

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

РУСТАМОВ АКМАЛ СУХРОБОВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОНДА АВТОМОБИЛЬ ВА ЮК МАШИНАЛАРИ УЧУН
ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАРДА ЭРА-ГЛОНАСС СИСТЕМАСИНИНГ
ЎРНАТИЛИШИ ВА УНИ АВТОМОБИЛЬ МЕХАТРОН ТИЗИМИ
БИЛАН ИНТЕГРАЦИЯ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

05.08.06 – Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш

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

Тошкент– 2021

**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)
in technical sciences**

Рустамов Акмал Сухробович Ўзбекистонда автомобиль ва юк машиналари учун фавқулодда вазиятларда ЭРА-ГЛОНАСС системасининг ўрнатилиши ва уни автомобиль мехатрон тизими билан интеграция қилиш усулларини ишлаб чиқиш.....	3
Rustamov Akmal Sukhrovovich Integration of the car emergency response system in case of accidents and emergency situations (ERO-GLONASS) with an electronic control unit for cars and trucks in Uzbekistan.....	21
Рустамов Акмал Сухробович Интеграция системы аварийного реагирования автомобилей при аварийных и чрезвычайных ситуациях (ЭРА-ГЛОНАСС) с электронным блоком управления для легковых и грузовых автомобилей в Узбекистане.....	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	48

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2019.4.PhD/Т1476 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент шаҳридаги Турин политехника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.tayi.uz) ва “Ziyonet” Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Шарипов Конгратбай Аvezимбетович,
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мухитдинов Акмал Анварович,
техника фанлари доктори, профессор

Абдураззоқов Умидулла Абдураззоқович,
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил «___» _____ соат ___ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100167, Тошкент, Одилхожаев кўчаси 1-уй. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертацияси билан Тошкент давлат транспорт университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Одилхожаев кўчаси 1-уй. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru.

Диссертация автореферати 2021 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2021 йил «_» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

А.А.Рискулов

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

Р.М.Худайкулов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, PhD, доцент.

А.А.Мухитдинов

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

КИРИШ (докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда автомобилсозлик саноати ривожланган автомобиль ишлаб чиқарувчи корхоналар томонидан автомобилларнинг эксплуатацион ва хавфсизлик кўрсаткичларини яхшилаш учун жаҳон талабларига мос замонавий техника ва технологияларни мехатрон тизимларда қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида автомобиль бозорларида замонавий автомобилларда ЭРА-ГЛОНАСС ва Machine Learning тизимларини жорий этилиши бахтсиз ҳодисаларда ҳамда бошқа фавқулудда вазиятларда ёрдам кўрсатиш вақтини кескин қисқариши билан баҳоланиб, йўл-транспорт ҳодисаларида жароҳат ва ҳалок бўлишлар даражасини кескин пасайишига, юк ва йўловчиларни ташиш жараёнини ҳамда хавфсизлик таъминланишини сифатли амалга оширадиган технологияларни амалиётга жорий этишни тақазо этади. Шу жиҳатдан олиб борилган статистик тадқиқотлар натижасига кўра, автомобиллар иштирокида содир бўлган авария ҳолатларида ёрдам кўрсатиш вақтини 30 % гача қисқартириш учун ҳар йили 4 мингдан ортиқ кишиларнинг хавфсизлигини таъминловчи тизимлардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда ривожланган мамлакатлар, жумладан Буюк Британия, Германия, Италия, АҚШ, Франция, Жанубий Корея, Япония ва дунёнинг бошқа давлатларида автомобилсозлик корхоналарини янги техника ва технологиялар асосида модернизация қилиб, автотранспорт билан инфратузилмани интеграциялашга, вазиятни аниқ вақт режимида баҳолашга ва ахборот берувчи технологиялар ва техника воситаларининг янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, ЭРА-ГЛОНАСС тизимидан фойдаланиб, автомобилларнинг конструкцияси билан боғлаш ва Machine Learning тизими орқали дастлабки параметрлар асосида координаталарни аниқлаш, масофа ва вақт бирликларида ахборотни ишлаб чиқиш ва уни юборишда энергия манбаларидан оқилона фойдаланиш ҳамда унинг технологик жараёни, параметрлари ва иш режимларини асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда ишлаб чиқарилаётган “UZAUTO MOTORS” АЖ автомобилларнинг сўнгги 3 йил давомида Россиядаги савдоси пасайганига қарамай, 2021 йилда 280 минг дона автомобиль ишлаб чиқариш режалаштирилган ва экспорт ҳажмининг ошиши кутилмоқда. Автомобилларни жаҳон бозорида рақобатбардошлигини ошириш учун автомобилларга ЭРА-ГЛОНАСС тизимини жорий этиш ва технологияларни ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Автомобиллар конструкциясида мехатрон тизимларни қўллаш натижасида унинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшиланганлиги эришилган ютуқлар билан асосланади. Аммо, бу ютуқлар фақат автомобилларнинг конструкцияси билан боғлиқлиги билан чекланиб қолинмоқда. Масалан, статистик маълумотларга кўра, 20-30 % йўл-транспорт ҳодисалари қурбонларининг аксарияти воқеа содир бўлган пайтда ҳалок

бўлади. Яъни, ҳозирги кунда автомобиль двигателларини электрон бошқарув модули орқали интеграция қилишда “Автомобиль мехатроникаси-двигатель-электрон бошқарув тизими” муҳитида тизимнинг ҳар бир қисми ўзаро мосликда ишлай олмаслиги туфайли илмий-амалий муаммо юзага келмоқда. Шунинг учун турли қувватдаги двигателларни мехатрон тизими орқали интеграция қилиш муаммосини самарали архитектурага эга электрон бошқарув тизими билан ҳал этиш бўйича муҳим вазифалар мазкур диссертация ишида белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, двигателнинг электрон бошқарув модулини ЭРА-ГЛОНАСС тизими орқали масофадан диагностика қилиш, экстремал вазиятларда автомобилнинг ҳолати ҳақида маълумотларни йиғиш, йиғилган маълумотларни ишончлилигини текшириш, белгиланган алгоритм асосида маълумотларни юбориш, техник ва технологик жиҳатдан мехатрон тизим билан интеграция қилиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2008 йил 16 декабрдаги ПҚ-1020-сон «Хорижий инвестициялар иштирокидаги куч агрегатлари ишлаб чиқарадиган «Дженерал Моторс Пауэртрейн – Ўзбекистан» корхонасини ташкил этиш тўғрисида»ги ҳамда 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ-1442-сон “2011–2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисида”ги қарорлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947–сонли “Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги фармони¹, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ-1442-сонли “2011–2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур диссертация республика фан ва технологиялари ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи. Автомобилсозликдаги асосий тадқиқот ва инновациялар асосан йирик компанияларнинг тадқиқот ва дизайн марказларида амалга ошириб келинмоқда. Жумладан, Массачусетс Технология Университети (АҚШ), Токио Технология Университети қошидаги муҳандислик маркази (Япония), Улсан Университети тадқиқот маркази (Жанубий Корея), Мюнхен Университети (Германия), Цвикау муҳандислик маркази (Германия), Чикаго Университети қошидаги илмий тадқиқот марказлари (АҚШ) ва бошқа нуфузли олий таълим муассасаларида Machine Learning тармоғи муаммолари бўйича кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

¹ 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармон

Двигатель электрон бошқаруви модулини автомобиль мехатрон тизими билан Machine Learning тармоқлар орқали интеграция қилиш усуллари илк бор АҚШлик R. Bartlett томонидан таклиф этилган, ammo бу таклиф фақат Дженерал Моторс компаниясига татбиқ қилиб келинган. Machine Learning тармоқлар ишлатиш йўналишига, ишлаш принципларига қараб сунний, гибрид, аниқ ва ноаниқларга бўлинган. Бундай классификацияни Кохонен ва Ф.Розенблатт таклиф қилиб, аниқ ҳолатлар учун фойдаланиш тавсияларини ишлаб чиққанлар.

Дунёда двигатель электрон бошқаруви модулини автомобиль мехатроника тизимига Machine Learning тармоқлар орқали интеграция қилиш муайян усулларини ишлаб чиқиш бўйича двигателларни янги платформага мослаштириш усулларини ишлаб чиқиш; двигателларни қуйи платформадаги автомобилга интеграция қилиш усулини ишлаб чиқиш; электрон блокларни қўшимча сигналлар билан муайян ишлашини таъминлаш услубини яратиш; Machine Learning тармоғининг сигнал қабул қилиш ва тарқатиш моделини ишлаб чиқиш; қўшимча адапторлар билан ишлаш услубини яратиш сингари устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунё тажрибасида GNSS, ERO-GLONASS системасини автомобиль мехатрон тизими билан интеграциялаш масалалари бўйича турли услублар ишлаб чиқилган. Автомобиль хавфсизлиги, бошқарув ва ҳимоя тизими маълумотлари таҳлили ва бошқарувчи органларига етказиб бериш услуби (Machine Learning) ва интеграция масалалари бўйича тадқиқотлар Ф. Довис, Ж. Фарлик, М. Краткий, Ж. Сасар, Н. Гогои, А. Минетто, Н.Линтий, Ж. Гросс, Т. Ҳампрейс, Ф. Бастиде, Д.Акос, С. Масбау, Б. Ротуриер ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Ўзбекистонда автомобилнинг мехатрон тизимлари интеграцияси масалалари билан проф. С.М. Қодиров, проф. А.А. Мухитдинов, проф. А.А. Шермухамедов, проф. К.А. Шарипов, Ж.Ш. Иноятходжаев ва бошқа олимлар шуғулланганлар. Бироқ автомобиль хавфсизлиги, бошқарув ва ҳимоя тизими маълумотлари таҳлили ва маълумотларни бошқарувчи органларига етказиб беришнинг ҳимоя услуби (Machine Learning) ва интеграция масалалари муаммолари бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган. Шу билан бирга юртимизда автомобиль мехатрон тизими хавфсизлигининг илмий-амалий муаммолари бўйича назарий тадқиқотлар ўтказишга эҳтиёж мавжуд.

Бундан ташқари, уларда бир неча технологик жараёнларни бирлаштириш орқали интеграция схемалари, бошқариладиган объект модели орқали бошқарув тизими архитектурасини мослаштириш ва уларни унификация қилиш, бошқарув алгоритмларини Machine Learning алоқали тизимлари орқали ўзини-ўзи тизимлаштирувчи ва диагностика қилувчи тизимга илмий ҳамда амалий асос яратиш бу услубларни ягона йўналишга умумлаштириш заруратини юзага келтиради. Шунинг учун, маҳаллий ишлаб чиқарилувчи автомобиль мехатрон тизимига қувватли агрегат интеграциясининг электрон бошқарув тизими назариясини такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқотлар муҳим ҳисобланади.

Республикамизда автомобиль ишлаб чиқариш жараёнига тайёр дизайнлаштирилган моделни жорий этишда асосан унинг асосий қисмлари, жумладан, двигатели маҳаллийлаштирилади. Бу каби жараёнларда автомобиль экспорти учун экологик чекловлар, ёқилғи сарфи бўйича мамлакатлар талаби ҳамда ҳудудлар бўйича фарқланиш автомобиль опциялари бўйича турли-туманликка харидорлар талаби сингари амалий муаммолар юзага келади. Юқорида кўрсатиб ўтилган жиҳатлар маълум бир автомобиль моделида (платформасида) бир неча хил двигатель турлари билан жиҳозлашни талаб қилади.

Шундан келиб чиққан ҳолда, автомобилни турли двигателлар электрон бошқаруви модулини интеграция қилиш долзарб илмий-амалий вазифа ҳисобланади. Аввалги тадқиқотларда ишлаб чиқарувчилар қўллаган стандартларга мос келувчи гибрид Machine Learning тармоқларини илмий асослаб бериш етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси ёки илмий тадқиқот марказининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ва “Ўзавтосаноат” АЖ миқёсидаги лойиҳалар асосида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Ўзбекистонда ЭРА-ГЛОНАСС тизими ўрнатилган автомобиль ва юк машиналарини уларнинг мехатрон тизимлари билан интеграция қилиш усулларини ишлаб чиқиш орқали фавқулодда вазиятларда хавфсизликни оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

двигатель электрон бошқарув тизимининг ЭРА-ГЛОНАСС тизимига ўзаро интеграцияси услублари ва замонавий ҳолатини таҳлил қилиш;

ташқи хуружлар бўлганда двигатель электрон бошқаруви модулини ЭРА-ГЛОНАСС тизими орқали масофадан двигатель ҳолатини диагностика қилиш ва хавфсизликни таъминлаш услубларини ишлаб чиқиш;

интеграциялашган тизим кирувчи ва чиқувчи маълумотларини ҳисоблаш имкониятини берувчи тармоқ моделини ишлаб чиқиш ва ташқи хуружлардан ҳимоя қилиш;

интеграция қилинаётган ЭРА-ГЛОНАСС модулини бошқариш услубларини асослаш;

тадқиқот натижаларини қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш ва тегишли иқтисодий самарадорликни баҳолаш.

Тадқиқот объекти сифатида ЭРА-ГЛОНАСС мехатрон бошқарув модули билан жиҳозланган автомобиль олинган.

Тадқиқот предмети. Автомобилнинг мехатрон қурилмалар ҳисобига хавфсизлигини ошириш ва хавфсизлик тизимини ўрганиш.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида классик механика, математик таҳлил ва математик статистика усуллари, назарий механика, тажриба ва поғонали жараёнларни компьютерлаштирилган (имитацион ва симуляция) тизимлари орқали таҳлил қилиш усуллари, автомобиль назарияси,

синтез усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

автомобилларнинг мехатрон тизими билан ЭРА-ГЛОНАСС тизимини ўзаро алоқалар архитектурасига асосланган бошқарув тизимининг интеграция услуги ишлаб чиқилган;

эксплуатацион шароитларда турли транспорт воситалари учун ҳаракат режимларида Байес эҳтимолий назариялар теоремасини қўллаб, кирувчи ва чиқувчи маълумотларни таҳлил қилиш имконини берувчи мехатрон бошқарувли тизим моделлари яратилган;

автомобилнинг хавфсизлик ва бошқарув тизимларини таҳлил килувчи ва бошқарув органларига маълумотни етказиб берувчи математик чизиқли регрессион модел асосида сунъий интеллект услуги яратилган;

автотранспорт воситаларининг хавфсизлик даражасини ошириш учун миқдорий ва режим-вақт мезонларини камайтириш орқали мехатрон тизимида турли вазиятларда маълумотларни интеграцияловчи мақбул қийматларни аниқлаш кетма-кетлиги ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

турли сегментдаги автомобилларнинг мехатрон тизимлари учун ЭРА-ГЛОНАСС тизимини интеграция қилиш технологияси яратилган;

автомобилнинг хавфсизлик ва бошқарув тизимларини таҳлил килувчи ва бошқарув органларига маълумотни етказиб берувчи самарали модел учун муайян мосланувчан ва энерго-ресурстежамкор технологиялар жорий этилган;

автомобилнинг эксплуатацион хусусиятларини мехатрон тизим орқали такомиллаштириш ҳисобига энергия ва ресурс сарфи камайиши аниқланган;

автомобилларнинг электрон бошқарув модули ЭРА-ГЛОНАСС тизими билан интеграцияланган ҳолда мехатрон тизимларнинг ишини масофадан диагностикаловчи платформаси такомиллаштирилган;

мехатрон элементларни такомиллаштириш орқали автомобилларнинг хавфсизлигини ошириш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, машиналарнинг параметрлари ва иш режимларини назарий жиҳатдан асослаш назарий механика ва олий математика қоидалари асосида амалга оширилганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика услублари билан ишлов берилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, тадқиқот объекти амалиётга, ишлаб чиқариш жараёнига жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти автомобиллар, уларнинг мехатроникаси ва двигателлар Machine Learning тармоқлар орқали интеграция модели, аналитик боғланишлар ва ҳисобий услублар ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган усулларни автомобилни синов ва эксплуатация жараёнида турли ноҳуш вазиятлардан келиб чиқиб, автомобилнинг хавфсизлиги таъминланганлиги, ишлаб

чиқаришда энергия ва меҳнат сарфи ҳамда ресурстежамкор технология харажатлари камайганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўзбекистонда ЭРА-ГЛОНАСС тизими ўрнатилган автомобиль ва юк машиналарини уларнинг меҳатрон тизимлари билан интеграция қилиш бўйича олинган натижалар асосида:

ташқи информацион хуружлар бўлганда двигатель электрон бошқаруви модулининг ҳолатини ЭРА-ГЛОНАСС тизими орқали масофадан диагностика қилиш ва унинг хавфсизлигини таъминлаш услуги “Ўзавтосаноат” АЖ миқёсида жорий қилинган (“Ўзавтосаноат” акциядорлик жамиятининг 2021 йил 8 январдаги 07/05-25-0027-сонли маълумотномаси). Бунинг натижасида автомобиль меҳатрон тизимига ЭРА-ГЛОНАСС алоқалар архитектурасига асосланган бошқарув тизимини интеграция қилинди, автомобиль меҳатрон қурилмалари ишончилиги оширилди ва меҳатрон тизимларни улаш сигнал йўқотилишларини 20 % гача, ЭББ га улаш эса 10 %гача камайтирилди ва ташқи информацион хуружлар бўлганда автомобиль ва юк машиналарини хавфсизлигини баҳолаш имконияти яратилган;

турли автомобиль тоифалари учун йиғилган маълумотларни таҳлил қилиш ва турли ҳаракат режимларида меҳатроник бошқарув тизимининг энг мақбул алгоритми “Ўзавтосаноат” АЖ миқёсида жорий қилинган (“Ўзавтосаноат” акциядорлик жамиятининг 2021 йил 8 январдаги 07/05-25-0027-сонли маълумотномаси). Бунинг натижасида автомобиль хавфсизлиги ва энергия ресурс тежамкорлигини оширди, экологик талабларга мувофиқлигини таъминлади ҳамда тадқиқотни ишлаб чиқаришга татбиқ этиш натижасида тўғридан-тўғри автомобиль экспортини ошириш имкони яратилган;

автомобиль хавфсизлик, бошқарув ва ҳимоя тизимининг маълумотлари таҳлили ҳамда бошқарувчи органларга маълумотни етказиб беришнинг самарали услуги (Machine Learning) “Ўзавтосаноат” АЖ миқёсида жорий қилинган (“Ўзавтосаноат” акциядорлик жамиятининг 2021 йил 8 январдаги 07/05-25-0027-сонли маълумотномаси). Бунинг натижасида йўл транспорт ҳодисалари даражасининг пасайиши ҳамда юк ва йўловчи ташиш хавфсизлиги ошишига сабаб бўлади. Автомобиль меҳатрон тизимига ЭРА-ГЛОНАСС алоқалар архитектурасига асосланган бошқарув тизимини интеграция қилиш автомобиль меҳатрон қурилмалари ишончилигини 30 % гача оширади ва ҳар йили 4 мингдан ортиқ кишилар хавфсизлигини таъминлайди.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг асосий натижалари “Ўзавтосаноат” АЖ миқёсида; Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети; Politecnico di Torino (Италия); “NavSaS Group” (Италия) лабораториясида муҳокама этилди.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Мазкур диссертация тадқиқоти натижалари халқаро ва республика миқёсидаги 13 та илмий-амалий, илмий-техник анжуман ва семинарларда, жумладан, 2 та халқаро ва 3 та республика анжуманларида муҳокамадан ўтказилган ҳамда 1 та ихтирога патент гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 110 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланган. Тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предмети шакллантирилган. Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ҳамда ишончилиги ёритиб берилган. Тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Муаммонинг қўйилиши ва тадқиқот вазифалари**» деб номланган биринчи бобида двигатель электрон бошқаруви модулини автомобилга интеграциялашнинг асосий усуллари ва бу жараёнда қўлланувчи методик ишлар ифодаланган. Сўнгги йилларда Глобал Навигация Сунъий Йўлдош Тизими (GNSS) технологияси доимий равишда ривожланиб бормоқда ва GNSS қабул қилувчиларни турли хил соҳаларда, фуқаролик, ҳарбий, ҳаёт хавфсизлиги ва молия соҳаларини ўз ичига олган турли хил соҳаларда фойдаланишни қўллаб-қувватламоқда.

GNSS билан боғлиқ технологияларнинг хавфсизлигига доимий равишда эътибор қаратилмоқда, бу таҳдидлардан бири Споофинг яни сохта сигналларининг узатилиши ҳисобланади. Бу қабул қилувчиларни сохта сигналлари узатилиши сифатида яъни ёлғон Position Velocity Time (PVT) ҳисоблашга мажбур этувчи, маҳаллий ишлаб чиқарилган радио (RF) сигналларининг узатилиши сифатида тавсифланади. Интерфейсни бошқариш ҳужжатларининг амалдаги версиясига кўра GNSS сигналлари нуқтаи назаридан GNSS сигналлари (масалан, ГПС Л1 С/А, Э1 Галилео ва ГЛОНАСС) қабул қилувчилар бўйича ҳар қандай воситани таъминламайди.

Автомобиль бошқарув ва ҳимоя тизими маълумотларини танлашда асосий хавфсизлик кўрсаткичларини ҳисоблашнинг турли усуллари ва ўзига хосликлар кўрсатилган. Шу каби услублар 1-бобда кенг ёритилган бўлиб, бу двигатель электрон бошқаруви модулини лойиҳалаш асосларига тааллуқлидир.

Аmmo бу каби лойиҳалаш жараёнларидан ташқари двигатель электрон бошқаруви модулини автомобиль меҳатроникасига, унинг бошқариш тизимига интеграциялашнинг илмий ва амалий муаммолари мавжуд.

Илмий муаммоларига қуйидагилар киради:

ишлаб чиқарилиши мўлжалланган ёки ишлаб чиқарилаётган автомобиллар учун двигатель электрон бошқаруви модулини автомобиль меҳатроникасига интеграция қилишнинг ягона услубини ишлаб чиқиш ва уларнинг ишончилигини асослаб бериш;

двигатель электрон бошқаруви модулини бошқарув алгоритмлари ва унинг архитектурасига мослаштириш ҳамда математик бошқарув моделини яратиш.

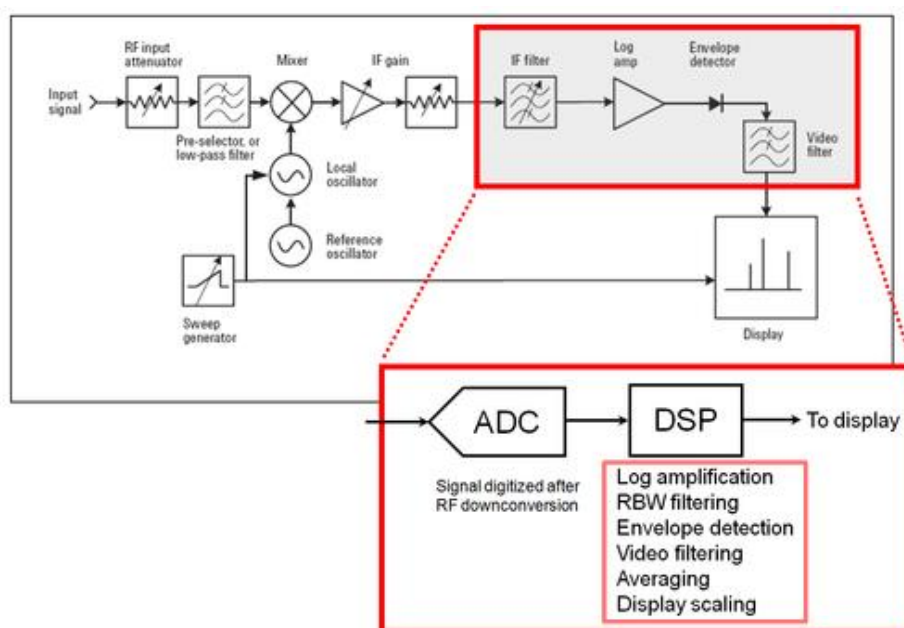
Диссертациянинг 1-бобида мазкур муаммолар атрофлича ўрганиб чиқилган ва келгуси бобларда уларнинг ечимлари тавсия этилган. Бошқарув кўп тизимли бўлиб, унга ўзаро боғлиқ ташкил этувчилар таъсир қилади ва бу бошқарувни тизим лойиҳаланаётганда шу боғлиқларни инобатга олган ҳолда тизимлаштириш лозим.

Иккинчи боб – “Двигателнинг бошқарув тизими ва автомобилнинг бошқа қисмларидаги бошқарув тизимлари билан интеграцияси”да бошқарув тизимидаги жараёнлар ва бошқарув актуаторларининг сенсорлар билан боғлиқлиги ўрганилган.

1-расмга кўра, бошқарув кўп тизимли бўлиб ўзаро боғлиқ ташкил этувчилар таъсир қилади тизим лойиҳаланаётганда шу боғлиқларни ҳисобга олган ҳолда тизимлаштириш лозим.

Илмий адабиёти таҳлиliga кўра, двигателнинг автомобиль мехатроникаси билан интеграциясининг асосий муаммолари якуний маҳсулотга жами талаблар баён этилган. Бу бир платформада автомобиль моделлар қатори кенгайишига сабаб бўлади ва турли авлод, тоифадаги автомобиль ҳамда двигатель электрон бошқаруви модулини мослашуви илмий муаммосини келтириб чиқаради.

Ўрганиб чиқилган ишларда автомобиль мехатрон тизимлари таснифи, ўзаро боғлиқлиги кенг ёритилган. Лекин уларда ҳар хил тоифадаги двигатель электрон бошқаруви модулини ва автомобиль мехатроникаси интеграцияси ўрганилмаган. Бу, ўз навбатида, мавжуд автомобиль қисмларини такомиллашган агрегатлар билан алмаштириш муаммосини юзага келтиради.



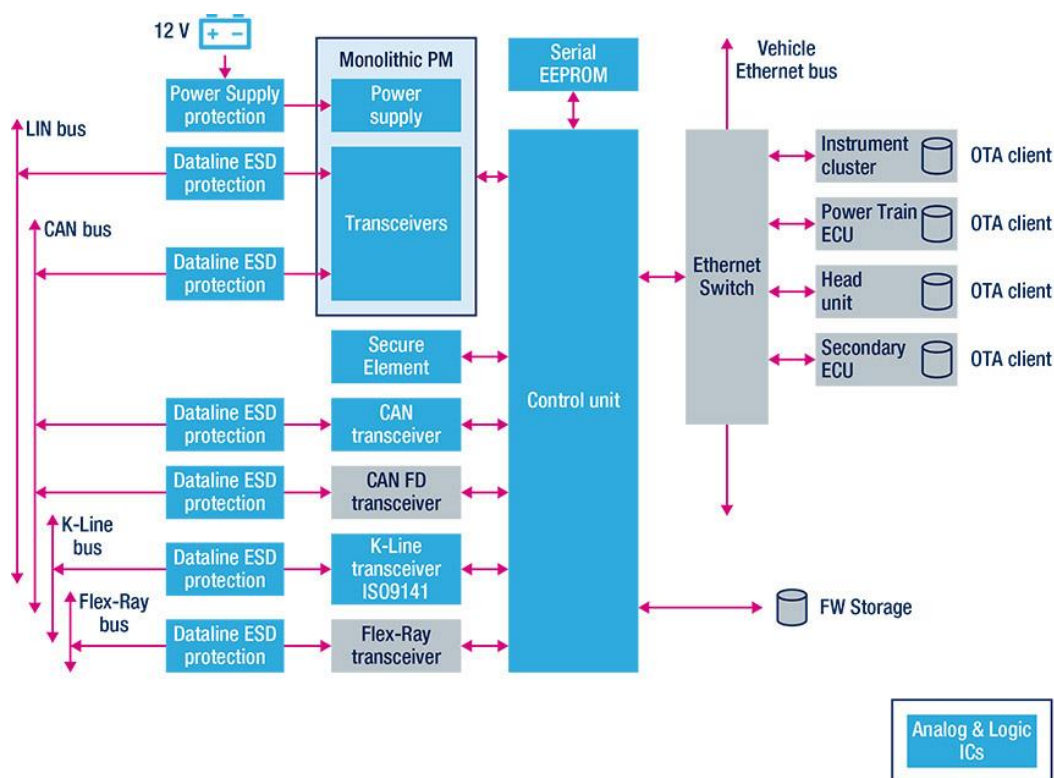
1–расм. Бошқарув тизимини ташкил этувчилари схемаси

Диссертациянинг биринчи бобида бошқарув тизимидаги жараёнлар ва бошқарув актуаторларининг сенсорлар билан боғлиқлиги кўриб чиқилган. 2-расмда автомобильнинг электрон бошқарув тизими акс эттирилган. Электрон бошқарув тизими ишлаш, уланиши ёки узилишини сенсорлардан олинган сигналлар асосида бошқаради. Автоматик трансмиссияда дастур бошқарув қоидалари двигателдан ғилдиракларга қувватни тортув-тезланиш хусусиятлари, ёқилғи тежамкорлигини ҳисобга олинганда оптимал узатмани таъминлайди. Бу дастур устуворлик асосида кўрсаткичларни классификация қилади ёки бу классификация оператор томонидан бошқарув алгоритмига киритилган бўлиши лозим. Чунки баъзи ҳолатларда кирувчи кўрсаткичлар ўзаро зид бўлиши ёки бир нечта кўрсаткичларни таъминлаш имконияти бўлмаслиги мумкин.

Мехатрон тармоқлари дисперсияси орқали сигналларни тоифаларга ажратиш, яъни бирламчи – жараёнга бевосита таъсир қилувчи, ва иккиламчи – жараёнда кўшимча маълумот йиғиш учун қўлланилувчи сигналларга бўлиш, шу билан бирга иккиламчи сигналлар узоқ муддатли коррекция, бирламчилар – қисқа муддатли коррекция қилиниши лозимлиги асосланди. Бу бошқарувда гибридлаш деб тавсифланди.

Бошқарув тизимида ягона авлодлик ва ягона синф бошқарувида шасси, осма бу тизимга интеграллаш мумкинлигини кўрсатди.

Механик дросселдан электрон дросселга ўтиш фақат учинчи авлод бошқарув тизими учун амалга оширилиши асосланди. Бу аввал яратилган автомобиллар учун маълум муаммо туғдириши мумкин.



2–расм. Автомобиль трансмиссиясининг электрон бошқарув тизими.

Диссертациянинг “Автомобиль мехатрон тизимининг бошқарув алгоритмлари ва уни шакллантириш. Қувватли агрегатни бошқариш математик модели” деб номланган иккинчи бобида мехатрон тармоқларнинг имкониятлари таҳлил қилинади. Мехатрон тизимидаги қисмларнинг бошқарув алгоритмлари, бошқарув модели таҳлил қилиниб, модель имитацияси ҳисоби таҳдим этилган ва мехатрон тармоқларни моделлаштириш асосланган. Шунингдек, бобда гибрид ноаниқ мехатрон тармоқлар орқали J200 двигателининг платформасига интеграцияси асосланган.

Бу тизим мехатрон қатламлар асосида яратилган ва универсал кўринишда бўлади. Янги ёки мавжуд автомобиль платформаси мехатроникаси қатлам сифатида тизимга киритилади ва мехатрон архитектураси бу қатламни қисқа вақтда ўзлаштириш имкониятига эга.

Бу архитектурадаги ноаниқлик – аниқ бир чегаралар мавжуд эмаслиги ва бу кенгайишга имконият демакдир. Тизим суб–тизимлар кўрсаткичларини ўрганиб, уни шакллантириши мумкин. Оператор фақат кирувчи ва чиқувчи кўрсаткичларни киритиши керак. 3-расмда қатламларнинг ўзаро алоқаси ҳам тасвирланган:

биринчи қатлам кирувчи маълумотни қабул қилиб, уни саралаб беради;

иккинчи қатлам– электрон бошқарув тизимидаги жараёнлар;

учинчи чиқувчи кўрсаткичларга жавобгар – актуаторлар;

тўртинчи қатлам – пост-процессинг ва ягона тизим иши диагностикаси ҳамда маълумотларни сақлаш, коммуникаторлар орқали етказиб беришга жавобгар.



3–расм. Автомобиль электрон бошқарув тизимини мехатрон тизимга интеграцияси.

Мехатрон алоқаларни бошқарув алгоритми сифатида қўллаш бошқарув тизимини узлуксиз оптималлаштириш ҳамда юқори эксплуатацион кўрсаткичларни сақлаш имконини беради.

Йиғилган маълумот базасининг автокоррекцияси автомобиль двигатели иши ва уни автомобиль мехатроникаси билан ўзаро таъсирини таҳлил қилиш имконини беради.

Муаллиф томонидан таклиф этилаётган услуб ишлаб чиқариш жараёнида бошқарув маълумотларининг электрон бошқарув тизимига киритилиши мумкин. Бу маълумотлар интеграция жараёнини янада тежамкор ва аниқроқ қилади.

Моделлаштириш натижалари таҳлили давомида ўт олдириш нуқтасини сошлаш бирламчи аҳамиятга эгаллиги аниқланди. Бу нуқта тезлик ва қувватли агрегат юкланишига кўра ўзгаради.

Моделни стенд ва йўл синовларига оптимал ҳолатда тайёрлаш ҳамда уни лойиҳалашдаги камчиликларни бартараф этиш учун J200 платформасига интеграция симуляция синовлари ўтказилди.

Муаллиф томонидан интеграция жараёнида сигналларни саралаш услуби таклиф этилган. Бунинг асосида бошқарув тизмини операцион хотирасига сигналларни қўллаш алгоритми ҳамда бирламчи ва иккиламчи сигналларни йиғиш, таҳлил қилиш алгоритмлари киритилади. Иккиламчи сенсорлар ёки бошқа маълумотлар манбаалари орқали олинган маълумот кластери тўлган бўлса, бу кластер форматланади. Бундай маълумотни тақсимлаш оператор ёки тизимлаштириш орқали белгиланиши мумкин.

Автомобиль ҳаракатида унга турли омиллар таъсир қилади. Бу омиллар автомобилнинг динамик хусусиятига ижобий ва салбий таъсир этиши мумкин. Тизим динамикаси ўзгарганда лойиҳаланган кўрсаткичларнинг ишлаш қонунияти чегараси мавжуд. Бу барқарор ҳолатдан беқарор ҳолатга ўтиш чегараларидир. Бунинг учун тизимни математик моделлаштиришда шу омил кўрсаткичини киритиш лозим.

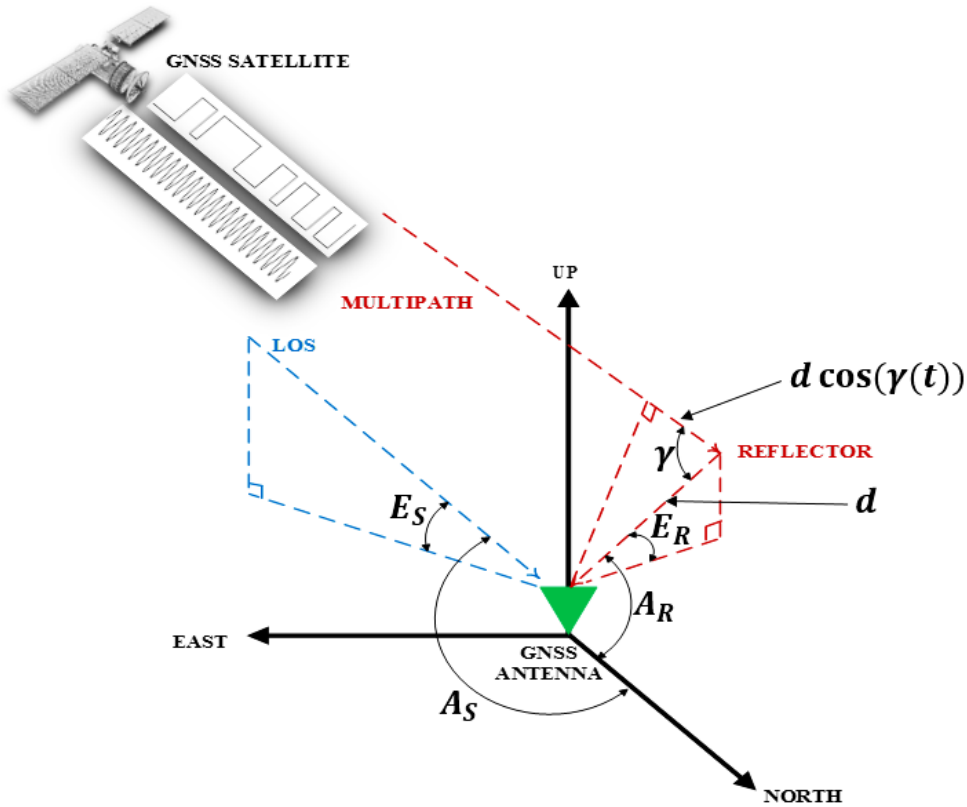
Автомобиль мехатрон алоқаларининг сигнал модели: Кам қувватли қабул қилинган сигнал GNSS қабул қилувчини ҳар қандай шовқинлардан ҳимоясиз қилади. Агар сохта сигналлар аралашуви мавжуд бўлмаса, одатдаги ГПС Л1 сигнали қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$x_{L1,i}(t) = \sum_{i=1}^{N_{si}-1} \sqrt{P_c} D_i(t - \tau_i) C_i(t - \tau_i) \cos(2\pi\Delta f_i t + \Delta\theta_i)$$

Сигналлар сохталаштирилган шароитда GNSS антеннаси томонидан қабул қилинган сигнал тўғридан-тўғри ЛОС сигнали ва сохта сигналларидан иборат бўлади. 4-расмда GNSS қабул қилувчиси томонидан қабул қилинган сигнал қуйидагича моделлаштирилиши мумкин:

$$x_{L1,i}(t) = \underbrace{\sum_{i=1}^{N_{si}-1} \sqrt{P_c} D_i(t - \tau_i) C_i(t - \tau_i) \cos(2\pi\Delta f_i t + \Delta\theta_i)}_{\text{DIRECT SIGNAL (LOS)}} + \underbrace{A \sum_{k=1}^N \alpha_k p(t - \tau_0 - \tau_k) \cos[\omega_0 t + \theta_0 + \Delta\phi_{M,k} + (\Delta\omega_k - \Delta\omega_0)t]}_{\text{FAKE SIGNAL}} \quad (1)$$

бу ерда τ_0 , ω_0 , θ_0 , $\Delta\omega_0$ мос равишда тўғридан-тўғри сигналнинг тарқалиш вақти, бурчак частотаси, ташувчи фаза ва доплер силжиш қийматлари. Тўғри сигналлар ва k^{th} сохта сигналлар орасидаги вақт ўзгариши τ_k га тенг бўлади, чунки 4-расмда кўрсатилганидек геометрик йўлнинг ($d + d \cos(\gamma(t))$) k^{th} га қалбакилаштириш компоненти $\Delta\phi_{M,k}$ га тенгдир. Доплер силжиш фарқи частотаси ($\Delta\omega_k - \Delta\omega_0$) билан ифодаланади.



4-расм. Сохта сигналлар сенарийсининг геометрик схемаси

Қабул қилувчининг псевдоранж ва ташувчи фазали ўлчовларида ўлчовларни бузадиган бир қатор хато манбаалари мавжуд. Псевдоранж ўлчовини (ρ_u^k) хато манбааларини қўшиб моделлаштириш қуйдагича изоҳланади:

$$\rho_u^k = d_u^k + c \cdot dt^k + c \cdot dt_u + \Delta T_u^k + \Delta I_u^k + \Delta m_u^k + \epsilon_u^k \quad (2)$$

бу ерда u ва k фойдаланувчини ёки GNSS қабул қилувчисини ва мос равишда GNSS сунъий йулдошини акс эттиради. ΔT_u^k - метрлардаги тропосфера кечикиши, ΔI_u^k - метрлардаги ионосфера кечикиши, Δm_u^k - сохталаштирилган сигналлар кечикиши ва ϵ_u^k - қабул қилувчига боғлиқ шовқинни амалга ошириш асосий чизиқли GNSS ўлчов муносабатларидан бошланади. Бу қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$y = Hx + \epsilon \quad (3)$$

бу ерда y ($n \times 1$) эквивалент псевдоранж ўлчовлари вектори. x нинг энг кичик квадратик баҳоси \hat{x} деб белгиланади ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$\begin{bmatrix} \hat{x} \\ - \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (H^T H)^{-1} H^T \\ - \\ P \end{bmatrix} y \quad (4)$$

бу ерда $-$ вектор катталиқ ва P трансформацияси матрицаси $(n - 4) \times n$ бўлган катталиқнинг ўзгариши матрицаси сифатида аниқланади. QR факторизацияси билан олинади.

$$H = QR = [Q_1 \quad \vdots \quad Q_2] \begin{bmatrix} R_1 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix} = Q_1 R_1 \quad (5)$$

бу ерда Q - ортогонал матрица ва R - юкори учбурчак матрицаси.

$$P = Q_2^T \quad (6)$$

Кластерлар сони (k) олдиндан аниқланади ва алгоритмнинг бажарилишини маълумотлар тўпламининг таърифларидан бошлаб қуйидагича умумлаштирилади:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \quad (7)$$

$$x_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{i\mu}) \quad (8)$$

бу ерда X - маълумот сигналларининг тўплами, N - кузатувлар сони, x_i - X вектордаги ва μ - ўлчовлар сони.

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\} \quad (9)$$

бу ерда C_j ва j^{th} кластерни ифодалайди ва $m_j = (m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{j\mu})$ кластернинг центроидлари деб белгиланиши мумкин.

Обектив функция J ҳар бир маълумот нуқтасидаги масофа квадратлари йиғиндисига унинг тайинланган кластер центроидига ҳисоблаш орқали аниқланади:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{x \in C_j} d(x, m_j)^2 \quad (10)$$

$$d(x_i, m_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^{\mu} (x_i^{(l)} - m_j^{(l)})^2} \quad (11)$$

бу ерда C_j ва j^{th} кластер, m_j - кластернинг сентроиди ва $d(x, m_j)$ - маълумотлар нукталари (x) ва сентроид m_j орасидаги Euclidian масофаси. Бундан кўзланган асосий мақсад - тўғри ажратишни топиш орқали J ни минималлаштириш. Кўзда тутилган ойнанинг давомийлиги давомида псевдоранж қийматларининг ўзгариши қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta\rho_{SV_n, t_{a,a+3}} = (\rho_{SV_n, t_{a+1}} - \rho_{SV_n, t_a}) - (\rho_{SV_n, t_{a+3}} - \rho_{SV_n, t_{a+2}}) \quad (12)$$

бу ерда $\rho_{SV_n, t_a} - t_a$ вақтидаги сунъий йулдош n нинг псевдоранж ўлчови. Малумот ойнасини филтрлашни қўллаган ҳолда, ҳар бир ойнадаги псевдоранжлар қийматларининг ҳисобланган ўзгаришлари векторга бўлинади:

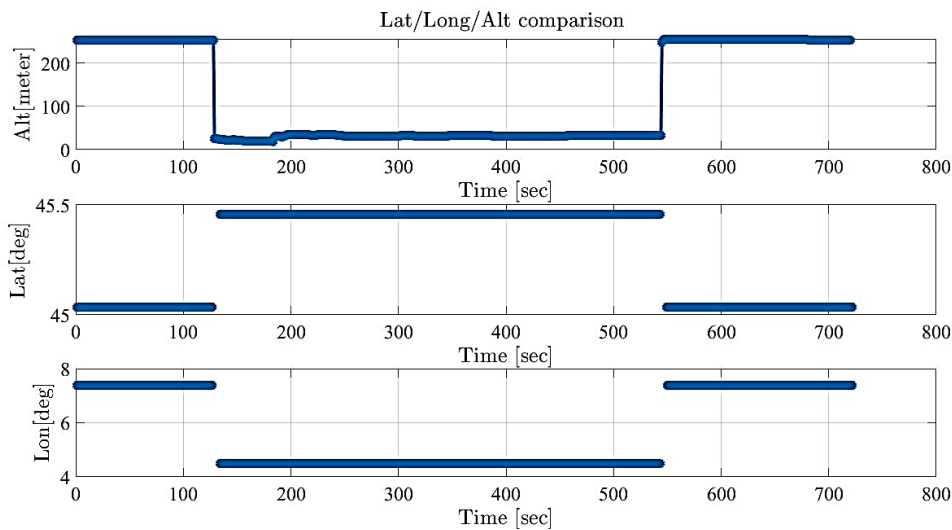
$$x_{\rho, SV_n} = [\Delta\rho_{SV_1, t_{a,a+3}} \quad \Delta\rho_{SV_1, t_{a+1,a+4}} \quad \Delta\rho_{SV_1, t_{a+2,a+5}}] \quad (13)$$

бу ерда $t_{a,a+3}$ ойнанинг бошланиш вақти индексини (a) ва тугаш вақт индексини ($a + 3$) кўрсатади. Учта кетма-кет силжиган ойналар натижаларини йиғгандан сўнг, ўлчовларнинг стандарт оғиши қуйидагича ҳисобланади:

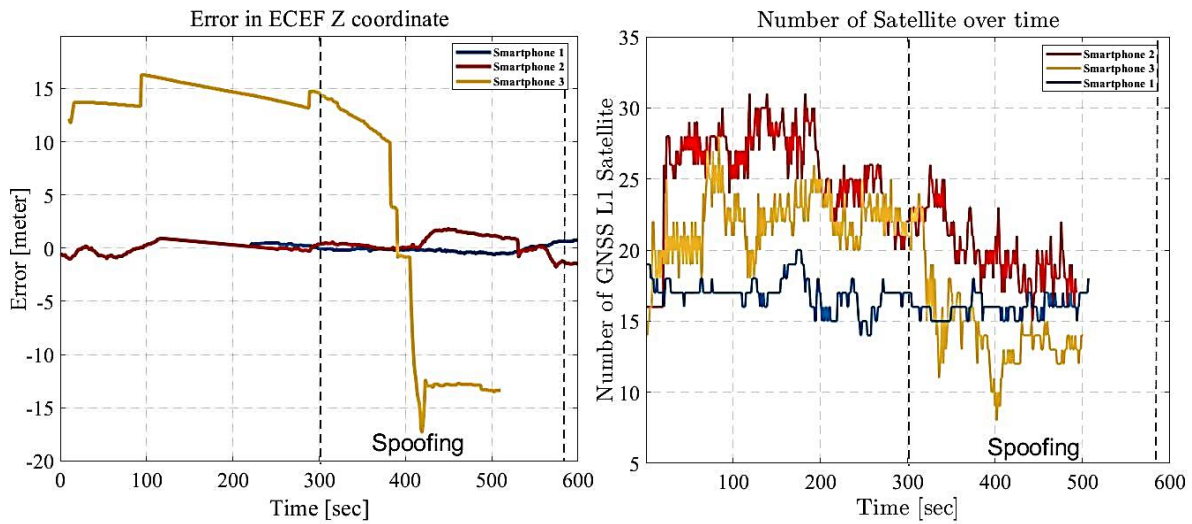
$$\sigma_{\rho, SV_n, t_{a,a+5}} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \left(x_{\rho, SV_n}(i) - \left(\frac{\sum_{i=1}^3 x_{\rho, SV_n}(i)}{3} \right) \right)^2} \quad (14)$$

Барча ҳисобланган қийматлар ($C/N_0, \sigma_{\phi, SV_1, t_{a,a+5}}$) қуйидаги матрица шаклига киритамиз:

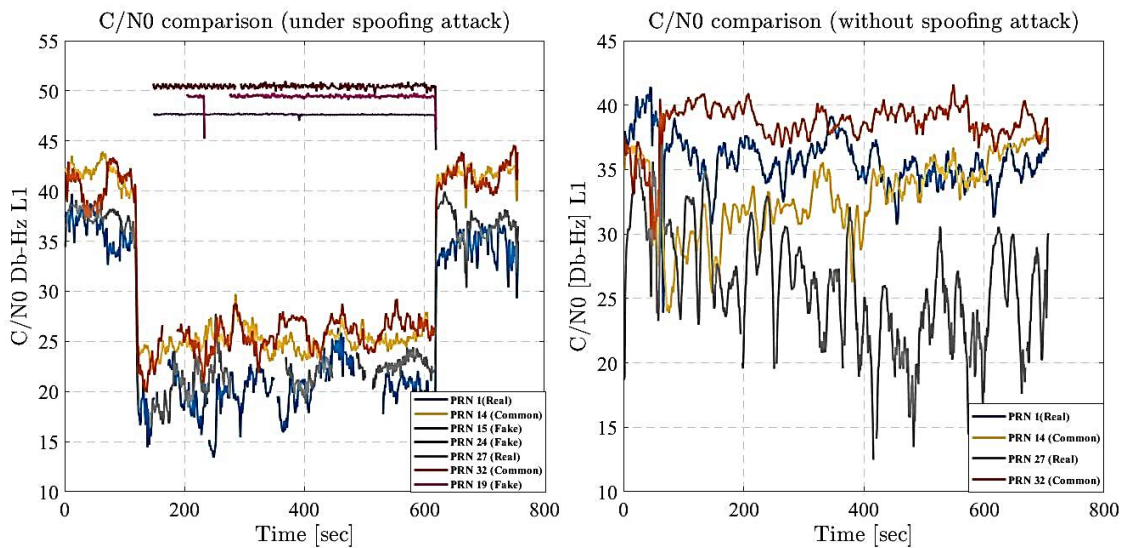
$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{\phi, SV_1, t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho, SV_1, t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0, SV_1, t_{a,a+5}} \\ \sigma_{\phi, SV_2, t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho, SV_2, t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0, SV_2, t_{a,a+5}} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{\phi, SV_n, t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho, SV_n, t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0, SV_n, t_{a,a+5}} \end{bmatrix} \quad (15)$$



5-Расм. У-блoх™ Нео-М8Н қабул қилувчисига сохталаштириш аралашувининг таъсири.



6-Расм. Сохталаштиришнинг таъсири: а) Ерга ўрнатилган (ECEF) Z координатаси (чапда) ва б) GNSS L1 сунъий йўлдош тизимида (ўнгда).



7-Расм. Шовқин (чапда) ва шовқинсиз (ўнгда) нисбатларига таъсир кўрсатувчи сохталаштириш.

Шу билан бирга, биз К-воситаларининг умумий алгоритмидан фарқли ўлароқ, биз мақсадга мувофиқ функцияларни ҳисоблашда параметрларга оғирлик киритиш орқали ўзгартириш киритамиз:

$$\varpi = [\omega_\phi \quad \omega_\rho \quad \omega_{C/N_0}] \quad (16)$$

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{x \in C_j} \varpi d(x, m_j)^2 \quad (17)$$

Илмий тадқиқотда меҳатрон тармоқларни асосий хусусиятлари мосланувчанлиги ўрганилиб уларни автомобиль бошқарув тизимида қўллаш бўйича тафсилотларни ишимиз давомида кўрсатиб бердик. Самарали бошқарув тизимини яратиш учун, меҳатрон тармоқларни асосий хусусиятлари ҳисобга олиш керак. Автомобиль меҳатрон тизимига ЭРА-ГЛОНАСС алоқалар архитектурасига асосланган бошқарув тизимини интеграция қилиш автомобиль меҳатрон қурилмалари асосланган бошқарув тизими учун математик модел яратиб уни ҳисобланди. Бу ҳисоблар меҳатрон тармоқларни тизимга қўйилган мақсадга кўра танланилиши мумкин.

Тармоқ алгоритмини танлаш услубини яратиш ва унинг тузилишини шакллантириш учун ақлли тизимга бир неча босқич ва услублар таклиф этилди. Улар чиқувчи кўрсаткичларга (сигналлар, маълумотлар) кўра имитацион моделларини таққослашга имкон беради.

Муаллиф томонидан интеграция жараёнида сигналларни саралаш услуби таклиф этилган. Бунинг асосида бошқарув тизимини операцион хотирасига сигналларни қўллаш алгоритми ҳамда бирламчи ва иккиламчи сигналларни йиғиш, таҳлиллаш алгоритмлари киритилади. Иккиламчи сенсорлар ёки бошқа маълумотлар манбалари орқали олинган маълумот клаустери тўлган бўлса, бу кластер форматланади. Бундай маълумотни тақсимлаш оператор ёки тизимлаштириш орқали белгиланиши мумкин.

Автомобил ҳаракатида унга турли омиллар таъсир қилади. Бу омиллар автомобилни динамик хусусиятига ижобий ва салбий таъсир этиши мумкин. Тизим динамикаси ўзгарганда лойиҳаланган кўрсаткичларнинг ишлаш қонунияти чегараси мавжуд. Бу барқарор ҳолатдан беқарор ҳолатга ўтиш чегараларидир. Бунинг учун тизимни математик моделлашда шу омил кўрасткичини киритиш лозим.

ХУЛОСА

“Ўзбекистонда автомобиль ва юк машиналари учун фавқулодда вазиятларда ЭРА-ГЛОНАСС системасининг ўрнатилиши ва уни автомобиль меҳатрон тизими билан интеграция қилиш усуллари ишлаб чиқиш” мавзусидаги фан доктори диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Бугунги кунда, автомобиль хавфсизлиги, бошқарув ва ҳимоя тизими маълумотлари таҳлили ва маълумотларни бошқарувчи органларига етказиб беришнинг ҳимоя услуги ва интеграция масалалари муаммолари бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаганлиги аниқланди ва двигатель электрон бошқарув тизимини ЭРА-ГЛОНАСС тизимига ўзаро интеграцияси услублари ва замонавий ҳолатини таҳлил этилди;
2. Ташқи хуружлар бўлганда двигатель электрон бошқаруви модулини ЭРА-ГЛОНАСС тизими орқали масофадан двигатель ҳолатини диагностика қилиш ва хавфсизлигини таъминлаш услубларини ишлаб чиқилди;
3. Интеграциялашган тизим кирувчи ва чиқувчи маълумотларини ҳисоблаш имкониятини берадиган тармоқ моделини ва ташқи хуружлардан ҳимоя қилиш услублари ишлаб чиқилди;
4. Интеграция қилинаётган ЭРА-ГЛОНАСС системасини бошқариш услубларини асосланди;
5. Экспериментал тадқиқотлар шуни кўрсатадики, таклиф қилинаётган усул асосида ишлайдиган ЭРА-ГЛОНАСС тизимга меҳатрон тизимларни улаш сигнал йўқотилишларни 20% гача, ЭБУ га улаш эса 10% гача камайтириши мумкин. Бу ўз навбатида автомобиль меҳатрон тизимлардаги йўқотилишларини 30% гача камайтириши мумкин.
6. Турли автомобил синфлари учун, йиғилган маълумотларни таҳлил қилиш ва турли ҳаракат режимлари ва шароитида меҳатроник бошқарув тизимининг энг мақбул алгоритми ишлаб чиқилди.
7. Автомобиль хавфсизлик, бошқарув ва ҳимоя тизими маълумотлари таҳлили ва бошқарувчи органларига маълумотни етказиб беришнинг самарадор услуги (machine learning) яратилди.
8. Синовлар ва таҳлилларга кўра интеграллаштирилган двигателни ёқилғи тежамкорлиги 11% га яхшиланди, бу ҳозирги двигателдан кўра камроқ ёқилғи сарфлашини асосланди.
9. Автомобиль меҳатрон тизимига ЭРА-ГЛОНАСС системасини алоқалар архитектурасига асосланган бошқарув тизими интеграция қилиш услуги ишлаб чиқилди ва бу интеграция услуги назарий асосланиб, иш режимини ҳисобга олувчи математик модели яратилди. Назарий таҳлиллар ёрдамида ушбу интеграция қилиш услуги транспорт ҳодисаларини ва автомобиль меҳатрон тизими хавфсизлигини 30% гача оширади.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.18/30.12.2019.T.09.01 AT TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TURIN POLYTECHNICAL UNIVERSITY IN TASHKENT

RUSTAMOV AKMAL SUXROBOVICH

**INTEGRATION OF THE CAR EMERGENCY RESPONSE SYSTEM IN
CASE OF ACCIDENTS AND EMERGENCY SITUATIONS (ERO-
GLONASS) WITH AN ELECTRONIC CONTROL UNIT FOR CARS AND
TRUCKS IN UZBEKISTAN**

05.08.06 – Wheeled and tracked vehicles and their operation

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

Tashkent – 2021

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number №B2019.4.PhD/T1476.

The dissertation has been prepared at Turin polytechnic university in Tashkent.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.tayi.uz and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific adviser: **Sharipov Kungratbay Avizembetovich,**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Mukhitdinov Akmal Anvarovich,**
doctor of technical sciences, professor

Abdurazzoov Umidulla Abdurazzoqovich,
doctor of technical sciences

Leading organization: **Tashkent State Technical University**

The defense will take place “_____” _____ 2021 at _____ at the meeting of Scientific council DSc.18/30.12.2019.T.09.01 2020 at Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent, Odilkhojaev street 1, tel./fax : (998-71) -277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent State Transport University (is registered number No.____). (Address: 100167, Tashkent, Odilkhojaev street 1, tel./fax : (998-71) -277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

Abstract of the dissertation sent out on “_____” _____ 2021 y.
(mailing report No. _____ on “_____” _____ 2021 y.)

A.A.Riskulov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

R.M. Khudaykulov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of philosophy

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

INTRODUCTION (summary of the doctoral dissertation)

Compliance of the research with the priority directions of science and technology of the Republic. The introduction of ERO-GLONASS and machine learning will lead to a sharp reduction in the time of assistance in accidents and other emergencies, which will reduce the number of road accidents and injuries, as well as increase the safety of transportation of goods and passengers. According to statistical studies, the use of the ERO-GLONASS system in cars reduces the time for emergency assistance by up to 30%, which ensures the safety of more than 4,000 people annually.

Despite the decline in sales of SJ “UZAUTO MOTORS” in Russia over the past three years, it is planned to produce 280 thousand cars in 2021 and export growth is expected. To increase the competitiveness of domestic cars, SJ “UZAUTO MOTORS” has begun installing the ERO-GLONASS system on its cars. In addition, the automotive industry must be an economical, high-tech industry that meets high environmental standards. These standards require special attention to be paid to re-equipping automobile enterprises with new equipment and technologies, which is one of the most pressing problems in the automotive industry. Particular attention is also paid to the introduction of new highly efficient technologies in the automotive industry. These problems are being studied by leading automakers in developed countries, including Germany, the USA, Japan, France, Italy, South Korea, the UK and other countries of the world.

Today, in the manufacture of automobiles, it is important to consider methods for reducing the size of the cylinder of an automobile engine, that is, reducing the size, as well as saving fuel and reducing the volume of greenhouse gases, which is based on the achievements of classical automotive theory and advanced research in the automotive industry. According to the statistical data obtained with the developed practical significance, 20-30% of those injured in road accidents die immediately after the accident.

Currently, the integration of engines into a car is a scientific and practical problem, due to the inability of each part of the system to work harmoniously in the “Automotive mechatronics, engine, electronic control unit” environment, which poses the problem of integrating the engine with a new car for the manufacturer. Therefore, the integration of motors of different power into the mechatronic system and the solution of the problem of this integration through an electronic control system with an effective architecture determine the relevance of the topic of this dissertation.

Over the years of independence, the country has taken comprehensive measures to improve the consumer properties of products, contributing to the development of automotive production, the creation of primary production processes and highly efficient production management systems. In this regard, scientific research work on the development of methods for remote diagnostics and engine safety through the ERO-GLONASS system, as well as the substantiation of complex ERO-GLONASS control methods in the event of external attacks is of great importance.

As a result, improving safety in emergency situations by developing ways to integrate cars and trucks using the ERO-GLONASS system with their mechatronic systems is an important issue in Uzbekistan.

Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-4947 dated February 7, 2017 “On the Strategy of Action for the Development of the Republic of Uzbekistan”², Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated December No. PP-1442. 15, 2010 “On the priorities of industrial development of the Republic of Uzbekistan for 2011-2015” This dissertation research to a certain extent will serve the implementation of the tasks set in the resolution.

Correspondence of research to the priorities of the development of science and technology of the republic. This dissertation is devoted to the II. Implemented under the priority area “Energy, energy and resource conservation”.

Review of foreign research on the topic of the dissertation. Major research and innovation in the automotive industry is mainly carried out in the research and development centers of large companies. These include the Massachusetts Institute of Technology (USA), the Tokyo Institute of Technology Engineering Center (Japan), the Ulsan University Research Center (South Korea), the University of Munich (Germany), the Zwickau Engineering Center (Germany), the University of Chicago Research Center (USA) and others. prestigious universities conduct extensive research on machine learning network problems.

The term machine learning was coined in 1959 by Arthur Samuel, an American IBM and pioneer in the field of computer gaming and artificial intelligence. A representative book of the machine learning research during the 1960s was the Nilsson's book on Learning Machines, dealing mostly with machine learning for pattern classification. Interest related to pattern recognition continued into the 1970s, as described by Duda and Hart in 1973. In 1981 a report was given on using teaching strategies so that a neural network learns to recognize 40 characters (26 letters, 10 digits, and 4 special symbols) from a computer terminal.

Research is carried out in such priority areas as the development of methods for adapting engines to a new platform; development of specific methods for integrating the engine into the automotive mechatronics system in the world through machine learning networks; development of a method for embedding engines into a vehicle on a lower platform; creation of a method for ensuring the specific operation of electronic control units with additional signals; development of a model for receiving and distributing signals in a machine learning network; creation of a methodology for working with additional adapters.

The degree to which the problem has been studied. In the world experience, various methods have been developed for the integration of GNSS, ERO-GLONASS system with automotive mechatronic system. Vehicle safety, management and protection system data analysis and delivery to the regulatory authorities (machine learning) and integration issues represented by the following professors such as F. DAVIS, J. Farlik, M. Kratky, J. Casar, N. Gogoi, A. Minetto,

² On the Action Strategy for the further development of the Republic of Uzbekistan ... the development of the Republic of Uzbekistan in 2017 - 2021 in the "Year ... of the Republic of Uzbekistan dated December 10, 2019 No. UP-5892

N. Linty, J. Gross, T. Humphreys, F. Bastide, D. Akos, C. Macabiau, B. Roturier, F. Bastide et al. On the integration of mechatronic systems in Uzbekistan in Uzbekistan prof. Qodirov S.M., prof. Muxitdinov A.A. prof. Shermukhamedov A.A., prof. Sharipov K.A., Inoyatkhodjaev J.Sh., and other professors engaged. However, insufficient research has been conducted on the issues of automotive safety, management and protection system data analysis, and machine learning and integration issues. At the same time, there is a need to conduct theoretical research on scientific and practical problems of automotive mechatronic system security in our country.

In addition, they include integration schemes by combining several technological processes, adapting and unifying the management system architecture through a controlled object model, scientific and practical basis for self-systematizing and diagnosing control algorithms through machine learning-related systems. creates the need for generalization. Therefore, the integration of a powerful aggregate into a locally produced automotive mechatronic system is a priority area of research aimed at improving the theory of electronic control systems.

When introducing the car into the production process in the country, mainly ready-made models are obtained and its main parts, including its engine, are localized. In such processes, a number of practical problems arise: environmental restrictions for car exports, demand for fuel consumption varies by country and region; customer demand for a variety of car options. The above requires equipping with several different engine types on a particular car model (platform). Therefore, the integration of the car with different engines on demand is an urgent scientific and practical task. We have not sufficiently studied in our research to scientifically substantiate hybrid Machine learning networks that meet the standards used by manufacturers.

The relevance of the dissertation research to the research work plans of the higher education institution or research center where the dissertation was completed. The research of the dissertation was carried out on the basis of the projects of the Turin Polytechnic University in Tashkent and JSC “Uzavtosanoat”.

The purpose of the study. Installation of ERO-GLONASS system in case of emergency for cars and trucks in Uzbekistan and development of methods of its integration with automotive mechatronic system.

Research objectives:

analysis of modern methods and methods of mutual integration of the electronic engine control system and the ERO-GLONASS system;

development of methods for remote diagnostics and engine safety through the system of the electronic engine control module ERO-GLONASS during external attacks;

development of a network model that allows an integrated system to calculate incoming and outgoing data and protect itself from external attacks;

substantiation of control methods for the integrated module ERO-GLONASS;

develop recommendations for the application of research results and assess the corresponding cost-effectiveness.

The object of the study is a car, its electronic control unit, the ERO-GLONASS module with a mechatronic adapter and control systems.

The subject of research is to improve the safety of the vehicle through the integration of mechatronic devices and the study of the safety system.

Research methods. The research used the methods of classical mechanics, mathematical analysis and mathematical statistics, theoretical mechanics, methods of analysis of experimental and stepwise processes using computerized (imitation and simulation) systems, automobile theory, synthesis methods.

The scientific novelty of the research are as follows:

a method for integrating the ERO-GLONASS module into the mechatronic system of a vehicle through an electronic control unit based on a communication architecture has been developed;

for different categories of vehicles, an analysis of the collected data and the most optimal algorithm of the mechatronic control system in different driving modes and conditions have been developed;

an effective method (machine learning) has been developed for analyzing vehicle safety data, control and protection systems and providing information to the competent authorities and authorities;

methods for selecting contacts in the mechatronic control system of a car based on integration requests have been developed.

The practical results of the study are as follows:

a technology for integrating engines with an ERO-GLONASS electronic control module for new or improved cars on a specific platform was created for car manufacturers;

some adaptive and resource-saving technologies have been introduced through the use of a mechatronic adapter in the engine manufacturing process;

a way to improve fuel efficiency and environmental performance of the engine due to the mechatronic system of the vehicle;

improved control algorithm and new architecture of the control system, improved operation and diagnostics of electronic control units of the car;

mechatronic elements improve the safety of vehicles with an improved control system.

Reliability of research results. Reliability of research results is carried out using modern methods and tools, theoretical substantiation of machine parameters and operating modes is based on the principles of theoretical mechanics and higher mathematics, the results of experiments are processed by mathematical statistical methods, mutual adequacy of theoretical and applied research results.

Scientific and practical significance of research results. The scientific significance of the research results is explained by the development of a model of integration, analytical connections and computational methods through automotive, their mechatronics and engines Machine Learning networks.

The practical significance of the results of the study is based on the development of resource-saving technologies and devices in the production of automobiles and engines, increased productivity, reduced fuel costs during testing and operation, reduced production labor and operating costs.

Implementation of research results. Based on the results of the integration of cars and trucks with the ERO-GLONASS system in Uzbekistan with their mechatronic systems:

at the level of JSC “Uzavtosanoat”, a method of remote diagnostics and security of the electronic engine control module through the ERO-GLONASS system was introduced in the event of external information attacks (certificate of JSC “Uzavtosanoat” dated January 8, 2021, No. 07 / 05-25-0027). As a result, the control system based on the ERO-GLONASS communication architecture was integrated into the automotive mechatronic system, it was possible to increase the reliability of automotive mechatronic devices, reduce signal losses by up to 20% when connecting mechatronic systems, and up to 10% when connecting to EBB.

at the level of JSC “Uzavtosanoat” (reference number JSC “Uzavtosanoat” dated January 8, 2021, No. 07 / 05-25-0027), the most optimal algorithm for analyzing data collected for various categories of vehicles and a mechatronic control system in different operating modes has been introduced. As a result, vehicle safety and energy resources have been increased, environmental compliance has been ensured, and the use of research in production has increased the direct export of vehicles.

machine learning has been implemented in JSC “Uzavtosanoat” (reference book of JSC “Uzavtosanoat” dated January 8, 2021, No. 07 / 05-25-0027). As a result of the implementation, the level of road accidents is reduced and the safety of freight and passenger traffic is increased. Thus, the integration of the control system based on the ERO-GLONASS communication architecture into the mechatronic system of the car increases the reliability of the mechatronic devices of the car by 30% and ensures the safety of more than 4,000 people annually.

Approbation of research results. The main research results were reported and discussed at the JSC “Uzavtosanoat”; at the Turin Polytechnic University in Tashkent; at a meeting of the Department of Management and Industrial Engineering of the Turin Polytechnic University (Italy); in the laboratory “NavSaS Group” (Italy).

Publication of research results. A total of 13 scientific papers on the topic of the dissertation were published, including 13 scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 10 in international journals and 3 in foreign journals, 1 patent.

The structure and scope of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation was 110 pages.

MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION

The introduction part deals with the relevance and necessity of this work. The goals, objectives of the work, the object and subject of research are formulated. The correspondence to the priority directions of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan is shown. The scientific novelty and applied value are reflected, the theoretical significance and implementation into practice are revealed. In addition, the general structure of the dissertation and the publication of the research results are given.

The first chapter of the dissertation "**The relevance of the issue, setting the goal and objectives of the study**" is devoted to an analytical review of literary sources on the integration of an engine with a car and the applied method. The presence of the Global Navigation Satellite System (GNSS) technology in modern life has been constantly growing in the recent years, supporting the use of GNSS receivers in a diverse field of applications involving civilian, military, leisurely, safety of life and financial sectors. A constantly growing attention is being devoted to the security and safety of GNSS related technologies with one of the threats being Spoofing. It is characterised as a transmission of locally generated Radio Frequency (RF) signals forcing receivers to compute a fake Position Velocity Time (PVT) solution. From the perspective of GNSS signals, according to the current version of the Interface Control Documents (ICDs), GNSS signals (e.g. GPS L1 C/A, E1 Galileo and GLONASS) do not provide any means to the receivers by default in order to ensure the authenticity of the source of the satellite signals or to improve the robustness of the receiver against possible spoofing attacks.

While these countermeasures are being implemented at system level to provide a minimum level of protection also on signals exploited by mass-market applications, there is a widespread debate if even by means of a simplistic spoofing attack it would be possible to threat GNSS receivers with a cascading effect on applications and interconnected systems. It is known that, a lack of synchronization between spoofers and GNSS timescale can be theoretically used to detect such spoofing attacks with a small effort.

The main criteria for the selection of the engine according to its main indicators, calculation and features of the method are shown. However, in such a design process there is a scientific and practical problem of integrating the engine with automotive mechatronics and control system. The scientific problem includes the following:

- development of a unified methodology and justification of its reliability to solve the problems of integrating the engine with mechatronics produced or designed cars;
- development of a model of an algorithm for an engine control system with a control architecture;

Analysis of scientific literature and previously done work has shown that the main problems of integrating an engine with mechatronic systems of a car is a set of requirements for the final product, which significantly expands the model range

of cars in one platform, thereby giving rise to the scientific problem of adapting the mechatronics of a car and an engine with different generations and classes.

In the studies studied, descriptions of mechatronic systems of a car, the interaction of engine and car elements and a general description of mechatronics are given. They do not consider the factors of heterogeneity of the mechatronic elements of the engine and the car, which creates the problem of integrating the engines with existing or improving cars.

In the second chapter, “**Engine Control System and its Integration with Other Parts of the Vehicle with Control Systems**” were discussed the connection of processes and control actuators in the control system to sensors.

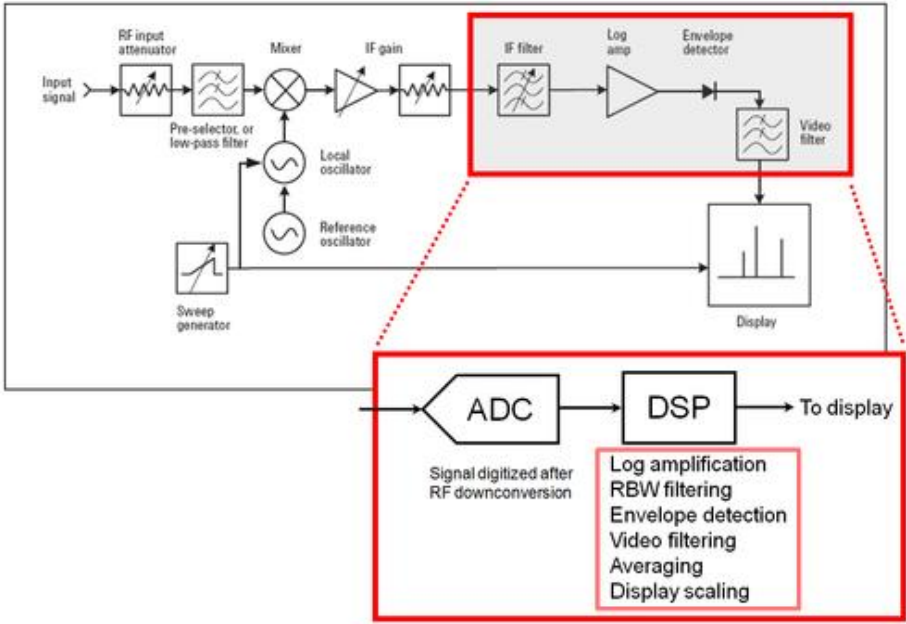


Fig. 1. Simulation model diagram

Figure 1 shows a diagram of interactions between unit indicators and vehicle indicators. These connections between units should be reflected in the control algorithm as well. However, in addition to such design processes, there are scientific and practical problems of integrating the engine into automotive mechatronics, its control system.

Scientific problems include:

- development of a single method of integrating the engine into automotive mechatronics for cars intended for production or production, and substantiate their reliability;

- adaptation of the engine to the control algorithms and its architecture and the creation of a mathematical model of control.

In summary Chapter 1 of the dissertation examines these problems in detail and suggests their solutions in subsequent chapters. Management is multi-systemic and influenced by interconnected organizers, and when designing this management system should be systematized taking into account these interdependencies.

Electronic control system. Figure 2 shows an example of an electronic vehicle control system. Based on the signals from the sensors, the electronic control unit (ECU) generates commands to engage and disengage the clutch. These commands

are sent to the solenoid valve, which engages and disengages the clutch drive. Two solenoid valves are used to shift gears.

It is substantiated that the use of all three methods for controlling the correction of the output signal by dispersion of neural networks, i.e. when sorting input and output signals, they are classified into primary - directly affecting the output commands, and secondary - the influence of the signal magnitude is used in the calculation, but is insignificant; while the minor ones will have a long-term correction, the primary ones will have a short-term correction, and the post-convector control will have data that affect the combustion process and exhaust. Thus, the system will have a hybridization of the correction control in the control system.

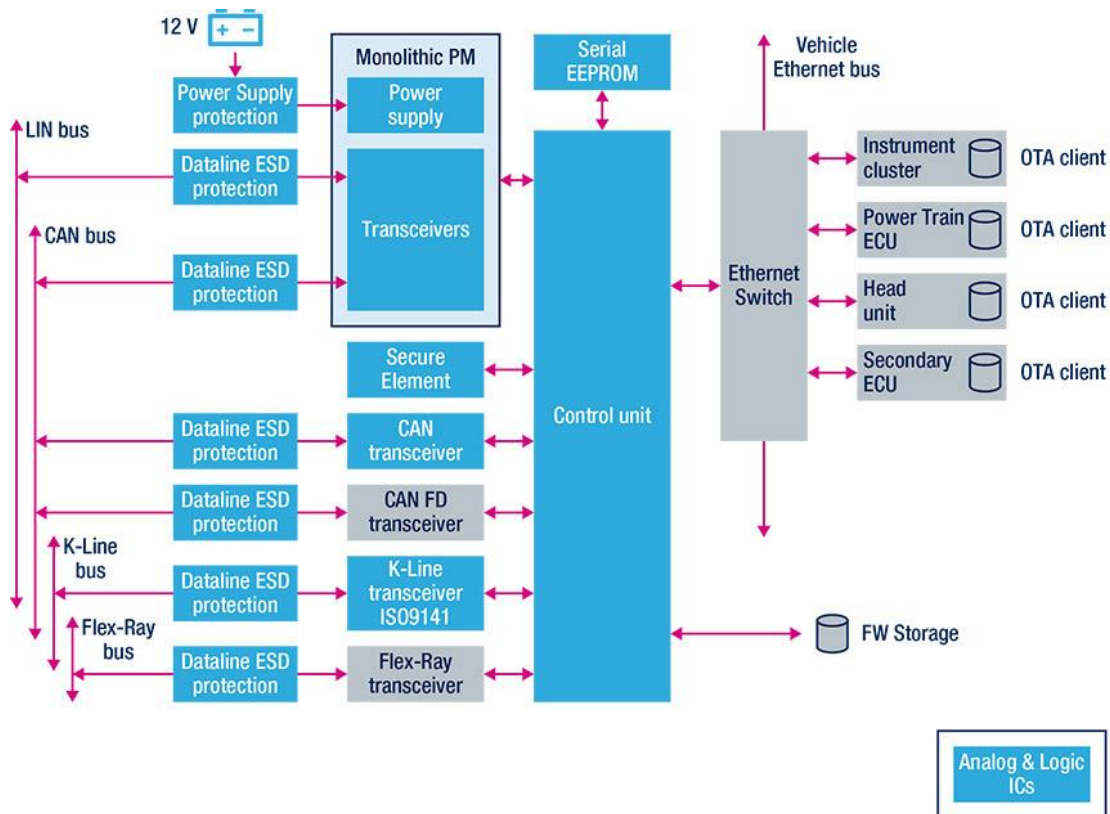


Fig. 2. Electronic control system

Control systems for the power unit, chassis, suspension can be integrated into a single one, while observing the uniformity in the choice of control algorithms. The electronic throttle control system is superior to the mechanical throttle in terms of fuel efficiency, however, the transfer of mechanical throttle to electronic throttle is possible only when using control systems higher than the third generation, which makes it difficult to modify vehicles previously developed.

The third chapter - **“Algorithm for controlling the elements of the mechatronic system of the car. engine management system model”**. This chapter analyzes the capabilities of neural networks for use in a motor control system. Algorithms for controlling elements of a mechatronic system are studied, the proposed control model is analyzed, calculations and simulations of the model are presented, the results of modeling a neural network are analyzed. The chapter

substantiates the use of hybrid fuzzy neural networks to integrate the BDOHC engine with the J200 platform vehicle. Fig. 3. the proposed model is presented. Using this model, you can embed elements on any layer of the network, the main thing is to introduce a mathematical model of control into the system.



Fig. 3. Experimental setup consisting with an active GNSS antenna and a set of mechatronic devices.

The forth chapter is **“Algorithms for controlling the automotive mechatronic system and its formation. Mathematical model of power unit management”**. This chapter analyzes the possibilities of machine learning for use in an engine management system. Algorithms for controlling the elements of the mechatronic system are studied, the proposed control model is analyzed, calculations and simulations of the model are presented, and the results of modeling are analyzed. The chapter substantiates the use of hybrid fuzzy machine learning to integrate a BDOHC engine with a J200 platform vehicle.

Due to the fuzziness of the number of elements, the network can synergize subsystems by "studying" its characteristics, input values and output values. To do this, it is enough only to operate the facility in conditions as close as possible to the real road situation. With the duration of the operation of the entire network, its assimilation and the base of accumulated knowledge improve the interaction of layers and elements with each other:

- the first layer is responsible for the input data from sensors and other devices;

- the second layer regulates and controls processes based on the fuzzy network algorithm - processes in the ECU;

- the third layer is responsible for the output values to the actuators from the control system;

- the fourth layer - post-processing and analysis of the overall operation of the system, network and system diagnostics, information recording and communication.

The control architecture combines a neural network and fuzzy logic to control and reduce the impact of incorrect modeling on a complex nonlinear system. The

architecture with mixed control systems in neural networks allows continuous online integration between network elements and outside the network by lining up logical connections of elements in a single algorithm for the possibility of calibration outside the production environment and flexibility in responding to dynamic changes in the system.

On the other hand, the operation of such a control system based on mixed machine learning with direct response has a drawback. It consists in the fact that data is also obtained from indirect sensors. In our case, these can be sensors from other parts of the car that have a minimum number of network connections with the control system; their control system also perceives them as a source of information along with other direct sensors of the power unit. The problem in this case is that the system collects a lot of "unnecessary information" and wastes resources (time and RAM) processing them. To avoid such problems, a method is proposed for using a signal ranking system by neural networks on the use of RAM, the network management system decides whether or not to use secondary sensors to collect and analyze information. If the cache of information from secondary sensors is full, then the need to use such information is minimized. This method is called "Dispersion of machine learning" in the work.

If the indirect response is used to predict the combustion process, the control model will be based on the predicted model.

The accuracy of the prediction is limited by the speed and accuracy of the model and the method for sorting the data.

Neurons are also objects of knowledge bases. They can be in the short-term and long-term memory system of the system, depending on their significance and the conditions of the operator.

Choosing a proven framework for machine learning. After considering machine learning, as well as examining the properties of each of them, comparing it with the selected network, a machine learning model was created and calculated.

To create a methodology for choosing a network algorithm and building it, you need a selection structure and implementation steps.

The author proposed three different methods for selecting a model, their comparison based on simulation comparison using the output of machine learning as a simulation model.

The first method is using a static separation of the available data on the one obtained through self-learning and the one obtained through testing (hot running or other); **the second method**: the so-called confirmation method using dynamic data sharing; **the third method** is the use of statistical information without data sharing.

By testing the three methods, the following conclusions were made:
the confirmation method copes with the limited size of information;
the method using statistical information without data separation works well for non-optimal sampling. This is a selection without dividing information by priority;

methods based on partial self-learning are not applicable for short-term work.

System modeling consists of two stages. The first is the creation of a model of the system based on the priority tasks of the operator and the introduction of the available data on these models into the control algorithm. The second is choosing a model and evaluating its potential work. The problem posed leads to the determination of mathematical dependencies describing the internal combustion engine, relative to the controlled value - the injection angle and ignition feed. The solution of this equation will make it possible to obtain the dependence of the shaft speed on the injection angle and ignition feed. The conclusion of the ICE model, which will be the main one in the control model of the engine entered into the ECU, will be done on the basis of calculations.

RF signal model: Low-power received signal makes GNSS receiver vulnerable to any kind of interference. When there is no present spoofing interference, the typical GPS L1 signal can be expressed as follows:

$$x_{L1,i}(t) = \sum_{i=1}^{N_{si}-1} \sqrt{P_c} D_i(t - \tau_i) C_i(t - \tau_i) \cos(2\pi\Delta f_i t + \Delta\theta_i)$$

Under fake spoofing conditions, the received signal by the GNSS antenna consists of the direct LOS signal and the fake spoofing signals. In 4, a basic fake spoofing scenario with a randomly placed reflector is shown. The received signal by the GNSS receiver can be modelled as:

$$s(t) = \underbrace{Ap(t - \tau_0) \cos(\omega_0 t + \theta_0)}_{\text{DIRECT SIGNAL (LOS)}} + \underbrace{A \sum_{k=1}^N \alpha_k p(t - \tau_0 - \tau_k) \cos[\omega_0 t + \theta_0 + \Delta\phi_{M,k} + (\Delta\omega_k - \Delta\omega_0)t]}_{\text{FAKE SIGNAL}} \quad (18)$$

where τ_0 , ω_0 , θ_0 , and $\Delta\omega_0$ are propagation time, angular frequency, carrier phase and Doppler shift values of the direct signal, respectively.

The time shift between the direct signal and the k^{th} fake spoofing signal is τ_k , due to the geometric path delay as $(d + d \cos(\gamma(t)))$ as depicted in 4. The phase shift between the direct signal and the k^{th} fake spoofing component is $\Delta\phi_{M,k}$. Fading frequency due to Doppler difference is represented by $(\Delta\omega_k - \Delta\omega_0)$. As it can be understood from (1), code and phase observations are influenced by the fake spoofing propagation.

In the pseudorange and carrier-phase measurements of the receiver, there are a number of error sources, which corrupt the measurements. The pseudorange measurement (ρ) can be modeled by including the error sources as

$$\rho_u^k = d_u^k + c \cdot dt^k + c \cdot dt_u + \Delta T_u^k + \Delta I_u^k + \Delta m_u^k + \epsilon_u^k \quad (19)$$

where u and k represent the user or the GNSS receiver and the GNSS satellite in view, respectively. ΔT_u^k is the tropospheric delay in meters, ΔI_u^k is the ionospheric

delay in meters, Δm_u^k is the fake spoofing delay in meters, and ϵ_u^k is the receiver dependent noise implementation starts with the basic linearized GNSS measurement relationship that can be written as follows:

$$y = Hx + \epsilon \quad (20)$$

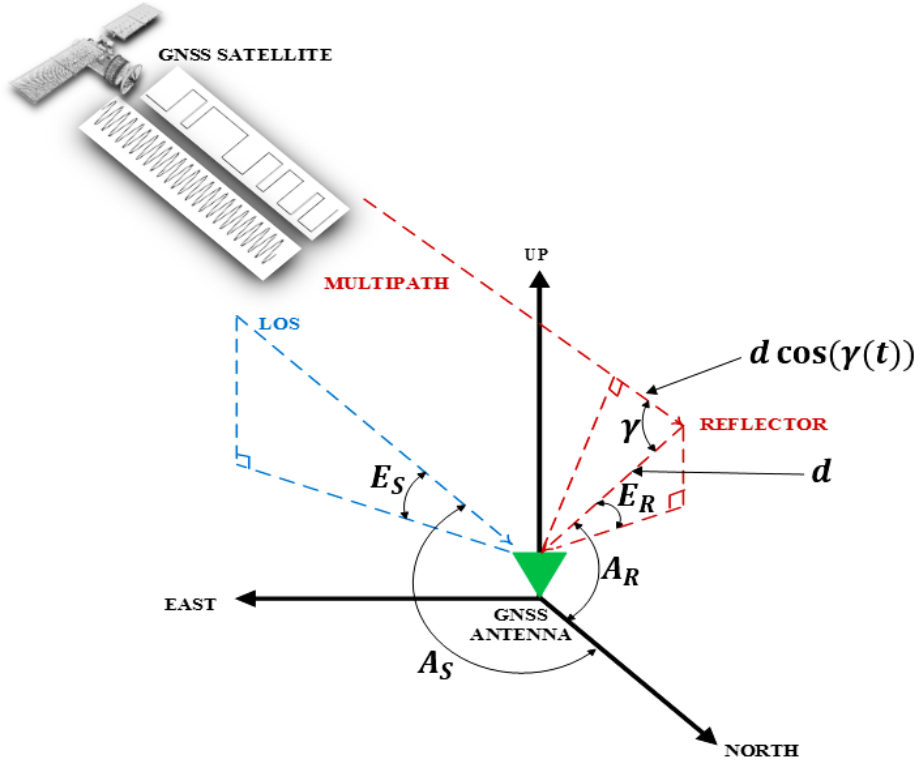


Fig. 4 Geometric Scheme of a Fake spoofing Signal Scenario

where y is $(n \times 1)$ vector of equivalent pseudorange measurements. Least-square estimate of x is denoted as \hat{x} and it is computed as:

$$\begin{bmatrix} \hat{x} \\ - \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (H^T H)^{-1} H^T \\ - \\ P \end{bmatrix} y \quad (21)$$

where p is parity vector and P is defined as the parity transformation matrix of which size is $(n - 4) \times n$. P is obtained by QR factorization of the H matrix.

$$H = QR = [Q_1 \quad \vdots \quad Q_2] \begin{bmatrix} R_1 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix} = Q_1 R_1 \quad (22)$$

where Q is the orthogonal matrix and R is the upper triangular matrix.

$$P = Q_2^T \quad (23)$$

The number of clusters (k) is decided in advance. The implementation of the algorithm can be summarized by starting with the definitions of the data set as follows:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \quad (24)$$

$$x_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{i\mu}) \quad (25)$$

where X is the set of data points, N is the number of observations, x_i is a vector in X and μ is the number of dimensions.

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\} \quad (26)$$

where C_j shows the j^{th} cluster and the centroids of the cluster can be defined as $m_j = (m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{j\mu})$.

The objective function J is defined by computing the sum of squares of the distances of each data point to its assigned cluster centroid:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{x \in C_j} d(x, m_j)^2 \quad (27)$$

$$d(x_i, m_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^{\mu} (x_i^{(l)} - m_j^{(l)})^2} \quad (28)$$

where C_j is the j^{th} cluster, m_j is the centroid of the cluster and $d(x, m_j)$ is the Euclidian distance between the data points (x) and the centroid (m_j). The goal is to minimize J by finding the correct separation. The change in the values of the pseudorange during the considered window-size duration is computed as follows:

$$\Delta\rho_{SV_n, t_{a, a+3}} = (\rho_{SV_n, t_{a+1}} - \rho_{SV_n, t_a}) - (\rho_{SV_n, t_{a+3}} - \rho_{SV_n, t_{a+2}}) \quad (29)$$

where ρ_{SV_n, t_a} is the pseudorange measurement of the satellite n at time t_a . By applying a sliding window filtering, the computed changes of the pseudorange values in each window are organized into a vector:

$$x_{\rho, SV_n} = [\Delta\rho_{SV_1, t_{a, a+3}} \quad \Delta\rho_{SV_1, t_{a+1, a+4}} \quad \Delta\rho_{SV_1, t_{a+2, a+5}}] \quad (30)$$

where $t_{a, a+3}$ shows the starting time index (a) and the ending time index ($a + 3$) values of the window. After collecting the results of the three consecutive sliding windows, the standard deviation of the measurements is computed as

$$\sigma_{\rho,SV_n,t_{a,a+5}} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \left(x_{\rho,SV_n}(i) - \left(\frac{\sum_{i=1}^3 x_{\rho,SV_n}(i)}{3} \right) \right)^2} \quad (31)$$

All the computed values for the carrier phase, pseudorange and C/N_0 measurements are put into the following matrix form

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{\phi,SV_1,t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho,SV_1,t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0,SV_1,t_{a,a+5}} \\ \sigma_{\phi,SV_2,t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho,SV_2,t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0,SV_2,t_{a,a+5}} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{\phi,SV_n,t_{a,a+5}} & \sigma_{\rho,SV_n,t_{a,a+5}} & \sigma_{C/N_0,SV_n,t_{a,a+5}} \end{bmatrix} \quad (32)$$

However, as being different from the general K-means algorithm we modify the computation of the objective function in our implementation by applying a weighting to the parameters:

$$\varpi = [\omega_{\phi} \quad \omega_{\rho} \quad \omega_{C/N_0}] \quad (33)$$

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{x \in C_j} \varpi d(x, m_j)^2 \quad (34)$$

where ϖ is the weighting vector for the carrier phase, pseudorange, and C/N_0 measurements. Existing GNSS-based systems are threatened by malicious attacks among which spoofing and meaconing constitute severe challenges to the receiver. Several of such GNSS systems constitute mass market applications and devices, and a threat to the GNSS receiver could have cascading effects at application levels and for interconnected systems. Networked GNSS receivers are in general ubiquitous because any receiver embedded in a complex system such as a smart device or smart connected cars can exploit network connectivity. This novel generation of valuable-performance GNSS receivers are prone both to standard RF spoofing attacks and to cyber-attacks conceived to hijack complex network based services such as DGNSS-based cooperative positioning. By means of a set of experimental tests, this paper highlights possible metrics to be checked to identify malicious attacks to the positioning and navigation systems in mass market connected devices.

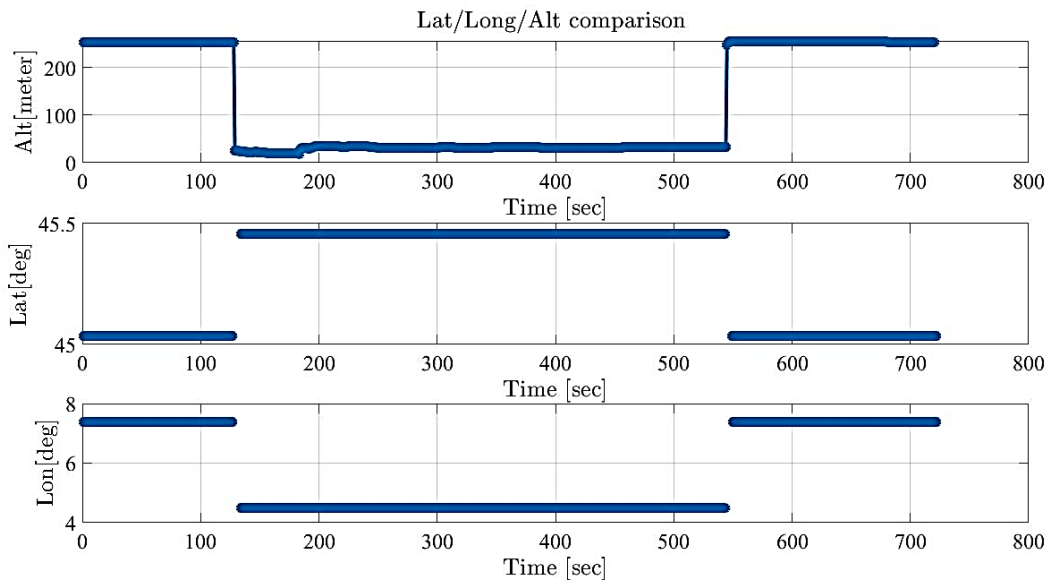


Fig. 5: Effect of spoofing interference on u-blox™ Neo-M8N receiver.

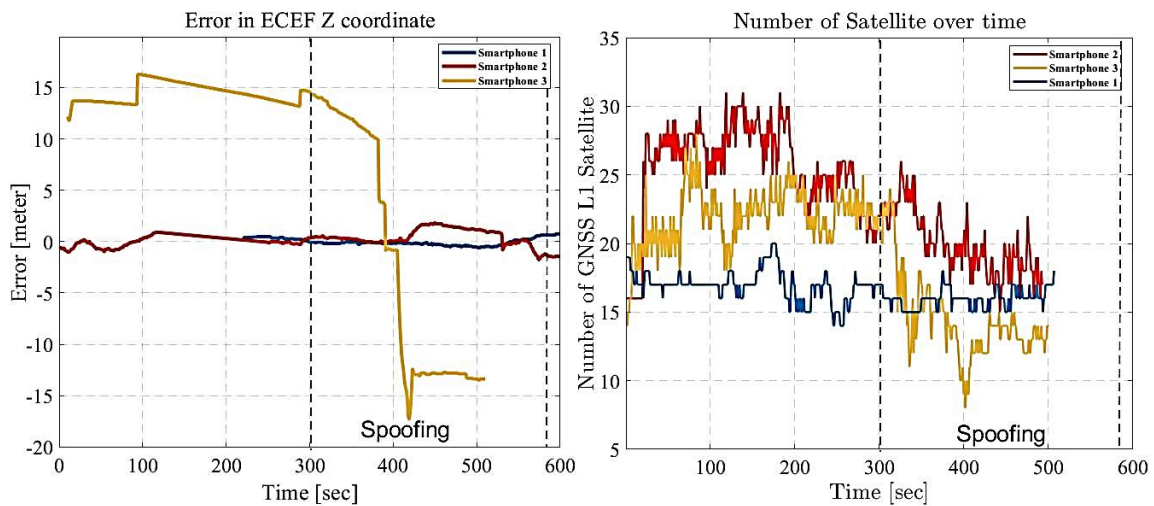


Fig. 6: Effect of spoofing on: a) Earth-Centered Earth-Fixed (ECEF) Z coordinate (left) and b) GNSS L1 satellite availability in OS (right).

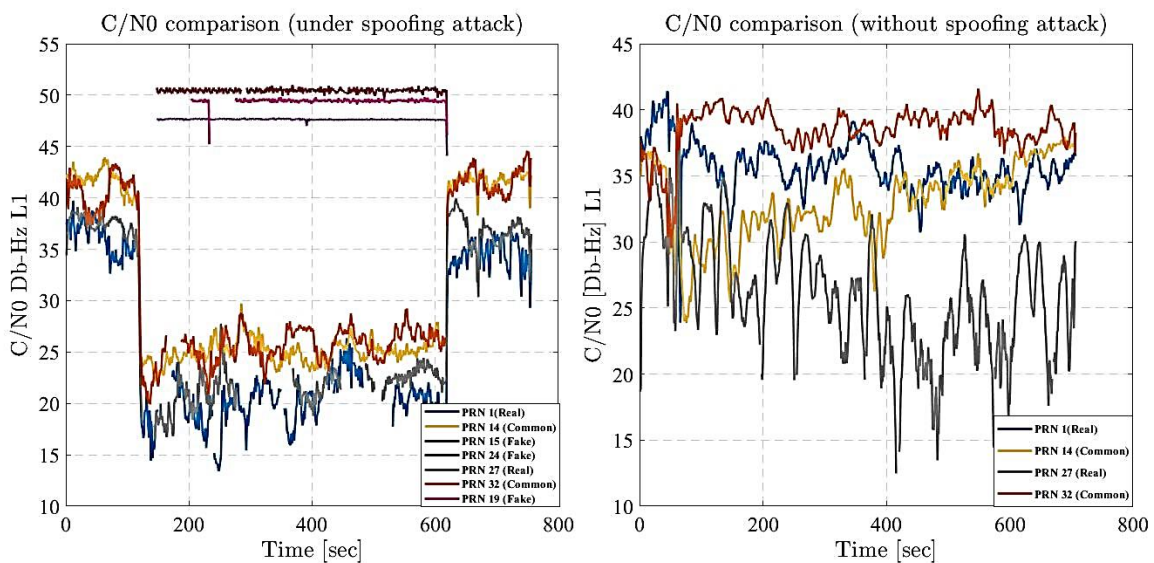


Fig. 7: Effect spoofing on Signal-to-noise ratios with (left) and without (right).

CONCLUSION

1. Methods for remote diagnostics and engine safety assurance through the ERO-GLONASS system of the electronic engine control module in case of external attacks have been developed;

2. A network model and methods of protection against external attacks have been developed, allowing the integrated system to calculate incoming and outgoing data;

3. Based on control methods of the integrated system ERO-GLONASS;

4. Experimental studies show that the connection of mechatronic systems to the ERO-GLONASS system on the basis of the proposed method allows reducing signal losses up to 20%, and the connection to the ECU - up to 10%. This, in turn, can reduce losses in automotive mechatronic systems by up to 30%. A method for integrating an engine with a mechatronic system of a vehicle using machine learning has been developed;

5. A method for integrating power units with a mechatronic system of a car using closed circuits when transmitting information, as well as on the basis of monitoring all input electronic signals and output signals to ECU actuators;

6. For different classes of vehicles, the most optimal algorithm of the mechatronic control system has been developed, which allows analyzing the collected data in different modes and driving conditions.

7. An effective machine learning method has been developed for analyzing data from vehicle safety systems, control and protection, and delivery of information to regulatory authorities.

8. According to tests and analysis, the fuel efficiency of the inline engine has been improved by 11% based on the fact that it uses less fuel than the current engine.

9. A method of integrating the control system based on the communication architecture of the ERO-GLONASS system into the automotive mechatronic system has been developed, theoretically based on a mathematical model that takes into account the operating mode. Using theoretical analysis, this integration method improves the safety of automotive mechatronic systems and road accidents by up to 30%.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТУРИНСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В ГОРОДЕ
ТАШКЕНТЕ**

РУСТАМОВ АКМАЛ СУХРОБОВИЧ

**ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЯХ (ЭРА-ГЛОНАСС) С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ
УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В
УЗБЕКИСТАНЕ**

05.08.06 – Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2019.4.PHD/T1476.

Диссертация выполнена в Туринском политехническом университете в городе Ташкенте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.tayl.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель: Шарипов Конгратбай Авезимбетович,
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Мухитдинов Акмал Анварович,
доктор технических наук, профессор

Абдураззоков Умидулла Абдураззокович,
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «__» _____ 2021 года в ____ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.09.01 при Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2021 года.
(реестр протокола рассылки № __ от «__» _____ 2021 года).

А.А.Рискулов

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

Р.М. Худайкулов

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

А.А.Мухитдинов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Производители автомобилей во всем мире уделяют пристальное внимание использованию мехатронных систем для улучшения характеристик и безопасности автомобилей. Внедрение ЭРА-ГЛОНАСС и машинного обучения приведет к резкому сокращению времени на оказание помощи при авариях и других чрезвычайных ситуациях, что снизит количество дорожно-транспортных происшествий и травм, а также повысит безопасность перевозки грузов и пассажиров. Согласно полученным статистическим данным с разработанной практической значимостью, 20-30% пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях погибают сразу после аварии. В связи с этим, использование системы ЭРА-ГЛОНАСС в автомобилях сокращает время оказания экстренной помощи до 30%, что обеспечивает безопасность более 4000 человек ежегодно.

Несмотря на снижение продаж АО “UZAUTO MOTORS” в России за последние три года, в 2021 году планируется произвести 280 тысяч автомобилей и ожидается рост экспорта. Для повышения конкурентоспособности отечественных автомобилей АО “UZAUTO MOTORS” приступила к установке системы ЭРА-ГЛОНАСС на свои автомобили. Кроме того, автомобильная промышленность должна быть экономичной и высокотехнологичной отраслью, отвечающей высоким экологическим стандартам. Эти стандарты требуют уделять особое внимание переоснащению автомобильных предприятий новым оборудованием и технологиями, что является одной из наиболее актуальных проблем автомобилестроения. Особое внимание уделяется также внедрению новых высокоэффективных технологий в автомобильной промышленности. Эти проблемы изучают ведущие автопроизводители развитых стран, включая Великобританию, Германию, Италию, США, Францию, Южную Корею, Японию и другие страны мира.

На сегодняшний день при производстве автомобилей важно учитывать методы уменьшения размера цилиндра автомобильного двигателя, то есть уменьшение габаритов, а также экономия топлива и уменьшение объема парниковых газов, что основывается на достижениях классической автомобильной теории и передовых исследованиях в автомобильной промышленности.

В настоящее время интеграция двигателей в автомобиль является научной и практической проблемой, из-за неспособности каждой части системы гармонично работать в среде “Автомобильная мехатроника, двигатель, электронный блок управления”, что ставит перед производителем проблему интеграции двигателя с новым автомобилем. Поэтому интеграция двигателей разной мощности в мехатронную систему и решение задачи этой интеграции посредством электронной системы управления с эффективной архитектурой определяют актуальность темы данной диссертации.

За годы независимости в стране приняты комплексные меры по улучшению потребительских свойств продукции, способствующие развитию автомобильного производства, созданию первичных производственных процессов и высокоэффективных систем управления производством. В связи с этим, проведение научных исследовательских работ по разработке методов удаленной диагностики и безопасности двигателя через систему ЭРА-ГЛОНАСС, а также обоснование комплексных методов управления ЭРА-ГЛОНАСС в случае внешних атак имеет важное значение.

В результате, повышение безопасности в чрезвычайных ситуациях путем разработки способов интеграции легковых и грузовых автомобилей с использованием системы ЭРА-ГЛОНАСС с их мехатронными системами является важным вопросом в Узбекистане.

Данное диссертационное исследование в определенной степени послужит реализации задач, поставленных в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 16 декабря 2008 года №ПП-1020 “О создании предприятия с участием иностранных инвестиций по производству силовых агрегатов Дженерал Моторс Пауэртрейн – Узбекистан”, №ПП-1442 от 15 декабря 2010 года «О приоритетных направлениях развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годы», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 от 7 февраля 2017 года “О Стратегии действий по развитию Республики Узбекистан”³, Указ Президента Республики Узбекистан от декабря № ПП-1442. 15, 2010 “О приоритетах промышленного развития Республики Узбекистан на 2011-2015 годы”.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. “Энергетика, энерго-ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение”.

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. Основные исследования и инновации в автомобильной промышленности в основном выполняются в исследовательских и конструкторских центрах крупных компаний. Такие престижные исследовательские учреждения, как Массачусетский технологический институт (США), Инженерный центр Токийского технологического университета (Япония), Исследовательский центр Ульсанского университета (Южная Корея), Мюнхенский университет (Германия), Инженерный центр Цвикау (Германия), Исследовательский центр Чикагского университета (США) проводят обширные исследования проблем сети машинного обучения.

Термин машинное обучение был придуман в 1959 году Артуром Самуэлем, американским сотрудником IBM и пионером в области компьютерных игр и искусственного интеллекта. Типичной книгой исследований машинного обучения в 1960-х годах была книга Нильссона об

³ УП-4947-сон 07.02.2017. О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан ... развития Республики Узбекистан в 2017 — 2021 годах в «Год ... Республики Узбекистан от 10 декабря 2019 года № УП-5892

обучающих машинах, посвященная в основном машинному обучению для классификации шаблонов. Интерес, связанный с распознаванием образов, сохранялся и в 1970- годах, как это описали Дуда и Харт в 1973 году. В 1981 году был представлен отчет об использовании обучающих стратегий, в результате которых нейронная сеть учится распознавать 40 символов (26 букв, 10 цифр и 4 специальных символа) с компьютерного терминала.

Исследования в области автомобилестроения ведутся по таким приоритетным направлениям, как разработка методов адаптации двигателей к новой платформе; разработка определенных методов интеграции двигателя в систему автомобильной мехатроники в мире через сети машинного обучения; разработка метода встраивания двигателей в транспортное средство на нижней платформе; создание метода обеспечения специфической работы электронных блоков управления с дополнительными сигналами; разработка модели приема и распределения сигналов в сети машинного обучения; создание методики работы с дополнительными адаптерами.

Степень изученности проблемы. В мировом опыте разработаны различные методы интеграции системы ГНСС, ЭРА-ГЛОНАСС с мехатронной системой автомобиля. Исследования в области анализа и передачи данных систем безопасности, управления и защиты в регулирующие органы (машинное обучение) и интеграционные исследования были проведены учеными Ф. Довис, Д. Фарлик, М. Краткий, Д. Касар, Н. Гогои, А. Минетто, Н. Линтй, Ж. Гросс, Т. Хэмпрейс, Ф. Бастид, Д. Акос, К. Макбау, Б. Ротурье и др.

Исследования по интеграции мехатронных систем в Узбекистане были осуществлены проф. С.М. Кодировым, проф. А.А. Мухитдиновым, проф. А.А. Шермухамедовым, проф. К.А. Шарипов, Ж.Ш. Иноятходжаевым и другими учеными. Однако недостаточно исследований было проведено по вопросам безопасности транспортных средств, анализа данных систем управления и защиты, а также проблем машинного обучения и интеграции. В то же время существует необходимость проведения теоретических исследований по научным и практическим проблемам безопасности автомобильных мехатронных систем в нашей стране.

Кроме того, исследования включают схемы интеграции путем объединения нескольких технологических процессов, адаптации и унификации архитектуры системы управления через модель управляемого объекта, создания научной и практической основы для системы, которая самосистематизирует и диагностирует алгоритмы управления с помощью систем, связанных с машинным обучением. необходимость обобщения. Поэтому актуальны научные исследования, направленные на совершенствование теории электронной системы управления интеграцией силового агрегата в отечественную автомобильную мехатронную систему.

При внедрении готовой модели для производства автомобиля происходит локализация его основных деталей, в том числе двигателя. В таких процессах возникают практические проблемы, такие как экологические ограничения на

экспорт автомобилей, спрос стран на потребление топлива и спрос покупателей на разнообразие вариантов автомобилей, которые различаются по регионам. Вышеупомянутые аспекты требуют, чтобы конкретная модель транспортного средства (платформа) была оборудована несколькими различными типами двигателей.

Поэтому интеграция автомобиля с разными двигателями по запросу - актуальная научная и практическая задача. В предыдущих исследованиях научное обоснование гибридных сетей машинного обучения, соответствующих стандартам, используемым производителями, изучено недостаточно.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательскими работами. Исследование диссертации проводилось на основе проектов Туринского политехнического университета в Ташкенте и АК “Узавтосаноат”.

Целью исследования системы в Узбекистане ЭРА-ГЛОНАСС предназначена для повышения безопасности в чрезвычайных ситуациях за счет разработки способов интеграции легковых и грузовых автомобилей с их мехатронными системами.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи исследования:

анализ современных методов и способов взаимной интеграции электронной системы управления двигателя и системы ЭРА-ГЛОНАСС;

разработка методов удаленной диагностики и безопасности двигателя через систему электронного модуля управления двигателя ЭРА-ГЛОНАСС при внешних атаках;

разработка сетевой модели, позволяющей интегрированной системе рассчитывать входящие и исходящие данные и защищаться от внешних атак;

обоснование методов управления интегрированным модулем ЭРА-ГЛОНАСС;

разработать рекомендации по применению результатов исследований и оценить соответствующую экономическую эффективность.

Объектами исследования является автомобиль, его электронный блок управления, модуль ЭРА-ГЛОНАСС с мехатронным адаптером и системами управления.

Предметом исследования является повышение безопасности автомобиля за счет интеграции мехатронных устройств и изучения системы безопасности.

Методы исследования: В процессе исследования использовались методы классической механики, математического анализа и математической статистики, теоретической механики, методы анализа экспериментальных и ступенчатых процессов с использованием компьютеризированных (имитационных и симуляционных) систем, теории автомобилей, методы синтеза.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан метод интеграции модуля ЭРА-ГЛОНАСС в мехатронную систему автомобиля через электронный блок управления на основе коммуникационной архитектуры;

разработаны модели систем, управляемых мехатронным модулем, которые позволяют анализировать входящие и исходящие данные с использованием байесовской теоремы теории вероятностей в режимах движения для различных транспортных средств в эксплуатационных условиях;

метод искусственного интеллекта, основанный на математической модели линейной регрессии, который анализирует системы безопасности и контроля транспортных средств и передает информацию местным органам власти;

была разработана последовательность для определения оптимальных значений, которые объединяют данные в различных ситуациях в мехатронной системе, путем сокращения количественных и временных критериев для повышения уровня безопасности транспортных средств.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

для производителей легковых автомобилей создана технология интеграции двигателей с электронным модулем управления ЭРА-ГЛОНАСС для новых или улучшенных автомобилей на определенной платформе;

некоторые адаптивные и ресурсосберегающие технологии были внедрены благодаря использованию мехатронного адаптера в процессе производства двигателей;

получен способ повышения топливной экономичности и экологических характеристик двигателя за счет мехатронной системы автомобиля;

разработан улучшенный алгоритм управления и новая архитектура системы управления, улучшенная работа и диагностика электронных блоков управления автомобиля;

Мехатронные элементы позволяют повысить безопасность автомобилей с улучшенной системой управления.

Достоверность полученных результатов исследования.

Достоверность результатов исследований подтверждается благодаря использованию современных методов и средств теоретического обоснования параметров машин и режимов работы, основанных на принципах теоретической механики и высшей математики. Результаты экспериментов обрабатываются математико-статистическими методами, взаимная адекватность теоретических и прикладных результатов исследования объясняются тем, что они внедряются в производственный процесс.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Результаты исследования обосновываются интеграционной моделью автомобиля, мехатронной системой двигателя и сетями машинного обучения, а также их аналитическими связями и разработанными расчетными методами.

Практическая значимость результатов исследований основана на разработке ресурсосберегающих технологий и устройств в

автомобилестроении, повышении производительности труда, снижении затрат на топливо при испытаниях и эксплуатации, снижении производственных трудозатрат и эксплуатационных затрат.

Внедрение результатов исследования. По результатам интеграции легковых и грузовых автомобилей с системой ЭРА-ГЛОНАСС в Узбекистане с их мехатронными системами:

На уровне АК “Узавтосаноат” внедрена методика удаленной диагностики и безопасности электронного модуля управления двигателем через систему ЭРА-ГЛОНАСС в случае внешних информационных атак (справка АК “Узавтосаноат” от 8 января 2021 г. № 07 / 05-25-0027). В результате система управления на основе архитектуры связи ЭРА-ГЛОНАСС была интегрирована в автомобильную мехатронную систему, получена возможность повышения надежности автомобильных мехатронных устройств, уменьшение потерь сигнала до 20% при подключении мехатронных систем, и до 10 % при подключении к ЭБУ.

На уровне АК “Узавтосаноат” (референтный номер “Узавтосаноат” от 8 января 2021 г. №07 / 05-25-0027) внедрен наиболее оптимальный алгоритм анализа данных, собранных для различных категорий транспортных средств и мехатронной системы управления в разных режимах работы. В результате безопасность автомобилей и энергоресурсы были увеличены, соблюдение экологических требований было обеспечено, а применение исследований в производстве позволило увеличить прямой экспорт автомобилей.

Машинное обучение внедрено в АК “Узавтосаноат” (справочник АК “Узавтосаноат” от 8 января 2021 г. № 07 / 05-25-0027). В результате внедрения снижается уровень дорожно-транспортных происшествий и повышается безопасность грузовых и пассажирских перевозок. Тем самым, интеграция системы управления на базе архитектуры связи ЭРА-ГЛОНАСС в мехатронную систему автомобиля повышает надежность мехатронных устройств автомобиля на 30% и ежегодно обеспечивает безопасность более 4000 человек.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследований доложены и обсуждены на АК “Узавтосаноат”; в Туринском Политехническом университете в г.Ташкенте; в заседании Департамента Менеджмента и Производственного Инжиниринга Туринского Политехнического Университета (Италия); в лаборатории “NavSaS Group” (Италия).

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, все из которых являются научными публикациями, рекомендованными к публикации основных научных результатов докторских диссертаций ВАК Республики Узбекистан, в том числе 10 в международных журналах и 3 в научных журналах Республики Узбекистан, 1 патент.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка

использованной литературы, содержащего отечественные и зарубежные источники и приложения. Работа изложена на 110 страницах компьютерного текста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования докторской диссертации на тему “Установка системы ЭРА-ГЛОНАСС в аварийных ситуациях для легковых и грузовых автомобилей в Узбекистане и разработка методов ее интеграции с системой автомобильного мехатрона” были сделаны следующие выводы:

1. На сегодняшний день анализ данных систем безопасности, управления и защиты транспортных средств и исследования методов защиты и интеграции передачи данных регулирующим органам признаны недостаточными. Также были проанализированы методы и текущее состояние функциональной совместимости электронной системы управления двигателя в систему ЭРА-ГЛОНАСС;

2. Разработаны методы дистанционной диагностики и обеспечения безопасности двигателя с помощью электронного модуля управления двигателя ЭРА-ГЛОНАСС в случае внешних атак;

3. Разработана сетевая модель, позволяющая интегрированной системе рассчитывать входящие и исходящие данные и методы защиты от внешних атак;

4. Обоснованы методы управления интегрированной системы ЭРА-ГЛОНАСС;

5. Экспериментальные исследования показывают, что подключение мехатронных систем к системе ЭРА-ГЛОНАСС, работающей на основе предложенного метода, позволяет снизить потери сигнала до 20%, а подключение к ЭБУ - до 10%. Это, в свою очередь, позволяет снизить потери в автомобильных мехатронных системах до 30%.

6. Для разных классов транспортных средств проведен анализ собранных данных и разработан наиболее оптимальный алгоритм управления мехатронной системы в разных режимах и условиях движения.

7. Разработан эффективный метод анализа данных систем безопасности, управления и защиты машин и машинного обучения.

8. Согласно испытаниям и анализу, топливная эффективность встроенного двигателя была улучшена на 11%, что основано на том факте, что он потребляет меньше топлива, чем текущий двигатель.

9. Разработан метод интеграции системы управления на основе внедрения коммуникационной архитектуры системы ЭРА-ГЛОНАСС в систему мехатроники автомобиля, основанный на математической модели, учитывающей режимы работы двигателя. Применив теоретический анализ, было обнаружено, что этот метод интеграции повышает безопасность мехатронной системы автомобиля и дорожно-транспортных происшествий до 30%.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1-бўлим

1. A. Rustamov, N. Gogoi, A. Minetto, F. Dervis “GNSS Anti-Spoofing Defense Based on Cooperative Positioning” // Journal paper: 33rd International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2020), Impact factor for October 2020 – 2,54. DOI: 10.33012/2020.17565
2. A. Rustamov, N. Gogoi, A. Minetto, F. Dervis “Assessment of the Vulnerability to Spoofing Attacks of GNSS Receivers Integrated in Consumer Devices” // Journal paper: 2020 International Conference on Localization and GNSS (ICL-GNSS), Impact factor for June 2020 – 2,54. DOI: 10.1109/ICL-GNSS49876.2020.9115489
3. A. Rustamov, N. Gogoi, Wenjian Qin, F. Dervis “Assessment of Anthropogenic Disturbances on GNSS-based Navigation” // Journal paper: UPINLBS 2019: The Sixth International Ubiquitous Positioning, Indoor Navigation and Location-Based Services Beijing International Conference Center of foreign studies agency Beijing, China, November 13-14, 2019, Impact factor for June 2020 – 1,54.
4. A. Rustamov, P. Chiabert, G. D’Antonio, F. Lombardi, S. Ruffa “The Role of Manufacturing Execution Systems in Supporting Lean Manufacturing” // Journal of IFIP International Conference on Product Lifecycle Management. (July 2016 IFIP Advances in Information and Communication Technology) DOI: 10.1007/978-3-319-54660-5_19. Impact factor for 2014 – 1,54
5. A. Rustamov, A. Sharipov, N. Kholikova “Development of recommendations for use of EROGLONASS navigation systems on autonomous agricultural vehicles (tractors) in Uzbekistan” // Journal of “Sustainable Agriculture”. Mechanics: applied and fundamental. Mechanical engineering. Instrument engineering №1(1). 2019 ISSN 2181-8584 – С. 8-10. (13.00.00; №33).
6. A. Rustamov, A. Sharipov, N. Kholikova “Ўзбекистон ҳудудида қишлоқ хўжалиги автоном транспорт воситалари (тракторлари)да Эроглонасс навигация тизимларидан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш” // Journal of Irrigation and Melioration ISSN 2181-8584, 2019 – С. 106-110. (13.00.00; №33).
7. A. Rustamov “Implementations emergency response system in case of accidents and emergency situations (ЭРА-ГЛОНАСС) for cars and trucks in Uzbekistan” // Journal of “Sustainable Agriculture”. Mechanics: applied and fundamental. Mechanical engineering. Instrument engineering №1(1).2018 – С. 28-36. (13.00.00; №33).
8. A. Rustamov, A. Hoshimov, J. Inoyatkhodjaev “A Review and Classification of World Class Manufacturing Literatures” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте Вестник АСТА – Ташкент, 1-3-2018 – С. 8-10. (05.00.00; №25).

9. A. Rustamov, A. Hoshimov, J. Inoyatkhodjaev “Introduction of an electronic control unit (ECU) for an automotive emergency response system in case of accidents and emergency situations (ЭРА-ГЛОНАСС) for cars and trucks in Uzbekistan” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте Вестник АСТА – Ташкент, Выпуск 2/2018 – С. 3-10. (05.00.00; №25).
10. A. Rustamov “Determination of correlations of control punching area of ecall / ЭРА-ГЛОНАСС automated emergency response systems” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте Выпуск 2/2018, АСТА ТПУ 4 (2018) 108-109 – С. 108-109. (05.00.00; №25).
11. A. Rustamov, K. Sharipov “Implementation assessments of E-ro-Glonass navigation system in agricultural autonomous vehicles in the territory of Uzbekistan” // Вестник Туринского политехнического Университета в городе Ташкенте, АСТА ТПУ 3 (2019) 28-31 – С. 106-110. (05.00.00; №25).

2-бўлим

12. A. Rustamov, K. Sharipov “Ўзбекистонда автомобиль ва юк машиналари учун фавқулодда вазиятларда ЭРА-ГЛОНАСС системасининг ўрнатилиши ва уни автомобиль мехатрон тизими билан интеграция қилиш усуллари ишлаб чиқиш” // Электрон хисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, №DGU 20201690. Сана.05.10.2020
13. A. Rustamov, K. Sharipov, J. Inoyatkhodjaev “Определение проблем и корреляционная система аварийного реагирования (эра-глонасс) для легковых и грузовых автомобилей в Узбекистане” // 104-ой международной научно-технической конференции на тему «Опыт создания и эксплуатации автомобильного транспорта в условиях жаркого климата» 19-20 сентября 2018 года – С. 8-10. (05.00.00; №25).
14. A. Rustamov, A. Hoshimov, J. Rozzokov “Industrial Conveyors Taxonomy and Its Applications” // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent, Volume 8, Issue 3 ADEX 2018 International Conference, Tashkent 1-9-2018 – С. 8-10. (05.00.00; №25).

«ТДТУ Хабарномаси» илмий-техник журнали таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3,5 Адади 100. Буюртма № 26.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.