

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.27.06.2017.T.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**НУКУС ФИЛИАЛИ**

**ҚУТЛИМУРАТОВ ЮСУП ҚУЛБАЕВИЧ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ**  
**ИХТИСОСЛАШТИРИШ ВА ЖОЙЛАШТИРИШНИ ЭКОЛОГИК**  
**МОДЕЛЛАР АСОСИДА ОПТИМАЛЛАШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш

**ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2019

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Кутлимуратов Юсуп Кулбаевич**

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришни  
экологик моделлар асосида оптималлаш алгоритмлари.....5

**Кутлимуратов Юсуп Кулбаевич**

Алгоритмы оптимизации размещения и специализации  
сельскохозяйственного производства на основе экологических моделей .....21

**Qutlimuratov Yusup Qulbaevich**

Algorithms for optimizing the placing and specialization of agricultural production  
on the basis of ecological models.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works .....43

**ЎОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ  
НУКУС ФИЛИАЛИ**

**ҚУТЛИМУРАТОВ ЮСУП ҚУЛБАЕВИЧ**

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ  
ИХТИСОСЛАШТИРИШ ВА ЖОЙЛАШТИРИШНИ ЭКОЛОГИК  
МОДЕЛЛАР АСОСИДА ОПТИМАЛЛАШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш

**ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси  
Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида  
B2017.4.PhD/TS06 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университети Нукус филиалида  
бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш  
веб-саҳифасида ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) ва "Ziyouet" Ахборот таълим порталида ([www.ziyouet.uz](http://www.ziyouet.uz))  
жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Утеулиев Ниетбай Утеулиевич  
физика-математика фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Кабулов Анвар Васильевич  
техника фанлари доктори, профессор  
Тухтаназаров Дилмурод Солижонович  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Етакчи ташкилот:

Ирригация ва сув муаммолари илмий-  
тадқиқот институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги  
DSc.27.06.2017.T.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил « 05 » май соат 16<sup>00</sup>  
даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳар, Амир Темуր кўчаси, 108-уй.  
Тел.: (99871) 238-64-43, факс: (99871) 238-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс  
марказида танишиш мумкин (2573 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент  
шаҳар, Амир Темуր кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2019 йил « 19 » феврал кунин тарқатилди.  
(2019 йил « 15 » феврал даги 2 рақамли реестр баённомаси)



Р.Х.Хамдамов  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Ф.М.Нуралнев  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

М.А.Рахматуллаев  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш қошидаги илмий семинар  
раиси, т.ф.д., профессор

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши самарадорлигини оширишнинг замонавий босқичини таъминлайдиган, аҳоли эҳтиёжлари учун ишлаб чиқарилаётган экологик тоза маҳсулотларни етиштириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида такомиллашган математик моделлар, табиий ресурслардан фойдаланишда сув ва ер ресурсларини тежайдиган оптималлаштириш усулларини ишлаб чиқиш, ишлаб чиқаришни оптималлаштириш ҳисобига экин майдонларини жойлаштириш ва бошқаришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу йўналишда дунёнинг ривожланган мамлакатларида, жумладан АҚШ, Канада, Япония, Буюк Британия, Германия, Франция, Хитой, Россия Федерацияси ва бошқа давлатларда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптималлаштириш асосида бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда қишлоқ хўжалиги соҳасини ривожлантириш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланишда математик усуллар ишлаб чиқарилмоқда, қишлоқ хўжалиги доирасида лойиҳалаштириш, оптималлаш ва бошқаришнинг илмий асослари яратилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, турли математик моделлар яратиш ва оптималлаш асосида бошқарув қарорларини қабул қилиш тизимларини ишлаб чиқиш жараёнларини такомиллаштириш, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптималлаш масалаларини ҳал қилишнинг математик моделларини яратиш, алгоритмик ва бошқарув қарорларини қабул қилиш усулларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу билан бирга қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масаласининг экологик моделлари ва ечиш алгоритмларини яратиш зарур ҳисобланмоқда.

Республикамызда суғориладиган ерларда табиий ресурслардан экологик талабларни ҳисобга олган ҳолда фойдаланиш ва уларни бошқариш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...таркибий ўзгартиришларни чуқурлаштириш ва қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини изчил ривожлантириш, мамлакат озиқ-овқат хавфсизлигини янада мустаҳкамлаш, экологик тоза маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш, аграр секторнинг экспорт салоҳиятини сезиларли даражада ошириш, ... иқтисодий, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, хусусан, табиий ресурслардан оқилона ва самарали фойдаланишда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини ечиш имконини берувчи кўп мезонли математик моделлар, самарали ҳисоблаш ва қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ва 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2018 йил 2 июлдаги ПҚ-3823-сон «Сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги вақтда қишлоқ хўжалигининг турли даражалардаги ишлаб чиқаришларини яхлит ёки қисмларини режалаштиришни оптималлашга ва чизикли дастурлашнинг умумий масалаларига асосланган бир қанча иқтисодий-математик моделлар ишлаб чиқилган ва амалиётга татбиқ қилинган. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришни оптималлаш, шунингдек табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш масалалари А.Дуннетт, G.Johann, Q.Tan, A.Udias, М.Е.Браславец, Т.С.Зайнчковская, Н.А.Звягин, Т.Изосимова, И.В.Колеснёв, О.В.Колесникова, А.П.Курносков, И.Н.Ляшенко, А.В.Кузнецов ва бошқа чет эллик олимларнинг илмий ишларида тадқиқ қилинган ва қисман ўрганилган.

Ўзбекистон Республикасида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш, шунингдек табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш муаммолари В.Қ.Қобулов, В.А.Абдиразаков, М.З.Зиёходжаев, Т.Ф.Бекмуратов, Д.Т.Мухамедиева, С.Ч.Джалалов, Н.У.Утеулиев, Ш.Эргашева ва бошқа олимларнинг илмий ишларида тадқиқ қилинган.

Юқорида айтиб ўтилган олимларнинг илмий ишларида муаммонинг айрим томонлари батафсил ўрганилганига қарамай, экологик-иқтисодий нуқтан назардан ўзига хос томонлари кам ўрганган, сув ресурсларини ҳисобга олган ҳолда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптимал ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалалари кўп мезонли ёндашиш нуқтан назаридан етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университети Нукус филиали илмий-тадқиқот ишлари режасининг №БВ-Ф1-015 «Кўп мезонли стохастик дастурлаш масалалари моделлари ва ечиш методлари

тадқиқи» (2007-2011) мавзусидаги лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини оптималлаштиришнинг экологик моделларини, қарор қабул қилишнинг алгоритмик ва дастурий таъминотини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини таҳлил қилиш ва оптималлашга тизимли ёндашишнинг усулларини ишлаб чиқиш;

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришни оптималлаштиришнинг мезонлари ва чеклов шартларини ишлаб чиқиш;

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг кўп мезонли экологик моделини ва сифат таҳлили усулларини ишлаб чиқиш;

икки мезонли экологик масалалар учун маргиналлик муносабатларини ўрнатиш ва ресурслар турғунлигини таҳлил қилиш;

кўп мезонли экологик-иқтисодий масалаларни ечишнинг дастурий мажмуаси тузилмасини, бошқариш қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритм асосида Парето тўпламини ишлаб чиқиш ва самарали ечимларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида экологик-иқтисодий нуқтан назардан сув ресурсларини ҳисобга олувчи қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш жараёнлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сув ресурсларининг танқислигини ҳисобга олувчи қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптималлаш масалаларининг икки мезонли экологик моделлари, ечиш усуллари, бошқариш қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмлар ва дастурий таъминотлардан ташкил топди.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, математик дастурлашнинг иккилик назарияси, қаварик таҳлил, кўп мезонли оптималлаш, Парето тўпламининг самарали ечимларини топиш ва объектга йўналтирилган дастурлаш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини бир ўлчамли, кўп ўлчамли ва батафсил таҳлил қилиш ва оптималлашга тизимли ёндашишнинг усуллари ишлаб чиқилган;

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масаласининг икки ва кўп мезонли экологик моделлари ва ечиш усуллари ишлаб чиқилган;

икки мезонли экологик модель учун маргиналлик муносабатлари ўрнатилган ва ресурслар турғунлиги асосида иқтисодий самарадорлик функциясини баҳолаш мезони ишлаб чиқилган;

кўп мезонли оптималлаштириш ва бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмлар асосида Парето тўпламини тузиш

алгоритми ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг икки мезонли экологик моделлари, иккилик муносабатлари, оптималлик шартлари асосида ресурсларни баҳолаш ва иқтисодий самарадорликни аниқлаш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини ечишнинг дастурий воситаси ишлаб чиқилган;

кўп мезонли масалаларни ечиш ва бошқарув қарорларини қабул қилишнинг мультимедиали воситасига асосланган мулоқотли дастурий мажмуаси яратилган;

қишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг икки мезонли экологик моделининг ечими вариантлари бўйича бошқарув қарорларини қабул қилиш альтернативалари ишлаб чиқарилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларида сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш йўли билан ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш учун таклиф этилган икки мезонли экологик моделлаштиришнинг ва унинг ечимларини оптималлаштириш алгоритмлари ва усулларининг мутахассислар ва экспертлар томонидан қўллаб-қувватланганлиги, шунингдек ишлаб чиқилган дастурий воситанинг амалиётга жорий этилганлиги, олинган оптимал ечимлар фермер хўжалиklarининг амалдаги маълумотларига солиштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришда кўп мезонли моделлаштириш асосида оптималлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш орқали сув ресурслари истеъмолини камайтириш ва маҳсулдорликни ошириш, шунингдек иқтисодий самарадорлик функцияси кўрсаткичларини аниқлаш мезони ва қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш алгоритмлари учун яратилган мулоқотли дастурий мажмуанинг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экологик моделларини алгоритмик ва дастурий воситаларини амалий жорий этиш натижасида қарор қабул қилувчи шахснинг ечим вариантларини танлашида, мониторинг ўтказишда ва мақбул қарорлар қабул қилишда кўргазмали график кўринишида фойдаланиши, шунингдек олинган натижалар сувдан тежамли фойдаланиш ва қишлоқ хўжалиги маҳсулдорлигини ошириш имкониятларига эгаллиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ишлаб чиқилган кўп мезонли экологик моделлар, оптималлаштириш ва бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмлар ва мулоқотли дастурий мажмуалар бўйича олинган илмий натижалар асосида:



параметрик дастурлашнинг алгоритмик усулларига доир «Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини ечиш учун дастурий восита», «Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг детерминирланган ва стохастик масалаларини ечиш учун мулоқотли дастурий мажмуа» дастурий воситаларидан бошқарув қарорларини қабул қилишда фойдаланиш мумкинлиги тўғрисида «UNICON.UZ» ДУК томонидан хулоса берилган («UNICON.UZ» ДУКнинг 2018 йил 20 декабрдаги хулосаси). Натижада кулай график интерфейсга эга бўлган кўп мезонли масалаларни ечишнинг мулоқотли дастурий мажмуаси бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмлар асосида ечим вариантларини таҳлил қилиш имконини берган;

қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг икки мезонли экологик моделлари, иккилик муносабати, оптималлик шартлари, бошқарув қарорларини қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмлар асосида Парето тўпламини тузишнинг усули ва алгоритмлари Қорақалпоғистон Республикаси Нукус тумани «Шортанбай» ва «Нукус» массивлари фермер хўжаликлари амалиётига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 19 ноябрдаги 33-8/8626-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида ишлаб чиқилган қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини максималлаш мезони бўйича оптималлаштиришда йиллик ўсишни 5%дан 15%гача орттириш имкони яратилган;

сув ресурсларини ҳисобга олувчи экологик моделлар, кўп мезонли масалаларни ечишнинг ва бошқарув қарорларини қабул қилишнинг усул ва алгоритмлари асосида яратилган дастурий восита Нукус тумани «Шортанбай» ва «Нукус» массивлари фермер хўжаликлари амалиётига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 19 ноябрдаги 33-8/8626-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида сув истеъмоли минимуми мезони бўйича оптималлаштиришда сув истеъмоли режага нисбатан 8%дан 25%гача тежалишининг имкони яратилган;

ресурслар турғунлиги ва маргиналик муносабатлари асосида иқтисодий самарадорлик функциясини баҳолаш алгоритмлари ва усуллари Кегайли тумани фермер хўжаликлари амалиётига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 19 ноябрдаги 33-8/8626-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасини кўллаш қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришининг йиллик ўсиши бўйича ресурслар турғунлигида иқтисодий самарадорлик кўрсаткичини 3%дан 8%гача орттириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтган ҳамда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси

бўйича 24 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, 2 таси хорижий ва 3 таси республика журналларида нашр этилган ҳамда 2 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, - тадқиқотнинг республика фани ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган ҳамда тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, ишнинг янгиликлари, назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилганлик ҳолати ҳамда нашр этилган ишлар ва диссертация ишининг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи “Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптималлаштириш масалаларининг тизимли таҳлили” бобида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши оптималлаштириш тизимлари интеграциялашган тизимли моделлаштириш нуқтаи назаридан таҳлил этилган. Бир мезонли, кўп мезонли ва батафсил таҳлилларнинг мақсади ва вазифалари қаралиб ўтилган.

Қишлоқ хўжалиги корхоналари ишлаб чиқаришини таҳлил этиш ва оптималлаштиришга тизимли ёндашувнинг услубияти тамойиллари шакллантирилди ва улардан аҳамиятга моликликлари куйидагича келтирилди.

*Ривожланишлик тамойили* корхона қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши тизими қисмининг амалдаги вазиятини таҳлили учун ҳам, тизим қисмини оптималлаштириш учун ҳам катта аҳамият касб этади. Ушбу тамойил таҳлил қилишда қўлланилиб, иқтисодий жараёнларни ўрганиш назарияси ва услубиятини умумий ривожланиб боришида унинг сифатини, шунингдек дастлабки ахборотларни тайёрлаш услубиятини такомиллаштиришдан ташкил топади.

*Тузилмавийлик тамойили* дастлабки ахборотларни корхона қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини амалдаги вазиятини таҳлил этиш учун ҳам, оптималлаштириш масаласини ечиш учун ҳам тузилмалашни тақазо этади.

*Бутунлилик тамойили* объектнинг амалдаги вазиятини ва табиатини ҳар томонлама таҳлил қилишни амалга ошириш имконини берувчи ахборотлар базасининг шакллантирилишини тақазо этади.

*Мослашувчанлик тамойили* дастлабки ахборотни қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида эришилган даражасининг бир ўлчамли, кўп ўлчамли, батафсил таҳлилига мос ҳолда тайёрлашни тақазо этади. Ушбу тамойилни

ҳисобга олиш билан қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ўзгарувчи шароитларга, шунингдек келгусида ишлаб чиқариш самарадорлигини орттириш масалаларига мос ҳолда оптималлаштириш ва таҳлил қилишининг мақсадли қўйилиши аниқлаштирилади.

*Вариантlilik тамойили* режалаштириш учун алоҳида аҳамият касб этади. Тизимнинг ривожланишига келгусида ортиб борувчи турли омиллар таъсирларининг ноаниқлиги сабабли турли омилларнинг мумкин бўлган таъсирининг устунлигини акслантирувчи вариантлар бўйича режалар ишлаб чиқишни талаб этади.

*Динамиклик тамойили* қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришининг амалдаги вазиятини таҳлил қилишга нисбатан уни ҳисобот даври йиллари бўйича динамик қўринишда ўтказишни тақазо этади. Ушбу тамойил ҳосилдорликнинг батафсил таҳлилини динамик – келгуси йиллар ёки келажак даврига ажратилган вақт оралиқлари бўйича амалга ошириш зарурлигини келтириб чиқаради.

*Оптималлик тамойили* қишлоқ хўжалиги корхоналарида ишлаб чиқаришни оптималлаштиришда айниқса алоҳида аҳамият касб этади. Ушбу тамойил оптимал режалаштиришнинг мақсадли ўрнатмаларини имкон қадар тўла амалга оширишни, бериладиган турли мақсадли ўрнатма нуқтаи назардан кўп вариантли ҳисоблашларни ишлаб чиқишни талаб қилади.

*Самарадорлик тамойили* қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришининг ҳолатини таҳлил қилиш, шунингдек корхонанинг самарали ишлаши учун ишлаб чиқаришни оптималлаштириш билан бевосита боғлиқ. Самарадорлик тамойилини ҳисобга олиш билан бир ўлчамли, кўп ўлчамли ва батафсил таҳлил учун ҳам, қишлоқ хўжалиги корхонасида ишлаб чиқаришни режалаштириш учун ҳам дастлабки ахборотларни интеграллашган банкларини ишлаб чиқишни амалга ошириш зарур бўлади. Мазкур тамойилга мос ҳолда ахборот массивлари тузилмаси яратилади, уларни ишлаб чиқаришни оптималлаштиришнинг муайян моделига мақсадли йўналтириш масаласи қаралади.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини оптимал ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг базавий моделига кўра қуйидаги чизикли функция экстремал қийматларга эришадиган  $x_{jk}$  режа топилади:

$$z = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{jk} x_{jk},$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ijk} x_{jk} \leq b_{ik}, (i = \overline{1, n}), \quad \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r \bar{a}_{ijk} x_{jk} \geq A_j, (j = \overline{1, m}), \quad x_{jk} \geq 0, (j = \overline{1, n}, k = \overline{1, r});$$

бу ерда  $j$  – соҳа тури;  $i$  – ресурс тури;  $k$  – минтақа;  $a_{ijk}$  –  $k$ -минтақадаги  $j$ -соҳада  $i$ -турнинг харажати меъёри;  $\bar{a}_{ijk}$  – экиннинг ҳосилдорлиги ва чорвачилик маҳсулотларининг  $k$ -минтақадаги унумдорлиги;  $b_{ik}$  –  $i$ -турнинг  $k$ -минтақадаги ресурс ҳажми;  $A_j$  –  $j$ -соҳа ишлаб чиқаришининг кафолатланган ҳажми;  $c_{jk}$  –  $k$ -минтақадаги  $j$ -соҳани баҳолаш бирлиги

ҳажми;  $x_{jk} - k$ -минтақадаги  $j$ -соҳа ҳажми.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини моделлаштириш, оптималлаш, таҳлил қилиш мажмуасининг умумий ташкилий тузилмаси ишлаб чиқилган. Моделлаштириш, оптималлаш усуллари ва бошқарув қарорларини қабул қилиш масалалари тадқиқ қилинган.

Тадқиқот мақсади ва вазифаларининг қўйилишида моделни танлашнинг экологик, табиий ва иқтисодий шароитларга асосланиши, ишлаб чиқаришнинг барқарор ривожланиши ва унинг иқтисодий самарадорлигини таъминлашга йўналтириши келтирилган.

Мазкур бобда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини тизимли моделлаштириш асосида таҳлил қилиш ва оптималлашнинг муаммоли масалаларига алоҳида ўрин ажратилган.

Диссертациянинг иккинчи “Ишлаб чиқариш объектларини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини оптималлаштириш” бобида оптималлик шартлари ва иккилик муносабатлари тадқиқ қилинган, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалалари учун кўп мезонли экологик-иқтисодий моделлар ишлаб чиқилган.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришининг экологик-иқтисодий математик модели мезонлари қуйидагича шакллантирилди:

1) Экинлар ва чорвачилик маҳсулотлари бўйича фойда максимумига асосланган қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экологик-иқтисодий математик моделининг асосий мезони қуйидагича аниқланди:  $F_1(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K_i} p_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} p_{iv} z_{iv} \rightarrow \max;$

2) Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида экинлар ва чорвачилик маҳсулотлари бўйича капитал маблағлар минимуми бўйича қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экологик-иқтисодий математик модели мезони қуйидагича бўлди:

$$F_2(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K_i} c_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} \bar{c}_{iv} z_{iv} \rightarrow \min;$$

3) Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида экинлар ва чорвачилик маҳсулотлари сув истеъмоли минимуми бўйича қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экологик мезони қуйидагича бўлди:  $F_3(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K_i} \beta_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} \bar{\beta}_{iv} z_{iv} \rightarrow \min;$

4) Қишлоқ хўжалигида экин ва чорвачилик маҳсулотлари бўйича режага нисбатан максимал ишлаб чиқаришнинг иқтисодий-математик моделининг асосий мезони қуйидагича бўлди:

$$h_1 \rightarrow \max, \sum_{i \in I} \sum_{k \in K_i} a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i \in I} y_{ij} \geq A_j h_1, \sum_{i \in I} z_{iv} \geq B_v h_1;$$

5) Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экин ва чорвачилик маҳсулотлари бўйича режага нисбатан сув истеъмоли минимумига асосланган экологик моделининг

асосий мезони қуйидагича бўлади:  $h_2 \rightarrow \min, \sum_{j \in J_1^k \in K_1} \beta_{jk} x_{jk} + \sum_{v \in J_2} \bar{\beta}_{iv} z_{iv} \leq Q_1 h_2$ .

Ушбу мезонларга қуйидаги шартларнинг бажарилиши асосий талаб қилиб қўйилади:

1. Минтақа туманларида экин экиш учун фойдаланиладиган ер майдони унинг мавжуд микдоридан ошмаслиги зарур.

2. Ҳар бир туманда экин туридан олинadиган жами маҳсулот ҳажми унга бўлган талабдан кам бўлмаслиги керак.

3. Ҳар бир туманда чорвачилик маҳсулотларидан олинadиган жами маҳсулот ҳажми унга бўлган талабдан кам бўлмаслиги керак.

4. Ҳар бир туманда экин ва чорвачилик маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун сарфланадиган сув ҳажми ушбу туман учун ажратилган сув ресурси лимитидан ошмаслиги керак.

5. Ҳар бир туманда чорвачилик маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун сарфланадиган ем-хашак микдори билан унинг истеъмоли ўртасидаги мувозанат сақланиши керак.

6. Туман хўжаликларида маҳсулот ишлаб чиқаришга сарфланадиган меҳнат харажатлари уларнинг мавжуд микдоридан ошмаслиги керак.

7. Туман хўжаликларида айрим экин турларининг экиш майдони аввалдан белгиланган чегара доирасида бўлиши керак.

8. Туман хўжаликларида экин ва чорвачилик маҳсулотларини етиштиришда қўлланиладиган ифлослантирувчиларнинг жами ҳажми муҳит учун ушбу ифлослантирувчиларнинг рухсат этилган максимал даражасидан ошмаслиги керак.

9. Туман хўжаликларида экин ва чорвачилик маҳсулотларини етиштиришда ишлатилган жами моддий хом-ашёларнинг ҳажми хўжаликларда мавжуд бўлган ушбу моддий ресурс ҳажмидан ошмаслиги керак.

Ушбу шартлар учун ресурсларга бўлган чекловлар қуйидаги кўринишга эга бўлади:  $\sum_{j \in J_1^k \in K_1} b_{ijk}^{1w} x_{jk} - \sum_{j \in J_1^k \in K_1} b_{ij}^{2w} y_{ij} + \sum_{j \in J_1^k \in K_1} b_{iv}^{3w} z_{iv} \leq T_i^w$ ;

бунда  $x_{jk}$  –  $i$ -хўжалик  $k$ -ер типида  $j$ -экин учун ажратилган ер майдони;  $y_{ij}$  –  $i$ -хўжаликда ем-хашак сифатида фойдаланиладиган  $j$ -экин маҳсулотининг микдори;  $z_{iv}$  –  $i$ -хўжаликда ишлаб чиқариладиган  $v$ -чорвачилик маҳсулотининг микдори;  $a_{ijk}$  –  $i$ -хўжалик  $k$ -ер типидаги  $j$ -экиннинг ҳосилдорлиги;  $p_{ijk}$  –  $i$ -хўжалик  $k$ -ер типида  $j$ -экиндан олинadиган фойда бирлиги;  $\bar{p}_{iv}$  –  $i$ -хўжалик  $v$ -чорвачилик маҳсулотидан олинadиган фойда бирлиги;  $c_{ijk}$  –  $i$ -хўжалик  $k$ -ер типидаги  $j$ -экин учун ишлатиладиган капитал маблағ бирлиги;  $\bar{c}_{iv}$  –  $i$ -хўжалик  $v$ -чорвачилик маҳсулоти учун ишлатиладиган капитал маблағ бирлиги;  $A_j$  –  $j$ -экин маҳсулоти бўйича давлат буюртмаси ёки маҳаллий истеъмолчилар талаби микдори;  $B_v$  –  $v$ -

чорвачилик маҳсулоти бўйича давлат буюртмаси ёки маҳаллий истеъмолчилар талаби;  $q_{ijk}$  –  $k$ -тип ер майдони бирлигида  $j$ -экинни етиштиришга тўғри келадиган  $l$ -моддий ресурсларнинг сарфланиш меъёри;  $\bar{q}_{lv}$  –  $v$ -чорвачилик маҳсулотига  $l$ -моддий ресурсларнинг сарфланиш меъёри;  $M_{il}$  –  $i$ -хўжаликдаги  $l$ -моддий ресурс ҳажми;  $\beta_{ijk}$  –  $i$ -хўжалик  $k$ -тип ер бирлик майдонида  $j$ -экинни етиштириш учун сув истеъмоли меъёри;  $\bar{\beta}_{lv}$  –  $i$ -хўжалик  $v$ -чорвачилик маҳсулоти учун сувни сарфлаш меъёри;  $Q_i$  –  $i$ -хўжаликнинг сув ресурслари ҳажми;  $S_i$  –  $i$ -хўжалик ер майдонининг умумий ҳажми;  $D_{mi}$  –  $i$ -хўжаликда  $m$ -ифлослантурувчининг рухсат этилган максимал даражаси;  $\gamma_{mjik}$  –  $k$ -тип ерда  $j$ -тур экин маҳсулотини етиштиришда муҳитнинг  $m$ -ифлослантурувчи билан зарарланиш коэффициенти;  $\bar{\gamma}_{mv}$  –  $v$ -чорвачилик маҳсулотини ишлаб чиқаришда муҳитнинг  $m$ -ифлослантурувчи билан зарарланиш коэффициенти;  $I$  – хўжаликлар индекслари тўплами;  $J'_1$  –  $i$ -хўжаликдаги экин маҳсулотлари индекслари тўплами;  $J'_2$  –  $i$ -хўжаликдаги чорвачилик маҳсулотлари индекслари тўплами;  $R$  – ем-хашак турлари индекслари тўплами;  $L_i$  –  $i$ -хўжаликдаги моддий ресурслар турлари тўплами;  $M$  – экологик ресурслар индекслари тўплами.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг икки мезонли экологик-иқтисодий модели куйидаги (1)-(11) кўринишга эга бўлади:

$$f_1(x, y, z, h_1, h_2) = h_1 \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$f_1(x, y, z, h_1, h_2) = h_2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K_i} a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i \in I} y_i \geq A_j h_1, j \in J'_1 \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} z_{iv} \geq B_v h_1, v \in J'_2 \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \beta_{ijk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{\beta}_{lv} z_{iv} \leq Q_i h_2, i \in I \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J'_1} x_{jr} y_j - \sum_{v \in J'_2} b_{rv} z_{iv} \geq 0, i \in I, r \in R \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \gamma_{mjik} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{\gamma}_{mv} z_{iv} \leq T_i, i \in I \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \gamma_{mjik} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{\gamma}_{mv} z_{iv} \leq D_{mi}, i \in I, m \in M \quad (8)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} q_{ijk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{q}_{lv} z_{iv} \leq M_{il}, i \in I, l \in L_i \quad (9)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} x_{ijk} \leq S_i, i \in I \quad (10)$$

$$x_{ijk} \geq 0, y_j \geq 0, z_{iv} \geq 0, (i \in I, j \in J'_1, v \in J'_2, n \in N) \quad (11)$$

(1)-(11) икки мезонли масалани чизикли дастурлашнинг параметрик масаласига келтирамиз. Бунинг учун  $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0, \alpha_1 + \alpha_2 = 1$  параметрларини киритамиз ва (3)-(11) чеклашларда, (1)-(2) учун мезонлар мажмуи (чизикли мезонлар тўплами) қуйидагича тузилди:

$$G_1(x, y, z, \bar{h}_1, \bar{h}_2) = \alpha_1 \bar{h}_1 - \alpha_2 \bar{h}_2 \rightarrow \max \quad (12)$$

бунда  $\bar{h}_1 = h_1 / h_1^{\max}, \bar{h}_2 = h_2 / h_2^{\max}$  – меъёрлаштирилган ўзгарувчилар.

(12), (3)-(11) масалалар учун иккилик масаласи тузилди ва у қуйидаги шаклга эга бўлди:

$$G_2(u, \vartheta, \bar{u}, d, \Lambda, \rho, \mu, \omega) = \sum_{i \in I} T_i \Lambda_i + \sum_{i \in I} S_i \omega_i + \sum_{m \in M} \sum_{l \in L} D_{ml} \rho_{ml} + \sum_{i \in L} \sum_{l \in L} M_{il} \mu_{il} \rightarrow \min, \quad (13)$$

$$t_{ijk} \Lambda_i + \beta_{ijk} \bar{u}_i + \omega_i + \sum_{i \in L} q_{ijk} \mu_{il} + \sum_{m \in M} \gamma_{mjk} \rho_{mj} - a_{ijk} u_j \geq 0, \quad (14)$$

$$u_j - \sum_{r \in R} \chi_{jr} d_{ir} \geq 0, \quad (15)$$

$$\sum_{r \in R} b_{rv} d_{ir} + \tau_{iv} \Lambda_i + \bar{\beta} \bar{u}_i + \sum_{i \in L} \bar{q}_{iv} \mu_{il} + \sum_{m \in M} \bar{\gamma}_{mv} \rho_{mi} - \vartheta_v \geq 0, \quad (16)$$

$$\sum_{j \in J'_1} A_j u_j + \sum_{v \in J'_2} B_v \vartheta_v \geq \alpha_1, \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J'_1} Q_j \bar{u}_i \leq \alpha_2, \quad (18)$$

$$u_j \geq 0, \vartheta_v \geq 0, \bar{u}_i \geq 0, d_{ir} \geq 0, \Lambda_i \geq 0, \rho_{mi} \geq 0, \omega_i \geq 0, \mu_{il} \geq 0 \quad (19)$$

(12), (2)-(11) ва (13)-(19) масалалар параметрик чизикли дастурлашнинг ўзаро иккилик масалалари бўлишини таъкидлаб ўтиш зарур. Иккиликни биринчи ва иккинчи теоремалари мос ҳолда бу масала учун тўғри бўлиб, улар қуйидаги шаклда ёзилади.

**1-теорема.** Агар иккилик жуфтлигининг (12), (3)-(11) ва (13)-(19) масалаларидан хоҳлаган бири ҳар қандай  $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$  қийматларда ечимга эга бўлса, унда иккинчи масала ҳам ечимга эга бўлади. Бундан ҳар қандай

$X^* = \{x_{ijk}^*, y_j^*, z_{iv}^*, \bar{h}_1^*, \bar{h}_2^*\}$  ва  $Y^* = \{u_j^*, \vartheta_v^*, \bar{u}_i^*, d_{ir}^*, \Lambda_i^*, \rho_{mi}^*, \mu_{il}^*, \omega_i^*\}$  оптимал ечимлар учун қуйидаги тенглик ўринли бўлади:  $G_1(X^*) = G_2(Y^*)$ .

**2-теорема.** (12), (3)-(11) масаланинг мумкин бўлган  $X^*$  ечимлари оптимал бўлиши учун шундай  $Y^*$  миқдорлар мавжуд бўлиб, қуйидаги муносабатларнинг бажарилиши зарур ва етарлидир:

$$(x_{ijk}^*, t_{ijk} \Lambda_i^* + \beta_{ijk} \bar{u}_i^* + \omega_i^* + \sum_{i \in L} q_{ijk} \mu_{il}^* + \sum_{m \in M} \gamma_{mjk} \rho_{mj}^* - a_{ijk} u_j^*) = 0, (y_j^*, u_j^* - \sum_{r \in R} \chi_{jr} d_{ir}^*) = 0,$$

$$(z_{iv}^*, \sum_{r \in R} b_{rv} d_{ir}^* + \tau_{iv} \Lambda_i^* + \bar{\beta} \bar{u}_i^* + \sum_{i \in L} \bar{q}_{iv} \mu_{il}^* + \sum_{m \in M} \bar{\gamma}_{mv} \rho_{mi}^* - \vartheta_v^*) = 0,$$

$$(\bar{h}_1, \sum_{j \in J_1} A_j u_j^* + \sum_{v \in J_2} B_v v^* - \alpha_1) = 0, (\bar{h}_2, \alpha_2 - \sum_{j \in J_1} Q_j \bar{u}_j) = 0.$$

Диссертациянинг учинчи “Бошқарув қарорларини қабул қилишга қўмақлашувчи алгоритмлар ва дастурларни ишлаб чиқиш” бобида бошқариш тизимларини математик моделлаштиришга чизиқли дастурлашнинг кўп мезонли масалаларини қўллашнинг алгоритмлари кўриб чиқилган.

Экологик-иқтисодий математик моделларни назарий тадқиқ қилишда, шунингдек оптималлаш моделлари турғунлигини тадқиқ қилишда маргинал муносабатлар катта аҳамиятга эга. Шу муносабатда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида фойдаланиладиган ресурсларни баҳолаш қишлоқ хўжалиги корхоналари учун долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

Куйида мазкур иш бўйича қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масаласи учун маргиналлик муносабатларининг ўрнатилишини келтираемиз. Унинг учун (12), (3)-(11) масалалар чекловлари векторининг кичик ўзгаришларида мақсад функцияси ўзгаришини таҳлил қилишга ўтаемиз.

(12), (3)-(11) масаланинг оптимал ечимини ресурслар миқдори вектор-функцияси сифатида қараймиз. Куйидаги теорема ўринли бўлади:

**3-теорема.** Айтайлик, (12), (3)-(11) масала учун 1- ва 2-теоремалар шартлари бажарилсин ва иккилик масаласи мумкин бўлган  $U$  ечимлар тўплами чекланган бўлсин. У ҳолда куйидаги баҳолаш ўринли бўлади:

$$G_1(P + \varepsilon) = G_1(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, T + \varepsilon_5, D + \varepsilon_6, M + \varepsilon_7, S + \varepsilon_8) = G_1(0, 0, 0, 0, T, D, M, S) + \\ + \gamma \min_{\bar{u}, \bar{v}} \left[ (\varepsilon_1, u) + (\varepsilon_2, v) + (\varepsilon_3, \bar{u}) + (\varepsilon_4, d) + (\varepsilon_5, \Lambda) + (\varepsilon_6, \rho) + (\varepsilon_7, \mu) + (\varepsilon_8, \omega) \right] + o(\gamma);$$

бу ерда  $P$  – масаланинг ресурслари тўплами;  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_8)$  – ресурсларнинг ўзгариш вектори;  $\gamma (> 0)$  – чексиз кичик миқдор;  $U$  – (13)-(19) иккилик масаласининг мумкин бўлган ечимлари тўплами.

Мазкур бобда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг икки мезонли экологик-иқтисодий масаласи ресурсларнинг ўзгаришларига нисбатан иккилик баҳоларининг турғунлик интервалларини ҳисоблаш алгоритмлари қаралган.

Айтайлик, (12), (3)-(11) масаланинг ресурслари ўзгарувчан бўлсин. Унда (12) мақсад функциясининг максимал қийматини, 1-теорема бўйича  $G_1(X^*) = G_2(Y^*)$  тенгликни ҳисобга олган ҳолда, ресурслар ўзгаришини куйидаги функция сифатида қараймиз:

$$G_{1\max}(T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i) = \sum_{i \in I} \lambda^i T_i + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \rho_{mi}^i D_{mi} + \sum_{i \in L} \sum_{i \in I} \mu_{ii}^i M_{ii} + \sum_{i \in I} \omega_i^i S_i.$$

Куйидаги теорема ўринли бўлади.

**4-теорема.** Агар (12), (3)-(11) масаланинг иккилик масаласи ягона ечимга эга бўлса, унда  $G_{1\max}(T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i)$  функция  $T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i$  ўзгарувчилар бўйича дифференциалланувчи бўлиб, куйидаги шартлар бажарилади:



$$\frac{\partial G_{\max}}{\partial T_i} = \Lambda_i^*, \quad \frac{\partial G_{\max}}{\partial D_{\text{mid}}} = \rho_{\text{mid}}^*, \quad \frac{\partial G_{\max}}{\partial M_{ii}} = \mu_{ii}^*, \quad \frac{\partial G_{\max}}{\partial S_i} = \omega_i^*.$$

Бундан ташқари, бобда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг икки мезонли экологик масалалари ресурслари турғунлигини тадқиқ қилиш ва масалаларни ечиш алгоритмлари ишлаб чиқилган.

Мазкур бобда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг бир ва икки мезонли экологик-иқтисодий масаласини иқтисодий таҳлил қилувчи ва қарорлар қабул қилиш учун қулай интерфейсга эга бўлган дастурий мажмуа ишлаб чиқилган.

Тўртинчи “Ишлаб чиқилган оптималлаштириш ва қарор қабул қилиш алгоритмларининг амалий татбиқ қилиниши” бобида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришни оптималлаштиришнинг икки мезонли масаласини ечишнинг ахборот таъминоти, алгоритмларининг дастурий таъминоти ва сонли ечишни амалга ошириш масалалари қаралган.

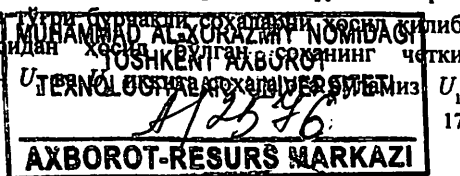
Ушбу масалаларни амалга ошириш учун масаланинг амалий татбиқи сифатида Қорақалпоғистон Республикаси Нукус тумани Шортанбай массиви фермер хўжаликлари маълумотлари олинган ва таҳлил қилинган.

Экинларни жойлаштиришнинг қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини максималлаш ва сув истеъмолини минималлаш масаласининг икки мезонли экологик-иқтисодий моделининг амалий татбиғи кўриб чиқилди. Масалани математик моделлаштириш жараёнини кўриб ўтайлик. Бунда туман бўйича қишлоқ хўжалиги экинларининг сувни энг кам истеъмол қилиши асносида максимал экин маҳсулотларини ишлаб чиқишда фойдаланадиган ер майдонларининг жойлаштирилишини аниқлаш керак бўлади.

Мазкур бобда қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини моделлаштиришда кўп мезонли қарор қабул қилишга кўмаклашувчи алгоритмларни қўллаш услубиятини кўриб ўтамыз.

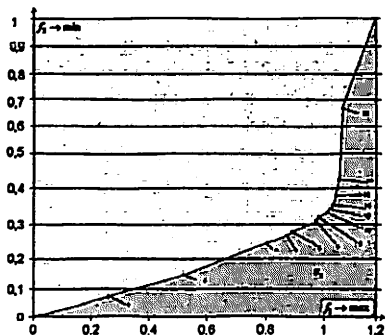
Мулоқотли дастурий восита ёрдамида  $\alpha = \alpha_1 = 1 - \alpha_2$ ,  $\alpha = h^* i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $n = 1/h$  қийматларини  $\alpha = 0,25$ ,  $\alpha = 0,1$  ва  $\alpha = 0,01$  кадамлар бўйича дискретлаш асосида сонли ечиш натижалари олинади. У ечимларга мос равишда 4 та, 10 та ва 100 та ечимларнинг тенг кучли ечимларидан биттаси олинади ва натижада жами бир-бирига мос келмайдиган 4 та, 10 та ва 22 та ечим олинди. Олинган 22 та ечимни мақсад функциялар  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$  координаталар ўқи бўйича нуқталарини  $U$  ечимлар тўпламини келтирамиз ва масалани сонли ечиш натижалари график кўринишига эга бўлади. Кейинги қадамларда Парето тўпламини тузиш услубиятидан фойдаланамиз. Олинган нуқталар  $U$  ечимлар тўплами бўйича Парето тўпламини тузиб чиқамиз. Бунинг учун ҳар бир нуқта бўйича  $f_1 \rightarrow \max$ ,  $f_2 \rightarrow \min$  функцияларга

нисбатан қарама-қарши йўналишда туғри бурчакли соҳаларни қосиб олиб чиқамиз ва уларнинг бирикмасидан ҳосил бўлган соҳанинг четки нуқталарини туташтирамиз. Бундан

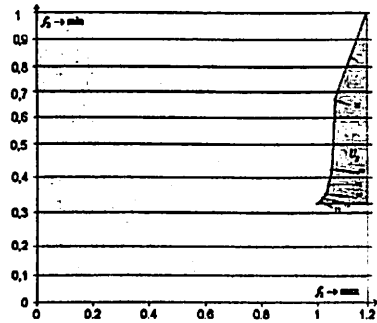


ва  $U_2$  иккита соҳага ажралган тўпламлардан  $(3, 7, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21) \in U_1$ , ечимлари паст самарали ечимлар ва  $(1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 22) \in U_2$  самарали ечимлар сифатида ҳисобга олинади. Паст самарали ечимлар ҳисоблашлардан чиқарилиб ташланади, кейинги солиштиришлар фақат самарали  $U_2$  ечимлар устида олиб борилади. Ушбу самарали ечимлар тўплами 1-расмда келтирилди.

Функционални чегаралаш услубиятини қўлайдиган бўлсак, яъни масала ечимларининг бир мезонли масалага нисбатан афзаллиги ҳисобга олинадиган бўлса, унда  $f_1(x)=1,2$  ва  $f_2(x)=0,35$  кўринишидаги Парето тўплами юқоридан ва пастдан чегараланган бўлади. Унда сонли ечиш натижалари бўйича Парето тўпламининг самарали ечимлари янада камаяди ва улар юқори самарали ечимлар саналиб,  $h = 0,01$  ҳолдаги охириги ечимлар 2-расм кўринишига эга бўлади. Бунда Парето тўплами учун  $U_1 \subseteq U_2, U = U_1 \cup U_2$  шартлар ўринли бўлади.



1-расм. Сонли ечиш натижалари бўйича Парето тўпламининг самарали ечимлари



2-расм. Сонли ечиш натижалари бўйича Парето тўпламининг юқори самарали ечимлари

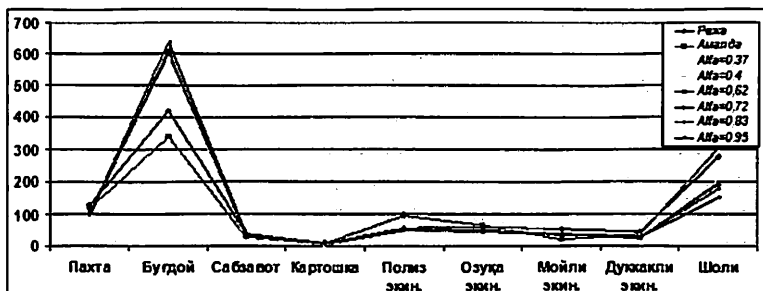
Нукус тумани “Шўртанбай” массивига тегишли фермер хўжаликлари экинларининг жойлаштирилиши бўйича режа ва амалдаги кўрсаткичлари, кишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг икки мезонли экологик модели Парето тўпламининг юқори самарали ечимлари вариантлари бўйича таҳлил қилиш масаласи кўриб чиқилди.

Ушбу 2-расмда келтирилган 6 та ечим вариантлари қарор қабул қилувчи шахсга таклиф этилади.

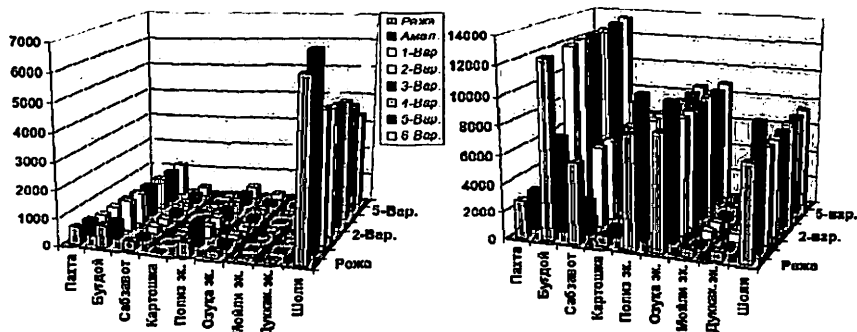
Ушбу маълумотлар асосида кишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг режадаги, амалдаги ва икки мезонли экологик моделнинг ечими вариантлари бўйича кўрсаткичларининг график ва гистограммали кўринишлари 3- ва 4-расмларда келтирилиб ўтилади.

Иккилик баҳолашлари асосида иқтисодий самарадорлик функциясининг ва ресурслар турғунлигининг баҳоланиши бўйича кишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масаласини

оптималлаштиришда функция орттирмаси  $\Delta G_{1\max}^* = \sum_{i=1}^n \omega_i^* \Delta S_i = 0,091$  га тенг бўлиб, мақсад функциянинг иқтисодий самарадорлиги  $k = 1,08$  га тенг бўлади.



3-расм. Экинларнинг режадаги, амалдаги ва икки мезонли экологик моделининг счими вариантлари бўйича жойлаштирилиши



Сув истеъмоли кўрсаткичлари

Ишлаб чиқариш кўрсаткичлари

4-расм. Қарор қабул қилиш вариантларининг сув истеъмоли ва ишлаб чиқариш кўрсаткичларига кўра гистограммални альтернативалари

Ушбу таҳлиллардан келиб чиққан ҳолда, таъкидлаш мумкинки, қишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг бир мезонли экологик моделининг счими бўйича кўрсаткичларининг фақатгина битта варианты мавжуд бўлиб, унда ишлаб чиқариш режага нисбатан ошмаган ва сув истеъмоли режага нисбатан 18% га тежалиши кутилади.

Қишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг икки мезонли экологик модели бўйича счими кўрсаткичларининг 6 та варианты мавжуд бўлиб, уларда ишлаб чиқаришнинг режага нисбатан 1,7% дан 6% гача ортишини таъминлаганилигини кўриш мумкин. Сув истеъмоли режага нисбатан 18,1% дан 30% гача тежалиши кутилади.

Маргиналлиқ мупосабатининг ўрили бўлиши ва ресурслар

турғунлигининг кўрсаткичлари бўйича ер ресурсларининг 12% орттирилишида режага нисбатан ишлаб чиқариш ҳажми 6% дан 14% гача ўсиши кутилади.

## ХУЛОСА

«Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг экологик моделлар асосида оптималлаш алгоритмлари» мавзусидаги диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида куйидаги асосий хулосалар тақдим этилди:

1. Қишлоқ хўжалиги корхоналарида ишлаб чиқаришни таҳлил қилишга тизимли ёндашиш масалалари, хусусан, қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини таҳлил қилишнинг уч босқичи, уларнинг бир ўлчамли, кўп ўлчамли ва батафсил таҳлил қилишнинг мазмуни ва мақсади аниқланди. Қишлоқ хўжалиги корхоналарида ишлаб чиқаришни таҳлил қилишга тизимли ёндашишнинг асосий тамойилларини ишлаб чиқиш асосида тадқиқот ишини олиб бориш имкони яратилди.

2. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларининг мезонлари ва чекловлари ишлаб чиқилди, икки мезонли экологик-иқтисодий моделлар шакллантирилди ва улар учун иккилик муносабатлар ўрнатилди. Бу ишлаб чиқилган экологик моделларга кўп мезонли параметрик оптималлаштириш бошқарув қарорларини қабул қилиш алгоритмларини қўллаш имкониятини берди.

3. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалалари учун маргиналик муносабатлари ўрнатилди ва улар иккилик баҳоларнинг қийматлари турғунлиги шароитларида ресурсларнинг ўзгариш интервали асосида иқтисодий самарадорлик функцияси кўрсаткичини ҳисоблаш имконини берди.

4. Экологик модель асосида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини ечиш учун фойдаланувчига қулай график интерфейсга эга бўлган мулоқотли дастурий мажмуа ишлаб чиқилдики, у ишлаб чиқаришда бошқарув қарорларини қабул қилишда восита сифатида хизмат қилади.

5. Бошқарув қарорларини қабул қилишга қўмаклашувчи алгоритм бўйича кўп мезонли параметрик дастурлаш масаласи ечимлари учун Парето тўпламини тузиш алгоритми таҳлил қилинди ва қарорларни қабул қилувчи шахсларга тақдим этиш учун самарали ечимлар аниқланди.

6. Амалий татбиқ натижаларига кўра, яъни қишлоқ хўжалиги экинларини жойлаштиришнинг икки мезонли экологик моделининг ечими бўйича 6 та вариант мавжуд бўлиб, уларда ишлаб чиқаришнинг режавий кўрсаткичларга нисбатан 1,7% дан 6% гача ўсиши ва сув истеъмоли 18% дан 30% гача тежалиши кутилади. Ресурслар баҳоларининг турғунлиги кўрсаткичлари бўйича мақсад функция иқтисодий самарадорликни 1,08 мартага ошишини кўрсатди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**НУКУССКИЙ ФИЛИАЛ ТАШКЕНТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**КУТЛИМУРАТОВ ЮСУП КУЛБАЕВИЧ**

**АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ И  
СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2017.4.PhD/TS06.

Диссертация выполнена в Нукусском филиале Ташкентского университета информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net.uz](http://www.ziyo.net.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Утеулиев Ниетбай Утеулиевич</b> доктор физико-математических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Кабулов Анвар Васильевич</b> доктор технических наук, профессор <b>Тухтаназаров Дилмурод Солжонович</b> доктор философии (PhD) по техническим наукам
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем</b>

Защита диссертации состоится «05» *ноября* 2019 г. в *16<sup>00</sup>* часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

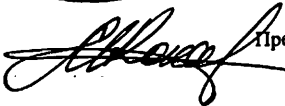
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № *2573*). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «19» *февраля* 2019 года.  
(протокол рассылки № *2* от «15» *февраля* 2019 г.).



  
Р.Х.Хамдамов  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н.,  
профессор

Ф.М.Нуралиев  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

  
М.А.Рахматуллаев  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире уделяется особое внимание выращиванию экологически чистой продукции, производимой для нужд населения, обеспечивающей реализацию современного этапа повышения эффективности производства в сельском хозяйстве, разработке усовершенствованных математических моделей сельскохозяйственного производства, внедрению методов оптимизации, щадящих водные и земные ресурсы при использовании природных ресурсов, управлению и размещению посевных площадей за счет оптимизации производства. В этом направлении во многих развитых странах мира, в частности в США, Канаде, Японии, Великобритании, Германии, Франции, Китае, Российской Федерации и в других государствах, важное значение приобретает разработка систем управления на основе оптимизации сельскохозяйственного производства.

В мире разрабатываются математические методы развития отрасли сельского хозяйства и рационального использования природных ресурсов, создаются научные основы проектирования, оптимизации и управления в сфере сельского хозяйства. В этом направлении, в частности, важное значение приобретают вопросы совершенствования процессов разработки систем принятия управленческих решений на основе создания и оптимизации различных математических моделей, разработки математических моделей решения задач оптимизации сельскохозяйственного производства и методов принятия алгоритмических и управленческих решений. Вместе с этим считается необходимой разработка экологических моделей и алгоритмов решения задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

В нашей республике особое внимание уделяется задачам управления и пользования природными ресурсами на орошаемых землях с учетом экологических требований. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. определены такие задачи, как «... углубление структурных реформ и динамичное развитие сельскохозяйственного производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности страны, расширение производства экологически чистой продукции, значительное повышение экспортного потенциала аграрного сектора, ... внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления»<sup>1</sup>. Одним из важных вопросов при реализации данных задач, особенно при решении задач целесообразного и эффективного использования природных ресурсов, является разработка многокритериальных математических моделей, эффективных алгоритмов расчета и поддержки

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

принятия решений задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

Данная работа в определенной мере служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и №УП-5349 от 19 февраля 2018 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-3823 от 2 июля 2018 г. «О мерах по повышению эффективности использования водных ресурсов», а также другими нормативно-правовыми актами, касающимися данной сферы.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий IV - «Информатизация и развитие инфокоммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. В настоящее время разработано и внедрено в практику несколько экономико-математических моделей, основанных на оптимизации планирования целого или некоторых частей сельскохозяйственного производства различного уровня и общих задач линейного программирования. Задачи оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства, а также рационального использования природных ресурсов исследованы и частично изучены в научных работах А.Дуннетт, G.Johann, Q.Tan, A.Udias, М.Е.Браславеца, Т.С.Зайнчиковской, Н.А.Звягина, Т.Изосимовой, И.В.Колеснёва, О.В.Колесникова, А.П.Курносова, И.Н.Ляшенко, А.В.Кузнецова и других зарубежных ученых.

Проблемы оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства в Республике Узбекистан, а также рационального использования природных ресурсов исследованы в научных работах таких отечественных ученых, как В.К.Кабулов, В.А.Абдиразаков, М.З.Зиёходжаев, Т.Ф.Бекмуратов, Д.Т.Мухамедиева, С.Ч.Джалалов, Н.У.Утеулиев, Ш.Эргашева и др.

В научных работах указанных выше ученых подробно изучены некоторые аспекты данных проблем. Несмотря на это, недостаточно изучены особенности эколого-экономической точки зрения с позиций многокритериального подхода к задачам оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства с учетом водных ресурсов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Нукусского филиала Ташкентского университета информационных технологий по теме: № БФ-Ф1-015 «Исследование моделей и методов решения



многокритериальных задач стохастического программирования».

Целью исследования является разработка экологических моделей оптимизации задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства, алгоритмического и программного обеспечения принятия решений.

**Задачи исследования:**

разработка методов системного подхода к анализу и оптимизации сельскохозяйственного производства;

разработка критериев и условий ограничения в оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства;

разработка многокритериальной экологической модели и методов качественного анализа размещения и оптимизации сельскохозяйственного производства;

установление маргинальных соотношений для двухкритериальных экологических задач и анализа устойчивости ресурсов;

разработка структуры программного комплекса решения многокритериальных эколого-экономических задач, множества Парето на основе алгоритма поддержки принятия управленческих решений и определение эффективных решений.

Объектом исследования являются процессы специализации и размещения сельскохозяйственного производства с учетом водных ресурсов с эколого-экономической точки зрения.

Предмет исследования – двухкритериальные экологические модели, методы решения задач оптимизации сельскохозяйственного производства с учетом дефицита водных ресурсов, алгоритмы и программное обеспечение поддержки принятия управленческих решений.

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы математического моделирования, теории двойственности математического программирования, выпуклого анализа, многокритериальные методы оптимизации, методы поиска эффективных решений множества Парето и объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

разработаны методы системного подхода к одно-, многомерному и сквозному анализу и оптимизации сельскохозяйственного производства;

разработаны двух- и многокритериальные экологические модели и методы решения задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства;

установлены соотношения маргинальности для двухкритериальной экологической модели и разработан критерий оценки функции экономической эффективности на основе устойчивости ресурсов;

разработан алгоритм составления множества Парето на основе алгоритмов поддержки принятия управленческих решений и многокритериальной оптимизации.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:  
разработаны двухкритериальные экологические модели специализации и размещения сельскохозяйственного производства, соотношения двойственности, критерии оценки ресурсов на основе условий оптимальности и алгоритмы определения экономической эффективности;

разработано программное обеспечение решения задач оптимизации и размещения сельскохозяйственного производства;

создан диалоговый программный комплекс, основанный на мультимедийном средстве решения многокритериальных задач принятия управленческих решений;

разработаны альтернативы принятия управленческих решений по вариантам размещения сельскохозяйственного производства на основе решения задачи по двухкритериальной экологической модели.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обосновывается поддержкой специалистами и экспертами предложенных алгоритмов, методов двухкритериального экологического моделирования для повышения эффективности производства путем рационального использования водных ресурсов в задаче специализации и размещения сельскохозяйственного производства, оптимизации их решений, а также практическим внедрением разработанного программного средства в объектах и сопоставлением полученных оптимальных решений с существующими данными фермерских хозяйств.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования обоснована повышением производительности и сокращением пользования водными ресурсами путем разработки алгоритмов оптимизации на основе многокритериального моделирования специализации и размещения сельскохозяйственного производства, а также разработкой критериев определения показателей функции экономической эффективности и диалогового программного комплекса, созданного для алгоритмов поддержки принятия решений.

**Практическая значимость результатов** состоит в том, что практическое внедрение алгоритмических и программных средств, экологических моделей специализации и размещения сельскохозяйственного производства позволяет лицу, принимающему варианты решений, осуществлять выбор, проводить мониторинг и принимать оптимальное решение на основе наглядного графика, и, кроме того, с помощью полученных результатов можно получить эффективные решения в экономии при водопользовании и увеличить производительность сельского хозяйства.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по разработанным многокритериальным экологическим моделям, алгоритмам и диалоговым программным комплексам поддержки принятия решений оптимизации и управления:

получено заключение от ГУП «UNICON.UZ» о возможности использования программных средств «Программное средство для решения

задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства», «Диалоговый программный комплекс для решения детерминированных и стохастических задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства» по алгоритмическим методам параметрического программирования в принятии управленческих решений (Заключение от ГУП «UNICON.UZ» 20 декабря 2018 г.). В результате диалоговый программный комплекс решения многокритериальных задач, обладающий удобным графическим интерфейсом, позволил провести анализ вариантов решения на основе алгоритмов принятия управленческих решений;

двухкритериальные экологические модели специализации и размещения сельскохозяйственного производства, соотношения двойственности, условия оптимальности, методы и алгоритмы составления множества Парето на основе алгоритмов поддержки принятия управленческих решений внедрены в фермерские хозяйства массивов «Шортанбай» и «Нукус» Нукуского района Республики Каракалпакстан (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций № 33-8/8626 от 19 ноября 2018 г.). Оптимизация по разработанному по результатам научного исследования критерию максимизации сельскохозяйственного производства позволила обеспечить его годовой прирост от 5 до 15%;

программное средство, созданное на основе методов и алгоритмов принятия управленческих решений и решения многокритериальных задач, экологических моделей, учитывающих водные ресурсы, внедрено в практику фермерских хозяйств массивов «Шортанбай» и «Нукус» Нукуского района (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций № 33-8/8626 от 19 ноября 2018 г.). В результате научного исследования при оптимизации по критерию минимума потребления воды достигнута экономия воды от 8 до 25% относительно плана водопотребления;

алгоритмы и методы оценки функции экономической эффективности на основе устойчивости ресурсов и соотношения маргинальности внедрены в практику в фермерских хозяйствах Кегейлийского района (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций № 33-8/8626 от 19 ноября 2018 г.). Результаты научного исследования позволили увеличить показатели экономической эффективности в условиях устойчивости ресурсов по ежегодному приросту сельскохозяйственного производства с 3 до 8%.

Апробация результатов исследования. Результаты настоящего исследования апробированы и обсуждены на 5 международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме исследования опубликовано 24 научных работ, в том числе - 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов

докторских диссертаций, в 2 зарубежных и 3 республиканских журналах, а также получены свидетельства на 2 разработанных программных средства для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация содержит 120 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан, сформулированы цели и задачи, указаны объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены перечень внедрений результатов исследования в практику, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации «Системный анализ задач оптимизации сельскохозяйственного производства» осуществлен анализ сельскохозяйственного производства с точки зрения системного моделирования в интеграции систем оптимизации. Рассмотрены цель и задачи одно-, многомерного и сквозного анализа.

Сформулированы методологические принципы системного подхода к анализу и оптимизации производства сельскохозяйственных предприятий, наиболее важными из них являются следующие.

*Принцип развития* имеет важное значение как для подсистемы анализа фактического состояния сельскохозяйственного производства на предприятии, так и для подсистемы оптимизации. Данный принцип применяется в анализе, представляет собой совершенствование качества по мере общего развития теории и методологии изучения экономических процессов, а также методологии подготовки исходных данных.

*Принцип структуризации* предполагает структуризацию исходной информации как для анализа фактического состояния сельскохозяйственного производства на предприятии, так и для решения задач оптимизации.

*Принцип целостности* предполагает формирование информационной базы, позволяющей осуществлять всесторонний анализ фактического состояния и поведения объекта.

*Принцип адаптации* предполагает подготовку исходной информации в соответствии с требованиями моделей одно-, многомерного и сквозного анализа достигнутого уровня сельскохозяйственного производства. С учетом этого принципа конкретизируются целевые установки анализа и оптимизации сельскохозяйственного производства в соответствии с изменяющимися условиями, а также задачами дальнейшего повышения

эффективности производства.

*Принцип вариативности* представляет особую значимость для планирования. В силу возрастающей неопределенности влияния различных факторов на развитие системы в будущем требуется разработка планов по вариантам, отражающим возможное доминирующее влияние различных факторов.

*Принцип динамичности* по отношению к анализу фактического состояния сельскохозяйственного производства предполагает его проведение в динамике по годам отчетного периода. Этот принцип также подразумевает необходимость осуществления сквозного прогнозирования урожайности в динамике – по годам перспективы или выделенным временным интервалам перспективного периода.

*Принцип оптимальности* имеет важное значение особенно для оптимизации производства на сельскохозяйственных предприятиях и требует предельно полной реализации целевых установок оптимального планирования, разработки многовариантных расчетов с точки зрения различных задаваемых целевых установок.

*Принцип эффективности* имеет непосредственное отношение к анализу фактического состояния сельскохозяйственного производства, а также к оптимизации производства для эффективной работы предприятий. С учетом этого принципа должна осуществляться разработка интегрированных банков исходной информации как для одно-, многомерного и сквозного анализа, так и для планирования производства на сельскохозяйственном предприятии. В соответствии с данным принципом проводится структуризация информационных массивов, их целенаправленная ориентация на конкретные модели оптимизации производства.

Базовая модель специализации и размещения сельскохозяйственного производства предполагает нахождение решения  $x_{jk}$ , достигающего экстремальных значений линейной функции:

$$z = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r c_{jk} x_{jk},$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ijk} x_{jk} \leq b_k, \quad (i = \overline{1, n}),$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r \bar{a}_{ijk} x_{jk} \geq A_j, \quad (i = \overline{1, m}), \quad x_{jk} \geq 0, \quad (j = \overline{1, n}, k = \overline{1, n});$$

здесь  $j$  – тип отрасли;  $i$  – вид ресурса;  $k$  – регион;  $a_{ijk}$  – норма затрат  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли  $k$ -го региона;  $\bar{a}_{ijk}$  – урожайность и продуктивность животных в  $k$ -м регионе;  $b_k$  – объем ресурсов  $i$ -го вида в  $k$ -м регионе;  $A_j$  – гарантированный объем производства  $j$ -й отрасли;  $c_{jk}$  – объем единиц оценки  $j$ -й отрасли в  $k$ -м регионе;  $x_{jk}$  – объем  $j$ -й отрасли в  $k$ -м регионе.

Разработана общая организационная структура комплекса

.. моделирования, оптимизации и анализа сельскохозяйственного производства. Изучены методы моделирования, оптимизации и задачи принятия управленческих решений.

При установлении цели и задач исследования приводятся обоснование выбора экологических, природных и экономических условий модели, а также ориентирование на обеспечение устойчивого развития производства и его экономической эффективности.

В данной главе особое внимание уделяется проблемным задачам анализа и оптимизации с применением системного моделирования сельскохозяйственного производства.

Во второй главе диссертации «Оптимизация задач специализации и размещения объектов производства» изучены условия оптимальности и соотношения двойственности, разработаны многокритериальные экологические модели для задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

Критерии эколого-экономической математической модели сельскохозяйственного производства формируются следующим образом:

1) основной критерий эколого-экономической математической модели специализации и размещения сельскохозяйственного производства, основанного на максимуме доходов по продукциям растениеводства и животноводства, устанавливается следующим образом:

$$F_1(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K} p_{ijk} a_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} \bar{p}_{iv} z_{iv} \rightarrow \max;$$

2) критерий эколого-экономической математической модели специализации и размещения сельскохозяйственного производства на основе минимума капитальных вложений по растениеводческой и животноводческой продукциям в сельскохозяйственном производстве выражается следующим образом:

$$F_2(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K} c_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} \bar{c}_{iv} z_{iv} \rightarrow \min;$$

3) критерий экологичности специализации и размещения сельскохозяйственного производства по минимуму пользования воды в сельскохозяйственном производстве растениеводческой и животноводческой продукции:  $F_3(x, z) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_1} \sum_{k \in K} \beta_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in I} \sum_{v \in J_2} \bar{\beta}_{iv} z_{iv} \rightarrow \min;$

4) основной критерий экономико-математической модели максимального производства относительно планов по растениеводческой и животноводческой продукции в сельском хозяйстве:

$$h_1 \rightarrow \max, \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i \in I} y_{ij} \geq A_j h_1, \sum_{i \in I} z_{iv} \geq B_v h_1;$$

5) основной критерий экологической модели, основанной на минимуме водопотребления, относительно плана по растениеводческой и животноводческой продукции с размещением и специализацией в сельскохозяйственном производстве:

$$h_2 \rightarrow \min, \sum_{j \in J^k} \sum_{k \in K_i} \beta_{jk} x_{jk} + \sum_{v \in V_i} \bar{\beta}_v z_v \leq Q_i h_2.$$

Основные требования к данным критериям следующие:

1. Площадь посевных в районах региона не должна превышать ее общий объем.
2. В каждом районе общий объем получаемой продукции каждого вида не должен быть меньше спроса на него.
3. Объем животноводческой продукции, получаемой в каждом районе, не должен быть меньше, чем спрос на него.
4. Объем воды, используемой для производства растениеводческой и животноводческой продукции, в каждом районе не должен превышать лимит водных ресурсов, который выделен для данного района.
5. В каждом районе должен сохраняться баланс между объемом и потреблением комбикормов, используемых в производстве продукции животноводства.
6. Трудозатраты производства продукции в хозяйствах района не должны превышать существующий объем.
7. Посевная площадь некоторых видов посевных культур в хозяйствах района должна иметь заранее определенные пределы.
8. Суммарный объем загрязнителей, используемых в выращивании растениеводческой и животноводческой продукции в хозяйствах района, не должен превышать допустимых максимумов данных загрязнителей для среды.

9. Объем сырья, используемого в выращивании растениеводческой и животноводческой продукции в хозяйствах района, не должен превышать объем данных материальных ресурсов.

Ограничения по ресурсам для данных условий имеют следующий вид:

$$\sum_{j \in J^k} b_j^{1v} x_{jk} - \sum_{j \in J^k} b_j^{2v} y_j + \sum_{j \in J^k} b_j^{3v} z_v \leq T_i^v;$$

здесь  $x_{jk}$  — площадь земель, выделенных  $i$ -му хозяйству для  $j$ -й культуры на  $k$ -м типе земли;  $y_j$  — объем продукции  $j$ -й культуры, используемой в качестве корма в  $i$ -м хозяйстве;  $z_v$  — объем  $v$ -й животноводческой продукции, производимой в  $i$ -м хозяйстве;  $a_{jk}$  — урожайность  $j$ -й культуры на  $k$ -м типе земли в  $i$ -м хозяйстве;  $p_{jk}$  — единица дохода, получаемого от  $j$ -й культуры на  $k$ -м типе земли в  $i$ -м хозяйстве;  $\bar{p}_v$  — единица дохода, получаемого от  $v$ -й животноводческой продукции, которая производится в  $i$ -м хозяйстве;  $c_{jk}$  — единица капитальных вложений, используемых для  $j$ -й культуры на  $k$ -м типе земли в  $i$ -м хозяйстве;  $\bar{c}_v$  — единица капитальных вложений, используемых для  $v$ -й животноводческой продукции  $i$ -го хозяйства;  $A_j$  — объем госзаказов и спроса местных потребителей по продукции  $j$ -й культуры;  $B_v$  — объем госзаказов и спроса местных

потребителей по продукции  $v$ -го животноводства;  $q_{jk}$  – норма использования  $l$ -го материального ресурса, необходимого для выращивания  $j$ -й культуры на единице площади земли  $k$ -го типа;  $\bar{q}_v$  – норма потребления  $l$ -го материального ресурса на продукцию  $v$ -го животноводства;  $M_{il}$  – объем  $l$ -го материального ресурса в  $i$ -м хозяйстве;  $\beta_{jk}$  – норма потребления воды для выращивания  $j$ -й культуры на единице площади  $k$ -го типа в  $i$ -м хозяйстве;  $\bar{\beta}_v$  – норма потребления воды для продукции  $v$ -го животноводства  $i$ -го хозяйства;  $Q_i$  – объем водных ресурсов в  $i$ -м хозяйстве;  $S_i$  – суммарный объем площади земли в  $i$ -м хозяйстве;  $D_{mi}$  – максимальный уровень  $m$ -го загрязнителя в  $i$ -м хозяйстве;  $\gamma_{mjk}$  – коэффициент  $m$ -го загрязнителя среды при выращивании  $j$ -й культуры на земле  $k$ -го типа;  $\bar{\gamma}_{mv}$  – коэффициент  $m$ -го загрязнителя среды при выращивании продукции  $v$ -го животноводства;  $I$  – множество индексов хозяйств;  $J'_1$  – множество индексов растениеводческой продукции в  $i$ -м хозяйстве;  $J'_2$  – множество индексов животноводческой продукции в  $i$ -м хозяйстве;  $R$  – множество индексов видов кормов;  $L_i$  – множество видов материальных ресурсов в  $i$ -м хозяйстве;  $M$  – множество индексов экологических ресурсов.

Двухкритериальная эколого-экономическая модель специализации и размещения сельскохозяйственного производства имеет следующий вид:

$$f_1(x, y, z, h_1, h_2) = h_1 \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$f_2(x, y, z, h_1, h_2) = h_2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K_i} a_{ijk} x_{ijk} - \sum_{i \in I} y_i \geq A_j h_1, j \in J'_1, \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} z_{iv} \geq B_v h_1, v \in J'_2, \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \beta_{jk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{\beta}_v z_{iv} \leq Q_i h_2, i \in I, \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \chi_{jr} y_j - \sum_{v \in J'_2} b_{vr} z_{iv} \geq 0, i \in I, r \in R, \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \tau_{ijk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \tau_{iv} z_{iv} \leq T_i, i \in I, \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} \gamma_{mjk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{\gamma}_{mv} z_{iv} \leq D_{mi}, i \in I, m \in M, \quad (8)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} q_{ijk} x_{ijk} + \sum_{v \in J'_2} \bar{q}_v z_{iv} \leq M_{il}, i \in I, l \in L_i, \quad (9)$$

$$\sum_{j \in J'_1} \sum_{k \in K_i} x_{ijk} \leq S_i, i \in I, \quad (10)$$

$$x_{ijk}^n \geq 0, y_j \geq 0, z_{iv} \geq 0, (i \in I, j \in J'_1, v \in J'_2, n \in N). \quad (11)$$



Приведем двухкритериальную задачу (1)-(11) к параметрической задаче линейного программирования. Для этого введем параметры  $\alpha_1 \geq 0$ ,  $\alpha_2 \geq 0$ ,  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$  и составим комплекс критериев (множество линейных критериев) (1)-(11):

$$G_1(x, y, z, \bar{h}_1, \bar{h}_2) = \alpha_1 \bar{h}_1 - \alpha_2 \bar{h}_2 \rightarrow \max \quad (12)$$

при ограничениях (3)-(11), в которых  $\bar{h}_1 = h_1 / h_1^{\max}$ ,  $\bar{h}_2 = h_2 / h_2^{\max}$  являются нормализованными переменными.

Для задач (12), (3)-(11) составляется задача двойственности, которая имеет следующий вид:

$$G_2(u, \vartheta, d, \Lambda, \rho, \mu, \omega) = \sum_{i \in I} T_i \Lambda_i + \sum_{i \in I} S_i \omega_i + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} D_{mi} \rho_{mi} + \sum_{i \in I} \sum_{i \in I} M_{ii} \mu_i \rightarrow \min, \quad (13)$$

$$t_{jk} \Lambda_i + \beta_{jk} \bar{u}_i + \omega_i + \sum_{i \in L} q_{ijk} \mu_{ii} + \sum_{m \in M} \gamma_{mjk} \rho_{mj} - a_{ijk} u_j \geq 0, \quad (14)$$

$$u_j - \sum_{r \in R} \chi_{jr} d_{ir} \geq 0, \quad (15)$$

$$\sum_{r \in R} b_{rv} d_{ir} + \tau_{iv} \Lambda_i + \bar{\beta}_v \bar{u}_i + \sum_{i \in L} \bar{q}_{iv} \mu_{iv} + \sum_{m \in M} \bar{\gamma}_{mv} \rho_{mi} - \vartheta_v \geq 0, \quad (16)$$

$$\sum_{j \in J_1} A_j u_j + \sum_{v \in J_2} B_v \vartheta_v \geq \alpha_1, \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J_1} Q_j \bar{u}_i \leq \alpha_2, \quad (18)$$

$$u_j \geq 0, \vartheta_v \geq 0, \bar{u}_i \geq 0, d_{ir} \geq 0, \Lambda_i \geq 0, \rho_{mi} \geq 0, \omega_i \geq 0, \mu_{ii} \geq 0. \quad (19)$$

Необходимо отметить, что задачи параметрического линейного программирования (12), (3)-(11) и (13)-(19) являются взаимодвойственными задачами. Им соответствуют первая и вторая теоремы двойственности, которые формулируются в следующем виде.

**Теорема 1.** Если одна из задач двойственной пары (12), (3)-(11) и (13)-(19) имеет решение при произвольных значениях  $\alpha_1 \geq 0$ ,  $\alpha_2 \geq 0$ , то другая задача также разрешима. При этом для любых оптимальных решений  $X^* = \{x_{jk}^*, y_{ij}^*, z_{iv}^*, \bar{h}_1^*, \bar{h}_2^*\}$  и  $Y^* = \{u_j^*, \vartheta_v^*, \bar{u}_i^*, d_{ir}^*, \Lambda_i^*, \rho_{mi}^*, \mu_{ii}^*, \omega_i^*\}$  имеет место равенство  $G_1(X^*) = G_2(Y^*)$ .

**Теорема 2.** Для того чтобы допустимое решение  $x^*$  задачи (12), (3)-(11) было оптимальным, необходимо и достаточно, чтобы существовали такие величины  $Y^*$ , при которых выполнялись следующие соотношения:

$$(x_{jk}^*, t_{jk} \Lambda_i^* + \beta_{jk} \bar{u}_i^* + \omega_i^* + \sum_{i \in L} q_{ijk} \mu_{ii}^* + \sum_{m \in M} \gamma_{mjk} \rho_{mj}^* - a_{ijk} u_j^*) = 0, (y_{ij}^*, u_j^* - \sum_{r \in R} \chi_{jr} d_{ir}^*) = 0,$$

$$(z_{iv}^*, \sum_{r \in R} b_{rv} d_{ir}^* + \tau_{iv} \Lambda_i^* + \bar{\beta}_v \bar{u}_i^* + \sum_{i \in L} \bar{q}_{iv} \mu_{iv}^* + \sum_{m \in M} \bar{\gamma}_{mv} \rho_{mi}^* - \vartheta_v^*) = 0,$$

$$(\dot{h}_1, \sum_{j \in J_1} A_j u_j + \sum_{v \in J_2} B_v \vartheta_v - \alpha_1) = 0, (\dot{h}_2, \alpha_2 - \sum_{j \in J_1} Q_j \bar{u}_j) = 0.$$

В третьей главе диссертации «Разработка алгоритмов и программ поддержки принятия управленческих решений» рассмотрены алгоритмы применения многокритериальных задач линейного программирования при математическом моделировании систем управления.

При теоретическом исследовании эколого-экономических математических моделей, а также при исследовании устойчивости прикладных оптимизационных моделей большое значение имеют маргинальные соотношения. В этой связи оценка ресурсов, используемых в сельскохозяйственном производстве, является одной из актуальных проблем для предприятий сельскохозяйственной отрасли.

Далее приводим постановку маргинального соотношения для задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства по данной работе. Для этого перейдем к анализу изменения целевой функции при малом изменении векторов ограничения исходных задач (12), (3)-(11).

Будем рассматривать оптимальное решение задачи (12), (3)-(11) как вектор-функцию от величины ресурсов. Имеет место

*Теорема 3.* Пусть для задачи (12), (3)-(11) выполняются условия теорем 1, 2 и предполагается, что множество допустимых решений двойственной задачи  $U$  ограничено. Тогда уместна следующая оценка:

$$G_1(P + \varepsilon) = G_1(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, T + \varepsilon_5, D + \varepsilon_6, M + \varepsilon_7, S + \varepsilon_8) = G_1(0, 0, 0, 0, T, D, M, S) + \gamma \min_{u, \vartheta, \bar{u}, d, \Lambda, \rho, \mu, \omega} ((\varepsilon_1, u) + (\varepsilon_2, \vartheta) + (\varepsilon_3, \bar{u}) + (\varepsilon_4, d) + (\varepsilon_5, \Lambda) + (\varepsilon_6, \rho) + (\varepsilon_7, \mu) + (\varepsilon_8, \omega)) + o(\gamma);$$

здесь  $P$  – множество ресурсов задачи;  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_8)$  – вектор изменения ресурсов;  $\gamma (> 0)$  – бесконечно малая величина;  $U$  – множество допустимых решений двойственной задачи (13)-(19).

В данной главе рассмотрены алгоритмы вычисления интервалов устойчивости двойственности оценок относительно изменений ресурсов двухкритериальной эколого-экономической задачи специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

Пусть ресурсы задачи (12), (3)-(11) изменяются. Тогда максимальное значение целевой функции (12) с учетом уравнения  $G_1(X^*) = G_2(Y^*)$  по теореме 1 будем рассматривать как функцию ресурсных изменений:

$$G_{1\max}(T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i) = \sum_{i \in I} \lambda^i T_i + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \rho_{mi}^i D_{mi} + \sum_{i \in L} \sum_{i \in I} \mu_{ii}^i M_{ii} + \sum_{i \in I} \omega_i^i S_i.$$

Имеет место следующая теорема.

*Теорема 4.* Если двойственная к задаче (12), (3)-(11) задача имеет единственное решение, то функция  $G_{1\max}(T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i)$  дифференцируема по переменным  $T_i, D_{mi}, M_{ii}, S_i$ , и выполняются условия

$$\frac{\partial G_{1\max}}{\partial T_i} = \lambda_i^i, \quad \frac{\partial G_{1\max}}{\partial D_{mi}} = \rho_{mi}^i, \quad \frac{\partial G_{1\max}}{\partial M_{ii}} = \mu_{ii}^i, \quad \frac{\partial G_{1\max}}{\partial S_i} = \omega_i^i.$$

Кроме того, разработаны алгоритмы решения задач и исследования устойчивости ресурсов двухкритериальных экологических задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

В данной главе разработан программный комплекс с интерфейсом, удобным для принятия решений и экономического анализа эколого-экономических задач специализации и размещения одно- и двухмерного сельскохозяйственного производства.

В четвертой главе диссертации «Практическое внедрение разработанных алгоритмов оптимизации и принятие решений» рассмотрены задачи информационного обеспечения, программного обеспечения алгоритмов и численной реализации решения двухкритериальной задачи оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

Для осуществления этих задач в качестве практического внедрения были взяты и проанализированы данные фермерских хозяйств массива Шортанбай Нукусского района Республики Каракалпакстан.

Рассматривается практическое внедрение двухкритериальной эколого-экономической модели задачи по минимизации водопотребления и максимизации сельскохозяйственного производства при размещении посевов. Приводится процесс математического моделирования задачи. При этом необходимо определить размещение площади земель, используемых в максимальном производстве посевных культур в условиях минимального потребления воды в сельском хозяйстве по району.

В данной главе рассматривается методика применения алгоритмов поддержки многокритериальных решений при моделировании задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства.

С помощью диалогового программного средства получены результаты числовых решений на основе дискретизации шагами  $h=0,25$ ,  $h=0,1$  и  $h=0,01$  при значениях  $\alpha = \alpha_1 = 1 - \alpha_2$ ,  $\alpha = h * i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $n = 1/h$ . При этом берется одно решение из равнозначных решений соответственно из 4, 10 и 100 решений и в общей сложности получены 4, 10 и 22 решения, не соответствующих друг другу. Приведены полученные 22 решения в  $U$  множестве решений точек по оси координат целевых функций  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$  и результаты численного решения имеют графический вид. В следующих шагах использована методика составления множества Парето. Составлено множество Парето по  $U$  множеству решений полученных точек. Для этого созданы прямоугольные области в противоположных направлениях относительно функций  $f_1 \rightarrow \max$ ,  $f_2 \rightarrow \min$  по каждой точке и соединены предельные точки созданных областей, возникших в результате их соединения. В результате этого получены две области  $U_1$  и  $U_2$ : слабоэффективные решения  $(3, 7, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21) \in U_1$  и эффективные решения  $(1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 22) \in U_2$ . Слабоэффективные решения далее не учитываются в вычислениях, последующие же сопоставления

осуществляются только с эффективными решениями  $U_2$ . Данное множество эффективных решений приведено на рис. 1.

При применении методики ограничения функционала учитываются преимущество решений задач относительно однокритериальной задачи, а также множество Парето в виде  $f_1(x)=1,2$  и  $f_2(x)=0,35$ , ограниченных сверху и снизу. При этом эффективные решения множества Парето по результатам численного вычисления уменьшаются и являются наиболее эффективными. Последние решения  $h = 0,01$  представлены на рис. 2. Здесь для множества Парето имеют место условия  $U_3 \subseteq U_2, U = U_1 \cup U_2$ .

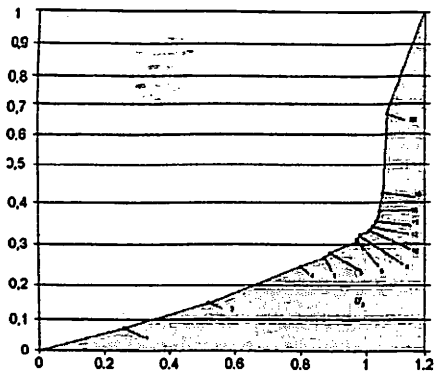


Рис. 1. Эффективные решения множества Парето по результатам численного решения

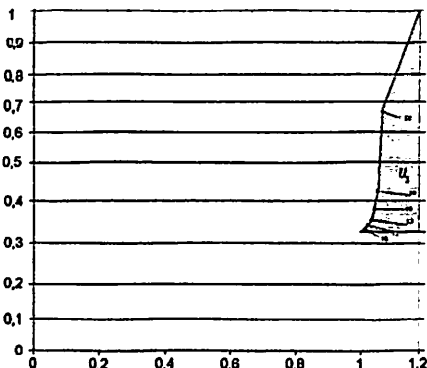


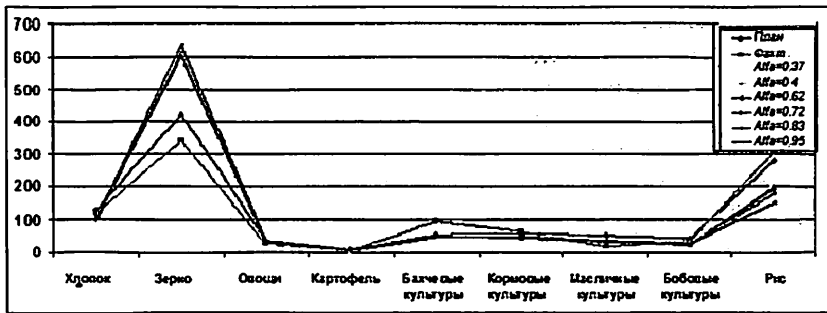
Рис. 2. Высокoeffективные решения множества Парето по результатам численного решения

Рассмотрены действительные и плановые показатели размещения посевов фермерских хозяйств массива «Шортанбай» Нукусского района, задачи анализа по высокoeffективным решениям множества Парето двухкритериальной экологической модели размещения сельскохозяйственных посевов.

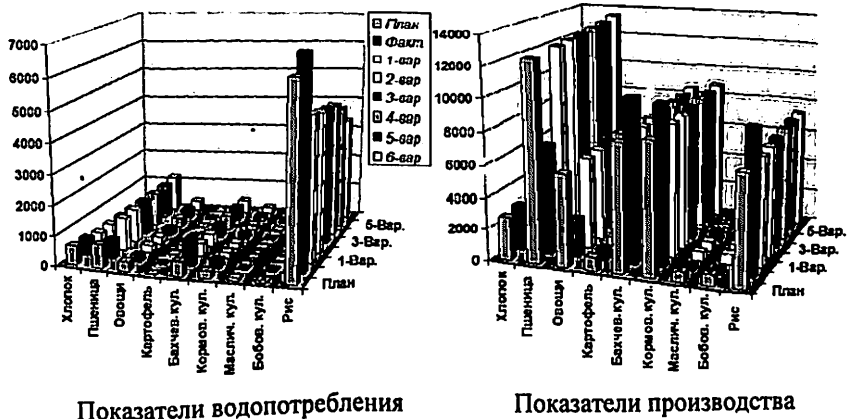
На рис. 2 приведены шесть вариантов решений для лица, принимающего решение.

На основе этих данных на рис. 3 и 4 соответственно приводятся график и гистограмма плановых и действительных показателей по размещению сельскохозяйственных посевов и вариантам решений двухкритериальной экологической модели.

На основе двойственных оценок приращение функции при оптимизации задачи специализации и размещения сельскохозяйственного производства по оценке устойчивости ресурсов и функции экономической эффективности равно  $\Delta G_{\max}^* = \sum_{i=1}^n \omega_i \Delta S_i = 0,091$ , экономическая эффективность целевой функции составляет  $K = 1,08$ .



**Рис. 3. Размещение сельскохозяйственных посевов по плану, действительному положению и решению двухкритериальной экологической модели**



**Рис. 4. Гистограммные альтернативы показателей производства и водопотребления вариантов принятия решений**

Исходя из данных анализов, отметим, что в показателях по решению однокритериальной экологической модели размещения сельскохозяйственных посевов существует только один вариант, при котором производство не превышает плановых показателей и ожидается экономия воды на 18% относительно плана.

В показателях по решению двухкритериальной экологической модели размещения сельскохозяйственных посевов существует шесть вариантов, при которых обеспечивается повышение производства с 1,7 до 6% относительно производственного плана. Ожидается экономия водопотребления относительно плана с 18,1 до 30%.

При увеличении земельных ресурсов на 12% при наличии маргинального

соотношения и показателей устойчивости ресурсов ожидается соответствующий рост объема производства относительно планового с 6 до 14%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, полученные в диссертационной работе на тему «Алгоритмы оптимизации специализации и размещения сельскохозяйственного производства на основе экологических моделей», сводятся к следующим выводам:

1. Определены задачи системного подхода к анализу производства в сельскохозяйственных предприятиях, в частности выделены три этапа анализа сельскохозяйственного производства, определены цель и содержание одно-, многомерного и сквозного анализа данных этапов. Это позволило провести исследовательскую работу на основе разработки основных принципов системного подхода к анализу производства в сельскохозяйственных предприятиях.

2. Разработаны критерии и ограничения задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства, сформированы двухкритериальные эколого-экономические модели и установлены двойственные соотношения для них. Это позволило применить алгоритмы принятия решений многокритериальной параметрической оптимизации в отношении разработанных экологических моделей.

3. Установлены маргинальные соотношения для задач специализации и размещения сельскохозяйственного производства, которые позволили вычислять показатели функции экономической эффективности на основе интервала изменений ресурсов в условиях устойчивости значений двойственности оценок.

4. Разработан диалоговый программный комплекс с графическим интерфейсом, удобным для пользователя, для решения задач на основе экологической модели специализации и размещения сельскохозяйственного производства, и который используется в качестве средства принятия управленческих решений в производстве.

5. Проанализирован алгоритм составления множества Парето для решения задачи многокритериального параметрического программирования по алгоритму поддержки принятия управленческих решений и определены эффективные решения для предоставления лицам, принимающим управленческие решения.

6. По результатам практического внедрения, т.е. по решению двухкритериальной экологической модели размещения сельскохозяйственных культур, существует шесть вариантов, в которых ожидается увеличение производства относительно плановых показателей с 1,7 до 6% и экономия водопотребления с 18 до 30%. Целевая функция по показателям устойчивости оценки ресурсов показала увеличение экономической эффективности в 1,08 раза.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC  
DEGREES DSc.27.06.2017.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**NUKUS BRANCH OF TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION  
TECHNOLOGIES**

**QUTLIMURATOV YUSUP QULBAEVICH**

**ALGORITHMS FOR OPTIMIZING THE PLACING AND  
SPECIALIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION ON THE BASIS  
OF ECOLOGICAL MODELS**

05.01.02 - Systemic analysis, management and information processing

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2019**

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme attestation commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.4.PhD/TS06.

The dissertation has been prepared at the Nukus branch of Tashkent University of Information Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) and on the website of «ZiyoNeb» Information and educational portal ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)).

**Scientific adviser:** Uteuliev Nietbay Uteulievich  
doctor of physical and mathematical sciences, professor

**Official opponents:** Kabulov Anvar Vasilovich  
doctor of technical sciences, professor

Tuhtanazarov Dilmurrod Solijonovich  
PhD in technical sciences

**Leading organization:** Research Institute for Irrigation and Water Problems

The defense will take place "5" march 2019 at 16<sup>00</sup> the meeting of Scientific council No. DSc.27.06.2017.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. 2573). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on "19" February 2019 y.  
(mailing report No. 2 on "15" February 2019 y.).



**R. Kh. Khamdamov**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**F. M. Nuraliev**  
Scientific secretary of scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, docent

**M. A. Rahmatullaev**  
Chairman of the academic seminar under the  
scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor



## **INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)**

The aim of the research work is to develop environmental models for optimizing the tasks of specialization and placement of agricultural production, algorithmic and decision-making software.

The object of the research work is the processes of specialization and placement of agricultural production, taking into account water resources from the ecological-economic point of view.

**Scientific novelty of the research work is as follows:**

methods of a systematic approach to one-, multidimensional and end-to-end analysis and optimization of agricultural production have been developed;

developed two- and multi-criteria environmental models and methods for solving problems of specialization and placement of agricultural production;

marginality ratios for the two-criteria ecological model were established and a criterion for evaluating the economic efficiency function based on resource sustainability was developed;

an algorithm for compiling Pareto sets based on management decision supporting algorithms and multi-criteria optimization has been developed.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained results on multi-criteria environmental models, algorithms and interactive software solutions for decision support optimization and management:

the conclusion from the SUE "UNICON.UZ" about the possibility of using software "Software for solving the issues of placement and specialization of agricultural production", "Interactive software package for solving deterministic and stochastic problems of placement and specialization of agricultural production" on the algorithmic methods of parametric programming in the adoption management decisions (Conclusions from the SUE "UNICON.UZ" December 20, 2018). As a result, an interactive software complex for solving multi-criteria tasks with a convenient graphical interface allowed analyzing decision options based on management decision-making algorithms;

two-criteria ecological models of placement and specialization of agricultural production, optimality conditions, duality ratios, methods and algorithms for creating Pareto sets based on management decision support algorithms were introduced into the farms of the Shortanbay and Nukus arrays of the Nukus district of the Republic of Karakalpakstan (according to the information by The Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan on November 19, 2018, No. 33-8/8626). Optimization of the criterion of maximization of agricultural production, developed according to

the results of scientific research, allowed to increase the annual increase from 5% to 15%;

software created on the basis of methods and algorithms for making management decisions and solving multi-criteria tasks, ecological models that take into account water resources, are put into practice in the farms of the “Shortanbai” and “Nukus” arrays of the Nukus district (according to the information by The Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan on November 19, 2018, №33-8/8626). As a result of scientific research, when optimizing by the criterion of minimum water consumption, water savings of 8% to 25% relative to the water consumption plan were achieved;

algorithms and methods for evaluating the cost-effectiveness function based on resource sustainability and marginality ratios are put into practice in farms in the Kegeyli district (according to the information by The Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan on November 19, 2018, No. 33-8/8626). The results of the research allowed to increase the economic efficiency indicators in the context of resource sustainability for the annual increase in agricultural production from 3% to 8%.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the thesis is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

1. Кутлымуратов Ю.К. Алгоритм решения двухкритериальной двухэтапной стохастической задачи размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2010. - № 1-2. – С. 49-52 (05.00.00; №16).

2. Кутлымуратов Ю.К. Исследование зависимости целевой функции от используемых ресурсов в одной задаче размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2010. - № 4. – С. 205-208 (05.00.00; №16).

3. Утеулиев Н.У., Кутлымуратов Ю.К., Мадреймова З.Б., Алламуратов Р.Ж., Кадилов А.А. Функциональные возможности диалогового программного комплекса для решения задач многокритериальной оптимизации // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2012. - № 1. – С. 56-58 (05.00.00; №10).

4. Uteuliev N.U., Kutlimuratov Yu.K. Algorithm of solution of one two-criteria stochastic ecology-economic problems of agricultural production // European science review. – Austria, 2017. – № 9-10. – pp. 141-143 (05.00.00; №3).

5. Qutlimuratov Yu.Q., Kulbaeva M.Yu. Principles of system approach to analysis of production in agricultural enterprises // European science review. – Austria, 2018. – № 7-8. – pp. 141-143 (05.00.00; №3).

6. Кутлымуратов Ю. Экологик-иктисодий масалаларни ечиш ва қарорлар қабул қилишда дастурий мажмуанинг ишлаш жараёни тахлили // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2017. - № 2. – С. 100-105.

7. Утеулиев Н.У., Бурханов Ш.А., Кутлымуратов Ю.К. Об одной двухкритериальной детерминированной эколого-экономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства / Вопросы моделирования и информатизации экономики: Сб. науч. тр. – Ташкент: ИК АН РУз, 1999. – вып. 18. – С. 46-53.

8. Утеулиев Н.У., Бурханов Ш.А., Кутлымуратов Ю.К. Об одной двухкритериальной стохастической эколого-экономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2000. – № 6. – С. 14-22.

9. Кутлымуратов Ю.К. Исследование одной двухкритериальной эколого-экономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2007. - № 4. – С. 47-50.

10. Утеулиев Н.У., Бурханов Ш.А., Кутлымуратов Ю.К. О численной реализации одной двухкритериальной детерминированной эколого-экономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Проблемы алгоритмического программирования: Тез. докл.

Респ. науч. конф. 11-13 октября. - Ташкент, 2000. – С. 107-108.

11. Кутлымуратов Ю.К. О численной реализации одной стохастической экологоэкономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства // Современные проблемы алгоритмизации и программирование: Тез. докл. научной конференции. 5-7 сентября. - Ташкент, 2001. – С. 310.

12. Кутлымуратов Ю.К. Аўыл хожалық өндирисин көп критериялы эколого-экономикалық моделлер жәрдеминде шешиўдиң бир усылы // Киши хәм орта бизнести раўажландырыўдағы машқалалар хәм жаңа информациялық технологиялар: Республикалық илимий-әмелий конференцияның материаллары. 21-23 апрель. - Нөкис, 2004. – Б. 19-20.

13. Кутлымуратов Ю.К. Двухкритериальная детерминированная эколого-экономическая модель размещения и специализации сельскохозяйственного производства // International Conference «Dynamical system modeling and stability investigation»: Thesis of conference reports. 22-25 may. - Kyiv, 2007. - С. 207.

14. Кутлымуратов Ю.К. Икки мезонли экологик-иктисодий масаласи ресурслари турғунлигини хисоблаш алгоритми // Современное состояние и перспективы развития информационных технологий: Материалы Республиканской научно-технической конференции. 5-6 сентября. - Ташкент, 2011. – С.150-153.

15. Кожаметов А., Кутлымуратов Ю. Исследование устойчивости ресурсов в одной стохастической задаче размещения и специализации сельскохозяйственного производства // International Conference «Dynamical system modeling and stability investigation»: Thesis of conference reports. 22-25 may. - Kyiv, 2013. – С. 361.

16. Кутлымуратов Ю., Кулбаева Ф. Икки мезонли экологик иқтисодий масаласини ечишнинг дастурий таъминоти // XXI аср – интеллектуал авлод асри: Ёш олимлар ва талабаларнинг регионал илмий амалий конференция материаллари. 1-2 июнь. - Нукус, 2014. – Б. 258-260.

17. Кутлымуратов Ю.К., Кулбаева Ф.Ю. Фермер хўжалиги экинлари хосилдорликларини режалаштиришнинг математик ва дастурий таъминоти // Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясида ахборот-коммуникация технологияларини қўллашнинг ҳозирги замон масалалари: Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 14-16 май. – Нукус, 2015. – Б. 261-264.

18. Кожаметов А., Кутлымуратов Ю. Эколого-экономическая модель задачи размещения и специализации сельскохозяйственного производства при дефиците водного ресурса // XVII International Conference «Dynamical system modeling and stability investigation»: Abstracts of conference reports. 27-29 may. - Kyiv, 2013. – С. 173-174.

19. Кутлымуратов Ю., Кулбаева Ф. Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масаласи ресурсларини

тургунликка тадқиқ қилиш // Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации: Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции. – Переяслав-Хмельницкий, 2016. – № 12. – С. 226-229.

20. Кутлымуратов Ю., Кувандикова Д., Кулбаева М. Кичик корхоналар бошқариш сифатини оширишда ахборот технологияларини қўллаш // Мирзо Улуғбек номидаги Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш институти «Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясида олималарнинг ўрни»: Республика илмий-амалий конференция материаллари. 15-16 апрель. - Самарқанд, 2016. – Б. 35-37.

21. Кожаметов А., Кутлымуратов Ю., Тлеубаева Г. Метод решения двухкритериальной стохастической эколого-экономической модели размещения и специализации сельскохозяйственного производства // XVIII International Conference «Dynamical system modeling and stability investigation»: Abstracts of conference reports. 27-29 may. - Kyiv, 2017. – С. 54.

22. Кутлымуратов Ю.Қ., Кулбаева М.Ю. Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқариши экологик модели учун маргиналик муносабатининг ўрнатилиши // Математик дастурлаш, алгоритмлаш ва дастурлашнинг долзарб муаммолари: Республика илмий-амалий конференция материаллари. 17-18 сентябрь. - Тошкент, 2018. – Б. 137-140.

23. Утеулиев Н.У., Бурханов Ш.А., Кутлымуратов Ю.Қ, Мадреймова З.Б., Алламуратов Р.Ж. Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштириш масалаларини ечиш учун дастурий восита // Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома DGU 022503. 07.05.2012.

24. Утеулиев Н.У., Бурханов Ш.А., Кутлымуратов Ю.Қ, Мадреймова З.Б., Алламуратов Р.Ж. Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришини ихтисослаштириш ва жойлаштиришнинг детерминирланган ва стохастик масалаларини ечиш учун мулоқотли дастурий мажмуа // Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома DGU 022504. 07.05.2012.

**Автореферат «Информатика ва энергетика муаммолари» Ўзбекистон  
журнали таҳририятида таҳриридан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз  
тилларидаги матнларини мослиги текширилди.**

**Бичими: 84x60 1/16. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи: 3. Адади 100. Буюртма №32.**

**«Тошкент кимё-технология институти» босмаҳонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.**