчтөрүнүн динамикасын изилдөөлөрдүн бирдиктүү логикалык өз ара байланышын камсыз кылуу боюнча системалуулугу менен айырмаланган экономикалык системаларды түзүмдүк өзгөртүүлөрдүн математикалык моделдерин жана методдорун иштеп чыгуунун негизин түзүү;

– моделдерди иштеп чыгууда экономикалык система түзүмдүк-функционалдык система катары каралат жана бул түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн, ошондой эле экономикалык өсүштүн динамикалык математикалык моделдерин куруунун толук мүмкүндүгүн түздү, анын алкагында экономикалык өнүгүү баарынан мурда белгилүү бир түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн ырааттуулугу катары каралат;

– экономикалык системанын өнүгүүсүнүн таасир берген түзүмдүк өзгөрүүлөрдү "фактор-таасири" жана "фактор-натыйжасы" катары каралган жагдайларда изилдөөлөрдүн системалуу мүнөзүн камсыз кылууга мүмкүндүк берүүчү экономикалык системалардын математикалык моделдөөнүн методологиясын негиздөө;

– сызыктуу эмес, тең салмаксыз жана детерминисттик эмес элементтер катары макроэкономикалык системалардын болушунан улам сызыктуу эмес динамикалык системалар теориясына негизделген бул системаларды изилдөөгө концептуалдык мамиле иштелип чыккан. Сызыктуу эмес динамикалык системалардын моделдери макроэкономикалык деңгээлдеги түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн өзгөчөлүктөрүн эң так чагылдырары белгилүү;

- пропорционалдуулук коэффициентинин негизинде бааланган тармактык түзүмдүн сапаттык параметрлери өнүгүүнүн экономикалык жана технологиялык факторлорунун өз ара шайкештик мүнөзүн гана чагылдырбастан, натыйжада пайда болгон жана түзүмдүк факторлордун динамикасын мүнөздөөчү өз алдынча экономикалык индикаторлор болуп саналарын аныктоо жана

далилдөө;

– макроэкономикалык деңгээлде түзүмдүк тең салмактуулукка жетишүү максатында түзүмдүк өзгөрүүлөрдү изилдөөгө мүмкүндүк берүүчү, түзүмдүк жылыштардын багытын жана натыйжалуулугун баалоого, ошондой эле тармактардын түзүмдүк өзгөрүүлөрүнүн конкреттүү сандык параметрлерин алууга мүмкүндүк берүүчү математикалык моделдердин системасын түзүү ;

– экономиканын түзүмдүк жана функционалдык мүнөздөмөлөрүнүн ортосундагы тыгыз реалдуу өз ара байланышты аныктоого мүмкүндүк бере турган, Кыргыз Республикасынын статистикалык маалыматтарынын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөрдү баалоонун диссертациялык изилдөөлөрдө иштелип чыккан математикалык моделдерин адаптациялоо жана верификациялоо, ошондой эле макроэкономикалык системалардын түзүмдүк тең салмактуулугуна жетишүү боюнча практикалык сунуштарды берүү.

Изилдөөнүн **объектиси** катары улуттук экономика, анын тармактары жана негизги секторлору каралат. Изилдөөнүн **предмети** макроэкономикалык системалардын түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн математикалык ыкмаларын жана моделдерин иштеп чыгуу, механизмдер жана түзүмдүк өзгөрүүлөргө баа берүү ыкмалары саналат.

Изилдөөнүн теориялык жана методологиялык негиздери. Макроэкономикалык системалардын түзүмдүк өзгөрүүлөрүнүн динамикасын анализдөө үчүн математикалык ыкмаларды жана инструменттерди иштеп чыгууда жана колдонууда экономикалык өнүгүү теориясы жана динамикасы, экономикалык системалардын институтциалдык проблемалары, экономикалык процесстердин экономикалык-математикалык моделдештирүү теориясы, ыктымалдуулуктар теориясы жана математикалык статистика боюнча эмгектер пайдаланылды.

Иштин негизине классификациялык жана түзүмдүк талдоо, анализдин жыйынтыктарынын синтези, логикалык жана тарыхый методдордун айкалышы, себептик-натыйжалык байланыштарды аныктоо сыяктуу изилдөөнүн жалпы илимий методдорун пайдалануу менен системалуу мамиленин принциптери коюлган. Түзүмдүн динамикасын баалоодо ар кандай математикалык жана статистикалык методдор жана экономикалык-математикалык моделдер колдонулган.

Изилдөөнүн маалыматтык базасы катары мамлекеттик башкаруу органдарынын, илим-изилдөө институттарынын маалымдоо жана методикалык материалдары, КР Улуттук статистика комитетинин (УСК) статистикалык маалыматтары, мыйзамдык жана ченемдик актылар, КР УСК статистика боюнча методикалык колдонмолор, экономикалык Эмгек жана өнүгүү уюмунун (ЭКӨУ), Дүйнөлүк банктын, эл аралык валюта фондунун маалыматтар базасы, мезгилдүү басма сөз материалдары, Интернет-түйүндөрдүн ресурстары колдонулду.

Диссертанттын жеке салымы өз алдынча изилдөө иштерин жүргүзүүдө, илимий жыйынтыктарды алууда, аларды талдоодо жана изилдөөлөр алардын негизинде аткарылган тыянактарды түзүүдө турат. Иштин жалпы максатын баяндоо, милдеттерди коюу, изилдөөнүн жалпы методологиясы илимий кеңешчи профессор И. Бийбосуновго таандык.

Диссертациялык ишти апробациялоо.

Диссертациялык изилдөөнүн негизги жыйынтыктары төмөнкү конференцияларда жана семинарларда билдирилген жана талкууланган:

- Борбордук-Евразиялык изилдөөлөр коомунун (CESS) эл аралык конференциясында. Питтсбург университети (АКШ) Питтсбург. 2023;
- «Евразия экономикасы» эл аралык конференциясында, Измир, Түркия, 2023;
- «Евразия экономикасы» эл аралык конференциясында, Стамбул, Түркия 2021;
- Студенттердин жана жаш илимпоздордун "Инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер" Илимий баяндамаларынын эл аралык ЖОЖдор аралык илимий-практикалык конференциясына, Бишкек, 28-29-май 2020;
- «Евразия экономикасы» эл аралык конференциясында, Фамагуста, Кипр 2019;
- Борбордук-Евразиялык изилдөөлөр коомунун (CESS) эл аралык конференциясында. Вашингтон университети, Вашингтон (АКШ) 2019;
- «Евразия экономикасы» эл аралык конференциясында, Ташкент, Өзбекстан, 2018;
- "Татаал системаларды оптимизациялоо көйгөйлөрү" эл аралык Азия мектеп-семинарында, Бостери, Кыргызстан, 2016;
- И. Арабаев атындагы КМУнун эл аралык илимий-методикалык конференциясында, Бишкек. 20-21-май, 2016;
- "Татаал системдерди моделдөө" эл аралык конференциясынын докладына. Омск, Россия 2015;
- "Татаал системаларды оптимизациялоо көйгөйлөрү" эл аралык Азия мектеп-семинарында, Новосибирск, Россия, 2015;
- "Татаал системаларды оптимизациялоо проблемалары" эл аралык Азия мектеп-семинарында, Бостери, Кыргызстан, 2014.

Жыйынтыктарды жарыялоонун толуктугу. Диссертациялык иштин негизги мазмунун чагылдырган изилдөөлөрдүн жана жоболордун натыйжалары 28 илимий иште жарыяланган, алардын 22си - РИНЦ системдери индекстелген илимий журналдарда, алтысы - эл аралык илимий конференциялардын жыйнактарында, бири Scopus системасына кирген журналда жарыяланган.

Диссертациянын түзүмү. Диссертациялык иш кириш сөздөн, 5 бөлүмдөн,

корутундудан турат, иштин жалпы көлөмү 208 барактан турат, анда 23 сүрөт, 23 таблица жана колдонулган булактардын тизмесинин 112 аталышы камтылган.

Автор профессор Бийбосуновго биргелешкен илимий иши үчүн, ошондой эле И. Арабаев атындагы КМУнун “Прикладдык информатика” кафедрасынын мүчөлөрүнө диссертациянын үстүндө иштөөдөгү жана изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын талкуулоодогу баалуу кеңештери үчүн **терең ыраазычылыгын** билдирет.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Диссертациялык изилдөө маанилүү макроэкономикалык маселелерди чечүүгө – өнөр жай жана технологиялык деңгээлдерде түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн комплекстүү теориясынын жана моделдөөнүн методологиясынын негиздерин түзүүгө арналган.

Постсоветтик өлкөлөрдө, анын ичинде КРда рынок экономикасына өтүү алардын экономикалык түзүлүшүнө таасирин тийгизбей койгон жок. Узак убакыттын ичинде калыптанган экономикалык – чарбалык байланыштар тез арада бузулуп, экономикада бул өлкөлөр үчүн таптакыр жаңы тармактар пайда болду жана тездик менен өнүгүп жатты. Бул өзгөрүүлөрдүн бардыгы өлкөнүн экономикалык тутумундагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү изилдөө үчүн негиз болду. Кыргызстандын экономикасынын тармактык түзүмү көз карандысыз жылдар аралыгында абдан өзгөрдү. Кыргызстандын экономикасынын өнүгүшүн бир нече этапка бөлсө болот. Ар бир этапта максаттар жана экономиканын өсүшүнүн негизги факторлору да өзгөрдү. Экономикалык системанын жаңы түзүмдөрүн түзүүчү экономиканын өсүшүнүн катализаторлору катары тоо-кен, курулуш, соода жана кызмат көрсөтүү тармактары болгон. Бул жылдары совет мезгилиндеги ири өнөр жайлардын үлүшү кыйла төмөндөдү. Азыркы учурда улуттук экономиканын жана тышкы экономикалык сооданын рационалдуу эмес түзүмү калыптанды. Улуттук экономиканын түзүмү тоо – кен казып алуу тармагынын конъюктурасынан, ЕАЭС кирген өлкөлөрүндөгү экономикалык кырдаалдан, чет өлкөлөрдүн, өзгөчө Кытай Эл Республикасынан, чет элде жургөн мигранттардын акча которууларынан жана чет элдик кредиттердин көлөмүнөн өтө көз карандылыгы менен мүнөздөлөт. Өлкөнүн экономикалык системасы ири түзүмдүк өзгөрүүлөргө, сапаттуу жана оптималдуу балансталган өсүшкө жетишүүгө абдан муктаж. Бул үчүн өлкөдө бизнести игиликтүү жүргүзүү үчүн жагымдуу инвестициялык климатты түзүү зарыл. Республиканын ири инвестициялык мүмкүнчүлүктөрүнүн чектелгендигин эске алуу менен өлкөдө чакан жана орто бизнести өнүктүрүү үчүн жагымдуу институционалдык чөйрөнү түзүүгө басым жасоо зарыл.

Постсоветтик мейкиндикте экономиканын түзүмүн математикалык моделдештирүү проблемасы боюнча заманбап илимий изилдөөлөр жүргүзүлгөн. Объектиси улуттук экономика болгон илимий изилдөөлөр [2;8;10;16; 20;30;31],

ал эми экономиканын айрым тармактарын объект катары караган изилдөөлөр [17; 55;56], ошондой эле региондордун экономикасынын түзүмүн изилдөөлөр [50;68] эмгектерде жүргүзүлгөн. Түзүмдүк жылыштарды өлчөө үчүн колдонулган көрсөткүчтөрдүн эң толук баяндамасы [2;23;95] эмгектерде берилген. [50] иште түзүмдүк жылыштардын көрсөткүчтөрүн толуктоо аракети көрүлгөн. Ал толуктоолор системанын түзүмдүк өзгөрүүсүнүн акыркы натыйжасын гана баалоого багытталган, аны коштогон багыттарды жана жеке түзүмдүк факторлордун таасиринин күчүн баалоо менен жүргүзүлгөн.

Экономикалык системанын түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн сандык типологиясы [55] иштин автору тарабынан сунушталган. Түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн проблемаларын изилдөөнүн милдеттеринин бири катары, болуп жаткан өзгөрүүлөрдүн эффективдүүлүгү жөнүндө маселени коюлган. Бул суроого жооп берүүдөн мурда кайсы экономикалык түзүм эффективдүү деп эсептелерин тактап алуу зарыл. Экономиканын түзүмү эффективдүү деп классификациялоо үчүн төмөнкү шарттарды аткаруу керек: өндүрүш көлөмүнүн өсүшү, эмгек өндүрүмдүүлүгү, капиталдын өндүрүмдүүлүгү, материалдык сыйымдуулуктун төмөндөшү, ошондой эле өндүрүлгөн продукциянын коомдун керектөөлөрүнө ылайык келиши.

1. Экономикалык системалардагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн комплекстүү теориясынын иштелип чыккан негиздеринин алкагында түзүмдүк факторлордун динамикасын изилдөө менен экономикалык системалардын иштешинин натыйжаларынын көрсөткүчтөрүнүн ортосундагы бирдиктүү логикалык байланышты камсыз кылуучу математикалык моделдер сунушталат.

2. Түзүмдүк жана функционалдык өнүгүүнүн кош биримдигинин концепциясы изилденди жана сунушталды, бул түзүмдүк компонентти жана экономикалык системалардагы анын механизмдерин математикалык моделдөөнүн багыттарын олуттуу кеңейтүүгө мүмкүндүк берди. Түзүмдүк-функционалдык байланыш концепциясы түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана экономикалык өсүштүн динамикалык моделдерин куруу мүмкүнчүлүгүн түздү, анын алкагында экономикалык өнүгүү биринчи кезекте белгилүү түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн ырааттуулугу катары каралат.

3. Экономикалык системалардагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү математикалык моделдөөнүн методологиясы иштелип чыкты, ал түзүмдүк өзгөрүүлөр “фактор-таасир” жана “фактор-натыйжа” катары каралып жаткан кырдаалда экономикалык системанын өнүгүшүн изилдөөлөрдүн системалуулугун камсыз кылууга мүмкүндүк берет. Экономикалык системалар сызыктуу эмес, детерминисттик эмес жана тең салмактуу эмес түзүлүштөр катары каралат, алар бир калыпта эместик жана стохастикалык көрүнүштөр менен мүнөздөлөт.

4. Пропорционалдуулуктун коэффициенттин негизинде бааланган тармактык түзүмдүн сапаттык параметрлери экономикалык жана технологиялык

өнүгүү факторлорунун өз ара шайкештигинин мүнөзүн гана чагылдырбастан, ошондой эле өз алдынча экономикалык көрсөткүчтөр болуп санала тургандыгы аныкталган жана далилденген. Түзүмдүн сапаты менен ИДПнын өсүү темпинин ортосундагы байланышты баалоо маселеси регрессиялык-корреляциялык анализдин моделдеринин негизинде чечилет, б.а. корреляция жана детерминация коэффициенттерин аныктоо менен.

Бул көрсөткүчтөрдүн биринчиси кокустук чоңдуктардын биринин өзгөрүшү экинчисинин орточо көрсөткүчүнүн өзгөрүшүнө алып келген нача татаал эмес функционалдык мүнөзгө ээ болбогон кокус чоңдуктар ортосундагы статистикалык байланышты аныктайт. Экинчи көрсөткүч биринчи факторго жараша жыйынтык мүнөздөмөсүндөгү вариациянын үлүшүн чагылдырат.

5. Экономикалык адабияттарда иштелип чыккан матрицалык моделдерди текшерүү жана адаптациялоо киргизүү-чыгарма балансынын (ИБ) моделдеринин жана продукт матрицалык мультипликатор моделинин негизинде ата мекендик экономикадагы түзүмдүк өзгөрүүлөргө баа берүү үчүн жүргүзүлгөн.

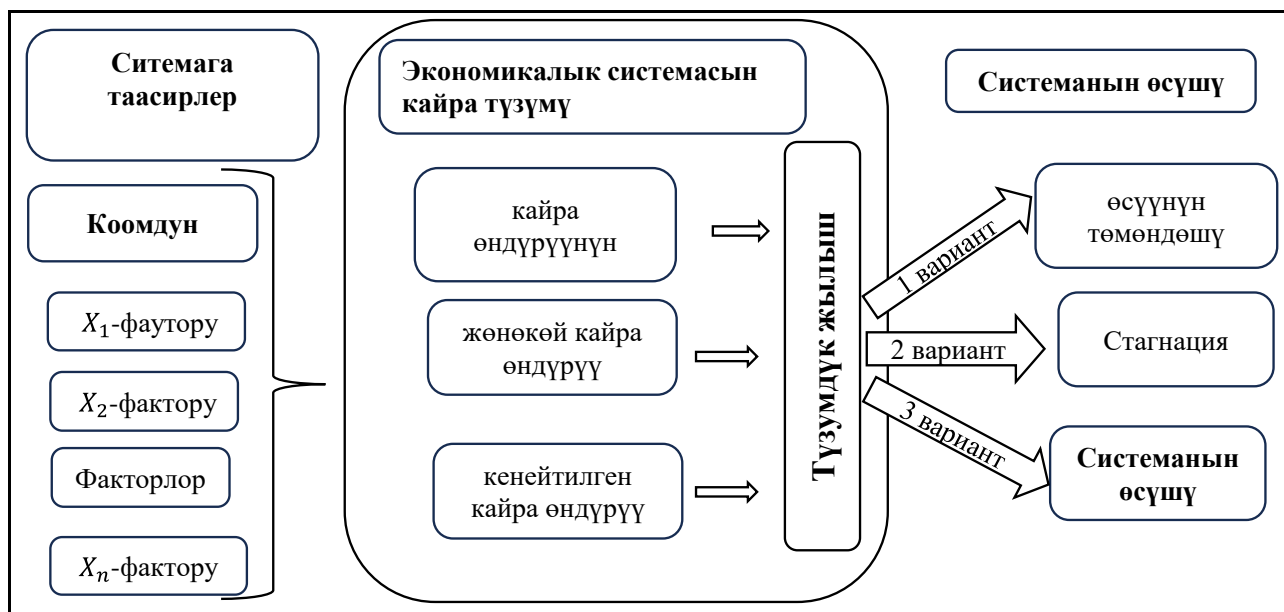
Экономикалык системалардын түзүмдүк жылышынын динамикалык мүнөзүн эске алуу менен түзүмдүк жылыш ар кандай типтеги жана багыттагы факторлордун сапаттык өзгөрүшүнөн пайда болгон динамикалык механизм болуп санала тургандыгын жана улуттук экономиканын экономикалык өсүшүнүн темптери жана сапаты кайра өндүрүш процесстерине топтоочу таасирин тийгизерин аныктоого болот.

Түзүмдүк жылыштын маңызын аныктоодо анын эффективдүү жана сапаттуу өзгөрүшүнө басым жасалат, анткени бул пункт эки бири-бири менен тыгыз байланышкан түшүнүктөрдү - "түзүмдүк жылмышуу" жана "түзүмдүк өзгөрүү" ортосунда айырмалоо үчүн абдан маанилүү. Биздин оюбузча, түзүмдүк өзгөрүүлөр менен экономикалык циклдердин ортосунда байланыш бар.

Экономикалык цикл - бул белгилүү бир сандагы түзүмдүк жылыштардын жыйындысы, бирок ошол эле учурда циклдик термелүүлөрдү моюнга албай коюуга болбойт, себеби түзүмдүк өзгөрүүлөргө да таасирин тийгизет. Ошентип, түзүмдүк жылыштардын кош мүнөзү ачылат – алар циклдик термелүүлөрдүн себеби да, натыйжасы да болуп саналат.

Кеңейтилген улуттук кайра өндүрүш экономикалык өсүштүн зарыл шарты болуп саналат, анткени өндүрүштү өстүрүүчү масштабда жаңыртпай туруп, улуттук байлыкты көбөйтүү өз алдынча мүмкүн эмес. Экономикалык мамилелердин татаалдыгын эске алуу менен, өз ара аракеттенүүнүн бир нече түрү бир убакта болушу мүмкүн болгон учурда “факторлор – экономикалык системанын структурасы” модели сунушталган (1.1-сүрөт).

Бул изилдөөнүн темасына байланыштуу негизги чоң блокторду бөлүп көрсөтүү менен өз ара мамилелердин жалпы табияты көрсөтүлдү: социалдык муктаждыктар (экономикалык өнүгүүнүн негизги кыймылдаткыч күчү катары),



1.1-сүрөт. “Факторлор – экономикалык системанын түзүмү” моделиндеги мамилелердин схемасы

түзүмдүк өзгөрүүлөргө таасир этүүчү факторлор, түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн өздөрү, кайра өндүрүштүн түрлөрү жана экономикалык өсүш, стагнация жана экономикалык рецессия. Ошентип, түзүмдүк өзгөртүүлөр ар кандай факторлордун таасирин кеңейтилген кайра өндүрүш процесстерине өткөрүп берүүчү, натыйжада экономикалык өсүштү калыптандыруучу динамикалык механизм болуп саналат. Экономикалык өсүү, экономикалык өнүгүүнүн мүнөзүн жана ошол эле учурда анын максатын мүнөздөгөн бир кыйла жалпы көрүнүш катары, анын болушун (багытын), сапатын жана деңгээлин аныктоочу бир нече көп багыттуу түзүмдүк жылыштардын жыйындысы болуп саналат.

Түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн маселелерин изилдөөнүн максаттарынын бири болуп жаткан өзгөрүүлөрдүн эффективдүүлүгү жөнүндө маселени коет. Бул суроого жооп берүүдөн мурда кайсы экономикалык структура эффективдүү деп эсептелерин тактап алуу зарыл. Экономиканын түзүмүнүн эффективдүү деп классификациялоо үчүн төмөнкү шарттарды аткаруу керек: өндүрүш көлөмүнүн өсүшү, эмгек өндүрүмдүүлүгү, капиталдын өндүрүмдүүлүгү, материалдык сыйымдуулуктун төмөндөшү, ошондой эле өндүрүлгөн продукциянын коомдун керектөөлөрүнө ылайык келиши.

Белгилүү болгондой, МОБду нарктык мааниде колдонууда экономиканын тармактарынын ортосундагы өз ара мамилелерди талдоо үчүн тике чыгымдар А матрицасы киргизилет, каралып жаткан тармактардын санына туура келген өлчөмгө ээ:

$$A = [a_{11} \ a_{12} \ \dots \ a_{1n} \ a_{21} \ \dots \ a_{22} \ \dots \ \dots \ a_{2n} \ \dots \ a_{n1} \ a_{n2} \ \dots \ a_{nn}]$$

же

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad (2.30)$$

мында n – каралып жаткан тармактардын саны жана матрицанын ар бир элементи a_{ij} – j тармактын өндүрүшүнүн бирдигин өндүрүү үчүн зарыл болгон i – өнөр жайынын продукциясынын керектөөсүн чагылдырат. Ар бир мындай түз чыгым коэффициенти катары табылат

$$a_{n1} = \frac{x_{ij}}{w_j}$$

мында x_{ij} – j тармакта керектелүүчү i – өнөр жай продукциясынын көлөмү, w_j – j өнөр жайынын дүң продукциясы.

Белгилүү бир убакыттын ичинде a_{ij} түз чыгымдардын коэффициенттери туруктуу жана иштеп жаткан өндүрүш технологиясына көз каранды болот деп болжолдоого болот жана бул материалдык чыгымдардын дүң продукцияга сызыктуу көз карандылыгын билдирет, б.а.

$$x_{ij} = a_{ij}X_j, \text{ где } (i, j = \underline{1, n}).$$

Матрицанын түз чыгым коэффициенттери кыйыр чыгымдарды эсепке албайт. Демек, башка тармактын бирдигинин продукциясы үчүн бир тармактан продукцияны өндүрүүгө кеткен жалпы чыгымдарды эсептөө үчүн түз жана кыйыр чыгымдарды кошуу керек, андан кийин жалпы чыгымдардын коэффициенттерин алабыз.

Ар бир тармактын дүң продукциясынын бардык тармактардын акыркы продукциясына көз карандылыгын билдирген теңдемени алабыз. (2.33) дан X табабыз.

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y \quad (2.35)$$

Эми баланстык мамиле төмөнкүчө жазылышы мүмкүн:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + Y_i = X_i \quad (i = \underline{1, n}) \quad (2.32)$$

мында Y_i – акыркы продукттун вектору.

(2.32) системаны матрицалык түрдө жазса болот:

$$X = AX + Y \quad (2.33)$$

Бир тармактын өндүрүшүнүн башка өндүрүшүнүн бирдигине болгон иш жүзүндөгү чыгымдарын эсептөө үчүн жалпы чыгымдардын коэффициенттерин алуу менен түз жана кыйыр чыгымдарды кошуу керек.

Матрицанын түз чыгым коэффициенттери кыйыр чыгымдарды эсепке албайт. Демек, башка тармактын бирдигинин продукциясы үчүн бир тармактан продукцияны өндүрүүгө кеткен жалпы чыгымдарды эсептөө үчүн түз жана кыйыр чыгымдарды кошуу керек, андан кийин жалпы чыгымдардын коэффициенттерин алабыз.

Ар бир тармактын дүң продукциясынын бардык тармактардын акыркы продукциясына көз карандылыгын билдирген теңдемени алабыз. (2.33) дан X табабыз.

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y \quad (2.35)$$

$(E - A)$ матрица бузулбаган жана Леонтьев матрицасы деп аталат. Эгерде матрица $(E - A)$ сингулярдуу эмес болсо, б.а. $|E - A| \neq 0$, анда матрицалык ыкманын формуласы боюнча $X = C^{-1} \cdot D$

$(E - A)^{-1} = D^{-1}$ жана анын элементтерин d_{ij} деп белгилейли, анда

$$D^{-1} = (E - A)^{-1}.$$

D^{-1} матрицасы жалпы чыгым коэффициенттеринин матрицасы деп аталат. d_{ij} ($i, j = 1, n$) элементтери жалпы материалдык чыгымдардын коэффициенттери деп аталат. Алар тармактан i продукциянын бирдигине j тармактан продукция чыгарууга тике жана кыйыр чыгымдарды камтыйт.

Эгерде тике чыгашалар тигил же бул продукцияны өндүрүүдө түздөн-түз колдонулган өндүрүш каражаттарынын көлөмүн чагылдырса, кыйыр чыгымдар өндүрүштүн мурунку этаптарына тиешелүү болуп, продукцияга тикелей эмес, башка өндүрүш каражаттары аркылуу кирет.

Толук чыгаша коэффициенттерди кийинки отчеттук мезгилге пландаштырууда жана болжолдоодо да колдонулушу мүмкүн.

Тармактардын дүң продукциясына технологиялык жылыштын таасирин талдоодо тармак аралык баланстын (ТАБ) негизинде алынган төмөнкүдөй туюнтма колдонулат:

$$\Delta X = ((E - A)_i^{-1} \cdot Y_i - (E - A)_0^{-1}) \cdot Y_i \quad (2.37)$$

мында $(E - A)_i^{-1} - i$ – периоддун жалпы чыгымдарынын матрицасы, $Y_i - i$ – периоддун акыркы продуктунун вектору.

Тармактардын дүң продукциясынын динамикасынын таасири астында акыркы продукциянын тармактык структурасынын өзгөрүшү төмөнкүдөй туюнтманы колдонушат:

$$\Delta X = ((E - A)_i^{-1} \cdot Y_i - (E - A)_0^{-1}) \cdot Y_0 \quad (2.38)$$

Тармак аралык балансынын ыкмасы универсалдуу мүнөзгө ээ болгондуктан, аны колдонуу бир катар кемчиликтерге ээ.

Анын үстүнө иш жүзүндө көбүнчө экономикалык өнүгүүнүн бир программасынан экинчисине өтүү процесстерин талдоо зарыл. Мына ошондуктан динамикалык баланстар колдонулат.

Динамикалык тармактар аралык баланстар статикалык баланстардан айырмаланып турат, аларды курууда автор өткөөл мезгил катары белгилүү бир мезгилдеги коомдук өндүрүштүн өзгөчөлүгүнө кайрылат. Ошентип, биз экономиканын бир эле учурда пайда болгон абалына эмес, тескерисинче, бир абалдан экинчисине өткөн өтүү процесстерине же процесстерине карап жатабыз. Мына ушулардын бардыгы чарбалык системаны енукуруунун мыкты жолдорун издееге көмөк керсетет.

Динамикалык моделдер адатта сызыктуу дифференциалдык, айырмачылык же кадимки алгебралык теңдемелердин системалары аркылуу сүрөттөлөт.

Динамикалык улуттук экономика моделдеринде колдонулган улуттук киреше экиден кем эмес бөлүккө бөлүнөт: өндүрүштүк топтоо фонду жана керектөө фонду:

$$N_d(t) = F_s(t) + F_c(t) \quad (2.40)$$

мында $F_s(t)$ – өндүрүштүк топтоо фонду, $F_c(t)$ – керектөө фонду.

Экономиканын максаттары керектөөчүлөрдүн суроо-талаптарын канааттандырууга көбүрөөк байланыштуу болгондуктан, талдоо үчүн керектөө функциясынын динамикасы көбүрөөк мааниге ээ. Бирок, топтоо фондусу кайра ондуруунун негизги булагы, демек, керектөөнүн есушунун башкы шарты болуп саналат.

Экономиканын максаттары керектөөчүлөрдүн суроо-талаптарын канааттандырууга көбүрөөк байланыштуу болгондуктан, талдоо үчүн керектөө функциясынын динамикасы көбүрөөк мааниге ээ. Бирок, топтоо фондусу кайра ондуруунун негизги булагы, демек, керектөөнүн есушунун башкы шарты болуп саналат.

Изилдөө проблемасынын экономикалык формулировкасы

I. Объектти башкаруунун экономикалык-математикалык моделин иштеп чыгуу

Бул улуттук экономиканын ачык үч секторлуу модели. Математикалык моделде экономика үч негизги секторго бөлүнөт: материалдык сектор, капиталды түзүүчү сектор жана керектөө сектору. Алардын ар бири езунун өндүрүштүк мумкунчулуктерине ылайык продукциянын белгилүү турун чыгарат.

Үч сектордук модель экономика секторлорун ишмердүүлүктүн үч секторуна бөлөт: чийки затты казып алуу (негизги), кайра иштетүү (экинчи) жана кызмат көрсөтүү (үчүнчү). Моделге ылайык, экономикалык ишмердүүлүктүн негизги багыты баштапкы сектордон экинчиликке жана акырында үчүнчү тармакка өтөт.

Модель динамикалык - ал сызыктуу динамикалык элементтерди камтыйт:

$$\frac{dK_i}{dt} = -\mu_i K_i + I_i, \quad \frac{dL}{dt} = vL.$$

Башкаруу эмгек ($L_0 + L_1 + L_2 = L$) жана инвестициялык ($X_1 = I_0 + I_1 + I_2$) ресурстарды бөлүштүрүү жолу менен ишке ашырылат.

Рыноктук экономикада бөлүштүрүү кыйыр түрдө баалар, тарифтер, салыктар ж.б. Финансылык агымдарды талдоо үчүн моделге секторлордун кирешелеринин жана чыгашаларынын баланстарын кошуу керек (ρ_i, t_i, w_i – баалар, салык ставкалары, тармактар боюнча жылдык эмгек акынын ставкалары).

Материалдык сектордун киреше жана чыгаша балансы:

$$\rho_0(1 - a_0)X_0 = \rho_1 I_0 + t_0 X_0 + L_0 w_0.$$

Фонд түзүүчү сектордун киреше жана чыгаша балансы:

$$\rho_1 X_1 = \rho_0 a_1 X_1 + t_1 X_1 + L_1 w_1.$$

Керектөө секторунун кирешелеринин жана чыгашаларынын балансы:

$$\rho_2 X_2 = \rho_0 a_2 X_2 + \rho_1 I_1 + t_2 X_2 + L_2 w_2.$$

Бул үч теңдемени кошуп, биз тиричилик буюмдарын жеткирүү балансын алабыз:

$$\rho_2 X_2 = \sum_{i=0}^2 L_i w_i + \sum_{i=0}^2 t_i w_i$$

Сол жакта өндүрүлгөн буюмдардын наркы, оң жакта өндүрүш тармагындагы жумушчулардын жалпы кирешеси жана өндүрүштүк эмес сектордогу кызматкерлердин жана пенсионерлердин жалпы кирешеси.

1993-2021-жылдарга КР УСКнын материалдарынын негизинде эсептөөлөрдү жүргүздүк.

X_0 – "Өндүрүштүк материалдык чыгымдар"

X_1 – "Топтоо" көрсөткүчү минус "Керектөөчү товарларды өндүрүү"

X_2 – "Өндүрүшсүз керектөө"

K_i – «Өнөр жай боюнча негизги капиталга инвестициянын көлөмү» көрсөткүчтөрү менен аныкталган.

L_i – «Экономикада иштеген калктын тармактар боюнча бөлүштүрүлүшү» көрсөткүчтөрү менен аныкталган.

Төмөнкү секторлору өндүрүштүк функциялары алынды:

$$X_0 = 3,32K_0^{0,39}L_0^{0,61}$$

$$X_1 = 1,46K_1^{0,56}L_1^{0,44}$$

$$X_2 = 2,73K_2^{0,47}L_2^{0,53}$$

Өндүрүштүк функциянын параметрлеринин негизги мүнөздөмөлөрү алынган өндүрүштүк функциянын параметрлеринин маанисин көрсөтөт.

Ийкемдүүлүк коэффициенттеринин аныктамасынан төмөнкүдөй: өндүрүштүн негизги тармактарынын негизги өндүрүштүк фонд (НӨФ) 1%ке өсүшү өндүрүштүн α_0 %ке өсүшүнө алып келет. Капитал түзүүчү жана керектөөчү тармактарда НӨФ нун ушундай эле өсүшү өндүрүштүн α_1 % жана α_2 %ке өсүшүнө алып келет.

CES өндүрүш функциясын куруу үчүн моделдин экзогендик параметрлерин белгилөө зарыл. Тармактардын өндүрүштүк функцияларынын параметрлерин белгилөө эң чоң кыйынчылык болуп саналат. CES өндүрүш функциясы колдонулат:

$$Y_\delta(a, b) = Ae^{\lambda t} (c_1 K^{-\delta} + c_2 L^{-\delta})^{-\frac{1}{\delta}},$$

Секторлордун төмөнкү $\Theta\Phi$ алынды:

$$1) Y_0 = 0,993(0,4047K^{-0,675} + 0,596L^{-0,675})^{-\frac{1}{0,675}}$$

мында $s^2 = 0,1$; $dw = 1,01$; $v = 3,14$; $R^2 = 0,994$ Тегиздөө өзгөчөлүктөрүнүн мүнөздөмөлөрү.

3.2 - таблица. Өндүрүштүк функциянын параметрлеринин негизги мүнөздөмөлөрү

Критерии	Показатели		
	X	K	L
Промышленность и строительство			
R^2	0,96	0,82	0,76
F	43,21	62,32	9,87
t_1	-0,11	3,2	-3,25
t_2	1,24	0,28	-
Сельское хозяйство и добывающая промышленность			
R^2	0,87	0,93	0,45
F	41,32	59,25	4,23
t_1	-0,13	3,2	0,97
t_2	1,24	0,23	-
Торговля и услуги			
R^2	0,78	0,92	0,98
F	37,42	40,32	7,51
t_1	-1,17	7,28	-1,43
t_2	1,64	0,93	2,01

Таблицада көрүнүп тургандай алынган параметрлердин баалары статистикалык мааниге ээ экенин көрсөтөт.

Факторлор үчүн ийкемдүүлүк коэффициенттери $b_1(x) = 0,151$ жана $b_2(x) = 0,843$ барабар. Чыгымдардын суммасы боюнча өндүрүштүн ийкемдүүлүгү (б.а. $b_1(x) = 0,151$ жана $b_2(x) = 0,843$.) бирден аз. Бул бул тармакта өндүрүш заттараттарга караганда жай өскөндүгүн билдирет, б.а. өндүрүштүн кебейушу кенири кулач жайды.

Мезгилдин акырына карата факторлор боюнча чектүү өндүрүмдүүлүк төмөнкүдөй маанилерге ээ: $\partial Y / \partial K_0 = 0,228$ жана $\partial Y / \partial K_t = 0,063$, $\partial Y / \partial L_0 = 3,328$; жана $\partial Y / \partial L_t = 7,632$.

2) $Y_1 = 1,05(0,7347K^{-2,75} + 0,275L^{-2,75})^{-\frac{0}{2,75}}$
мында $s^2 = 0,07$; $dw = 0,838$; $v = 4,38$; $R^2 = 0,961$; $F = 148,8$.

Теңдештирүүчү мүнөздөмөлөр эл чарбасынын башка тармактарынын өндүрүштүк функцияларынын мүнөздөмөлөрүнө караганда бир кыйла начар.

Негизги фонддор боюнча өндүрүштүн ийкемдүүлүк коэффициентин талдоо бул көрсөткүчтүн төмөндөө тенденциясын көрсөтүп турат жана капиталдын өндүрүмдүүлүгүнүн жүрүм-турумуна окшош. Эмгектин ийкемдүүлүк коэффициенти бир аз жогорулады. Факторлор боюнча жалпы ийкемдүүлүк бирдиктен аз, б.а. өндүрүш факторлорго караганда жай өсөт.

3) $Y = 0,614(0,182K^{-1,12} + 0,82L^{-1,12})^{-\frac{0}{1,12}}$

Теңдештирүүчү мүнөздөмөлөр $s^2 = 0,09$; $dw = 1,058$; $v = 4,05$; $R^2 = 0,97$; $F = 464,64$.

Активдер боюнча өндүрүштүн ийкемдүүлүк коэффициенти ($b_1(x) = 0,025$) изилденип жаткан мезгилде төмөндөгөн, ал эми капиталдын

өндүрүмдүүлүгү экономиканын башка тармактарына караганда кыйла төмөндөгөн. Эмгектин ийкемдүүлүк коэффициенти бир аз жогорулады. Факторлор боюнча өндүрүштүн жалпы ийкемдүүлүгү биримдикке жакын, б.а. өндүрүштүн өсүшү экстенсивдуу болду деп болжолдоого болот.

Параметрлердеги структуралык өзгөрүүлөрдү камтыган эконометрикалык моделдерди кароодо структуралык өзгөрүү убактысы белгилүү (экзогендик жылыш) же белгисиз (эндогендик жылыш) болушу мүмкүн. Түзүмдүк жылыштары бар убакыт серияларынын моделдери, биринчиден, аныктоого мүмкүндүк берет: убакыттын өтүшү менен экономикалык көрсөткүчтөрдүн динамикасындагы статистикалык олуттуу өзгөрүүлөрдү, төмөндөө мезгилинен өсүү же токтоп калуу мезгилине чейинки өзгөрүүлөрдү, өсүү же төмөндөө темпинин өзгөрүшүн ж.б. Башкача айтканда, бул моделдер түзүмдүк жылыштардын убактысы жана багыттары боюнча моменттерди, анын ичинде түзүмдүк жылыштын так моменти белгисиз болгон учурларда аныктайт жана туруктуу узак мөөнөттүү тенденцияларды аныктайт. Экинчиден, убакыттык катарлардын түзүмдүк жылыштарынын бар болуу маселеси менен убакыттык катарлардын стационардык эместигинин проблемасынын ортосунда катуу байланыш бар. Ушуга байланыштуу кокустук процесстин стационардык эмес компонентин кантип мыкты моделдөө керек деген суроо табигый түрдө туулат. Бирдик тамыры жана/же түзүмдүк жылышы бар стационардык эмес убакыттык катарлардын моделдерин статистикалык талдоо жаатындагы заманбап изилдөөлөрдү карап чыгуу регрессиялык типтеги эконометрикалык көз карандылыктын түзүмдүк жылыштарын аныктоо маселесинин төмөнкүдөй жалпы формулировкасын түзүүгө мүмкүндүк берет.

I. Байкоо модели төмөнкү формада болсун:

$$y_i = c_1 x_{1i} + c_2 x_{2i} + \dots + c_k x_{kn} + \varepsilon_i, i = \overline{1, N} \quad (3.1)$$

мында ε_i y_i – көз каранды өзгөрмөсүндөгү “ызы-чуунун” кокустук ырааттуулугу; $c = c_1, c_2, \dots, c_k$ – (3.1) моделдеги белгисиз коэффициенттердин вектору, бөлүкчөлүү туруктуу функция менен сүрөттөлгөн:

$$c = \sum_{i=1}^{m+1} a_i X([\theta_{i-1}N] < n < [\theta_i N]) \quad (3.2)$$

мында θ_i – (3.2) моделдеги түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн белгисиз параметрлери, $(x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{kn})$ – божомолдоочулардын кокус вектору.

Каралып жаткан моделдин практикалык маанилүү колдонмолоруна моделдердин классы кирет

- авторегрессия $y_i = c_1 x_{1i} + c_2 x_{2i} + \dots + c_k x_{kn} + \varepsilon_i$;
- кыймылдуу орточо авторегрессия

$$y_i = c_1 y_{n-1} + \dots + c_k y_{n-k} + d_1 u_{n-p} + \dots + d_h u_{n-p+1} + \varepsilon_i;$$

II. Моделдердин дагы бир классы төмөнкү түрдөгү синхрондук эконометрикалык теңдемелердин системалары менен сүрөттөлөт:

$$By_t + \Gamma x_t = \varepsilon_t \quad (3.3)$$

мында $y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{mt})'$ – эндогендик өзгөрмөлөрдүн вектору; $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt})'$ – детерминацияланган өзгөрмөлөрдүн вектору; $\varepsilon_t =$

$(\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{mt})'$ – кокус статистикалык көз каранды каталардын вектору; B – $m * m$ өлчөмдөгү матрица; Γ – $m * k$ өлчөмдөгү матрица.

(3.3) түзүмдүк форма төмөндөгүдөй кыскартылган формада жазылышы мүмкүн:

$$y_t = -B^{-1}\Gamma x_t + B^{-1}\varepsilon_t = Px_t + \xi_t.$$

Түзүмдүк жылыштар деп P матрицанын коэффициенттеринин кескин өзгөрүшү түшүнүлөт. x_t параметрлери детерминисттик же стохастикалык деп кабыл алынат.

Түзүмдүк жылыш моментин баалоо үчүн төмөнкү статистика колдонулат:

$$Y_N(n) = N^{-1}(z(1, n) - \mathcal{P}_1^n(\mathcal{P}_1^N)^{-1}z(1, N))$$

мында $z(n_1, n_2) = \sum_{i=n_1}^{n_2} F(i/N)y'_i - (k * m)$ – матрица; $1 \leq n_1 < n_2 \leq N$.

$P_1^N - \arg \min_{\{P\}} \left[\max_{1 \leq n \leq N} \|Y_N(n)\| \right]$ топтомунун ыктыярдуу n чекити түзүмдүк жылыш параметринин баасы катары кабыл алынат.

Түзүмдүк өзгөрүүлөрдү эске алуу менен оптималдуу экономикалык өсүштүн маселелерин эң толук изилдөө үчүн изилдөө проблемасын түзүүнү эки компонентке: математикалык жана экономикалык жактан бөлөбүз.

Оптималдуу экономикалык өсүштүн кандайдыр бир конкреттүү маселесин чечүү бир нече этаптарды камтыйт:

- башкарылуучу объекттин математикалык моделин иштеп чыгуу;
- башкаруунун сапат критерийлерин аныктоо;
- системанын траекториясына чектөөлөрдүн ар кандай түрлөрүн кароо;
- контролдоону чектөө (параметрлердин контролдук таасирин изилдөө, контролдоо процессинин узактыгы, жол берилүүчү контролдун классы);
- оптималдуу болуу үчүн зарыл шарттар.

Бул этаптарды кененирээк карап көрөлү.

1. Башкарылуучу объекттин математикалык моделин иштеп чыгуу

Каралып жаткан процесстин түрүнө жана аны изилдөөдө каалаган майда-чүйдөсүнө жараша теңдемелердин ар кандай түрлөрү колдонулушу мүмкүн: кадимки дифференциалдык теңдемелер, кийинки эффекттери бар теңдемелер, стохастикалык теңдемелер, жарым-жартылай дифференциалдык теңдемелер ж.б. Ишенимдүүлүк үчүн дейли, объекттин эволюциясы кадимки дифференциалдык теңдемелер системасы менен сүрөттөлөт:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x(t), u(t)), t_0 \leq t \leq T, \quad (4.1)$$

мында $u \in U \subset R^m$, U – жол берилген башкаруунун облусу, $x \in R^n$ – n өлчөмдүү Евклиддик мейкиндик, $f: R^{n+m+1} \rightarrow R$ – ар бир t жана $x(t)$, $u(t)$ үчүн берилген функция, [29].

Башкарууга $u(t)$ ар кандай мүмкүн болгон маанилерди берүү менен объекттин ар кандай абалын алабыз, алардын ичинен оптималдуусу тандалат, б.а. тигил же бул мааниде эң жакшы мамлекет.

2. Башкаруу сапат критерийлерин аныктоо

Система (4.1) белгилүү бир максаттарга жетүү үчүн башкарылат, алар $u(t)$ башкаруучу жана $x(t)$ траекториясы менен аныкталган $J(u)$ функционалдарынын u -да максималдаштыруу шартында жазылат, мында

$$J(u) = \int_{t_0}^T f_0(t, x(t), u(t)) dt + F(t, x(T)) \rightarrow \max \quad (4.2)$$

Бул жерде f_0 жана F скалярдык функциялар берилген.

(4.1) жана (4.2) теңдемелери менен сүрөттөлгөн оптималдуу башкаруу маселеси О. Больц маселеси деп аталат. Эгерде $f_0 \equiv 0$ болсо, анда А.Майердин маселеси жана акырында, $F \equiv 0$ үчүн Лагранж маселеси [24]. Бул диссертацияда Лагранж маселеси каралат, анткени максаттуу критерийде F термини жок.

3. Траекториялык чектөөлөр.

Кээ бир реалдуу кырдаалдарда системанын траекториясы R^n мейкиндигинин тигил же бул бөлүгүнө таандык боло албайт. Бул жагдай $x(t) \in G(t)$ түрүндөгү чектөөдө чагылдырылган, мында $G(t) \subset R^n$ ичинде берилген домен. Бул чектөөлөрдүн конкреттүү түрүнө жараша контролдук көйгөйлөрдүн ар кандай класстары бөлүнөт.

Учтары бекитилген маселелерде баштапкы абал $x(t_0)$ жана акыркы абал $x(T)$ берилет. Эгерде $x(t_0)$ же $x(T)$ көрсөтүлбөсө, анда биз бош сол (оң) учу менен маселени алабыз. Кыймылдуу учтардагы маселе t_0 жана T моменттери белгиленген, жана $x(t_0)$ жана $x(T)$ векторлору тиешелүү болгон маселе $G(t_0)$ жана $G(T)$. аймактарына ылайык кысылган.

Кээ бир учурларда, чектөөлөр интегралдык мүнөзгө ээ жана төмөнкүдөй формага ээ:

$$\int_{t_0}^T f_0(t, x(t), u(t)) dt \leq 0 \quad (4.3)$$

Эгерде (4.2) жана (4.3) теңдемелери менен сүрөттөлгөн Лагранж маселесинде баштапкы абал $x(t_0)$ жана акыркы абал $x(T)$ берилсе, кыймылдын башталышынын t_0 жана T аяктаган моменттери эркин, функциясы $F = 0$ жана $f_0 = 1$ болсо, анда (4.1) системаны $x(t_0)$ абалынан $x(T)$ абалына минималдуу мүмкүн болгон убакытта өткөрүү маселесин алабыз. Мындай көйгөйлөр оптималдуу тапшырмалар деп аталат.

4. Башкаруу чектөөлөрү

Башкаруу боюнча маалыматтык чектөөлөр башкаруу иш-аракеттерди иштеп чыгууда система (4.1) жөнүндө кандай маалымат бар экендигине көз каранды. Эгерде $x(t)$ вектору өлчөнбөсө, анда t га гана көз каранды болгон $u(t)$ функциялар классында оптималдуу башкаруу изделет.

Маалыматтык чектөөлөрдөн тышкары, $u(t) \in U(t)$ формасына ээ болгон контролдук ресурстардын чектелгендигинен улам чектөөлөрдүн дагы бир түрү болушу мүмкүн, мында $U \subset R^m$, U – жол берилген башкаруунун аймагы.

5. Оптималдуулуктун зарыл шарттары

Больц маселеси үчүн максималдуу принцип (4.3) түрүндө керектүү оптималдуу шарттарды түзөлү: $x = f(t, x(t), u(t))$, $t_0 \leq t \leq T$, $x(t_0) = x_0$, $u(t) \in U$.

Бул жерде $U \subset R^m$ – берилген көптүк, x_0 – системанын берилген

баштапкы абалы.

H скаляр функциясын жана конъюгаттык өзгөрмөлөр $\psi(t) \in R^{n+1}$ векторун $\psi_0 = 1$ – нормалдуу формадагы максимум принцип [82,83] мамилелерин колдонуу менен карап көрөлү. Анда канондук теңдемелер системасы төмөнкүдөй болот:

$$H(t, x(t), u(t), \psi(t)) \leq \psi, f(x, u) \geq \sum_{t=0}^n \psi_i f_i(x, u) \quad (4.5)$$

$$\dot{\psi} = -\frac{\partial H}{\partial x}(t, x(t), u(t), \psi(t))$$

$$\psi(T) = -\frac{\partial F(x(T))}{\partial x}$$

Андан кийин (4.7) (4.4) формуласына коебуз. Натыйжада, $x(t)$ жана $\psi(t)$ функциялары үчүн кадимки дифференциалдык теңдемелердин системасы үчүн чектик маселени алабыз, анын чечимдеринин ичинен оптималдуу траекториясын гана табууга болот. Эгерде оптималдуу траектория $x(t)$ жана вектор $\psi(t)$ табылса, анда оптималдуу башкаруу (4.7) туюнтмасы менен берилет. Мамилелер (4.4-4.6) оптималдуулуктун гана зарыл шарттары болгондуктан, траекториянын оптималдуулугун кошумча негиздөө жана мамилелерден (4.4-4.6) табылган башкаруу зарыл экендигин эске алыңыз. Бул үчүн, өзүнчө оптималдуу үчүн жетиштүү шарттарды түзүү зарыл.

Оптималдуу шарттар жетиштүү болушу үчүн кыймыл теңдемелеринин оң тарабынын $f(t, x(t), u(t))$ томпоктугу, ошондой эле объективдүү функционалдык, талап кылынат. Изилдеп жаткан проблеманы экономикалык жактан формулировкалоодо бул шарттар автоматтык түрдө аткарылат.

Стандарттык белгилерди колдонуу менен биз салыштырмалуу көрсөткүчтөр деп аталганга өтөбүз. Ар бир сектор үчүн капитал-эмгек катышы түшүнүгү киргизилет:

$$k_i = \frac{K_i}{L_i} \quad (4.12)$$

Өндүрүштүк функциялардын бир тектүүлүгүнөн пайдаланып, биз конкреттүү капитал-эмгек катышына көз карандылыкка өтөбүз. Салыштырмалуу түрдө моделдин теңдемелери төмөнкүдөй көрүнөт:

$$\theta_i = \frac{L_i}{L}; \quad s_i = \frac{I_i}{X_i}; \quad i = 0, 1, 2$$

Анда теңдемелер төмөнкү формага ээ:

1. Тармактар боюнча эмгек ресурстарын бөлүштүрүүнүн теңдемеси:

$$\theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1,$$

2. Инвестициялык ресурстарды бөлүштүрүүнүн теңдемеси (материалдык жана керектөө секторлорунун продукциясынын тышкы соодасынан алынган Y_1 терминин эске алуу менен нормалдаштыруу ($X_1 + Y_1 = I_0 + I_1 + I_2$):

$$s_0 + s_1 + s_2 = 1,$$

3. Материалдык баланстын теңдемеси, бул жерде a_i – тармактардын тике материалдык чыгымдарынын коэффициенттери, y_i – бир кызматкерге тиешелүү

тармактын өзгөчө (импорттук-экспорттук) продукциясы:

$$(1 - \alpha_0)x_0 = a_1x_1 + a_2x_2 + y_0$$

4. Капитал-эмгек катышы $k_i = \frac{K_i}{L_i}$ каражаттардын жалпы амортизациясы

$\lambda = \mu_i + v$ амортизация μ_i жана калктын өсүү темпи v эсепке алынган кыймыл теңдемелери (27) формасын алат.

5. Тышкы соода балансынын теңдемеси:

$$\begin{aligned} \tilde{q}_0 y_0 &= \tilde{q}_1 y_1 + \tilde{q}_2 y_2, \\ \theta_i &\geq 0, \quad s_i \geq 0, \quad y_i \geq 0. \end{aligned}$$

6. Капитал-эмгек катышынын кыймылынын (динамикасынын) теңдемелери:

$$\frac{dK_i}{dt} = -\lambda_i k_i + \frac{s_i}{\theta_i} (x_i + y_i), \quad \text{для всех } i = 0, 1, 2 \quad (4.15)$$

$x_i = X_i / L_i = \theta_i f_i(k_i)$ - i -сектордун эл чарба өндүрүмдүүлүгү.

Экономикалык өсүш секторлордун капитал-эмгек катышынын убакыттын өтүшү менен монотондуу өсүшү катары түшүнүлөт $k'_i(t) > 0$, мында $i = 0, 1, 2$.

Салмактуу траекториялар деп биз тышкы соода балансынын материалдык, эмгектик, инвестициялык баланстарын жана шарттарын убакыттын ар бир моментинде аткарууну түшүнөбүз.

Керектүү башкаруу үзгүлтүксүз функциялардын $\theta_i(t)$, $s_i(t)$ классына жана $-\gamma_1$ параметрине таандык болот, алар үчүн которуштуруулар деп аталган чектүү тыныгууларга жол берилет.

Чындыгында, структуралык саясатты башкарууга чектөөлөр секторлорду жана тышкы сооданы баланшташтыруунун шарттары болуп саналат:

$$\begin{cases} \theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1 \\ s_0 + s_1 + s_2 = 1 \\ (1 - \alpha_0)\theta_0 f_0(k_0) = \alpha_1 \theta_1 f_1(k_1) + \alpha_2 \theta_2 f_2(k_2) + \frac{q_1}{q_0} y_1 \\ \theta_1 = \theta_1(k_0, k_1, k_2, \theta_2, y_1), \theta_0 = \theta_0(k_0, k_1, k_2, \theta_2, y_1) = 1 - s_1 - s_2. \end{cases} \quad (4.20)$$

$$\dot{\psi}_i = \frac{\partial H(\psi, \underline{k}, u)}{\partial k_i} \quad (4.21)$$

$$\dot{k}_i = \frac{\partial H(\psi, \underline{k}, u)}{\partial \psi_i} \quad (4.22)$$

(4.20-4.22) - кыймылдын канондук теңдемелери, капитал-эмгек катыштары жана секторлор боюнча алар үчүн ψ — көмүскө баанын кош өзгөрмөлөрү. Бул жерде: θ_i — эмгек ресурстарын бөлүштүрүүдө i — сектордун үлүшү, s_i — инвестицияларды бөлүштүрүүдө i — сектордун үлүшү. λ — калктын санынын өсүшүн жана капиталдын эскиришин эске алуу менен каражаттардын амортизациялык көрсөткүчү. f_i сектордун ондуруштук функциясы, (неоклассикалык, Кобб-Дуглас моделинде), γ_1 — инвестициялык товарлардын импорту үчүн квота: $y_1 = \gamma_1 x_1 = \gamma_1 \theta_1 f_1(k_1)$. $s_1, s_2, \theta_2, \gamma_1$ системанын негизги параметрлери.

Натыйжада, k_i көз каранды өзгөрмөлөргө карата туундуларды эсептөөлөр

(4.22) үч теңдемелердин системасында экөө автономдуу подсистеманы түзөөрү белгилүү болду. Бул нөлдүк (материалдык) жана экинчи (керектөөчү) секторлор үчүн теңдеме.

Эгерде k_i сызыктуу көз карандылыктын жөнөкөй учуру болгондо:

$\dot{k}_i = A(t)k_i + b(t)$, анда конъюгациялык система өтө жөнөкөй жазылган: $\dot{\psi}_i = -\psi_i A(t) + dt$.

Мындай система үчүн төмөнкү теорема туура болот:

Теорема 1. Лебегега ылайык интерпретацияланган $A(t): [t_0, t_1] \rightarrow L(R^n)$ матрицалык функциясы жана $b: [t_0, t_1] \rightarrow R^n$, вектордук функциясы болсун. Анда ар кандай $\tau: [t_0, t_1]$ жана $\zeta \in R^n$ үчүн Коши маселесинин чечими: $\dot{k}_i = A(t)k_i + b(t)$, $k(\tau) = \zeta$ бүткүл интервалда бар $[t_0, t_1]$ жана жалгыз.

Мындан тышкары, чечим формула менен берилет:

$$k(t) = P(t)(k(t_0) + \int_{t_0}^t P^{-1}(s)b(s)ds)$$

мында $P(t)$ — негизги матрицасы (чечимдердин). Ошол. бул бир тектүү теңдемелердин чечими:

$$\dot{P} = A(t) * P; P(t) = E$$

Натыйжа. Айкалышкан өзгөрмөлөр үчүн окшош теорема $\psi(t)$ үчүн эсептөө формуласы туура. Тактап айтканда:

$$\psi(t) = P^*(t)(\psi(t_0) + \int_{t_0}^t P^{*-1}(s)b(s)ds)$$

мында $P^* = -A(t) * P^* = B(t) * P^*$, $P^*(t_0) = E$.

Бул теореманы колдонуу үчүн алгач конъюгациялык теңдемелерди жазышыбыз керек

$$\dot{\psi}_i = -\frac{\partial H(\psi, k, u)}{\partial k_i},$$

анан аларды эң жөнөкөй формага келтирүүгө аракет кылабыз, бул үчүн теореманын натыйжасы жардам берет:

$$\dot{\psi}_i = -\psi_i A(t) + dt = -\psi_i B(t) + dt.$$

Экономикалык мааниде оптималдуу экономикалык өсүштүн траекторияларын табуу милдети системадагы эң маанилүү структуралык (соода, материалдык, инвестициялык) баланстарды сактоочу структуралык жылыштардын эң ылайыктуу ырааттуулугун табуу милдети болуп саналат.

Оптималдуу өсүштүн траекториясынын экономикалык мааниси төмөндөгүдөй:

— экономиканы оптималдуу башкаруунун айтылган милдети абдан маанилүү практикалык мааниге ээ. Объектин экономикалык мүнөздөмө тилинен оптималдуу башкаруунун же вариацияларды эсептөөнүн ар кандай ыкмалары менен чечиле турган так формалдаштырылган математикалык маселеге өтүүгө мүмкүндүк берет;

- башкаруунун эң мыкты оптималдуу вариантына жетишүү өтө кыйын, бирок өз убагындагы макроэкономикалык таасирлер реалдуулуктун идеалдан четтөөсүн азайтышы мүмкүн (б.а. түзүмдүк дисбалансты жоюу).

Жалпысынан алганда, экономикалык өсүштүн төмөнкү этаптарын бөлүүгө болот:

1) Фонд түзүүчү сектордун тең салмактуу өнүгүшүн камсыз кылуучу тездетилген өсүштүн этабы. Ал боюнча, инвестициянын биринчи секторуна чоң инъекциянын эсебинен (s_1 үлүштү максимумга чейин көбөйтүү), биринчи сектордун k_1 капиталдык-эмгек катышынын эң тез өсүшү байкалат.

2) Андан кийин экинчи этап башталат - жай өсүү баскычы. Ал эмгек ресурстарын ашыкча беруу-нун эсебинен биринчи сектор жакшы денгээлде сакталып жаткандыгы менен мунездуу, ал эми бошогон инвестициялар керектөө секторунун улушун кебейтууге азыртан эле жиберилип жатат.

3) Өсүштүн үчүнчү этабында – керектөө стадиясында эмгек ресурстары инвестициялык ресурстарга кошулат. Которуу моменттери (системадагы контролдук аракеттердин секириктери, чындыгында макроэкономикалык саясатта болуп жаткан түзүмдүк жылыштарды белгилейт) бириктирилген системаны талдоо жолу менен аныкталат.

Ошентип, \hat{t} – тез өсүштүн биринчи баскычынын жайлоого биринчи өтүү моменти туюнтма белгиси өзгөргөн учурда аныкталат:

$$\lambda_1 = \lambda - (1 - \gamma_1)s_1 f'_1(k_1).$$

Өсүштүн акыркы фазасына кирүү үчүн зарыл болгон экинчи которуштуруу моменти \hat{t} конъюгациялык системанын экинчи өздүк маанисинин белгисинин өзгөрүшүнүн негизинде белгиленет:

$$\lambda_2 = \lambda - f_1(k_1)(1 + \gamma_1) \left[\frac{s_0}{\theta_0} \left(1 + \frac{\theta_1}{\theta_0} \right) \frac{\partial \theta_1}{\partial k_0} + \frac{s_2}{\theta_2} \frac{\partial \theta_1}{\partial k_2} \right]$$

Жүргүзүлгөн талдоо бул көрсөткүчтөрдү баалоонун негизинде которуштуруу моменттерин аныктоого мүмкүндүк берет жана каралып жаткан убакыт огу боюнча үч сектордук экономика үчүн оптималдуу траекторияны түзүүгө мүмкүндүк берет. Мындан тышкары, түзүмдүк саясатка сапаттык өзгөртүү киргизүү зарыл болгон учурларды өз убагында аныктоого болот, б.а. системаны оптималдууга жакын траекторияда кармап туруу үчүн секторлор боюнча эмгек θ_1 жана инвестиция s_i диверсификациясын ишке ашыруу.

Практикалык моделдештирүүнүн негизги суроолоруна, тең салмактуу экономикалык өсүштүн оптималдуу траекторияларына жооп берүү үчүн өлкөнүн экономикасынын үч сектордук модели үчүн алгач моделдин экзогендик жана баштапкы эндогендик параметрлери эсептелинет. Аларга төмөнкүлөр кирет:

1) нейтралдуу технологиялык прогресстин коэффициенттерин эске алуу менен функциялардын ийкемдүүлүк коэффициенттери, ошондой эле функциялардын өздөрү.

2) Түз материалдык чыгымдардын коэффициенттери.

3) Инвестициялык жана эмгек ресурстарынын баштапкы үлүшү инвестициялык ресурстарда тармактык түзүмдүн параметрлери жана секторлор боюнча эмгек менен камсыз кылуу боюнча маалыматтар катары азыркы учурда жеткиликтүү убакыттан аныкталат.

4) Инвестициялык жана эмгек ресурстарынын оптималдуу үлүштөрү үч тармактуу экономикада ресурстарды бөлүштүрүүнүн алтын эрежесинин

негизинде же технологиялык оптимумду аныктоонун башка альтернативалуу ыкмаларынын негизинде табылат.

5) капитал-эмгек катышынын баштапкы жана стационардык маанилери. Эгерде баштапкы маанилер бизге тармактардагы эмгек жана инвестициялык ресурстар боюнча статистикалык маалыматтардан белгилүү болсо, анда оптималдуу маанилер кыймылдын стационардык теңдемелерин колдонуу менен мурда табылган эмгек жана инвестициялык ресурстарды оптималдуу бөлүштүрүүгө негизделген.

$$\frac{dk_i}{dt} = -\lambda_i k_i + \frac{s_i}{\theta_i} (1 + \gamma_1) \theta_1 f_1(k_1), \quad i = 0, 1, 2$$

Андан кийин, экинчи главада жасалган жупташкан өзгөрмөлөрдүн жүрүм-турумун изилдөөнүн негизинде, ошондой эле кээ бир кошумчалардын эсебинен өтүү процессинин жалпы убактысы, ошондой эле инвестициялык ресурстардын биринчи которуштуруу учуру аныкталат.

Өндүрүштүк функцияларды курууда өндүрүштүн салттуу факторлору болуп негизги фонддор жана эмгек чыгымдары эсептелет. Кобб-Дуглас функцияларын жана алмаштыруунун туруктуу ийкемдүүлүгүнүн өндүрүштүк функциясын куруу [34,35] мурда сунушталган методдордун негизинде ишке ашырылат. Түздөн-түз материалдык чыгымдардын коэффициенттери өндүрүштүк чыгымдардын таблицаларын талдоонун негизинде тармактар аралык баланстарды колдонуу менен аныкталат [30].

Мунун негизинде учурдагы макроструктураны эске алуу менен ата мекендик экономиканы өнүктүрүүнүн келечектүү сценарийи түзүлөт. Бул контекстте биз жетектөөчү башкаруу параметрлеринин негизинде которуу тартибин баалайбыз: s_1, θ_i .

Кобб Дуглас өндүрүш функциясынын параметрлерин (ийкемдүүлүк коэффициенттери жана жалпы фактордук өндүрүмдүүлүк коэффициенти) баалоо жана алмаштыруунун туруктуу ийкемдүүлүгү (СЭС) өндүрүш функциясы, үч статистикалык маалыматтарды алуу зарыл: капиталдын, эмгектин жана сектордун өндүрүшүнүн өзгөрүшү. Эсептөөнүн жеңилдетүү үчүн маалыматтар белгилүү бир базалык жылга салыштырмалуу индекстер түрүндө берилиши мүмкүн экендигин белгилей кетүү керек. Өндүрүштүк функция ретроспективдүү талдоо үчүн да, келечекте сектордун өндүрүшүнүн болжолдоолору үчүн да колдонулушу мүмкүн (перспективдүү талдоо). Ошондуктан, ар бир сектор үчүн белгилүү бир өндүрүштүк наркты алуу үчүн, ал базалык жыл баалардын абсолюттук маанилерге индекстер өтүүгө болот.

Тармактардын өндүрүш функцияларын куруу үчүн алгач биздин моделдин экзогендик компоненттерин сандык түрдө аныктоо зарыл. Эсептөөлөр колдо болгон статистикалык маалыматтардын негизинде жүргүзүлөт. Биз 2000-жылды өндүрүштүк функцияларды (ӨФ) куруу үчүн баштапкы же базалык жыл деп эсептейбиз. Эсептөөлөр үчүн Кыргызстандын Улуттук статистикалык комитетинин статистикалык маалыматтары колдонулган. Биз келечекте (2024-2026-жылдар) мезгилдеги талдоо жүргүзөбүз. Мындан тышкары, өтүү процессинин аяктоо убактысы моделдин жеткиликтүү параметрлеринин жана

секторлордун капитал-эмгек катышынын табылган оптималдуу маанилеринин негизинде аналитикалык түрдө аныкталат.

Үч сектордук экономикалык моделдин өндүрүштүк функциялары формага

$$F_i = A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i} \quad i = 0, 1, 2. \quad (5.1)$$

Эсептөөлөр жалпы фактордун өндүрүмдүүлүгү убакыттын өтүшү менен өзгөрбөйт деген божомолду колдонот. Демек, A_i — коэффициенттери убакытка көз каранды эмес. Андан кийин (30) формулада колдонулган көрсөткүчтөрдүн абсолюттук маанилеринен индекстерге өтүү үчүн (30) туюнтманы экиге бөлөбүз. Бул белгилүү бир базалык жылда ошол эле туюнтма. Мындай операцияны жүргүзүүгө укугубуз бар, анткени өндүрүш факторлору да, тармактардын өндүрүшү да ар дайым оң. F_{0i} , K_{0i} жана L_{0i} — менен белгилейли - i — сектордун өндүрүшүнүн, каражаттарынын жана эмгегинин тиешелүү маанилери базалык жылда. Анда (5.1) формула төмөнкүчө берилиши мүмкүн:

$$\frac{F_i}{F_{0i}} = \frac{A_i}{A_{0i}} \left(\frac{K_i}{K_{0i}} \right)^{\alpha_i} \left(\frac{L_i}{L_{0i}} \right)^{1-\alpha_i}, \quad i = 0, 1, 2. \quad (5.2)$$

Демек, атап айтканда, нейтралдуу экономикалык прогресстин коэффициенти $\frac{A_i}{A_{0i}} = 1$ экени аныкталды. Чынында эле, биздин божомолдордо A_i убакыттан көз каранды эмес.

Тармактардын капитал-эмгек катыштарынын сериясы $k_i = \frac{K_i}{L_i}$ — индекстик мааниде алганда, бул инвестициялык индекстердин эмгек индекстерине болгон катышы. Мындай көрсөткүч катары тармактар боюнча өндүрүштүн индекси боюнча маалыматтар алынган. Андан кийин тармактарга инвестициялардын структурасы боюнча таблицанын негизинде ар бир тармакка салмактык коэффициент ыйгарылган, аны менен ал кийин үч тармактуу экономиканын тиешелүү секторуна киргизилген. 5.1-сүрөттө 2015-жылга карата индекстер боюнча секторлордун капитал-эмгек катышынын динамикасынын графиги көрсөтүлгөн.

Бул катарларды колдонуу менен ийкемдүүлүк коэффициенттери эсептелди.

Салыштырмалуу көрсөткүчтөрдөгү регрессиялык моделдерге ылайык, Кобб-Дуглас өндүрүш функцияларынын $f_i = A_i \cdot k_i^{\alpha_i}$, мында $k_i = \frac{K_i}{L_i}$, i — сектордогу болгон эмгек ресурстарына капиталдык салымдардын катышы (эгерде эки катар тең болсо) индекстерде, анда алардын катышы да индекстерде).

Андан кийин абсолюттук мааниде тармактардын капитал-эмгек катышы жана абсолюттук мааниде тармактардын өндүрүштүк мүмкүнчүлүктөрү (чыгарылган продукция) жөнүндө маалыматтарды жетекчиликке алып, нейтралдуу технологиялык прогресстин A_i — коэффициенттери табылган.

Тармактардын капитал-эмгек катышынын өзгөрүшүнө кеңири талдоо жүргүзүү үчүн биз каралып жаткан мезгилди көбөйтөбүз. Каралып жаткан 2000-2021-жылдар аралыгындагы маалыматтарды талдоонун негизинде алынган БЭК

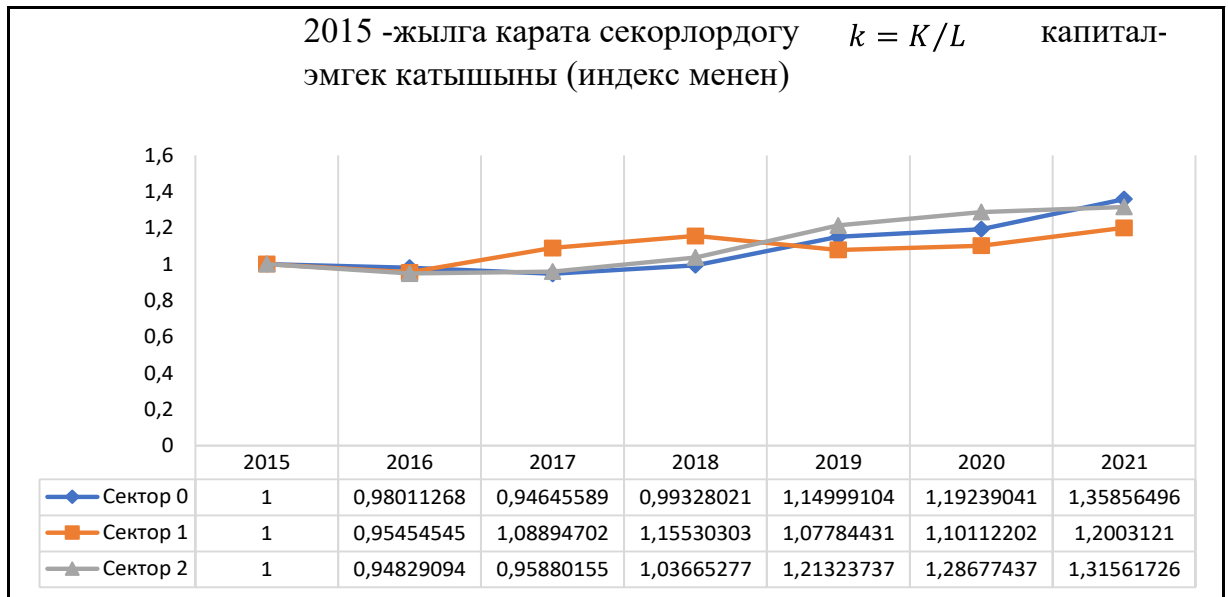
өндүрүштүк функциясынын коэффициенттерин аныктоонун эки этапынын акыркы жыйынтыгын сунуштайлы:

$$\begin{cases} X_0 = 1,727 \cdot K_0^{0,57} L_0^{0,43}, \\ X_1 = 0,48 \cdot K_1^{0,674} L_1^{0,326} \\ X_2 = 0,628 \cdot K_0^{0,67} L_0^{0,33}. \end{cases} \quad (5.6)$$

Түзүлгөн өндүрүштүк функциялар өлкөнүн экономикасынын үч бириктирилген секторунун учурдагы өнөр жай өндүрүмдүүлүгүн жана экономиканын өнүгүшүнө эки фактордун өзгөчө салымын мүнөздөйт.

Андан ары экономикалык өсүштүн оптималдуу траекторияларын моделдөө үчүн эсептөөлөрдө CES функцияларынын табылган коэффициенттерин колдонобуз. Оптималдуу салмактуу экономикалык өсүштүн проблемасын формулировкалоону кайталайлы.

Салыштырмалуу түрдө жазылган ачык үч тармактуу экономиканын үлгүсү болсун (2-главадагы). кыймылдын теңдемелери (4.15) берилген, ошондой эле экономиканын структурасын аныктоочу мамилелер (4.20). Бул мамилелер кийинчерээк өсүү траекторияларын талдоодо чечүүчү роль ойнойт, анткени алар чындыгында анын макроструктурасын аныкташат.



5.1-сүрөт. Тармактардын капитал-эмгек катышынын динамикасынын графиги (2015-жылга карата индекстерде)

$$\frac{dk_i}{dt} = -\lambda_i k_i + \frac{s_i}{\theta_i} (x_i + y_i), \quad i = 0, 1, 2 \quad (5.8)$$

$$\begin{cases} \theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1 \\ s_0 + s_1 + s_2 = 1 \\ (1 - \alpha_0)\theta_0 f_0(k_0) = \alpha_1 \theta_1 f_1(k_1) + \alpha_2 \theta_2 f_2(k_2) + \frac{q_1^+}{q_0} y_1 \end{cases} \quad (5.9)$$

Бул коэффициенттер үчүн, бир иштеген жумушчуга арзандатылган керектөөнү максималдуу көрсөтүү талап кылынат:

$$\max_{\theta, s, y} \int_0^{+\infty} e^{-\delta t} \theta_2(t) f_2(k_2) dt \quad (5.10)$$

Бул маселени чечүү үчүн кеңейтилген максаттуу функция түзүлөт - системанын Гамильтонианы:

$$H = e^{-\delta t} (\theta_2 f_2(k_2)) + \sum_{i=0}^2 \psi_i (-\lambda_i k_i + \frac{s_i}{\theta_i} \theta_1 f_1(k_1) (1 + \gamma_1)) \quad (5.11)$$

Анда ар бир термин тигил же бул фазалык өзгөрмөнүн оптималдаштыруу функциясына кошкон салымы үчүн жооп берет. Конъюгациялык өзгөрмөлөр $\psi_i \geq 0$ секторлордун көмүскө баалары капитал-эмгек катышынын $\frac{dk_i}{dt} k_i$ - фазалык координаттарына ылайык) көбөйүшүнө көбөйтүлүп, андан соң жыйынтыкталат. Экономикалык өсүштүн ар бир этабында конъюгациялык өзгөрмөлөрдүн бир бөлүгү нөлгө барат жана кеңейтилген максаттуу критерийди эсептөө үчүн жалпы суммада тиешелүү шарттар эске алынбайт.

Мындан тышкары, H - кеңейтилген максаттуу критерийдин монотондуу өсүшү (5.11) маселесинде секторлордун бардык капитал-эмгек катыштарынын кошумча монотондуу өсүшү $\frac{dk_i}{dt} \geq 0$ талап кылынат, андан кийин ар бир жаңы итерацияда максаттуу критерий мурунку итерацияга караганда көбүрөөк болот.

Технологиялык оптималды аныктоо үчүн эмгек жана инвестициялык ресурстардын бирдей пропорцияларын эске алуу менен s_1 ден калган калдык ресурстардагы керектөө секторунун үлүшүн мүнөздөгөн h параметрин киргизебиз:

$$\begin{aligned} \theta_0 &= (1 - h)(1 - s_1), & \theta_0 &= s_1, & \theta_0 &= h(1 - s_1), \\ s_0 &= (1 - h)(1 - s_1), & s_1 &, & s_2 &= h(1 - s_1), \end{aligned}$$

ошол. Чындыгында, биз s_1 параметрин алдыңкы параметр деп эсептейбиз жана h өзгөртүү менен нөл жана экинчи секторлордун ортосундагы оптималдуу пропорцияларды аныктайбыз. Анда ар бир сектордун натыйжалары төмөнкүчө жазылышы мүмкүн:

$$x_0 = B_0(1 - h)(1 - s_1) s_1^{\frac{\alpha_0}{1-\alpha_1}}, \text{ где } B_0 = A_0 A_1^{\frac{\alpha_0}{1-\alpha_1}} \lambda^{-\alpha_0} \lambda^{\frac{\alpha_0 \alpha_1}{1-\alpha_1}} \quad (5.13)$$

$$x_1 = B_1 s_1^{\frac{1}{1-\alpha_1}}, \text{ где } B_1 = A_1^{\frac{1}{1-\alpha_1}} \lambda^{\frac{\alpha_0 \alpha_1}{1-\alpha_1}} \quad (5.14)$$

$$x_2 = B_2 h(1 - s_1) s_1^{\frac{\alpha_2}{1-\alpha_1}}, \text{ где } B_2 = A_2 A_1^{\frac{\alpha_2}{1-\alpha_1}} \lambda^{-\alpha_2} \lambda^{\frac{\alpha_2 \alpha_1}{1-\alpha_1}} \quad (5.15)$$

Бул туюнтмаларды материалдык баланс теңдемесинин ордуна коюп, h үчүн теңдемени алабыз:

$$h(s_1) = \frac{1 - b_1 s_1^{\frac{1-\alpha_0}{1-\alpha_1}} (1 - s_1)^{-1}}{1 + b_2 s_1^{\frac{\alpha_2 - \alpha_0}{1-\alpha_1}}}, \text{ где } b_i = \frac{a_1 B_i}{(1 - a_0) B_0}, \quad i = 1, 2.$$

$h(s_1)$ - функциясы $h(0) = 1$ маанисинен башталып, $b_1 s_1^{\frac{1-\alpha_0}{1-\alpha_1}} = (1 - s_1)$ теңдемесинде аныкталган $h(\bar{s}_1) = 0$ нөлдүк мааниси менен аяктайт.

Бул теңдемелердин чечилишин конкреттүү сектордук жыйынтыктарга, x_0, x_1, x_2 туюнтмаларына алмаштырабыз жана $x_0(s_1), x_1(s_1), x_2(s_1)$ формулаларын алабыз.

Бул формулалардын негизинде s_1 ар кандай маанилери үчүн $h(s_1), x_0(s_1), x_1(s_1), x_2(s_1)$ маанилерин эсептейбиз. Биздин баштапкы маалыматтар үчүн: $a_0 = 0,33; a_1 = 0,29; a_2 = 0,45$ – тармактардын тике материалдык чыгымдарынын коэффициенттери.

Натыйжада, оптималдууга эң жакын маани тандалып, жашыл түс менен белгиленген, $s_1^* = 0,234; \theta_1^* = 0,168; h = 0,6, l = 0,76$. Ошол. бул уячада өндүрүш каражаттарына кеткен чыгымдар менен эл керектөөчү товарларды чыгаруунун ортосундагы бардык катыштардын ичинен эң жагымдуусу бар жана биринчи сектордун үлүшү, $s_1^* = 0,234$, мурда табылган үлүшкө жакын $s_1^* = \theta_1^* = 0,3$ ал ошол эле чектөө менен алынган.

Андан кийин оптималдуу бөлүштүрүү - технологиялык оптималдуу - төмөнкүдөй болуп чыгат:

$$\begin{aligned} s_0^* &= 0,306; s_1^* = 0,234; s_2^* = 0,46 \\ \theta_0^* &= 0,452; \theta_1^* = 0,168; \theta_2^* = 0,38 \end{aligned}$$

Керектөө секторунун эмгек жана инвестициядагы үлүшү $s_2^* = 0,46$ 1/2ге жакын экендигин белгилей кетүү керек, бул баштапкы итерацияга байланыштуу.

Технологиялык оптималдуу башка жол менен аныкталышы мүмкүн. Бул үчүн, жогоруда табылган эмгек жана инвестициялык ресурстарды пропорционалдуу бөлүштүрүүнүн негизинде секторлор арасында ресурстардын оптималдуу бөлүштүрүлүшүн таба алабыз. Мындан тышкары, эмгек жана инвестициялык ресурстарды бөлүштүрүүдө айырма эске алынат.

Азыр эмгек жана инвестициялык ресурстар секторлор боюнча бирдей пропорцияда бөлүштүрүлгөн эмес. Андан кийин, сектордук релиздер төмөнкүчө жазылат:

$$\begin{aligned} x_0 &= B_0(1-lh)^{1-\alpha_2}(1-h)^{\alpha_0}(1-\theta_1)^{1-\alpha_0}\theta_1^{\alpha_0}(1-s_1)^{\alpha_0}s_1^{\frac{\alpha_0\alpha_1}{1-\alpha_1}} \\ x_1 &= B_1\theta_1s_1^{\frac{1}{1-\alpha_1}} \quad x_2 = B_2l^{1-\alpha_2}h(1-\theta_1)^{1-\alpha_0}\theta_1^{\alpha_2}(1-s_1)^{\alpha_2}s_1^{\frac{\alpha_1\alpha_2}{1-\alpha_1}} \end{aligned}$$

Альтернативалуу технологиялык оптимумду аныктоо маселесин чечүү үчүн шартсыз экстремум маселесин чечүүнүн ачык формасын колдонобуз [16]:

$$\begin{cases} l^* = \frac{\alpha_0(1-\alpha_2)}{\alpha_2(1-\alpha_0) - (\alpha_2 - \alpha_0)h} \\ \theta^* = \frac{\alpha_0 + \alpha_2\varepsilon - \delta_1}{1 + \varepsilon - \delta_1} \\ s_1^* = \alpha_1 \frac{\alpha_0 + \alpha_2\varepsilon - \delta_1}{\alpha_0 + \alpha_2\varepsilon - \alpha_1\delta_1}, \end{cases} \quad (5.16)$$

$$\text{мында } \varepsilon = \frac{h(\alpha_0 - lh)}{(1-h)(1-lh)}, \delta_1 = \frac{\alpha_1 x_1}{(1-\alpha_0)x_0}$$

Эми, (5.16) формуланы колдонуп, секторлор арасында эмгектин жана инвестициялардын ар кандай пропорциялары үчүн оптималдуу бөлүштүрүүнү эсептейбиз. Алгачкы жакындоо катары биз мурда табылган оптималдуу

пропорцияларды алабыз: $s_1^0 = \theta_1^0 = 0,55$; $h = 0,534$; $l^0 = 1$ б.а. эмгектин жана инвестициянын бирдей үлүштөрү.

$$B_0 = 90,16; B_1 = 51,59; B_2 = 65,16;$$

$$x_0 = B_0(1 - lh)^{1-\alpha_0}(1 - \theta_1)^{1-\alpha_0}\theta_1^{\alpha_0}(1 - s_1)^{\alpha_0}s_1^{\frac{\alpha_0\alpha_1}{1-\alpha_1}};$$

$$x_1 = B_1\theta_1s_1^{\frac{1}{1-\alpha_1}}; \quad x_2 = B_2l^{1-\alpha_2}h(1 - \theta_1)^{1-\alpha_0}\theta_1^{\alpha_2}(1 - s_1)^{\alpha_2}s_1^{\frac{\alpha_1\alpha_2}{1-\alpha_1}}$$

$$a_0 = 0,33; a_1 = 0,29; a_2 = 0,45;$$

$$\alpha_0 = 0,57, A_0 = 1,727; \alpha_1 = 0,674, A_1 = 0,48; \alpha_2 = 0,669, A_2 = 0,628.$$

Биз 3-таблицага берилген итеративдик процедураны колдонуу менен табылган ресурстардын чыгашаларынын жана үлүшүнүн эсептелген маанилери боюнча маалыматтарды киргизебиз.

5.4-таблица. s_1, l, h . ар кандай маанилер үчүн кайталануучу процедуранын жыйынтыгы (5.16).

s_1	θ_1	l	h	$1 - lh$	$1 - h$	$1 - \theta_1$	$1 - s_1$	$s_1^{m_1}$
0,56	0,56	1	0,5837	0,4624	0,4532	0,54	0,54	0,5132
0,3456	0,1834	0,7724	0,7	0,4521	0,5	0,9213	0,7754	0,1956

Тармактар ортосундагы оптималдуу пропорцияларды аныктоо үчүн үч сектордук экономиканын динамикалык моделин анын статикалык аналогуна чейин кыскартуу керек. Бул бардык секторлор стационардык абалына жакын деген шартта жасалат. Проблеманын берилген формулировкасында эмгекке жарамдуу калктын бир иштеген кишисине эсептегенде керектөө секторунун өндүрүшүн максималдуу көбөйтүү талап кылынат.

$$J = \max_{\theta_i s_i} \theta_2 f_2(k_2^s) = \max \theta_2 A_2 \left(\frac{s_2}{\theta_2} \frac{\theta_1(1 + \gamma_1)}{\lambda} A_1 (k_1^E)^{\alpha_1} \right)^{\alpha_2},$$

мында θ_i – эмгек ресурстарын бөлүштүрүүдө i – сектордун үлүшү, s_i – инвестицияларды бөлүштүрүүдө i – сектордун үлүшү, λ – калктын санынын өсүшүн жана капиталдын эскиришин эске алуу менен каражаттардын амортизациялык параметри. , f_i i – сектордун өндүрүштүк функциясы, γ_1 – инвестициялык товарлардын импорту үчүн квота.

2000-2021-жылдардын маалыматтарынын негизинде автор тарабынан эсептелген БЭКтин функциялары тармактардын өндүрүштүк функциялары катары кабыл алынган:

$$\text{материалдык сектор үчүн } f_0 = 1,727 \cdot k_0^{0,57};$$

$$\text{фонд түзүүчү сектор үчүн } f_1 = 0,48 \cdot k_1^{0,674};$$

$$\text{керектөө сектору үчүн } f_1 = 0,48 \cdot k_1^{0,674};$$

α_i i сектордун ийкемдүүлүк коэффициенттери, ошондой эле 2000-2021-жылдардын маалыматтарынын негизинде бейтарап технологиялык прогресстин α_i коэффициенттери:

$$\alpha_0 = 0,57, \quad A_0 = 1,727; \alpha_1 = 0,674, \quad A_1 = 0,48; \alpha_2 = 0,669, \quad A_2 = 0,628.$$

Коэффициенттер катары $B_i = \frac{A_i}{\lambda^{\alpha_i}}$, мында $\lambda = \mu + \nu = 0,05$ – каражаттардын физикалык эскиришин жана калктын санынын өсүшүн эске алуу

менен секторлор боюнча каражаттардын амортизациялык коэффициенти. Жөнөкөйлүк үчүн биз аны бардык тармактарда бирдей деп эсептейбиз:

$$B_0 = \frac{1,727}{0,05^{0,57}} = 9,525; \quad B_1 = \frac{0,48}{0,05^{0,674}} = 3,615; \quad B_2 = \frac{0,628}{0,05^{0,67}} = 4,659.$$

Андан кийин D_i (15), (16), (17) формулаларын колдонуп, материалдык баланстын туруктуу параметрлерин табабыз:

$$D_0 = 3,188; \quad D_1 = 0,31; \quad D_2 = 0,209$$

Андан кийин түз эсептөө аркылуу $\theta_0(s_0)$ алабыз:

$$\theta_0(s_0) = \frac{1}{1 + \frac{s_0^{1,325}}{[0,097 \cdot (1 - s_0)^{0,89} + 0,066 \cdot (1 - s_0)^{0,874}]^{2,325}}} \quad (5.22)$$

Формула (5.22) колдонуп, биз туюнтманы максималдаштыруу:

$$h(s_0) = [(1 - \theta_0(s_0))(1 - s_0)^{\frac{\alpha_2}{1-\alpha_1}}] = [(1 - \theta_0(s_0)) \cdot (1 - s_0)^{2,052}]$$

Бардык мурунку туюнтмалар s_0 кичинекей дискреттик кадамы менен Microsoft Excel сыяктуу электрондук таблицалардын жардамы менен эсептелет. Анда $h(s_0)$ туюнтмасынын максимуму табылат. $h(s_0)$ максат функциясы үчүн эсептөө маалыматтары 5.6-таблицада келтирилген.

5.6-таблица. $h(s_0)$ максат функциясынын маанилери

s_0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
$h(s_0)$	0,529	0,572	0,603	0,623	0,636	0,6441	0,6475
s_0	0,12	0,13	0,14	0,2	0,3	0,4	
$h(s_0)$	0,6476	0,6449	0,6402	0,5865	0,4648	0,3446	

Максималдуу $s_0^* = 0,12$ маанисинде жетишилет. Анда $\theta_0^* = 0,158$ табылып, калган секторлордун үлүштөрү аныкталат:

$$\theta_1^* = \alpha_2(1 - \theta_0); \quad s_1^* = \alpha_2(1 - s_0) \\ \theta_2^* = (1 - \alpha_2)(1 - \theta_0); \quad s_2^* = (1 - \alpha_2)(1 - s_0)$$

Бул формулаларды колдонуу менен биз оңой таба алабыз:

$$s_1^* = \alpha_2(1 - s_0) = 0,669 \cdot 0,88 = 0,588. \\ s_2^* = (1 - \alpha_2)(1 - s_0) = 0,331 \cdot 0,88 = 0,291. \\ \theta_1^* = \alpha_2(1 - \theta_0) = 0,699 \cdot 0,842 = 0,5632. \\ \theta_2^* = (1 - \alpha_2)(1 - \theta_0) = 0,331 \cdot 0,842 = 0,279.$$

Ошентип, эмгек жана инвестиция секторлору боюнча оптималдуу бөлүштүрүү эсептелген:

$$s_0^* = 0,12; \quad s_1^* = 0,588; \quad s_2^* = 0,291. \\ \theta_0^* = 0,158; \quad \theta_1^* = 0,5632; \quad \theta_2^* = 0,279.$$

Чындыгында, бул үч сектордук экономика стационардык абалга өткөн учурга чейин белгиленүүгө тийиш болгон секторлор ортосундагы оптималдуу пропорциялар.

MS Excelде моделдөө, биз өтүү процессинин жалпы убактысы $t^* = 14$ экенин табабыз. Мындан тышкары, этаптардын ортосундагы катыш болжол менен бирдей: 0,416 жана 0,584. Ошол. Биринчи этап 8 жыл, экинчи этап 6 жыл.

Ошентип, сунушталып жаткан механизм аркылуу биринчи кезекте материалдык сектордогу тармактык дисбаланс жоюлуп, капиталды түзүүчү сектор өнүгөт. Бул этап болжол менен 6 жылга созулат.

Анан дагы 4 жылдан кийин керектөө секторунун капитал-эмгек катышы өзүнүн оптималдуу маанилерине жетет (экинчи этапта). Мындан тышкары, жогоруда аталган пропорцияларга ылайык капиталдык каражаттардын өсүшү олуттуу болот.

Мунун баары оптималдуу түзүмдүк саясатты колдонуунун аркасында болот. Ошол эле учурда секторлор тең салмактуу өсөт жана өтүү процессинин акыркы учурунда ресурстар оптималдуу алтын пропорцияларга ылайык бөлүштүрүлөт. Ал эми секторлор капитал-эмгек катышынын стационардык маанилерине жетти: $k_0^* = 146,6$, $k_1^* = 221,7$, $k_2^* = 251,6$.

Капитал-эмгек катышы жүрүп жаткан өткөөл процесстерде ушул баалуулуктарга ыкташат. Алгачкыларынан бир кыйла айырмаланат: $k_0^0 = 43,22$, $k_1^0 = 14,7$, $k_2^0 = 27,5$.

1. Экономикалык өсүштүн тездетилген этабы

Экинчи главада баяндалган теориялык ойлордун негизинде экономикалык өсүштүн оптималдуу траекториясынын биринчи этабында капиталды түзүүчү (биринчи) секторго артыкчылык берилет. Математикалык көз караштан алганда, бул бардык үч сектордун монотондуу өсүшү төмөнкү сценарийде капиталдык каражаттардын өсүү темпинде мүмкүн экендигине байланыштуу:

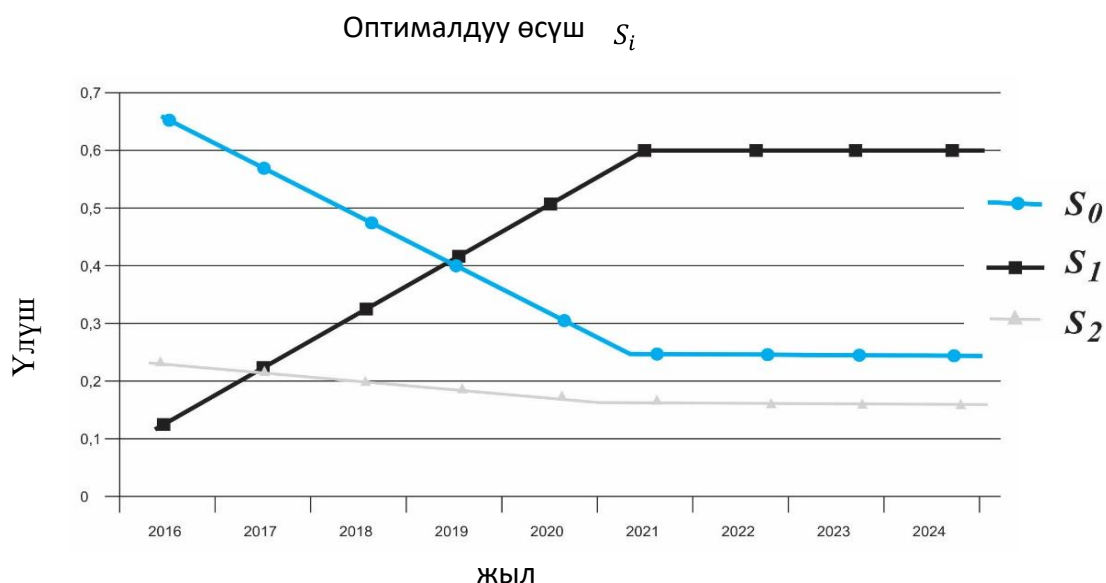
$$\frac{dk_0}{dt} = 0, \quad \frac{dk_1}{dt} > 0, \quad \frac{dk_2}{dt} = 0.$$

Башкача айтканда биринчи сектор гана өсүп жатат, ал эми материалдык жана керектөөчү секторлор стационардык абалда болот.

Экономикалык өсүштүн биринчи этабындагы түзүмдүк саясат варианты 5.9-таблицада жана 5.9-сүрөттө көрсөтүлгөн.

5.9-таблица. Өсүштүн биринчи этабындагы түзүмдүк саясат

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
s_0	0,65	0,56	0,49	0,41	0,33	0,23	0,23	0,23	0,23
s_1	0,12	0,22	0,31	0,4	0,49	0,6	0,6	0,6	0,6
s_2	0,23	0,22	0,2	0,19	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17



5.9-сүрөт. Өсүштүн биринчи этабында инвестицияларды бөлүштүрүүнүн оптималдуу параметрлерин белгилөө

Баштапкы маанилер менен: $k_0^0 = 43,22$, $k_1^0 = 14,7$, $k_2^0 = 27,5$. Ошол. Биринчи этапта биринчи секторду (фонд түзүүчү) өнүктүрөбүз, материалдык жана керектөө секторлорун жаңы баалуулуктарга өткөрүп жатабыз.

2. Жай өсүү стадиясы

Ошентип, экинчи этапта (жай өсүш) s секторунун үлүшүн биринчи этаптагы мурунку $\bar{s}_1 = 0,6$ дан айырмаланган $s_1 = 0,234$ жаңы оптималдуу мааниде кармап туруу зарыл. Бул секторду жетишилген стабилдуу k_1^* деңгээлде кармап туруу максатында гана жүргүзүлөт. Ал эми бошогон ресурстардын жардамы менен керектөө жана материалдык тармактарга инвестициянын улушун кебейтуу.

Ушул этапта биринчи сектордо эмгек ресурстарынын салыштырма салмагы мурдагыдай эле максималдуу деңгээлде сакталып турат. $\theta_1^* = \bar{\theta}_1$. Экинчи которуудан кийин эмгек ресурстары инвестициялык ресурстарга кошулат.

3. Өсүүнүн акыркы этабы

Үчүнчү этапта биринчи сектордун мурда жетишилген стационардык абалы $\frac{dk_2}{dt} > 0$ менен $\frac{dk_1}{dt} = 0$ катышы аткарылат. Кошумчалай кетсек, бул этапта эмгек өтмөгү пайда болот жана биринчи сектор үчүн $\theta_1^* = \bar{\theta}_1$ акыркы оптималдуу маани белгиленет.

КОРУТУНДУ

Диссертациялык изилдөөнүн жыйынтыгы боюнча илимий жаңылыктын төмөнкүдөй натыйжалары алынды:

- экономикадагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү изилдөөнүн системалуулугу менен мүнөздөлгөн, экономикалык системалардын өнүгүүсүндөгү түзүмдүк өзгөрүүлөрдү изилдөөнүн математикалык моделдерин иштеп чыгуу методологиясынын негиздери түзүлдү, ал өзгөрүүлөрдү изилдөөнүн

ортосундагы бирдиктүү логикалык байланышты камсыз кыла алат; түзүмдүк факторлордо жана андан келип чыккан көрсөткүчтөрдүн динамикасында экономикалык системалардын иштешинин ;

- түзүмдүк жана функционалдык өнүгүүнүн кош биримдигинин концепциясы изилденген жана сунуш кылынган, ал экономикалык системалардын ичиндеги автономдуу процесстер катары каралуучу түзүмдүк өзгөрүүлөрдү жана жылыштарды эске алган адекваттуу математикалык моделди иштеп чыгууга мүмкүндүк берген, динамикалык процесстерди куруу мүмкүнчүлүгүн түзгөн; түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана экономикалык өсүштүн моделдери;

- экономикалык системалардагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү математикалык моделдөөнүн методологиясы негизделген, ал түзүмдүк өзгөрүүлөр өнүгүүнүн "фактор-таасир" жана "фактор-натыйжасы" катары каралып жаткан кырдаалда изилдөөлөрдүн системалуулугун камсыз кылууга мүмкүндүк берет; экономикалык системанын;

- экономикалык системаларды тегиз эместик жана стохастикалык көрүнүштөр менен мүнөздөлгөн сызыктуу эмес, детерминисттик эмес жана тең салмактуу эмес түзүлүштөр катары кароого концептуалдык мамиле иштелип чыккан;

- түзүмдүк өзгөрүүлөрдү фундаменталдуу изилдөөгө, түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн багытын жана сапатын баалоого, ошондой эле өндүрүштүк жана технологиялык мүнөздөгү түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн конкреттүү сандык параметрлерин алууга мүмкүндүк берүүчү математикалык моделдердин системасы курулган; макроэкономикалык деңгээлде түзүмдүк тең салмактуулукка жетишүү;

- өлкөнүн статистикалык маалыматтарынын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөргө баа берүү үчүн диссертациялык изилдөөдө иштелип чыккан математикалык моделдерди адаптациялоо жана текшерүү жүргүзүлдү, бул экономиканын түзүмдүк жана функционалдык мүнөздөмөлөрүнүн ортосундагы реалдуу байланыштын жакындыгын аныктоого мүмкүндүк берген, ошондой эле; макроэкономикалык системалардын түзүмдүк тең салмактуулугуна жетишүү боюнча практикалык сунуштарды берүү;

- диссертациялык иштин теориялык мааниси анын макроэкономикалык системалардагы түзүмдүк өзгөрүүлөрдү моделдөөнүн теориясы жана методологиясы чөйрөсүндөгү илимий билимдерди өнүктүрүүгө көмөктөшөөрүндө;

- иштелип чыккан математикалык моделдер экономикалык өсүштүн темпи бүтүндөй экономикалык системанын түзүмдүк мүнөздөмөлөрү менен түздөн-түз байланышта экендигин көрсөтсө;

- оптималдуу өнөр жай түзүмү катары кайра иштетүүчү тармактардын үлүшү 20%дан кем эмес болушу керек, башкача айтканда, бүтүндөй экономиканын зарыл туруктуулугун камсыз кылуучу “бештен бир эрежени” сактоону эске алуу зарыл; .

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР

Диссертациялык иштин практикалык мааниси чоң. Структуралык өзгөрүүлөрдү моделдөө методологиясына сунушталган ыкмаларды ишке ашыруу структуралык өзгөрүүлөр менен экономикалык өсүү процесстеринин ортосундагы практикалык байланышты камсыз кылуу менен тармактык жана технологиялык деңгээлдеги түзүмдүк балансты сапаттык жакшыртууга көмөктөшүүгө тийиш.

ЖАРЫК КӨРГӨН ЧЫГАРМАЛАРДЫН ТИЗМЕСИ

Автордун эмгектери Жогорку аттестациялык комиссия жана Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги тарабынан сунушталган эл аралык конференциялардын жыйнактарында жана рецензияланган илимий журналдарда жарыяланган.

1. Choroev K. Askarova Ch., Kultaev T. «Structural shifts in the economy and economic growth of the Kyrgyz Republic» is accepted for publication in one of the forthcoming issues of the Scientific Herald of Uzhhorod University. Series «Physics» (ISSN: 2415-8038, e-ISSN: 2786-6688)

2. Чороев, К. Анализ оптимизации структурных изменений экономики регионов на базе моделирования [Текст] / К. Чороев, Б. Б. Рысалиева, Т. К. Бусурманова // Учет и контроль. – 2022. – № 1/2. – С. 98–109.

3. Choroev, K. An econometric model for assessing structural shifts [Text] / K. Choroev // Herald of Institute Mathematics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2022. – N 2. – P. 144–150.

4. Чороев, К. Эконометрическая модель анализа и прогноза структурных сдвигов в экономике кыргызской республики [Текст] / К. Чороев // Реформа. – 2021. – № 3 (91). – С. 29–34.

5. Чороев, К. Анализ динамики структуры экономики чуйской области Кыргызской Республики [Текст] / К. Чороев, Б. Б. Рысалиева, Э. Ю. Хусаинова // Наука и инновационные технологии. – 2021. – № 3 (20). – С. 257–263.

6. Choroev, K. Modeling economic development using production functions [Text] / K. Choroev, S. S. Kydyrmaeva, N. K. Suynaliev // Herald of Institute Mathematics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2021. – N 1. – P. 150–156.

7. Models of overcoming structural imbalances of the economy of the Kyrgyz Republic [Text] / K. Choroev, N. K. Suinaliev, S. S. Kydyrmaeva, Ch. T. Askarova // Herald of Institute Mathematics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2021. – N 2. – P. 95–104.

8. Choroev, K. Modeling the functioning of economic systems using production ves functions [Text] / K. Choroev, N. K. Suynaliev, N. A. Zhusupbaeva // Herald of Institute Mathematics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2020. – N 1. – P. 132–138.

9. Choroev, K. Open three-sector model [Text] / K. Choroev, N. K. Suynaliev // Herald of Institute Mathematics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2020. – N 2. – P. 118–124.

10. Моделирование структурных диспропорций экономики кыргызской республики [Текст] / Б. И. Бийбосунов, К. Чороев, Б. Р. Сабитов, Б. Д. Давлятова // Фундаментальные исслед. – 2019. – № 7. – С. 21–26.
11. Chorojev, K. Problems of overcoming asymmetry in the regional development of the economy of the kyrgyz republic [Text] / K. Chorojev // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2019. – Т. 1. – Р. 11–14.
12. Прогнозирование структурных изменений экономики Кыргызской Республики [Текст] / К. Чороев, Н. К. Суйналиева, С. С. Кыдырмаева, Ч. Т. Аскаророва // Актуальные проблемы экономики и упр. – 2019. – № 2 (22). – С. 59–63.
13. Чороев, К. Эффективность структурных изменений экономической системы Кыргызской Республики [Текст] / К. Чороев, С. С. Кыдырмаева, Б. Б. Рысалиева // Актуальные проблемы экономики и упр. – 2019. – № 4 (24). – С. 107–111.
14. Прогнозирование структурных изменений экономики [Текст] / К. Чороев, А. Жусупбаев, М. А. Асанкулова, Н. К. Суйналиева // Вестн. ин-та математики Нац. АН Кырг. Респ. – 2019. – № 1. – С. 135–141.
15. Чороев, К. Нелинейные модели развития экономики Кыргызстана [Текст] / К. Чороев, А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Вестн. ин-та математики Нац. АН Кырг. Респ. – 2019. – № 2. – С. 66–73.
16. Chorojev K. Problems of complex economic systems optimization [Text] / K. Ch. Chorojev, M. N. Irgebaeva, B. B. Rysaliev // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 12 (101). – Р. 378–381.
17. Problems of expert system development of the investment design in agro-industrial complex of Kyrgyzstan [Text] / K. Chorojev, B. R. Sabitov, A. Seitbekov, U. T. Kerimov // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 12 (101). – Р. 414–417.
18. Чороев, К. Проблемы оптимизации экономических систем [Текст] / К. Чороев // Вестн. ин-та математики Нац. АН Кырг. Респ. – 2018. – № 1. – С. 95–102.
19. Проблемы межотраслевого моделирования развития экономики в Кыргызстане [Текст] / К. Чороев, С. К. Бийбосунова, Б. Р. Сабитов, М. М. Кожонов // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 9/3 (86). – С. 226–229.
20. Чороев, К. Математическая модель и метод определения соотношений экспорта и импорта продукции [Текст] / К. Чороев, А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Изв. ВУЗов Кыргызстана. – 2016. – № 5. – С. 80–82.
21. Чороев, К. Математическая модель и методы соотношений экспорта и импорта продукции [Текст] / К. Чороев, А. Жусупбаев, М. Асанкулова // Новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2016. – № 5. – С. 80.
22. Чороев, К. Проблемы построения межотраслевой оптимизационной модели равновесия [Текст] / К. Чороев // Проблемы оптимизации и экономические приложения. Материалы VI Междунар. конф. – 2015. – С. 164.

Чороев Калыбектин 05.13.16 – эсептөө техникасын, математикалык моделдештирүүнү жана математикалык методдорду илимий изилдөөлөрдө колдонуу (илимдин тармактары боюнча) адистиги боюнча физика – математика илимдеринин доктору окумуштуулук даражасын изденип алууга сунушталган "экономикалык системалардын түзүмдүк өзгөрүүлөрүн талдоонун математикалык моделдери жана методдору жана божомолу (Кыргыз Республикасынын мисалында)" деген темадагы диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Ачкыч сөздөр: математикалык методдор жана моделдер, түзүмдүк өзгөрүүлөр, экономикалык тутумдар, үч сектордук модель, оптималдуу башкаруу, матрицалык моделдер.

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Изилдөө темасынын актуалдуулугу түзүмдүк өзгөрүүлөрдү талдоо үчүн математикалык моделдерди жана методдорду иштеп чыгуу аркылуу экономикалык процесстерге түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоо зарылдыгы менен аныкталган. Изилдөөнүн объектиси-бул түзүмдүк өзгөрүүлөр жана алардын экономикалык тутумдардын иштешине тийгизген таасири. Изилдөөнүн предмети түзүмдүк өзгөрүүлөрдү талдоо үчүн математикалык моделдерди жана методдорду иштеп чыгуу болуп саналат.

Изилдөөнүн максаты. Негизги максат өткөөл мезгилде улуттук экономиканын макроэкономикалык процесстеринин түзүмдүк өзгөрүүлөрүн баалоо, талдоо жана моделдөө методологиясын түзүү болуп саналат, ал экономиканы өнүктүрүүнүн маселелерин чечүүгө арналган.

Изилдөөнүн негизги милдеттери болуп төмөнкүлөр саналат: - түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн динамикасын жана түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана улуттук экономиканын өсүшүнүн өз ара байланыш моделдерин изилдөөнүн математикалык моделдерин жана методдорун иштеп чыгуу; - экономикалык өнүгүү процесстерине түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин баалоонун параметрлерин жана алардын тең салмактуу өнүгүшүнүн шарттарын аныктоо.

Диссертациялык иштин илимий жаңылыгы төмөнкүлөрдөн турат: - математикалык моделдердин жана методдордун жардамы менен экономикалык өнүгүү процесстерине түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн таасирин системалык изилдөө жүргүзүү; - экономикалык системалардын түзүлүшүнүн негизги параметрлерин аныктоо жана алардын тең салмактуу өнүгүү шарттарын аныктоо үчүн өндүрүштүк функциялардын негизинде түзүмдүк өзгөрүүлөрдүн жана экономикалык өсүштүн сызыктуу эмес математикалык моделдеринин жаңы классын куруу.

Практикалык мааниси жана изилдөө жыйынтыктарын ишке ашыруу. Диссертациялык изилдөөнүн материалдары жогорку окуу жайларында макроэкономикалык моделдөө маселелерин караган дисциплиналар боюнча колдонмолорду, лекциялык жана практикалык курстарды даярдоодо, ошондой эле макроэкономикалык пландаштыруу жана болжолдоо методологиясын иштеп чыгууда жана өркүндөтүүдө, экономикалык өнүгүүнүн республикалык жана региондук программаларын түзүүдө колдонулушу мүмкүн.

РЕЗЮМЕ

диссертации Чороева Калыбека на тему «Математические модели и методы анализа, и прогноза структурных изменений экономических систем (на примере Кыргызской Республики)» представленной на соискание ученой степени доктора физико – математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки)

Ключевые слова: математические методы и модели, структурные изменения, экономические системы, трехсекторная модель, оптимальное управление, матричные модели.

Актуальность темы диссертации. Актуальность темы исследования определена необходимостью оценки влияния структурных изменений как фактор на экономические процессы, с помощью разработки математических моделей и методов для анализа структурных изменений. Объектом исследования является структурные изменения и их влияние на функционирование экономических систем. Предметом исследования являются разработка математических моделей и методов для анализа структурных изменений.

Цель исследования. Основной целью является создание методологии оценки, анализа и моделирования структурных изменений макроэкономических процессов национальной экономики в переходном периоде, предназначенных для решения задач развития экономики.

Основными задачами исследования являются: - разработка математических моделей и методов исследования динамику структурных изменений и моделей взаимосвязи структурных изменений и роста национальной экономики; - определения параметров оценки воздействия структурных изменений на процессы экономического развития и определение условий их сбалансированного развития.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем: - проведение системного исследование воздействия структурных изменений на процессы экономического развития с помощью математических моделей и методов; - построение нового класса нелинейных математических моделей взаимосвязи структурных изменений и экономического роста на основе производственных функций для определения основных параметров структуры экономических систем и определение условий их сбалансированного развития.

Практическая значимость и внедрение результатов исследований. Материалы диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке пособий, лекционных и практических курсов по дисциплинам, рассматривающих вопросы макроэкономического моделирования, также могут быть использованы при разработке и совершенствовании методологии макроэкономического планирования и прогнозирования, при формировании республиканских и региональных программ экономического развития.

SUMMARY

of Chorojev Kalybek's dissertation on "Mathematical models and methods of analysis and forecasting of structural changes in economic systems (on the example of the Kyrgyz Republic)" submitted for the degree of Doctor of Physical and Mathematical Sciences in the specialty 05.13.16 – application of computer technology, mathematical modeling and mathematical methods in scientific research (by branches of science)

Keywords: mathematical methods and models, structural changes, economic systems, three-sector model, optimal management, matrix models.

In the article, the **object** of the study is the process of structural development of the national economy, arising in connection with the transition to a model of sustainable economic growth and the formation of an appropriate economic structure.

The **subject** of the study is the development of mathematical models for assessing structural changes that arise in connection with the transition to a model of sustainable economic growth in macroeconomic systems. The purpose of the dissertation work.

The purpose of the dissertation work. The purpose of the dissertation research is to develop a mathematical model and methods for analyzing and forecasting sustainable growth of the national economy in conjunction with structural changes in it.

Research methods and equipment: methods of mathematical modeling, elements of mathematical analysis, methods of correlation and regression analysis, econometric methods.

The obtained results and novelty: the theoretical, methodological and methodological results obtained during the research can be used in the development and improvement of the methodology of macroeconomic planning and forecasting, in the formation of republican and regional economic development programs. The implementation of the proposed approaches to the methodology of modeling structural changes should contribute to the qualitative improvement of structural balance at the sectoral and technological levels, ensuring the practical relationship between structural changes and economic growth processes.

Recommendations for use: We recommend using the obtained scientific results in forecasting and planning economic development, in the allocation of investment and labor resources.

Scope of application: the obtained results complement the theory of mathematical modeling of economic processes and structural changes in economic systems.

