

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ - ЙЎЛЛАР ИНСТИТУТИ**

*Қўлёзма ҳуқуқида*

УДК 629.113.075

ТУРСУНОВ ИБРАГИМ САМАНДАРОВИЧ

**0.9-1.4 КЛАССДАГИ ҒИЛДИРАКЛИ ТРАКТОРЛАР РУЛ  
БОШҚАРМАСИ УЗАТИШЛАР СОНИНИ АСОСЛАШ**

05.05.03-Автомобиллар ва тракторлар

**Техника фанлари номзоди илмий даражасини олиш учун  
ёзилган диссертация  
АВТОРЕФЕРАТИ**

Т О Ш К Е Н Т - 2 0 0 7

Диссертация иши Тошкент автомобил - йўллар институтининг (ТАЙИ)  
«Автомобилсозлик технологияси» кафедрасида бажарилди.

Илмий раҳбар: Техника фанлари номзоди,  
доцент Хашимов Д.И.

Расмий оппонентлар: Халқаро муҳандислик академиясининг  
академиги техника фанлари доктори,  
профессор Нусупов Э.С

Техника фанлари номзоди,  
доцент Раҳманкулов Ф.Х.

Етакчи ташкилот: Абу Райҳон Беруний номидаги  
Тошкент Давлат техника университети

Ҳимоя 2007 йил \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_ да Тошкент автомобил – йўллар  
институтининг ҳузуридаги К 067.33.01 рақамли бирлашган ихтисослашган  
кенгаш мажлисида бўлади. Манзил: 100060, Тошкент ш., Мовароуннахр  
кўчаси 20, мажлислар зали.

Автореферат тўғрисидаги фикр ва мулоҳазаларингизни муҳр босиб  
имзо чекилган ҳолда икки нусхада Тошкент автомобил–йўллар институтининг  
қошидаги Бирлашган ихтисослашган кенгашга юборишингизни сўраймиз.

Диссертация билан ТАЙИ нинг кутубхонасида танишиш мумкин.

Автореферат юборилган «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 йил.

Факс: (99871) 132-14-39

Ихтисослашган кенгашнинг илмий  
қотиби, т.ф.н., доцент

Ҳикматов Ш.

## ДИССЕРТАЦИЯ ИШИНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

**Ишнинг долзарблиги.** Ўзиюрар энергетика воситалари ва тракторлардан фойдаланишдаги энг муҳим ҳоссалардан бири – бу уларнинг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлигидир. Қишлоқ хўжалиги ишларида машинанинг иш унуми ва агротехника кўрсаткичлари, шунингдек тиркамали энергетика воситаларидан фойдаланишда транспорт ишларининг ҳаракат хавфсизлиги кўп жиҳатдан ана шу кўрсаткичларга боғлиқ .

Қишлоқ хўжалиги экинларига ғилдиракли машиналарда экин қаторлари ораларига кичик тезликда ҳаракатланиб ишлов бериш лозим. Бунда машинанинг курсдан оғиши кузатилади, бу ўз навбатида ҳайдовчининг маҳоратли бўлишини талаб қилади. Тиркамали транспорт воситасини бошқаришда ҳам ҳайдовчининг бошқарувчанлик қобилияти юқори бўлиши керак.

Ўзиюрар энергетика воситаларининг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлигига таъсир қиладиган муҳим омиллардан бири рул бошқармаси ҳисобланади. Бошқарувчанлик ва ҳаракат турғунлигини яхшилашнинг муҳим захираларидан бири – рул бошқармасининг узатишлар сони қийматининг муқобил (рационал) параметрларини танлашдан иборат. МТА ва пахта териш машиналарининг ишчи тезликлари диапазони автомобиллар ва автомобил-поездларнинг ишчи тезликлари диапазонидан 10-20 марта, трактор поездларнинг ишчи тезликлари диапазони эса 2-4 марта кичик бўлишига қарамай, бу ғилдиракли машиналар рул бошқармасининг узатишлар сони амалда бир хил бўлиб, улар тор диапазонда (17 дан 22 гача) жойлашган.

Рул бошқармаси динамикасининг ғилдиракли машиналарнинг бошқарувчанлигига таъсирига оид маълумотлар илмий адабиётларда анча мукамал ёритилган. Бироқ рул бошқармаси узатишлар сони қийматининг бошқарувчанлик ва ҳаракат турғунлигига таъсири масалалари эса амалда кам ўрганилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ватанимиз ва замонавий чет эл адабиётларида ғилдиракли машиналарнинг конструктив ва техник ҳолати, шу жумладан, рул бошқармаси машиналарнинг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлигига таъсири масалаларига катта аҳамият берилмоқда. Бироқ бу тадқиқотларнинг кўпчилиги рул бошқармаси узеллари ва деталлари техник ҳолати унинг иш жараёнларига, ва ниҳоят, бошқарув ҳаракати параметрларининг таъсирига бағишланган. Секин юрадиган ғилдиракли машиналар учун рул бошқармасининг узатишлар сони қийматини танлаш масалалари ҳозиргача ўрганилмаган.

**Диссертация ишининг ИТИ тематик режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация ишининг мавзуси Тошкент трактор заводи ДАЖ, Пахтачилик машиналари бўйича ДМКБ ИТИ ва ОКР дастури, шунингдек Тошкент автомобил - йўллар институти ИТИ режаси билан боғланган бўлиб, автомобил ва ғилдиракли тракторларнинг бошқарувчанлиги ҳамда турғунлигини яхшилаш борасида ТАЙИ «Автомобилсозлик технологияси» кафедрасида олиб борилаётган илмий ишларнинг бир қисми ҳисобланади.

**Ишнинг мақсади** : рул бошқармаси узатишлар сонини, машинанинг бошқаришга сезгирлиги ва рул чамбараги бурилганда машина реакция («идрок этиш») вақтининг камайишига сезгирлигини рационал танлаш ҳисобига ўзиюлар ғилдиракли энергетика воситаларининг ҳаракат турғунлиги ва бошқарувчанлигини оширишга доир тавсияларни ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари.** Ишнинг мақсадига мувофиқ қуйидаги вазифалар қўйилди:

1. Гидроҳажмий рул бошқармасили ўзиюлар энергетика воситасининг ҳисоблаш схемасини асослаш ва математик моделини ишлаб чиқиш.

2. Рул бошқармасининг талаб этилган тезликда таъсир этишини асослаб бериш услубиятини ишлаб чиқиш.

3. Бурилиш гидроцилиндрларининг рационал координаталарини аниқлашга доир ҳисоблаш услубиятини ишлаб чиқиш.

4. Энергетика воситаси экин қаторлари ораларида ҳамда тиркамаси бор ғилдиракли трактор транспорт режимида ишлаганда бошқарувчанликка ва ҳаракат турғунлигига доир услубларини ва баҳо бериш ўлчовларини танлаш, шунингдек синовлар ўтказиш.

5. Бошқарувчанлик ва ҳаракат турғунлиги мезонлари бўйича рул бошқармаси узатишлар сонининг рационал қийматини асослаш.

**Тадқиқотлар объекти ва предмети.** Тадқиқотлар объекти сифатида 2ПС793 тикамали Т28Х4МС ғилдиракли трактори ва олдинги ғилдираклари бошқариладиган Т28Х4 трактори асосидаги ўзиюлар энергетика воситаси ҳамда орқа ғилдираклари бошқариладиган гидроҳажмий рул бошқармаси билан таъминланган МТЗ 80 трактори танлаб олинди.

Тракторларнинг рул бошқармаси тадқиқот предмети ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг услублари.** Диссертация ишида математик моделлаштириш, автоматик ростлаш системалари назариялари ва эксперимент усулларидадан фойдаланилди.

**Ҳимояга қўйиладиган диссертациянинг асосий мазмуни:**

- гидроҳажмий рул бошқармасили ўзиюлар энергетика воситасининг математик тавсифи;
- рул бошқармаси тез ҳаракатланишини танлаш услуби ва математик тавсифи;
- ижро гидроцилиндрларини ўрнатиш координатларини танлаш услуби ва математик тавсифи;
- узатиш сони ва тез ҳаракатланувчи рул бошқармасининг катталигини танлаш бўйича тавсиялар.

**Ишнинг илмий жиҳатдан янгилиги қуйидагилардан иборат:**

- гидроҳажмий рул бошқармасининг экспериментал тарзда аниқланган узатиш функциясини ҳисобга олган ҳолда тиркамаси бор ғилдиракли трактор ва ўзиюлар энергетика воситаларининг ҳаракат параметрларини ҳисоблаш учун математик модел ишлаб чиқилди;
- рул бошқармаси ижро гидроцилиндрларини ўрнатишнинг рационал координаталарини тасодиқий излаш усуллари қўллаб танлаш услубияти ишлаб чиқилди;

- рул бошқармаси узатишлар сони қийматининг бошқарувчанлик ва ҳаракат турғунлигига таъсир характери очиб берилди;
- рул бошқармаси узатишлар сонининг қиймати, машина бурилишининг йўл қўйиладиган кечикиш вақти ва машинани бошқариш сезгирлигининг рационал қиймати асосланди;
- машинанинг конструктив параметрларини ўзгартириш йўли билан ғилдиракли машиналарнинг бошқарилувчанлик кўрсаткичларига тузатишлар киритиш йўллари кўрсатилди.

#### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти**

Ўзиюрар энергетика воситаларининг ҳаракат турғунлигини оширувчи ва бошқарилувчанлигини яхшиловчи рул бошқармаси узатишлари сони қийматини, ижро гидроцилиндрларини ўрнатиш координаталарини ва тўқиш магистраладаги босимни танлашга доир тавсиялар ишлаб чиқилди.

Лойиҳалаш босқичида рул бошқармасининг параметрларини рационал танлашга имкон берадиган математик моделлар ишлаб чиқилди.

**Натижаларни тадбиқ қилиш.** Рул бошқармаси узатишлар сони қийматини, тўқиш магистраладаги гидроаккумулятор параметрларини, насос дозаторларини тақсимлаш қурилмасининг статик тавсифини танлашга, шунингдек, рул юритмаси гидроцилиндрларини ўрнатишнинг рационал параметрларини ҳисоблаш йўли билан аниқлашга доир тавсиялар Тошкент трактор заводи ДАЖ ва Пахтачилик машиналари бўйича ДМКБ ва ОКР да фойдаланиш учун қабул қилинди, шунингдек Тошкент автомобил - йўллар институтида «Автомобилсозлик» ихтисослиги бўйича магистрлар тайёрлаш ўқув жараёнида фойдаланилмоқда.

Ижро гидроцилиндрлари параметрларини танлашга доир тавсиялардан Пахтачилик машиналари бўйича ДМКБ да ХФ-2.4 ва ХФ-0.3 машиналарини ишлаб чиқишда фойдаланилди.

**Ишни синаб кўриш.** Диссертация ишининг асосий қоидалари Тошкент автомобил-йўллар институтининг илмий техника конференцияларида: «Ўзбекистон Республикасида автомобил йўл мажмуасининг ривожланиши» (2001), «Марказий Осиё ҳудудида автомобил йўл мажмуасининг ривожланиш самарадорлиги» (2000), Республика илмий техника конференцияларида: «Муҳандис техник кадрлар тайёрлаш сифатини ошириш масалалари» (2003), «Ўзбекистон Республикасида автомобил йўллари мажмуасининг ривожланиш истиқболлари» (2005) ҳамда Жиззах политехника институтида «Халқ хўжалигини ривожлантиришда илмий техника тараққиётининг аҳамияти» (2005) ҳақида маърузалар қилинди.

**Нашр қилиш.** Диссертация мавзуси бўйича 8 илмий мақола, шу жумладан журналларда 2 та мақола чоп этилган ва битта муаллифлик гувоҳномаси олинди.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, 78 номдаги ватанимиз ва чет элларда нашр қилинган фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертацияда компьютерда ёзилган 124 бет матн, 28 та расм, 2 та жадвал ва илова ўз ифодасини топган.

### Диссертациянинг асосий мазмуни

**Кириш қисмида** рул бошқармаси динамикасига доир тадқиқотларнинг шарҳи берилган, танланган мавзунинг долзарблиги асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари баён этилган, ишнинг илмий жиҳатдан янгилиги ва амалий жиҳатдан фойдалилиги исботланган, тадқиқотлар натижаларининг жорий қилиниши тўғрисида маълумотлар келтирилган. Гидроҳажмий рул бошқармаси билан жиҳозланган секинюрар ғилдиракли машиналар рул бошқармасининг узатишлар сонининг рационал қийматини аниқлашга доир тадқиқотлар ўтказиш зарурлиги кўрсатилган.

**Биринчи -“Тадқиқотнинг савол ва вазифалари ҳолати” бобида** ғилдиракли тракторлар ва автомобилларнинг бошқарувчанлиги ҳамда ҳаракат турғунлиги хоссалари, бу хоссаларга рул бошқармасининг типи, конструктив параметрлари ва техник ҳолатининг таъсири бўйича Ватанимиз ва чет эл олимлари томонидан ўтказилган тадқиқотларнинг шарҳи келтирилган. Бу масалалар автомобилсозликда анча тўлиқ ва мукамал ўрганилган. Автомобилларнинг бошқарувчанлиги ва ҳаракат хавфсизлигига қатъий талаблар ва меъёрлар қатъий белгиланган. Тракторлар ва қишлоқ хўжалиги машиналарининг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлигига рул бошқармаси динамикасининг таъсири борасидаги тадқиқотлар сони эса анча кам. Бу йўналишдаги тадқиқотлар асосан, рул механизми ва рул бошқармаси узелларининг техник ҳолатини ўрганишга, шу жумладан, рул механизмдаги тирқишларнинг йўл қўйиладиган қийматларини аниқлашга, кучайтиргичнинг тақсимлаш қурилмаси ва таъминлаш насосининг ҳолати, рул бошқармаси кучайтиргичининг ишига насос узатиш кучининг таъсирини ўрганишга бағишланган.

Автомобилнинг бошқарилувчанлиги ва ҳаракат турғунлигига рул бошқармаси динамикасининг таъсири масалалари чет эл олимлари Р.А. Акопьян, Л.Н. Гинзбург, В.А. Илларионов, К.С. Колесников, М.А. Лисов, А.С. Литвинов, Л. Сиджела, М. Мичка, А.А. Хачатуров ва ҳ.к. ларнинг ишларида ёритилган. Ғилдиракли тракторларнинг бошқарилувчанлиги ва ҳаракат турғунлиги масалалари Ватанимиз ва чет эл олимлари Ю.Е. Атаманов, В.Ф. Гуськов, Л.В. Гячева, О.В. Лебедева, Ю.Л. Колченский, И. Маърупов, Р.Д. Матчонов, Ҳ.Ҳ. Хайруллаев, М.Т. Тошболтаев ва ҳ.к.ларнинг ишларида ҳам кўриб чиқилган.

Тракторлар ва қишлоқ хўжалик машиналарининг гидроҳажмий рул бошқармаси, шу жумладан гидростатик рул бошқармасининг динамикаси олимлар В.Я. Обидин, Б. Поласека, С. Стойчев, К.С. Прокофьев, Г.Г. Расулов ва бошқаларнинг ишларида алоҳида ўрин тутади.

Автомобилларнинг ҳаракат турғунлиги назариясига асосланган машиналарнинг бошқарилувчанлиги ва турғунлигига доир тадқиқотларни Я.М. Певзнер ишлаб чиққан ва кейинчалик Д.А. Антонов, А.С. Литвинив. Б.М. Додонов, Б.И. Морозов, Л. Эллис, А.Б. Лурье, Ю.У. Неймарк, Н.А. Фуфаевларнинг ҳаракат турғунлиги ва ён томонга тортиб кетадиган чайқалиш шиналар назариясига доир ишлари билан тўлдирилган.

Ишларни таҳлил қилиб чиқиш шуни кўрсатдики, ҳаракат тезлиги ва ён томонга тортиб кетишга солиштирма қаршилиқ коэффициентлари кичик бўлган ғилдиракли машиналарнинг ҳаракати пайтида курсдан оғиш даражаси юқори бўлар экан. Баъзи ҳаракат тезликлари диапазонида бу оғишни ҳайдовчи назорат қила олмайди. Таҳлил қилиш яна шуни кўрсатдики, ғилдиракли тракторларнинг бошқарилувчанлиги ва ҳаракат турғунлигини баҳолаш учун машинанинг ҳаракат курси параметрларини ифодаладиган кўплаб ўлчамлардан фойдаланилади ва улар асосида машинанинг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлиги тўғрисида умумий баҳо белгиланади. Машинанинг бошқарилишга статик сезгирлиги, бурилишга кечикиш вақти, статик бурилувчанлиги каби комплекс тавсифларнинг тракторларнинг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғунлигига таъсири масалалари ўрганилмай келмоқда. Ваҳоланки, бу тавсифлардан машинасозликда кенг фойдаланилади.

Таҳлил яна шуни кўрсатдики, рул бошқармаси узатишлар сонининг бошқарилувчанлик ва ҳаракат турғунлигига таъсири, шунингдек, уни танлашнинг асосланган усуллари ҳозиргача ўрганилмаган. Унинг меъёрий қийматлари юқ автомобилларига асосланиб қабул қилинади. Шунинг учун рул бошқармасининг узатишлари сони қийматини рационал танлаш тракторлар ва қишлоқ хўжалиги энергетика воситаларининг бошқарилувчанлиги ва ҳаракат турғунлигини яхшилашнинг муҳим захираси ҳисобланади.

**Иккинчи - "Ғилдиракли машинанинг математик моделини тузиш" бобида** гидроҳажмий рул бошқармали энергетика воситасининг бошқариладиган ҳаракат жараёнини ўрганиш учун математик модел ишлаб чиқилган, назарий тадқиқотлар натижалари ва уларнинг таҳлили келтирилган.

Математик модел шундай тузилганки, у рул чамбарагини буришнинг берилган қонунида тенгламаларни ечишга ҳам, турли ҳаракатлар (ҳаракат полосасини ўзгартириш, рул чамбарагини кескин буришда, бурилишга кириш, синусоидал траектория бўйича ҳаракатланиш) бажаришда энергетика воситаси берилган траектория бўйича қиладиган ҳаракатни моделлашга ҳам имкон беради.

Энергетика воситалари ҳаракатини ҳисобий моделлаш учун 4 та эркинлик даражаси (ёнга ҳаракатланиш, вертикал ўқ атрофида буриш, бошқариладиган кўприкни машина остовига нисбатан буриш ва рул бошқармасининг қайишқоқлиги туфайли бошқарилувчи рул чамбарагини буриш) эга бўлган уч массали ҳисоблаш схемаси қабул қилинган.

Ҳаракат тенгламаси қўйидаги фаразларни ҳисобга олиб ёзилган: ёнга тортишга қаршилиқ коэффициентлари ва машинанинг ҳаракат тезлиги ўзгармас бурилиш бурчаклари ва ғилдиракларнинг ёнга тортиш бурчаги кичик, яъни  $10^0$  дан ошмайди. Бу шартлар бурчакларнинг синус ва тангенслари ўз аргументларига тенг деб қабул қилишга имкон беради.

Машинанинг ҳисобий схемаси 1-расмда кўрсатилган. Ғилдиракли машинанинг шу машина массалар маркази билан боғланган координаталар ўқида проекцияларидаги курс бўйича ҳаракат тенгламаси қўйидагича:

$$\begin{aligned} m(\dot{v}_y + v_x \omega_z) &= \Sigma Y_i, \\ J_z \omega_z &= \Sigma M_{zi}, \end{aligned} \quad (1)$$

бунда:  $m$ -машина массаси, кг;

$V_x, \dot{V}_y$  – машинанинг массалари тезлигининг  $X$  ва  $Y$  ўқларига проекциялари;

$\Sigma Y_i$  – ташқи кучлар бош векторининг  $Y$  ўққа проекциялари;

$\omega_z$  – машина бурчак тезлигининг  $Z$  ўққа проекцияси;

$\Sigma M_{zi}$  – ташқи кучларнинг  $Z$  ўққа нисбатан бош моменти;

$J_z$  – машинанинг вертикал ўққа нисбатан инерция моменти.

(1) тенгламалар системаси ғилдиракнинг ёнга тортиш бурчаклари тенгламалари билан тўлдирилади ҳамда кинематик нисбатларда ёзилади.

Олдинги ғилдираклар шиналарининг ёнга тортиш ўртача бурчаги кўйидаги тенгламалардан аниқланади:

$$\delta_i = \frac{1}{v_x} (v_y + a\omega) - \theta_{cp}, \quad (2)$$

бунда  $\theta_{cp}$  – бошқарувчи ғилдиракнинг ўртача бурилиш бурчаги.

$$\theta_{cp} = (\theta_{Л} + \theta_{П}) / 2$$

Кўприк ёки кузов бир томонга қийшайган пайтда ғилдирак оғанда пайдо бўладиган қўшимча ён кучларни ҳисобга олиш шинани қўшимча ёнга тортиш бурчаги орқали берилган, уни кўйидагича ифодалаш мумкин:

$$\delta_{\varphi} = \varphi_i \cdot \lambda_i \quad (3)$$

бунда:  $\varphi_i$  – кўприк ёки машина остовининг қийшайиши туфайли юзага келадиган ғилдиракларнинг оғиш бурчаги;

$\lambda_i$  – ғилдиракнинг оғиши ва унга мос равишда ёнга тортиш эквивалентлик бурчаги коэффиценти.

У ҳолда олдинги ғилдираклар шиналарининг ёнга тортиш ўртача бурчаги кўйидагича бўлади:

$$\delta_1 = \frac{1}{v_x} (v_y + a\omega) - \theta_{cp} + \lambda_1 \varphi_1. \quad (4)$$

Орқа ғилдирак шиналарининг ёнга тортиши ўртача бурчаги:



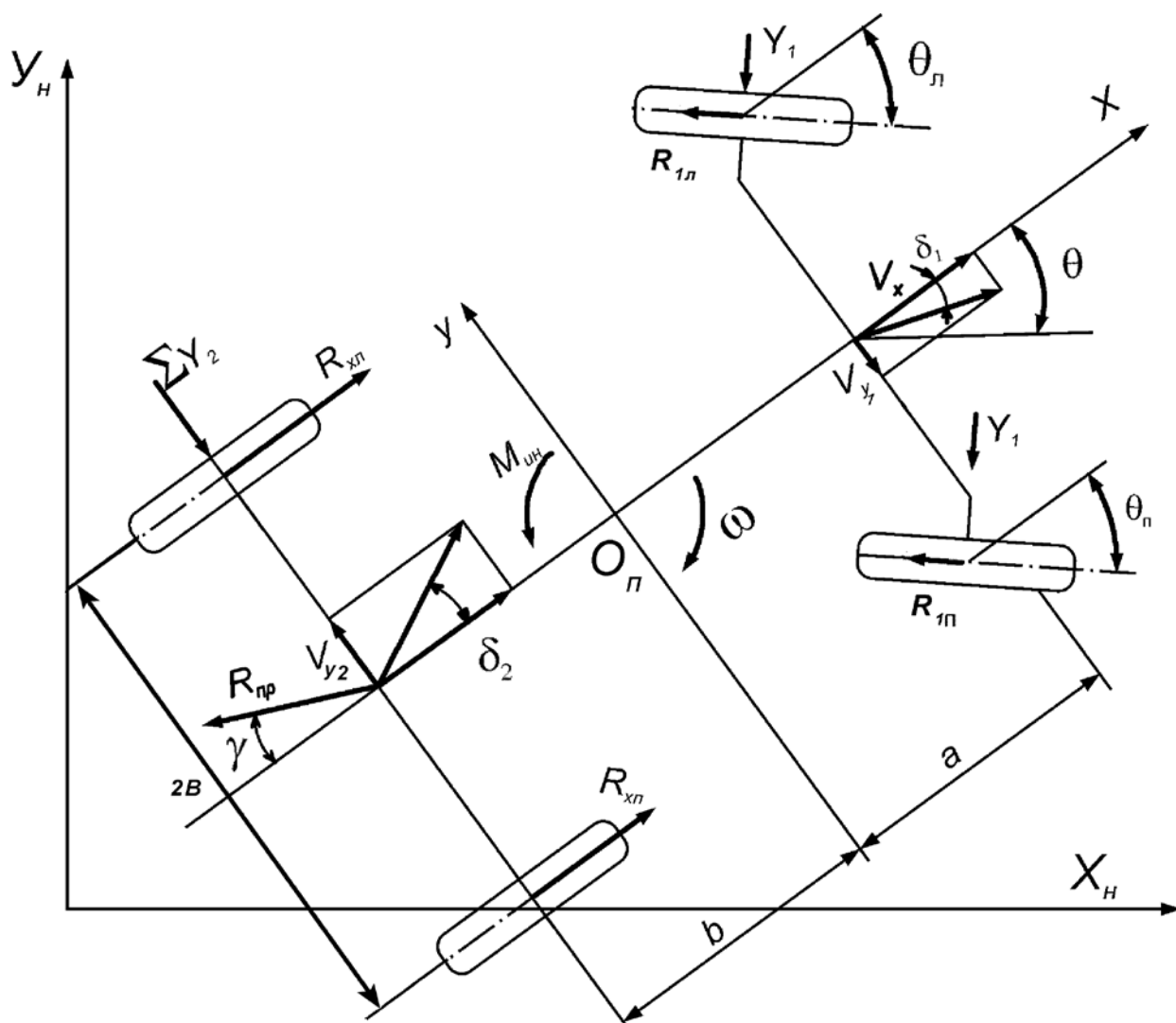
Орқа бошқарилувчи ғилдиракли энергетика воситалари учун ёнга тортиш бурчаги ҳам шундай аниқланади.

Шинанинг тебраниб ёнга тортиши ушбу кинематик боғланишлар тенгламалари билан ифодаланади:

$$\left. \begin{aligned} Y &= C_g \xi \\ \frac{1}{V} \dot{\xi} + \frac{C_y}{K_y} \xi &= -\delta \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

бунда  $\xi$  - шинанинг кўндалангига деформацияланиши;

$C_y$  – шинанинг кўндалангига бикирлиги (қаттиклиги).



**1-расм.** Олд ғилдираклари бошқариладиган машинанинг ҳисобий схемаси.

Ушбу модел кўндаланг деформацияларни ва шинанинг инерционлигини ҳисобга олади. Бу нисбатан юқори бўлмаган тезликда ҳаракатланувчи ғилдиракли машинанинг ҳаракатига доир масалаларни ечишда жуда муҳимдир.

Ғилдираклардаги вертикал юклама ва етакчи ғилдираклардаги тортиш кучининг ўзгариши ёнга тортишга қаршилиқ коэффициентига таъсир қилиш ҳисоби, шунингдек машинанинг ҳаракатини грунтда ҳаракатланаётган ҳолат учун моделлашда унинг деформацияланиш хоссалари олишни ёнга тортишга қаршилиқ кўрсатувчи тузатиш коэффициентларини киритиб амалга оширилади.

Ёнга тортишга эквивалент қаршилиқ коэффициентини:

$$K = q_N \cdot q_T \cdot q_G, \quad (7)$$

бунда:  $q_N$ ,  $q_T$  ва  $q_G$  – тузатиш киритиш коэффициентлари бўлиб тегишли вертикал юклама, тортиш кучининг ўзгаришини ва грунтнинг кўндаланг йўналишда силжишининг ёнга тортиш коэффициентига таъсирини ҳисобга олади. Бу коэффициентлар А.С. Литвинов ва Д.А. Антонов формулалари ёрдамида аниқланади.

Тўрт ғилдиракли тракторларнинг олдинги кўприги балкасида шу олдинги кўприкни трактор остови билан боғловчи бўйлама шарнир бор. Бунда олдинги ғилдиракларнинг оғиш бурчаклари осма орқали боғланган кўприкнинг кўндалангига қийшайиш бурчагига тенг бўлади.

Ғилдиракнинг машина остовига нисбатан оғиш бурчаклари ушбу формула бўйича аниқланади:

$$\varphi_K = \lambda_\varphi (\varphi_0 - \varphi_M), \quad (8)$$

бунда,  $\varphi_0$  – остовнинг қийшайиш бурчаги.

Бундан ташқари, остовнинг кўндалангига қийшайиши кўприк балкасининг горизонтал текисликда бурилиши (ғилдиракларнинг кинематик ёнга тортиши)га сабаб бўлади :

$$\theta_K = \lambda_\theta (\varphi_0 - \varphi). \quad (9)$$

(8) ва(9) тенгламаларда  $\lambda_\varphi$ ,  $\lambda_\theta$  - машина остови қийшайганда кўприк балакаси ўқининг бурилиш ва қийшайиш бурчаклари ўртасидаги мутаносиблик коэффициентлари (планда).

Машина остови билан шарнирли боғланган олдинги рессора ости кўприги бўлган ғилдиракли машина учун кўприк ва остовнинг кўндалангига қийшайиш формуласи тузилди. Қуйида машина текис таянч сиртда ҳаракатланаётганда, яъни кўприкнинг қийшайишини ҳисобга олмаса ҳам бўладиган ҳол учун қийшайиш тенгламаси келтирилади:

$$J_x \ddot{\varphi} + k\dot{\varphi} + c_\varphi \varphi + h_c (Y_1 + Y_2) = 0, \quad (10)$$

$$J_x = J_x - J_{m_1},$$

$$c_\varphi = \frac{C_{\varphi_1} C_{u1}}{C_{\varphi_1} + 2C_{u1} d_\kappa^2} - mgh_c. \quad (11)$$

бунда:  $C_{ш}$  – шинанинг радиал бикирлиги;

$C_{\varphi}$  – кўприкнинг бурчак қаттиқликка келтирилганлиги;

$d_k$  – ғилдиракли машинанинг колеяси;

$J_x$  – машинанинг  $X$  ўққа нисбатан инерция моменти;

$J_m$  – бошқарилувчи кўприкнинг кўприк осмаси кўндаланг ўқининг трактор остовига нисбатан инерция моменти;

$K_{\varphi}$  – қийшайиш бурчак тезлигига мутаносиб бўлган қийшайишга кўрсатиладиган қаршилик коэффиценти;

$h_c$  – трактор массаси марказининг баландлиги;

Рул бошқармасининг гидравлик қисми насос-дозатор, ижро гидроцилиндри - гидравлик магистраллар системасининг узатиш функцияси орқали ифодаланади. У системанинг эскпериментал тарзда олинган рул чамбарагининг бир марта сакрашсимон бурилишига ўтиш характеристикаси бўйича аниқланади.

Шунинг учун рул бошқармасининг узатиш функцияси рул юритмаси гидравлик қисмининг узатиш функцияси ва рул юритмаси механик қисмининг узатиш функциясининг кўпайтмаси кўринишида берилиши мумкин:

$$W_{\frac{\alpha}{\theta}}(S) = W_{ГП}(S) \cdot W_{МП}(S), \quad (12)$$

бунда:  $W_{ГП}(S)$  ва  $W_{МП}(S)$  – рул бошқармаси гидравлик ва механик қисмларининг узатиш функциялари.

Бошқарилувчи ғилдиракларнинг шу ғилдираклар бурилиш ўқиға келтирилган ҳаракат тенгламасини қуйидаги кўринишда бериш мумкин:

$$J_k \ddot{\theta} = M_{pk} + M_c + M_{Cш} + M_f, \quad (13)$$

бунда:  $M_{pk}$  – рул юритмасининг эластиклик моменти;

$M_{Cш}$  – шинанинг эластиклигини барқарорлаштирувчи момент;

$M_c$  – ғилдираклар стойкаларининг кўндаланг ва бўйлама йўналишларда оғиши билан боғлиқ бўлган барқарорлаштирувчи момент;

$M_f$  – чап ва ўнг ғилдиракларнинг тебранишиға қаршилик кучларининг фарқиға боғлиқ бўлган момент.

Машинанинг берилган траектория бўйича ҳаракатини моделлаштириш учун машинанинг массалар маркази тезлиги вектори ҳаракат траекториясига уринма бўлган чизикқа мос келади деб, қабул қилинади.

Машинанинг босиб ўтган йўлини  $S$ , машинанинг марказ тезлиги вектори билан ҳаракат траекториясига уринма чизик орасидаги бурчакни  $\gamma$  орқали белгилаб, қуйидаги боғланишлар тенгламалари ёзилади:

$$\gamma = \frac{dy}{ds} = \psi + \delta_a, \quad (14)$$

$$v\gamma = \dot{\gamma}z - v\psi. \quad (15)$$

Тракторнинг транспорт режимидаги ҳаракатини моделлаштиришда битта тиркамани шатакка олган, деб қабул қилинган. Тиркамани тракторнинг ҳаракатига таъсири тиркаш нуқтасига қўйилган тиркаманинг ҳаракатига

қаршилик кучи  $P_{кр}$  билан ҳисобга олинади. Қаршилик кучи  $P_{кр}$  тиркаманинг тортиш баланси тенгламаси орқали аниқланган.

Олинган тенгламалар бўйича ўтиш реакциялари ва машинанинг (рул бошқармасининг узатишлар сонини 10 дан 13 гача ораликда тўғрилаб) амплитуда частота характеристикалари ҳисоби қилинган. Рул бошқармасининг математик моделида экспериментал тарзда олинган узатиш функциясидан фойдаланилди:

$$W(S) = \frac{K_p e^{-ts}}{T^2 S^2 + 2T\varepsilon S + 1}, \quad (16)$$

бунда:  $K_p$  – рул чамбарагидан гидроцилиндр штогининг силжишигача булган узатишлар сонига кечикиб бурилиш вақти 0.05-0.06 с га тенг;

$T$  – вақт доимийси, 0.068 с га тенг;

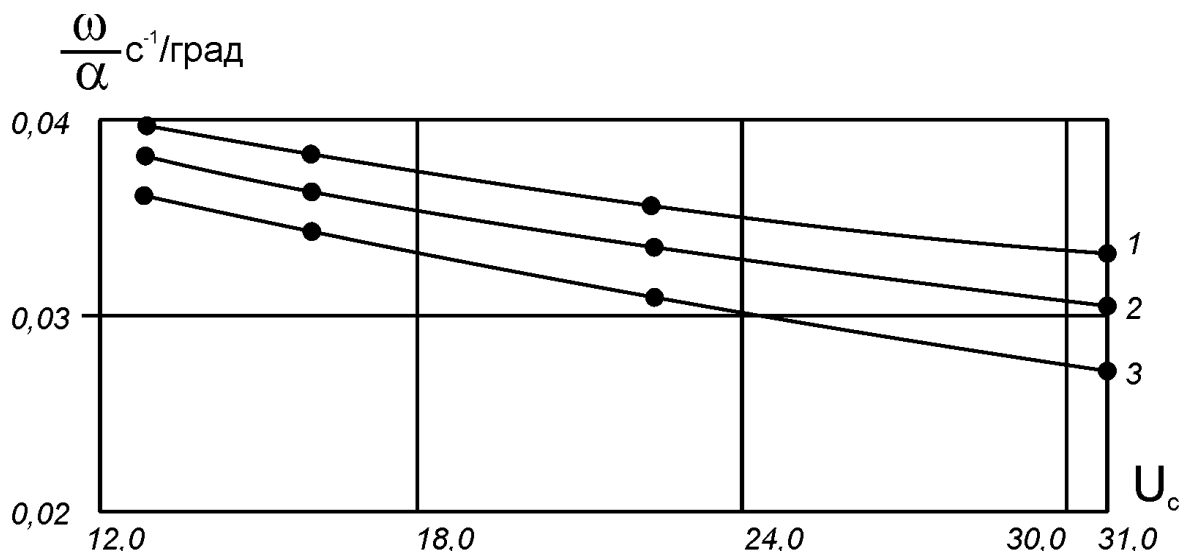
$\varepsilon$  – демпферлаш коэффиценти, 0.770.

Рул чамбараги бурилгандан сўнг рул бошқармасининг узатишлар сони турлича булганда бошқариладиган ғилдиракларнинг бурилишга кечикиш вақти ҳар хил бўлар экан. Рул бошқармаси узатишлар сони 12.8 бўлганда кечикиш вақти энг кичик бўлиб, 0.09 - 0.10 сек ни ташкил қилади. Рул бошқармаси узатишлар сони ошган сари бошқарилувчи ғилдиракларнинг кечикиб бурилиш вақти ҳам катталашиб боради ва узатишлар сони 31.0 бўлганда 0.020 сек ни ташкил этади, яъни 2 марта катталашади.

Машинанинг бурилишга кечикиш вақти 0.13-0.17 сек ораликда ётади ва у ҳам рул бошқармаси узатишлар сонига ва бошқарилувчи ғилдираклар ҳолатига боғлиқ бўлади. 12.8 узатишлар сонига 0.130...0.135 сек кечикиш вақти, 31.0 узатишлар сонига эса 0.165...0.170 секундга кечикиш вақти мос келади.

2-расмда машинанинг бошқарилишига сезгирлигининг рул бошқармасига ҳисобий боғлиқлиги кўрсатилган. Бу боғлиқлик рул бошқармасининг узатишлар сони ҳар хил бўлганда машинанинг ўрнатилган бурилиш бурчак тезлигининг рул чамбараги бурилиш бурчагига нисбатидан иборат.

Ҳисоблашлар шуни кўрсатдики, бошқарилувчи ғилдираклари орқада жойлашган машинанинг бурилишга кечикиш вақти катта, шунингдек бошқарувчи ғилдираклари олдинда жойлашган машиналарга нисбатан бошқарувга сезгирлиги эса кичик (35-40%) бўлар экан.



**2-расм.** Рул бошқармасининг узатишлар сони турлича бўлганда машинанинг бошқарув сезгирлига боғлиқлиги:

*1-рул бошқармаси бикирлигининг номинал қийматида; 2-шиналарнинг ёнга тортишига қаршилик коэффициентини 20%га оширилганда; 3-рул бошқармасининг бикирлигини ва шиналарнинг ёнга тортишига қаршилик коэффициентини бир вақтда 20% га оширилганда.*

Графиклардан кўриниб турибдики, рул бошқармасининг узатишлар сонини ўзгартириш машинанинг бошқарув сезгирлигига анча таъсир қилади. Аини вақтда, рул юритмасининг бикирлиги 20 % га оширилганда янги техник ва технологик ечимларни қўллаш талаб қилинади.

Диссертациянинг **учинчи-”Экспериментал тадқиқотларнинг услубияти ва мазмуни” бобида** эксперимент тадқиқотлар услубияти, баҳолаш ўлчагичлари ва уларни экспериментал ҳисоблаш йўли билан аниқлаш усуллари баён қилинади.

Диссертация олдида қўйилган вазифаларни ҳал қилиш учун экспериментал тадқиқотларга комплекс синовлар: рул бошқармаси ва машинанинг ўтиш характеристикаларини аниқлашга доир синовлар, тез ўзгарадиган ҳаракат режимларидаги синовлар (синусоидал траектория бўйича ҳаракатланиш ва ҳаракат полосасини ўзгартириш), тўғри чизиқли ҳаракатнинг турғунлигига синашлар киритилади. Бу синовлар энергетика воситаларининг экин қаторларида ва тиркамали ғилдиракли тракторнинг транспорт режимида ишлашида уларнинг бошқарилувчанлик ва ҳаракат турғунлигига рул бошқармаси узатишлар сонининг таъсири тўғрисида тўлиқ маълумотлар олишга имкон бериши лозим.

Рул бошқармасининг ўтиш характеристикаларини аниқлашга доир синовлар натижаларига кўра рул бошқармаси гидравлик қисмининг узатиш функцияси тузилди, шунингдек, рул бошқармасининг тезкор таъсири аниқланди. Ўзгарувчан ҳаракат режимларида энергетика воситалари билан бошқариш аниқлигини билиш, бошқарув ишини баҳолаш ва машинанинг бошқарувга сезгирлиги (реакцияси) вақтини аниқлаш учун синусоидал траектория бўйича синашлар ўтказилди.

Ҳаракат полосасини ўзгартириш ва курс бўйича ҳаракатланишга турғунлик синовлари бир тиркамали транспорт тракторида ўтказилди.

Ҳаракат полосасини ўзгартириш синовларида машинанинг бошқарилувчанлигига таъсир этувчи кўрсаткичларга синусоидал траектория бўйича ўтказилган синовларга нисбатан юқори талаблар қўйилади. Бунга сабаб, машинанинг амалда бошқарганда кўп учрайдиган бу маневр турғун ҳаракатига хос фазаларни ўз ичига олмайди. Бошқариладиган тўғри чизиqli ҳаракат турғунлигига синаш ишлари қаттиқ қопламали жойда транспорт режимида ва экин қаторлари орасида ҳаракатланишда машинанинг курс бўйича ҳаракатланиш кўрсаткичларини аниқлаш учун ўтказилади. Бу синаш ишлари ҳайдовчининг талаб қилинадиган бошқарув таъсири даражасини ва машинанинг ҳайдовчи назорат қила олмайдиган кўндаланг силжишлари киймати (йўлак) ни аниқлашга имкон беради.

Машинани қаттиқ қопламали жойда ва экин қаторлари ораларида синаш тезлик режими ғилдиракларнинг тебраниш шароитлари билангина эмас, балки машинага таянч сиртдан курсатиладиган таъсирлар даражаси билан ҳам фарқ қилади.

Экспериментлар ўтказиш жараёнида 12 каналли К 12-22 осцилографи тасмасига рул чамбарагининг бурилиш бурчаги ва бурчак тезлиги, бошқарилаётган ғилдираклардан бирининг бурилиш бурчаги, машинанинг бурилиш бурчаги ва бурчак тезлиги, ҳаракатланиш вақти қайд қилинди. Рул бошқармаси тақсимлаш қурилмасининг статик характеристикасини аниқлаш учун рул бошқармасининг босим ва тўкиш магистралларидаги босим ўлчанди, рул чамбарагига эса (рул чамбарагининг айланишига қаршилик моментини аниқлаш учун), динометрик ғилдирак ўрнатилди.

Рул чамбараги ва бошқариладиган ғилдиракнинг бурилиш бурчакларини ўлчаш учун ПЛ-1 ва МУ-62 русумли доирасимон потенциометрик датчиклардан фойдаланилди. Рул чамбарагининг бурилиш бурчак тезлигини ўлчаш учун митти ўзгармас ток генераторидан фойдаланилди. Рул чамбарагидаги момент пружинали динамометрик ғилдирак ёрдамида ўлчанди. У эса хомутлар ёрдамида тракторнинг рул чамбарагига ўрнатилди.

Машинанинг бурилиш бурчак тезлиги (ўлчаш чегараси 0 - 60 град/сек) бўлган ДУС - А русумли бурчак тезлиги датчиги, машинанинг курс бурчаги эса ГПК 52 АП русумли гирояримкомпос билан қайд қилинди. Осцилограф ичига ўрнатилган МУ- 62 электр соат билан бошқариладиган лампа ёрдамида осцилограф тасмасига вақт қайд қилиб борилди.

Рул бошқармаси гидроюритмасидаги босим ташқи сиртига тензорезисторлар елимлаб ёпиштирилган юпқа деворли ўтиш датчиклари ёрдамида ўлчанди.

Аппаратура кетма-кет уланган аккумуляторлар блоки (чиқишдаги кучланиш 27 В) дан умумий ток билан таъминланди. Машинанинг курс бурчаги ва бурчак тезлигини ўлчайдиган гироскопик датчикларни 400 Гц частотали ток билан таъминлашда ПАГ - 1Ф ўзгартиргичидан фойдаланилди. Босимни ўлчайдиган тензометрик датчикларнинг сигналлари ТОПАЗ - 3 асбоби билан кучайтирилди. Асбобга 12В ли кучланиш берилади.

Асбоблар махсус пулт билан бошқариб турилди. Пултда тарировка сигналларини олиш ва кучайтириш каналлари бор датчикларнинг ўлчаш схемалари йиғилган.

Диссертациянинг **тўртинчи-”Экспериментал тадқиқотлар натижалари”** бобида энергетика воситаларини экспериментал тадқиқ қилиш натижалари таҳлил қилинади.

Машинанинг транспорт режимида тўғри чизиқли ҳаракати турғунлигини баҳолашчи ўлчовлар сифатида рул чамбарагининг бурилиши ва машинанинг ёнга силжиши ўртача интеграл тезликлари қабул қилинди.

Машинанинг синусоидал траектория бўйича ҳаракатланишида уни бошқариш аниқлиги ва мураккаблигини баҳолаш учун рул чамбарагининг бурилиш бурчаклари ва машинанинг курс бурчаклари ўртача интеграл қийматлари таққосланди. Интеграл қийматлар экспериментлари бу параметрларнинг тегишли ҳисобий қийматлари билан бирга қайд қилинди ҳамда бу параметрлар “бикир” рул бошқарувли ва ёнга силжиш жиҳатидан каттиқ ғилдиракли машиналар учун ҳисоблаб чиқилди.

Ғилдиракли машина экин қаторлари ораларида ҳаракатланганда рул бошқармаси узатишлар сонини машинанинг ҳаракат турғунлигига таъсирини баҳолаш учун қуйидаги ўлчовлардан фойдаланилди: математик кутилган натижалар, ўлчанган муайян участкада рул чамбараги ва бошқарилувчи ғилдиракларнинг бурилиш бурчаклари ва машинанинг курс бурчаги максимал ҳамда ўртача квадрат қийматлари. Бундан ташқари, ўлчанган участкада машинанинг ҳаракатланишига мос вақтда рул бошқармасининг ўртача уланишлар сони ва рул бошқармаси гидроюритмасининг босим остида ишлаш давомийлиги аниқланди.

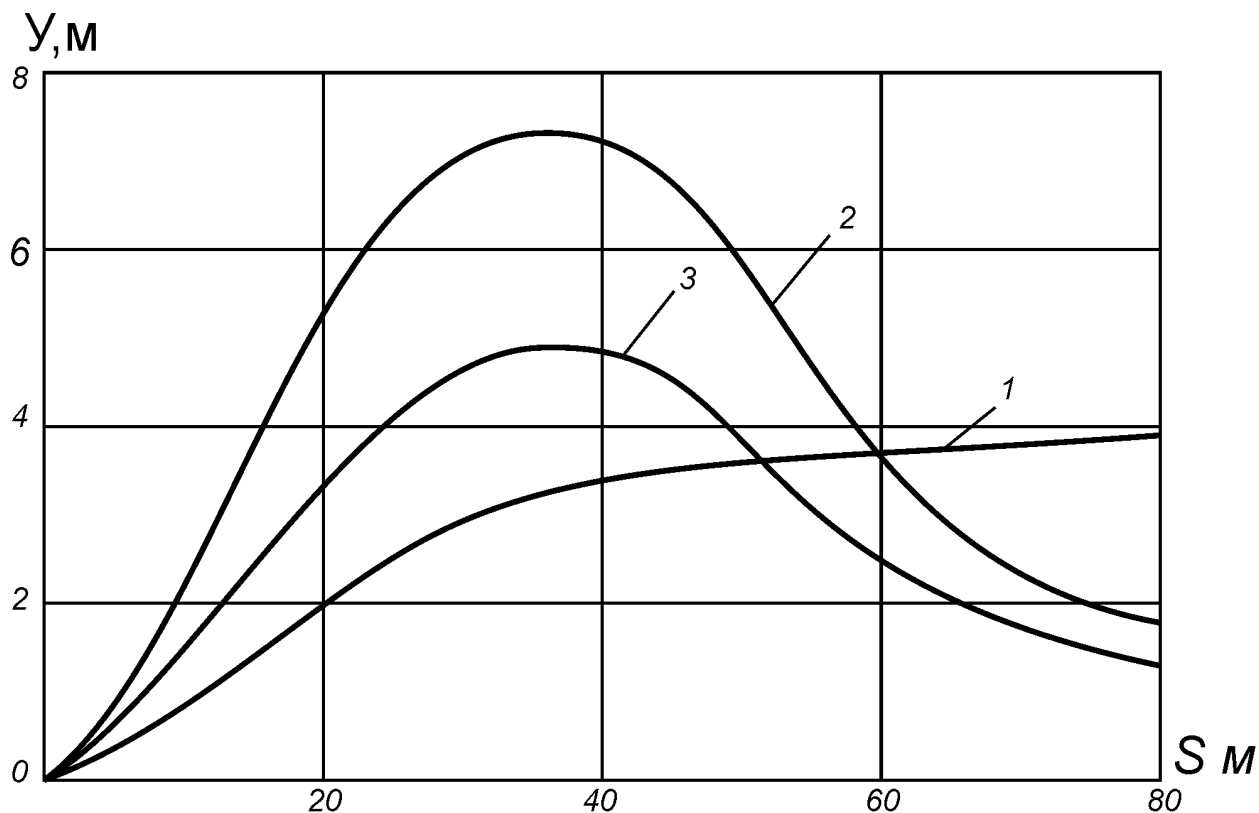
“Ҳаракат полосасини ўзгартириш” режимида маневр бажаришда тиркамали транспорт тракторининг бошқарилувчанлиги ёнга силжиш коэффицентлари ёрдамида баҳоланди. Ёнга силжиш коэффиценти машинанинг эксперимент пайтида ўлчанган амалдаги ёнга силжиш қийматининг эксперимент пайтида ўлчанган рул ғилдирагининг бурилиш бурчаги  $\alpha=f(t)$  ва бошқарилувчи ғилдиракларнинг бурилиш бурчаги  $\theta=f(t)$  бўйича аниқланадиган ҳисобий қийматларга нисбатидир.

Амалдаги ёнга силжиш қийматининг бикир ғилдиракли машинанинг кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  бўйича ҳисобланган максимал ёнга силжиш қийматига нисбати ёнга силжишнинг тўлиқ коэффиценти ( $K_n$ ) рул бошқармасидаги қайишқоқ деформацияларнинг таъсирини, рул чамбарагининг сирпанишини, шиналарнинг ёнга тортиши ёнга силжиш қийматига қандай таъсир қилишини ифодалайди. Амалдаги ёнга силжиш қиймати кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  бўйича ҳисобланган ёнга силжишдан қанча кўп фарқ қилса, рул бошқармаси ва шиналарнинг ёнга тортиш характеристикаларининг таъсири шунча кучли бўлади.

Амалдаги ёнга силжиш қийматининг кириш таъсири  $\theta=f(t)$  бўйича ҳисобланган ёнга силжиш қийматига нисбати шинанинг тортишиши бўйича ёнга силжиш коэффиценти ( $k_y$ ) деб аталади. Бу коэффицент шиналарнинг кўндаланг деформацияланиши ва кўндаланг реакциянинг ёнга тортиш

бурчагига нисбатан кечикиши туфайли вужудга келадиган ёнга тортишнинг ҳамда марказдан қочма кучлар ва бошқарилувчи ғилдираклар “развали”ни машинанинг ёнга силжишига таъсирини ифодалайди.

Рул бошқармасининг турли вариантлари бир-биридан рул бошқармаси узатмалар сони билангина фарқ қилганлиги учун ғилдиракларнинг бурилиш ўқиға келтирилган, кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  ва  $\theta=f(t)$  бўйича ҳисобланган траекторияларни таққослаш машинанинг ҳаракат траекториясига ва ёнга силжишига рул бошқармаси узатмалар сонининг таъсири тўғрисида тўлиқ маълумот беради.



**3-расм.** Ҳаракат полосаси алмаштирилганда тракторнинг ҳаракат траекторияси:

*1-экспериментал траектория; 2-кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  бўйича ҳисобланган траектоия; 3-кириш таъсири  $\theta=f(t)$  бўйича ҳисобланган траектория.*

3-расмда экспериментал ҳамда кириш таъсирлари  $\alpha=f(t)$  ва кириш таъсири  $\theta=f(t)$  бўйича ҳисобланган ҳаракат траекториялари келтирилган.

Расмдан кўриниб турибдики, ҳисобий траекториялар машина ҳаракатининг ҳақиқий траекториясидан анча фарқ қилади. Ҳар иккала кириш таъсирида ҳаракат траекториялари ҳисобий траекториядан катта бўлади, бу айниқса кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  да сезилади.

Ҳақиқий ҳаракат траекторияси билан кириш таъсири  $\theta=f(t)$  да олинган ҳисобий траектория орасидаги фарқ олдинги ва орқа ғилдираклар шиналарининг ёнга тортиши таъсири билан тушунтирилади.



Ҳаракат тезлиги унча юқори бўлмаганлиги ва демак, шиналарнинг ёнга тортишига сабаб бўлган ён кучлар ҳам кичик бўлганлиги учун бу фарқ унча катта бўлмайди.

Бирок, ҳақиқий ҳаракат траекторияси билан кириш таъсири  $\alpha=f(t)$  да олинган ҳисобий траектория орасидаги фарқ анча катта бўлади.

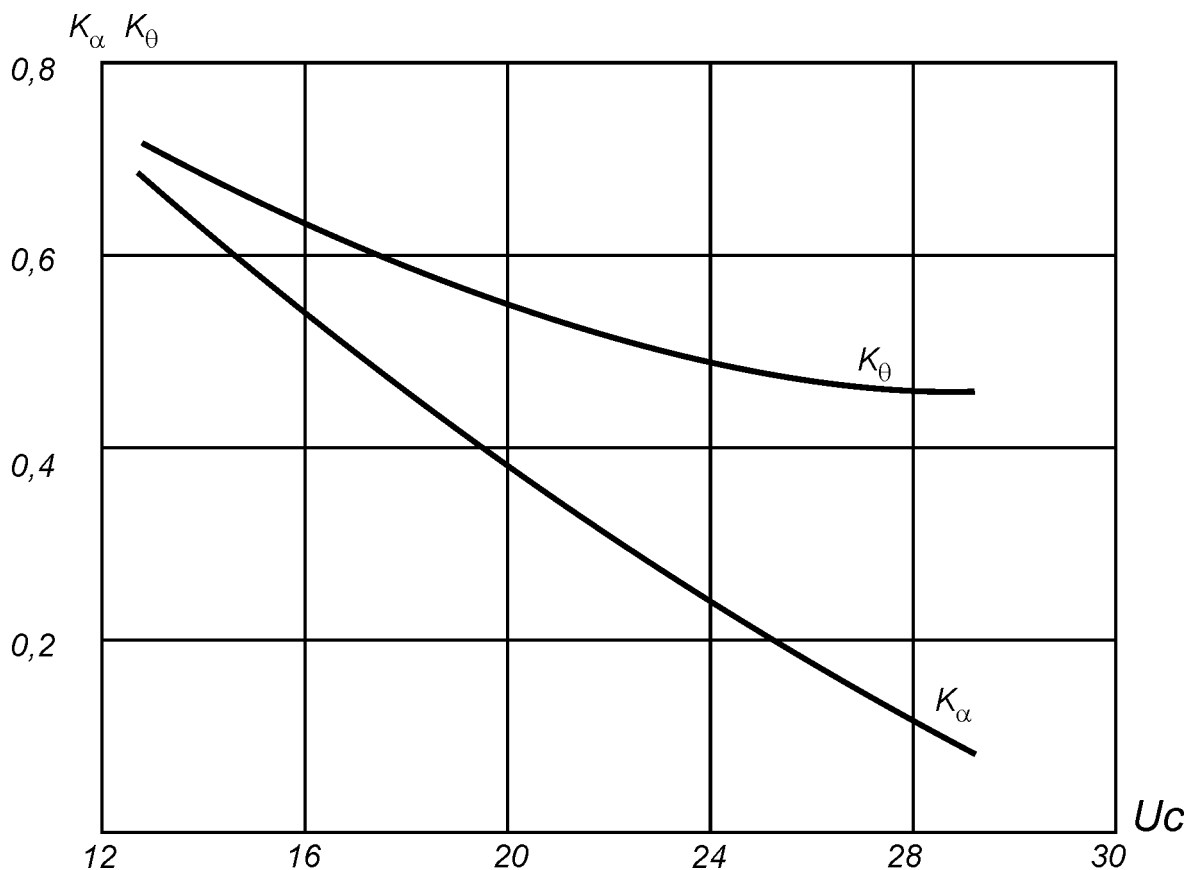
Бунга сабаб шуки, рул бошқаруви юритмасидаги қайишқоқ деформациялар, рул чамбарагининг “сирпаниши” туфайли бошқарилувчи ғилдиракларнинг ҳақиқий бурилиш бурчаги унинг аниқланадиган статик узатмалар сони қийматдан кичик бўлади.

Рул бошқармасининг динамик узатмалар сонининг ошиши машинани бошқаришни мураккаблаштиради ва ҳайдовчидан кўпроқ куч сарфлашни талаб қилади. 4-расмда рул бошқармасининг статик узатмалар сони ўзгаришига қараб ёнга силжиш коэффицентларининг ўзгариши кўрсатилган.

Иккала ёнга силжиш коэффиценти бирдан кичик, яъни машинанинг ҳақиқий ёнга силжиш қиймати шиналар биқир (қаттиқ) ҳамда рул бурилиш бурчаги ва бошқарилувчи ғилдиракларнинг бурилиш бурчаги орасида бир хил биқир боғланиш бўлган ҳолдаги қиймати ҳар доим кичик бўлади.

Кутилганидек, узатмалар сонининг барча қийматларида рул бошқармасининг кўрсаткичларини ҳисобга олмасдан ҳисобланган ёнга силжиш коэффицентлари,  $K_{\theta}$  рул бошқармасининг кўрсаткичларини ҳисобга олиб ҳисобланган коэффицентлардан катта бўлиб чиқди. Шу билан бирга, рул бошқармасининг статик узатишлар сони катталашган сари коэффицентлар орасидаги фарқ ҳам катталашади.

Ёнга силжиш коэффицентларининг бундай ўзгариши, биринчидан, тез ўзгарувчан ҳаракат режимларида рул бошқармаси динамикасининг машинани бошқаришга катта таъсир қилишини, иккинчидан, рул бошқармасининг узатишлар сонининг катта бўлиши машинани бошқаришга салбий таъсир қилишини кўрсатади.



**4-расм.** Ҳаракат полосаси ўзгарганда трактор масса марказининг ёнга силжиш коэффициентлари.

Ёнга силжиш коэффициенти  $K_\alpha$  нинг анча кичрайишига сабаб шуки, рул бошқармасининг статик узатишлар сони ошганда машинанинг бошқарувга сезгирлиги (реакцияси) вақти узаяди, бу эса рул чамбарагини бироз илгарироқ буришни талаб қилади. Рул бошқармасининг статик узатишлар сони қанча катта бўлса, илгарилаш ҳам шунча тезроқ бўлади.

Машинани илгарилаб бошқариш зарурияти рул чамбарагини каттароқ бурчакка буриш заруриятига нисбатан ҳайдовчидан кўпроқ зўриқиш талаб қилади. Шу нуқтаи назардан келиб чиқиб, рул бошқармаси узатишлар сони кичикроқ (маълум қийматгача) бўлгани маъқул. Биз кўриб чиқаётган машиналар учун узатмалар сонининг ана шундай муқобил қиймати 12-14 диапазонда бўлиши лозим.

Диссертациянинг охирида тадқиқотлар натижалари, асосий хулосалар ва амалий тавсиялар келтирилди.

### Хулосалар

1. Машинанинг берилган бурилувчанлик шартидан келиб чиқиб, рул бошқармасининг зарур тез таъсир этиш қийматларини аниқлаш услубияти ишлаб чиқилди.
2. Рул бошқармаси узатмалар сони қийматининг, шунингдек, бошқа баъзи конструктив параметрларнинг экин каторлари ораларида ва транспорт

режимида ишлайдиган ўзиюрар энергетика воситаларининг ишига таъсири аниқланди.

3. Энергетика воситаларининг конструктив параметрлари, ҳаракат тезлиги, шиналардаги ҳаво босими ва х.к.лар ўзгаришига сезгир бўлган баҳолаш кўрсаткичлари ва синовлар натижаларини анализ қилиш усуллари танланди ва фойдаланишга тавсия қилинди.

4. Рул бошқармасининг узатишлар сони энергетика воситаларининг бошқарилувчанлик характеристикаларини белгиловчи асосий омиллардан бири эканлиги аниқланди.

5. Ўзиюрар энергетика воситасининг тўғри чизиқли ва эгри чизиқли ҳаракатида рул бошқармаси параметрлари, шиналар характеристикалари, юкламаларнинг ўқлар бўйича тақсимланиши каби омилларнинг таъсирини белгиловчи жараёнларни зарур аниқликда баён қилишга имкон берувчи математик модел ишлаб чиқилди. Бундай модел энергетика воситасини рул бошқармаси параметрларининг ва шассидаги бирор бир конструктив ўзгаришларнинг бошқарувчанлик характеристикасига таъсирини олдиндан билиш мақсадида қўлланилиши мумкин .

6. Машина экин қаторлари ораларида ҳаракатланганда ва ташиш ишларини бажарганда бошқарувчанликнинг энг маъқбул кўрсаткичлари рул бошқармасининг узатишлар сони 12-14 диапазонда бўлганида таъминланиши аниқланди.

7. Рул бошқармасининг динамик узатишлар сони энергетика воситаларининг бошқарувчанлик кўрсаткичларига шу жумладан, бошқарувдаги ўтиш реакциялари характеристикаларига, бошқарувга сезгирликка таъсирини белгиловчи муҳим омил ҳисобланади.

8. Рул бошқармаси узатишлар сонини, унинг тез таъсир этишини ва машина шиналарининг бурилувчанлигини тўғри танлаш орқали зарур бошқарувчанлик характеристикасини олиш мумкин .

9. Тўқиш магистиралига гидроаккумуляторни ўрнатиш рул юритмаси ҳаракатчанлигини камайтиради ва бошқарилувчи ғилдиракларни таянч сиртининг нотекислигини келтириб чиқарадиган ўз-ўзидан оғишлар даражасини камайтиради. Экин қаторлари ораларида ҳаракатланганда бошқарилувчи ғилдираклар бурилиш бурчакларининг дисперсияси 10...14% га, транспорт режимида эса 8...12% га пасаяди.

10. Тадқиқот натижаларини жорий этиш натижасида эришилган йиллик иқтисодий самара битта лойиҳаланаётган машина учун 780000 сўмни ташкил этди. Бу янги илмий – техник ахборотларни қамраб олган билимларни кенгайтириш, ишлаб чиқилган моделлар ҳамда дастурий воситалардан фойдаланиш ҳисобига ғилдиракли тракторлар ва энергетика воситаларини лойиҳалаш бўйича синов-конструкторлик ишларида иш унумдорлигининг ортиши билан тушунтирилади.

**Диссертация мавзуси бўйича нашр қилинган  
ишлар рўйхати**

1. Кадыров С.М., Хикматов Ш.И., Алимухамедов Ш.П. , Мартышин А.Ю., Турсунов И.С., Хикматова Р.А. Авторское удостоверение № 6069 от 03.08 1999г. на изобретение № IDP 9900604.1. Способ измерения момента вращения. // Расмий ахборотнома 1999г. - С. 26.
2. Хашимов А.Д. ,Турсунов И.С., Дадамухамедов Х.Р., Хван Н.В. Учет особенностей кинематики подвески колес при определении нагруженности //Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции «Развитие автомобильно-дорожного комплекса в Республике Узбекистан» - Ташкент; ТАДИ, 2001 . - С. 60-62 .
3. Хашимов А.Д., Турсунов И.С., Хашимов Д.И. Математическая модель управляемости автомобиля при маневрах типа «переставка»//Автомобильная промышленность. – М - 2003. №8. - С. 18-20.
4. Хашимов А.Д., Турсунов И.С., Хашимов Д.И., Махмудов Г.Н. Определение требуемого быстродействия рулевого управления колесной машины //Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции «Развитие автомобильно-дорожного комплекса в Республике Узбекистан». - Ташкент: ТАДИ, 2001. - С. 62-65 .
5. Турсунов И.С. Статические характеристики распределительных устройств рулевых управлений //Сборник научных трудов Республиканской научно-практической конференция «Вопросы повышения качества подготовки инженерно-технических кадров». ТАДИ, 24-25 декабря 2003 - Ташкент, 2003. - С. 109-111.
6. Турсунов И.С., Хашимов А.Д. Рузикулов Б. Расчет параметров управляемости автомобиля при переменных режимах движения //Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции «Замонавий илм-фан ва технологияларнинг энг мухим муаммолари» Джизакского политехнического института. – Джизак, 2004. – С. 63-64.
7. Турсунов И.С., Хашимов Д.И. Влияние передаточного числа рулевого управления на управляемость трактора //Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции «Роль научно-технического прогресса в развитии народного хозяйства» Джизакского политехнического института. 18-19мая 2005. - Джизак , 2005. – С.72-73.
8. Турсунов И. С., Переходные реакции колесной машины при скачкообразном управляющем воздействии// Вестник. Сборник научных трудов ТГТУ. – Ташкент, 2006. -№1. – С.77-79.
9. Турсунов И. С., Хашимов А.Д. Расчетно-экспериментальный метод построения математического описания гидрообъемного рулевого управления безподвесочной колесной машины. //Сборник научных трудов Республиканской научно-технической конференции Республике Узбекистан, «Современные технологии в автомобильно-дорожном комплексе» ТАДИ, 22-23 ноября.- Ташкент, 2006.- С. 26-27

Техника фанлари номзодлигини олиш учун Турсунов Ибрагим Самандаровичнинг 05.05.03 «Автомобиллар ва тракторлар» мутахассислиги бўйича «0.9-1.4 русумли ғилдиракли тракторлар асосидаги рул бошқармаси узатишлар сонини асослаш» мавзусида тайёрланган диссертациясининг

## РЕЗЮМЕСИ

**Таянч сўзлар:** Ўзиюрар энергетик воситаси, гидроҳажий рул бошқармаси, узатиш функцияси, рул бошқармасининг узатишлар сони, рул бошқармасининг тез тасъир қилиши, бошқарувчанлик ва ҳаракат турғинлиги, ҳаракат тенгламаси, синаш, ўлчаш аппаратлари.

**Тадқиқот объектлари:** Ўзиюрар ғилдиракли энергетик воситаларининг рул бошқармаси.

**Ишнинг мақсади:** Рул бошқармасининг узатишлар сонини рационал танлаш йўли билан ўзиюрар энергетик воситаларининг бошқарувчанлиги ва ҳаракат турғинлигини ошириш.

**Тадқиқот услублари:** Ушбу ишда автоматик ростлаш ва бошқариш методларига асосланган аналитик ва экспериментал тадқиқот методларидан фойдаланиш.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:** - рул бошқармаси узатишлар сони қийматини машинанинг бошқаруви сезгирлигига, бошқарувчанлигига ва ҳаракат турғинлигига таъсир характери очиб берилди.

- гидроҳажмий рул бошқармаси курсаткичларини ҳисобга олган ва тасодифий излаш методида ижро гидроцилиндрларни ўрнатиш координаталарини танлаган ҳолда ўзиюрар энергетик воситаларининг ҳаракат параметрларини ҳисоблаш учун математик моделлар ишлаб чиқилди.

**Амалий аҳамияти:** Ўзиюрар энергетик воситаларининг бошқарувчанлигини яхшиловчи ва ҳаракат турғунлигини оширувчи рул бошқармаси узатмалар сонини ҳамда ижро гидроцилиндрларини ўрнатиш координаталарини танлашга доир тавсиялар ишлаб чиқилди.

Лойиҳалаш босқичида рул бошқармаси параметрларини рационал танлашга имкон берадиган математик моделлар ишлаб чиқилди.

**Жорий қилиш даражаси:** рул бошқармаси узатмалар сони қийматини танлашга, шунингдек, рул юритмаси гидроцилиндрларини ўрнатиш рационал параметрларини ҳисоблашга доир тавсиялар “Тошкент трактор заводи“ДАЖ ва Пахтачилик машиналари ДМКБда фойдаланиш учун ҳамда Тошкент автомобил-йўллар институтининг «Автомобилсозлик» мутахассислиги бўйича магистрларни тайёрлаш жараёнида ишлатилади.

**Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси:** Трактор ва қишлоқ хўжалик машинасозлиги.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Турсунова Ибрагима Самандаровича на тему «Обоснование передаточного числа рулевого управления колесных тракторов класса 0.9-1.4» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Автомобили и тракторы

**Ключевые слова:** самоходное энергетическое средство, гидрообъемное рулевое управление, передаточная функция, передаточные числа рулевого управления, быстродействия рулевого управления, управляемость и устойчивость движения, уравнения движения, испытания, измерительная аппаратура.

**Объекты исследования:** рулевое управление самоходных колесных энергетических средств.

**Цель работы:** Целью данной работы является повышение устойчивости движения и управляемости самоходных энергетических средств путем рационального выбора передаточного числа рулевого управления

**Методы исследования:** В работе используются аналитические и экспериментальные методы исследований, базирующиеся на методах теории автоматического регулирования и управления.

**Полученные результаты и их новизна:** - Раскрыт характер воздействия величины передаточного числа на чувствительность машины к управлению и на управляемость и устойчивость движения.

Разработаны математические модели для расчета параметров движения самоходных энергетических средств с учетом характеристик гидрообъемного рулевого управления и выбора координат установки исполнительных гидроцилиндров методами случайного поиска.

**Практическая значимость:** Разработаны рекомендации по выбору передаточного числа рулевого управления, выбору координат установки исполнительных гидроцилиндров, повышающие устойчивость движения и улучшающие управляемость самоходных энергетических средств.

Разработаны математические модели, позволяющие на стадии проектирования осуществлять рациональный выбор параметров рулевого управления.

**Степень внедрения:** Рекомендации по выбору величины передаточного числа рулевого управления, а также расчетного определения рациональных параметров установки гидроцилиндров рулевого привода приняты для использования в ГАО «Ташкентский тракторный завод» и ГСКБ по машинам для хлопководства.

**Область применения:** Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение.

## RESUME

Thesis of Tursunov Ibragim Samandarovich on the scientific degree competition of the candidate of technical science, specialty 05.05.03 - Automobiles' and Tractors', subject "The basis of the transmission ratio of the steering wheel of the wheeled tractors, 0.9-1.4 class" of the wheel tractor "

**Key words:** self-driven energetic vehicle, hydro hugged steering wheel, transfer function, transmission ratio of rapid action, conduction and stability of the motion, equation of the motion, testing, measuring apparatus.

**Subject of the inquiry:** steering wheel of self-driven energetic vehicle means.

**Aim of the inquiry:** the aim of this inquiry is to rise the stability of the motion and conducting of self-driven means by rational choice of transmission ratio of the steering wheel.

**Methods of inquiry:** the analytical and experimental research methods are used in the work based on methods of automatic regulation theory.

**The results achieved and their novelty:** the character of the influence of the transmission ratio quantity on the sensitiveness of the machines the control and stability of the motion are used

The mathematical models for calculation of parameters of the motion of self-driven energetic means with hydro-hugged characters of the steering wheel and the choice of mounting coordinates of carried out hydrocylinders are worked out.

**Practical value:** the recommendations on the choice of transmission ratio of steering wheel and mounting coordinates of carried-out hydrocylinders rising stability of the motion and improving conduction of self-driven energetic means are worked out.

Mathematical models allowing to realize rational choice of parameters of steering wheel on the stage of project are created.

**Degree of embed and economic effectiveness:** recommendations on the choice of the quantity of transmission ratio of steering wheel and calculated definition of rational parameters of mounting hydrocylinders of the wheel implement are accepted for the usage in SSC (GAO) "Tashkent Tractor Plant".

**Sphere of usage:** tractor and agricultural machine-building.