



University of Pristina
Kosovska Mitrovica



Funded by
the European Union



*Sustainable
Transportation within
the framework of
Green Deal*
**Laboratoriya
qo'llanmasi**



Toshkent davlat transport universiteti



Laboratoriya qo'llanmasi

"Yevropa Ittifoqi tomonidan moliyalashtirilgan. Biroq, ifodalangan fikrlar va qarashlar quyidagilardan iborat faqat muallif(lar)ga tegishli bo'lib, Yevropa Ittifoqi yoki Yevropa Ta'lim va Madaniyat Ijroiya Agentligi (EACEA). Na Yevropa Ittifoqi yoki EACEA bular uchun javobgar bo'la olmaydi."

Mundarija

Kirish	4
1. Barqaror Transport Laboratoriyasi	6
2. Barqaror transport laboratoriyasidagi uskunalar	8
2.1. Uskunalarining o'qitish, tadqiqot va professional amaliyotdagi roli	9
3. Bushnell Radari	9
3.1. O'qitish uchun ahamiyati	11
3.2. Talabalar faoliyati misollari	11
3.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati	12
3.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati	13
4. Gaz analizatori SKY2000	13
4.1. O'qitish uchun ahamiyati	14
4.2. Talabalar faoliyati misollari	15
4.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati	16
4.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati	17
5. ACEY batareya sinovchisi	17
5.1. O'qitish uchun ahamiyati	18
5.2. Talabalar faoliyati misollari	19
5.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati	19
5.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati	20
6. Avtomobil simulyatori.....	21
6.1. O'qitish uchun ahamiyati	21
6.2. Talabalar faoliyati misollari	22
6.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati	23
6.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati	23
Xulosa	25

Kirish

Transport va transport tizimlarining zamonaviy rivojlanishi tobora barqaror mobillik tamoyillariga asoslanmoqda. O'zbekiston transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish sharoitida ushbu yondashuv yo'lovchi va yuk tashishga bo'lgan ortib borayotgan talab bilan atrof-muhitni muhofaza qilish, yo'l harakati xavfsizligi, energiya samaradorligi va raqamli transformatsiyaning muhim talablari o'rtasida puxta muvozanatni talab qiladi. Natijada, oliy ta'lim muassasalari, ayniqsa, yetakchi markaz sifatidagi Toshkent davlat transport universiteti zamonaviy xalqaro mezonlar va Yevropa Yashil bitimi maqsadlariga muvofiq transport tizimlarini tahlil qilish, rejalashtirish va loyihalash qobiliyatiga ega yuqori malakali muhandislarni tayyorlashda katta mas'uliyatni o'z zimmasiga oladi. Ushbu laboratoriya qo'llanmasi Erasmus+ xalqaro loyihasi SPHERE – Yashil bitim doirasida barqaror transport (loyiha raqami 101128065) doirasida ishlab chiqilgan. Ushbu tashabbusning asosiy maqsadi O'zbekistonda barqaror transport sohasidagi oliy ta'lim sifatini oshirish, o'quv dasturlarini hozirgi mehnat bozori talablari va sanoat ehtiyojlariga to'g'ridan-to'g'ri moslashtirish uchun modernizatsiya qilishdan iborat. Bundan tashqari, loyiha ilg'or ilmiy metodologiyalarni qo'llash, Yevropaning eng yaxshi amaliyotlarini almashish va transport va transport muhandisligi mutaxassislarining kasbiy malakasini oshirishga qaratilgan. Ushbu qo'llanmaning o'ziga xos qiymati barqaror transport bo'yicha nazariy bilimlarni amaliy laboratoriya kurs ishlari bilan uzluksiz integratsiyalashdadir. SPHERE loyihasi orqali sotib olingan eng zamonaviy uskunalar va ixtisoslashtirilgan dasturiy ta'minot talabalar, akademik xodimlar va yosh tadqiqotchilarga real o'lchovlar, raqamli simulyatsiyalar, transport oqimi tahlillari va eksperimental faoliyat orqali amaliy tajriba orttirish imkonini beradi. Shu tariqa, universitet laboratoriyasi shunchaki o'quv xonasidan tashqariga chiqadi; u xavfsizroq, samaraliroq va ekologik toza transport tizimlarini yaratishga qaratilgan amaliy yechimlarni sinab ko'rish uchun innovatsion markazga aylanadi. Ushbu qo'llanma asosan TSTUda transport tizimlari, transportni tashkil etish va logistika bo'yicha ixtisoslashgan bakalavr va magistr talabalari, doktorantlar, akademik xodimlar va sanoat mutaxassislari uchun mo'ljallangan. Uning asosiy maqsadi yangi laboratoriya uskunalaridan foydalanish va uning real muhandislik muammolarini hal qilishda amaliy qo'llanilishini aniqlash bo'yicha aniq, standartlashtirilgan metodologik ko'rsatmalar berishdir. Qo'llanma zamonaviy transport muammolarini yakka holda hal qilib bo'lmasligini, balki shaharsozlik, atrof-muhit fanlari, axborot texnologiyalari va davlat siyosatining uyg'unligini talab qilishini tan olib, fanlararo yondashuvni keng qo'llab-quvvatlaydi. Oxir-oqibat, ushbu metodologik qo'llanma va sotib olingan texnik aktivlar universitetning institutsional va tadqiqot salohiyatini oshirish uchun mustahkam poydevor bo'lib xizmat qiladi. Ushbu texnik infratuzilma nafaqat kundalik o'qitish faoliyatini qo'llab-quvvatlaydi, balki Transport vazirligi, Yo'l harakati xavfsizligi xizmati va yetakchi muhandislik firmalari bilan birgalikda

amaliy tadqiqotlar va shartnoma asosidagi loyihalarni amalga oshirishga ham yordam beradi, bu esa shahar tirbandligi va Toshkentdagi atrof-muhitga ta'sir kabi dolzarb mahalliy muammolarni hal qilishga yordam beradi. Xulosa qilib aytganda, ushbu laboratoriya qo'llanmasi ikki tomonlama rol o'ynaydi: u juda amaliy uskunalar qo'llanmasi bo'lib xizmat qiladi va O'zbekistonda mobillik kelajagini shakllantirishga tayyor yangi avlod mutaxassislarini tarbiyalashda katalizator bo'lib xizmat qiladi, loyiha natijalarining ta'lim va kasbiy amaliyotda uzoq muddatli barqarorligini ta'minlaydi.

Qo'llanma mualliflari:

Prof. Akmal Muxitdinov, texnika fanlari doktori (DSc)

Shavkat Xakimov, falsafa doktori (PhD)

Kamoliddin Ziyayev, falsafa doktori (PhD)

Umidulla Abdurazzoqov, falsafa doktori (PhD)

1. Barqaror Transport Laboratoriyasi

Poytaxtimiz va kengroq respublikamiz bo'ylab transport oqimlarini samarali boshqarish davrimizning eng muhim muammolaridan biri bo'lib qolmoqda. Shovqin, uglerod chiqindilari va shaharlarning surunkali tirbandligi bilan bog'liq xavotirlar ortib borayotgan bir paytda, zamonaviy transport muhandisligi an'anaviy modellardan uzoqlashmoqda. Bugungi kunda ustuvorlik ekologik muvozanat va inson xavfsizligini dizaynning mutlaq markaziga qo'yadigan aqlli infratuzilmaga o'tmoqda. Ushbu dolzarblikdan kelib chiqib, Toshkent davlat transport universiteti xalqaro Erasmus+ SPHERE tashabbusi (Loyiha raqami 101128065) homiyligida kashshof tadqiqot va ta'lim ekotizimini yaratish orqali strategik qadam tashladi. Ushbu yangi laboratoriyaning ishga tushirilishi mavhum darslik tenglamalarini dinamik, dala sinovidan o'tgan ilovalarga aylantirish uchun ko'prik bo'lib xizmat qiladi. Talabalarimiz va yosh tadqiqotchilarimiz endi faqat nazariy modellarga e'tibor qaratish o'rniga, raqamli egizaklar, ilg'or kompyuter simulyatsiyalari va aniq dala o'lchov asboblari yordamida Toshkent ko'chalaridagi real sharoitlarni tahlil qilishlari mumkin. Natijada, ushbu muassasa yuqori darajadagi akademik ta'lim, ilmiy kashfiyotlar va sanoat qo'llanilishi birlashadigan asosiy chorraha bo'lib xizmat qiladi. Keyingi avlod muhandislari uchun zamonaviy tadqiqot markazi Ushbu metodologik qo'llanma laboratoriya protokollarini soddalashtirish, amaliy kurs ishlarini standartlashtirish va yangi joylashtirilgan texnik vositalarning samaradorligini oshirish uchun maxsus tuzilgan. Ushbu jild bakalavr va magistr talabalari, shuningdek, Transport vazirligi va Yo'l harakati xavfsizligi xizmati bilan hamkorlik qiluvchi mutaxassislar uchun operatsion ma'lumotnoma bo'lib xizmat qiladi. Laboratoriyaning asosiy faoliyati bir nechta o'zaro bog'liq ustunlar atrofida aylanadi: Dalillarga asoslangan tahlil: Har qanday shahar aralashuvini taklif qilishdan oldin, mahalliy transport zichligi, yo'lovchilarning xatti-harakatlari va infratuzilma sig'imi haqidagi empirik ma'lumotlar muntazam ravishda to'planadi va baholanadi. Bashoratli raqamli modellashtirish: Taklif qilingan aralashuvlar - masalan, aqlli svetoforlarni joylashtirish, yo'laklarni qayta yo'naltirish yoki avtobus tezyurar transporti (BRT) yo'laklarini belgilash - jismoniy amalga oshirishdan oldin ularning ta'sirini bashorat qilish uchun mikro va makro-raqamli muhitlarda simulyatsiya qilinadi. Xavfsiz va faol harakatchanlik: Piyodalar va velosipedchilarni himoya qiladigan mustahkam infratuzilmani loyihalash, yuqori xavfli avariya nuqtalarini aniqlash va proaktiv yumshatish strategiyalarini shakllantirish. Atrof-muhitga ta'sirni yumshatish: Transport tarmog'ining havo sifati, shahar shovqin darajasi va umumiy metropoliten mikroiqlimiga ta'sirini minimallashtirishning amaliy usullarini o'rganish. Kelajakka strategik investitsiya Quyidagi bo'limlarda batafsil bayon etilgan apparat va dasturiy ta'minot vositalari katalogi alohida qurilmalar to'plami emas, balki integratsiyalashgan vositalar to'plamini ifodalaydi. Bugungi transport muhandisi shaharsozlik, informatika, ekologiya va davlat siyosati o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish uchun jismoniy yo'l qurilishidan tashqariga qarashi kerak. Ushbu laboratoriya kengroq qarashni rivojlantirish uchun zarur

bo'lgan aniq fanlararo platformani taqdim etadi. Xulosa qilib aytganda, TSTUdagi ushbu loyiha universitet uskunalarini muntazam yangilashdan ko'proq narsani anglatadi. Bu O'zbekiston transport infratuzilmasini o'zgartirish va Toshkent va mintaqaviy shahar markazlarimizda hayot sifatini sezilarli darajada yaxshilash uchun jihozlangan yangi avlod texnik mutaxassislarini tayyorlashga uzoq muddatli, barqaror investitsiyani anglatadi.

Sinfidagi o'qish va sanoat talablari o'rtasidagi tafovutni bartaraf etish uchun laboratoriya shahar mobilligi yechimlari uchun faol sinov maydonchasi sifatida ishlaydi. Ob'ektning texnik arxitekturasini mahalliyashtirilgan kesishma geometriyasini yaxshilashdan tortib, makro darajadagi mintaqaviy tranzit rejalashtirishgacha bo'lgan murakkab muhandislik vazifalarini bir vaqtning o'zida bajarishga imkon beradi. Ushbu operatsion tizimni yaratish orqali universitet talabalarning tadqiqot loyihalari shahar hokimiyati va tranzit operatorlari tomonidan xabar qilingan dolzarb muammolarni bevosita hal qilishini ta'minlaydi. Ushbu qo'llanmada batafsil bayon etilgan amaliy modullar quyidagi amaliy sohalarida ilg'or ko'nikmalarni rivojlantirish uchun maxsus ishlab chiqilgan: Dinamik tarmoqni optimallashtirish: Makroskopik transport modellarini kalibrlash uchun real vaqt rejimida ma'lumotlar oqimlaridan foydalanish, bu tadqiqotchilarga yerlardan foydalanish yoki aholi zichligidagi to'satdan o'zgarishlarning kengroq shahar tarmog'iga qanday ta'sir qilishini baholash imkonini beradi. Zaif yo'l foydalanuvchilarini himoya qilish: O'zini o'zi ta'minlaydigan xavfsizlik choralari va transportni tinchlantiruvchi zonalarini loyihalash uchun murakkab aylanma yo'llar va nazoratsiz o'tish joylarida piyodalarning mikro-harakatchanligi va velosiped traektoriyalarini tahlil qilish. Avtoparkning ishlashi va tranzit ishonchliligi: Sayohat vaqtining o'zgaruvchanligiga, chiqish kechikishlariga va birinchi va oxirgi mil mikro-harakatchanlik xizmatlarining uzluksiz integratsiyasiga e'tibor qaratib, fazoviy ma'lumotlarni tahlil qilish orqali jamoat avtobuslari yo'laklarini baholash. Dekarbonizatsiya va energiya diagnostikasi: Mahalliy atrof-muhitni muhofaza qilish agentliklariga past emissiya zonalarini uchun ma'lumotlarga asoslangan strategiyalarni taqdim etish uchun turli xil haydash sikllari va tirbandlik stsensariylarida transport vositalarining emissiya belgilarini o'lchash.

2. Barqaror transport uchun laboratoriya uskunalari

Barqaror transport laboratoriyasidagi uskunalar zamonaviy o'qitish jarayonlarini, ilmiy tadqiqotlarni va barqaror transport va harakatchanlik sohasidagi professional amaliyotni qo'llab-quvvatlash maqsadida sotib olindi. Erasmus+ loyihasi SPHERE – "Yashil kelishuv" doirasidagi barqaror transport maqsadlariga muvofiq, uskunalar talabalar, o'qituvchilar, tadqiqotchilar va mutaxassislarning transport infratuzilmasini raqamlashtirish, transport oqimini tahlil qilish, transport xavfsizligi, harakatchanlikni boshqarish, atrof-muhitni muhofaza qilish va transport tizimlarini rejalashtirish va takomillashtirishda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash sohalaridagi amaliy bilim va ko'nikmalarini rivojlantirishni qo'llab-quvvatlashga mo'ljallangan.

Zamonaviy transport tizimlarini rivojlantirish aniq o'lchash asboblari, raqamli vositalar, tahlil va simulyatsiya dasturlari, shuningdek, dala ma'lumotlarini to'plash, qayta ishlash va vizualizatsiya qilish imkonini beruvchi qurilmalardan foydalanishni talab qiladi. Shu sababli, SPHERE loyihasi doirasida sotib olingan uskunalar nazariy bilim va amaliy qo'llanilish o'rtasidagi bog'liqlikni osonlashtirish uchun tanlandi. Uning qo'llanilishi tegishli ma'lumotlar asosida transport va harakatlanish bilan bog'liq real muammolarni tahlil qilish, barqaror harakatchanlik stsenariylarini ishlab chiqish va transport tizimlarini rejalashtirish, boshqarish va takomillashtirishda zamonaviy usullarni qo'llash uchun zarur bo'lgan kompetensiyalarni egallash imkonini beradi.

Ushbu uskunaning alohida ahamiyati transport tahliliga integratsiyalashgan yondashuvni qo'llab-quvvatlash qobiliyatidadir. Barqaror transport konsepsiyasi nafaqat salbiy atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish bilan cheklanib qolmay, balki odamlar va tovarlar harakati uchun xavfsizroq, yanada qulayroq, samaraliroq va texnologik jihatdan rivojlangan tizimni ishlab chiqishni ham o'z ichiga oladi.

Shu nuqtai nazardan, laboratoriya uskunalari turli xil faoliyat turlari uchun, jumladan:

- dala o'lchovlari va ma'lumotlarni to'plash,
- raqamli yozuv va fazoviy tahlil,
- transport infratuzilmasini tahlil qilish,
- transport hodisalarini qayta tiklash,
- harakatlanish va kirish sharoitlarini baholash,
- transport yo'nalishini rejalashtirish va tahlil qilish,
- o'quv faoliyati va amaliy mashg'ulotlarni qo'llab-quvvatlash,
- talabalar va ilmiy tadqiqot loyihalarini tayyorlash,
- professional tahlillar va loyihalarni amalga oshirish.

SPHERE Erasmus+ loyihasi doirasida quyidagi uskunalar sotib olindi:

- Bushnell radar to'pi: Harakatlanuvchi transport vositalarining tezligini masofadan o'lchash va yo'llarda tezlik chegarasiga rioya qilinishini kuzatish uchun ishlatiladi.
- SKY2000 gaz analizatori: Xavfli gaz konsentratsiyasini real vaqt rejimida o'lchash, oqishlarni aniqlash va ish joyi xavfsizligini ta'minlash uchun ishlatiladi.
- ACEY batareya sinov qurilmasi: Batareyalarning quvvatini va umumiy ishlash muddatini baholash uchun ularning zaryadlash va tushirish sikllarini sinash uchun ishlatiladi.
- Avtomobil simulyatori: Haydovchilarni xavfsiz virtual muhitda o'qitish, ularning haydash ko'nikmalarini oshirish va turli yo'l sharoitlarini simulyatsiya qilish uchun mo'ljallangan.

2.1. Uskunalarining o'qitish, tadqiqot va professional amaliyotdagi roli

O'zbekiston transport sektorini keng ko'lamli modernizatsiya qilish sharoitida ushbu laboratoriya Toshkent davlat transport universiteti talabalari uchun strategik amaliy markaz bo'lib xizmat qiladi. Bo'lajak muhandislar va tahlilchilar faqat nazariy ma'ruzalarga e'tibor qaratish o'rniga, intellektual transport tizimlari, raqamli egizaklar va ilg'or dasturiy ta'minot paketlari bilan bevosita aloqada bo'lishadi. Bushnell radar to'pi yoki Gas Analyzer SKY2000 kabi zamonaviy uskunalaridan foydalangan holda amaliy topshiriqlar orqali talabalar Toshkent shoh ko'chalarida real transport oqimlarini baholash, transport vositalari chiqindilarini o'lchash va muhim boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun ma'lumotlarni sharhlash bo'yicha amaliy tajribaga ega bo'ladilar. Ushbu qat'iy amaliy yondashuv akademik doiralar va milliy mehnat bozorining o'zgaruvchan talablari o'rtasidagi tafovutni bevosita bartaraf etadi. Tadqiqot nuqtai nazaridan, laboratoriya akademik innovatsiyalar uchun inkubator vazifasini bajaradi, bakalavr loyihalari, magistrlik dissertatsiyalari va doktorlik dissertatsiyalari uchun muhim empirik ma'lumotlarni taqdim etadi. Tadqiqotchilar ushbu imkoniyatlardan mahalliy transport yo'laklarini raqamlashtirish, poytaxtdagi murakkab chorralarda transport mojarolari nuqtalarini o'rganish va tez rivojlanayotgan piyodalar va velosiped infratuzilmalarining xavfsizligini baholash uchun foydalanishlari mumkin. Turli shahar harakatchanlik stsenariylarini simulyatsiya qilish orqali universitet mavjud infratuzilma muammolariga amaliy yechimlarni taklif qiluvchi ilmiy ishlarga rahbarlik qilishi mumkin. Haqiqiy hayotda qo'llanilishi nuqtai nazaridan, laboratoriya Transport vazirligi, Toshkent shahar hokimiyati va boshqa jamoat transporti idoralari uchun asosiy maslahatchi bo'lishga tayyor. Bu yerda to'plangan va tahlil qilingan ma'lumotlar shahar tirbandligini yumshatish, jamoat transporti yo'nalishlarini optimallashtirish va xavfsiz, faol harakatlanish zonalarini loyihalashga qaratilgan amaliy tavsiyalar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

3. Bushnell Radari

Bushnell Radar (1-rasm) professional, ta'lim va tadqiqot dasturlari uchun mo'ljallangan ilg'or tezlikni o'lchash va trafikni tahlil qilish tizimini ifodalaydi. Ushbu qurilma yuqori aniqlikdagi raqamli signalni qayta ishlash (DSP) texnologiyasini birlashtiradi, bu shahar va shahar atrofi muhitida transport vositalarining real vaqt rejimidagi tezligi va tezlanish naqshlarini aniq kuzatish imkonini beradi. Ergonomik dizayni, joylashtirish qulayligi va ma'lumotlarni to'plashdagi izchilligi tufayli Bushnell Radar To'pi transport oqimini tahlil qilish uchun ishonchli empirik asos yaratadi. Toshkent Davlat Transport Universiteti (TSTU) qoshidagi Barqaror Transport Laboratoriyasi doirasida ushbu tizim katta ahamiyatga ega, chunki u real dunyodagi turli transport va transport stsenariylarini empirik o'rganish va monitoring qilish imkonini beradi. Shu tarzda, talabalar, o'qituvchilar va tadqiqotchilar faqat nazariy modellarga tayanmasdan, transport ishtirokchilarining haqiqiy xatti-harakatlarini tahlil qilishlari, tezlikka moslik shartlarini baholashlari, infratuzilma geometriyasining ta'sirini sinab ko'rishlari va turli transport tizimi elementlarining ta'sirini o'rganishlari mumkin.



Rasm 1. Bushnell Radari

Tezlikni o'lchash texnologiyasi barqaror transport sohasida alohida ahamiyatga ega, chunki u turli xil harakatlanish dinamikasini xavfsiz, boshqariladigan va ob'ektiv baholash imkonini beradi. Bushnell Radar Gun tizimidan foydalanib, turli infratuzilma sharoitlari, transport hajmi, yorug'lik sharoitlari, ob-havo sharoitlari va Toshkent ko'cha tarmog'i bo'ylab harakatlanishni tashkil etish stsenariylarida yengil avtomobillar, og'ir transport vositalari, jamoat transporti birliklari va faol harakatlanish foydalanuvchilarining harakatini kuzatish

mumkin.

Ushbu qurilmaning asosiy afzalligi uning integratsiyalashgan "nishonga ol va o'q uz" radar texnologiyasida bo'lib, u transport vositasining yaqinlashish tezligi va muhim sekinlashuv zonalarini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. Bu, ayniqsa, quyidagilar bilan bog'liq tadqiqotlarda muhimdir:

- yo'l harakati xavfini idrok etish va tezlikni oshirish tendentsiyalari,
- maktab zonalar va kasalxonalar yaqinida haydovchilarning tezlikni sozlashini tahlil qilish,
- piyodalar o'tish joylariga yaqinlashayotgan transport vositalarining xatti-harakatlarini o'rganish,
- mojarolarga moyil yo'l qismlarida tezlik bilan bog'liq reaksiyalarni tahlil qilish,
- tezlik chegarasi belgilarining ko'rinishini va haydovchilarning rioya qilishini baholash,
- chorraha va aylanma yo'l yaqinlashadigan hududlarda xavfsizlikni tadqiq qilish,
- zaif yo'l harakati ishtirokchilari ishtirokidagi kinetik energiya xavflarini tahlil qilish.

Barqaror transport sohasida Bushnell Radar quroli ayniqsa quyidagilar uchun foydali bo'lishi mumkin:

- real shahar yo'laklarida transport tezligini o'lchash,
- o'zgaruvchan tezlik chegaralari sharoitida transport ishtirokchilarining xatti-harakatlarini tahlil qilish,
- tezlikni pasaytiruvchi to'siqlar va hiyla-nayranglar kabi infratuzilma xavfsizligi yechimlarini baholash,
- jamoat transporti bekatlari yaqinida transport vositalari oqimini tashkil qilishni sinovdan o'tkazish,
- turar-joy zonalarida jamoat joylari xavfsizligi va tinchlantirish choralarini tahlil qilish,
- tezlik va transport zichligi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni o'rganish,
- transport harakatini nazorat qilish va xavfsizligi sohasida ta'lim va trening,
- rejalashtirilgan simulyatsiya va transport modellarini kalibrlash va tekshirish,
- tezlikni tanlash bo'yicha inson omili tadqiqotlarini qo'llab-quvvatlash,
- O'zbekistonda shahar harakatchanligi va siyosatini shakllantirish uchun ma'lumotlarga asoslangan ilovalarni ishlab chiqish.

3.1. O'qitish uchun ahamiyati

Toshkent Davlat Transport Universitetidagi Barqaror Transport Laboratoriyasining asosiy maqsadlaridan biri zamonaviy texnologiyalar va interaktiv o'rganish usullari orqali ta'lim jarayonini yaxshilashdir. Bushnell Radar Quroli talabalarga nazariy bilimlarni realistik empirik tajribalar bilan bog'lash va nazorat ostida, ammo real muhitda yo'l harakati vaziyatlarini tahlil qilish imkonini

beradi. Faqat fotosuratlar, videolar yoki statik diagrammalar orqali transport holati, transport tezligi va tirbandlikni kuzatish o'rniga, talabalar Toshkent shahar ko'chalari tarmog'iga to'g'ridan-to'g'ri "kirib" maydon tadqiqotchilari nuqtai nazaridan harakat sharoitlari va tezlik dinamikasini tahlil qilishlari mumkin. Bunday yondashuv interaktivlikni sezilarli darajada oshiradi va murakkab transport muammolari, tezlikni boshqarish hamda harakatni tinchlantirish zarurligini tushunishni yaxshilaydi.

O'quvchilar quyidagilarni o'rganishlari mumkin:

- tezlik radar tizimlari transport tahlili va nazoratida qanday qo'llanilishi,
- turli transport tezligi ssenariylari maydonda qanday o'lchanadi va qayd etilishi,
- haydovchilarning tezlikka rioya qilishi va e'tibori yuqori xavfli zonalarda qanday tahlil qilinishi,
- infratuzilma xavfsizligi real vaqt rejimidagi transport vositasi tezligiga asoslanib qanday baholanadi,
- turli trafikni tinchlantirish yechimlari maydon ma'lumotlari yordamida qanday sinovdan o'tkaziladi va tasdiqlanadi,
- raqamli radar texnologiyasi orqali olingan ma'lumotlar qanday talqin qilinishi va qayta ishlanishi,
- Tezlikni o'lchash texnologiyasi inson omili, yo'l xavfsizligi va harakatchanlik tadqiqotlarida qanday qo'llanilishi.

Ushbu tizimning o'ziga xos afzalligi shundaki, u TDTU talabalari orasida analitik va tadqiqotga yo'naltirilgan fikrlashni rivojlantirishni rag'batlantiradi. Talabalar mustaqil ravishda tezlik tadqiqotlarini o'tkazishlari, O'zbekistondagi turli kesishmalarda haydovchi xatti-harakatlarini kuzatishlari, natijalarni tahlil qilishlari va transport tizimlarining xavfsizligi hamda barqarorligini yaxshilash uchun ma'lumotlarga asoslangan choralarni taklif qilishlari mumkin.

3.2. Talabalar faoliyati misollari

O'quv va laboratoriya mashqlarida Bushnell Radar Qurol amaliy maydon faoliyatlarining keng doirasida ishlatilishi mumkin.

O'quvchilar turli shahar yo'laklarida transport tezligini o'lchashlari va tahlil qilishlari mumkin:

- qaysi infratuzilma elementlari transport vositalarining tezlanishi va sekinlashishiga eng ko'p ta'sir qiladi,
- piyodalar o'tish joylari yaqinida potensial mojaro vaziyatlarida haydovchilar qanday javob berishi,
- tezlik chegarasi belgisi yetarlicha ko'rinib turibdi va yuqori muvofiqlik darajasini ta'minlaydimi,
- tabiiy tezlikni yumshatish va standart transport oqimiga to'sqinlik qiluvchi elementlar bormi.

Shuningdek, real sharoitda nuqta tezligini o'rganish va quyidagilarni tahlil qilish mumkin:

- haydovchilarning Toshkentdagi turli yo'l tasniflari bo'yicha operatsion tezliklari,
- turli yo'l harakati hodisalari va kutilmagan to'siqlarga reaksiyalar,
- transport vositalarining harakatlanish belgilari va dinamik signal boshqaruvining transport vositasining harakatlanishiga ta'siri,
- tezlik profillari va transport vositalarining xatti-harakatlari ko'rish qobiliyatining pasayishi yoki yomon ob-havo sharoitida,
- Infratuzilma geometriyasining umumiy koridor xavfsizligi va tezlik farqiga ta'siri.

3.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati

Bushnell Radar Quroli transport muhandisligi, shahar harakatchanligi va haydovchi xulq-atvori sohalaridagi ilmiy tadqiqotlarni sezilarli darajada yaxshilashi mumkin. Aniq tezlikni kuzatish texnologiyasi maqsadlarni, transport vositalarining operatsion tezligi va sekinlashish naqshlariga oid empirik ma'lumotlarni to'plash imkonini beradi, bu esa ayniqsa yo'l harakati xavfsizligi va avariyaning oldini olish tadqiqotlarida muhimdir.

Ushbu qurilma quyidagi sohalarga oid tadqiqotlarda foydali bo'lishi mumkin:

- haydovchi xatti-harakati va haqiqiy shahar muhitida tezlik tanlovi,
- o'rta blok kesishmalarida transport vositasi va piyodalar to'qnashuvi dinamikasini tahlil qilish,
- mojarolarga moyil bo'lgan tor bo'shliqlarda xavf baholash va tezlik o'zgarishlari,
- shahar koridorlarining ishlash tezligi profillari va geometrik dizayn tahlili,
- yangi o'rnatilgan tezlik chegarasi belgilarining muvofiqlik darajasi va samaradorligini sinovdan o'tkazish,
- transport infratuzilmasi xavfsizligini kinetik energiya xavfini baholash orqali tahlil qilish,
- makroskopik trafik simulyatsiyasi dasturiy ta'minoti uchun ma'lumotlarga asoslangan kalibrlash modellarini ishlab chiqish,
- barqaror harakatchanlik, harakatni tinchlantirish va tezlikni boshqarish siyosatini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar.

Ushbu uskunaning muhim afzalligi shundaki, u kunning turli vaqtlari va trafik hajmida real dunyo ma'lumotlarini tejamkor, tez va aralashmasdan yig'ish imkonini beradi. Shu bilan birga, maydonda o'lchanadigan tezlik taqsimotlarini yig'ish statistik jihatdan ishonchli bazalar va empirik kuzatuvlarning aniq takrorlanishi imkonini beradi, bu esa O'zbekistonda ilmiy haqiqiylik va ilmiy nashrlar uchun muhimdir.

3.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati

Bushnell Radar Qurol O'zbekistonda aqlli transport tizimlarini raqamlashtirish va rivojlantirish jarayonida muhim vosita hisoblanadi. Yuqori aniqlikdagi tezlikdagi ma'lumot yig'ish turli aqlli harakatchanlik konseptlarini shahar muhitida to'liq joriy etilishidan oldin tasdiqlash va sozlash imkonini beradi. Barqaror transport sohasida maydon o'lchovli radar texnologiyasi quyidagi maqsadlarda foydali bo'lishi mumkin:

- shahar harakatchanligi ssenariylarini sinovdan o'tkazish orqali ma'lum koridorlarning boshlang'ich tezlik profillarini baholash,
- piyodalar, velosipedchilar va motorli transport vositalari o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni yaqinlashish tezliklariga asosanib tahlil qilish,
- tezlikni ta'minlovchi turar joy zonalarini monitoring qilish orqali jamoat joylarining xavfsizligi va kirish imkoniyatini baholash,
- rejalashtirilgan infratuzilma yechimlarini ilgari va keyin tezlik ma'lumotlarini taqqoslash orqali vizuallashtirish va tasdiqlash,
- 85-foizlik tezliklar va muhim tezlik kabi yo'l harakati xavfsizligi ko'rsatkichlarini tahlil qilish,
- xavfsiz yo'l harakati xulq-atvori va nazorat standartlari bo'yicha ta'lim va xabardorlikni oshirish,
- Raqamli modellar va mikroskopik simulyatsiyalarni yuqori aniqlikdagi maydon ma'lumotlari yordamida ishlab chiqish.

Shu tarzda, Bushnell Radar Qurol nafaqat tezlikni nazorat qilish vositasi, balki Toshkent Davlat Transport Universitetida ta'lim, maydon tadqiqotlari, raqamlashtirish va barqaror transport rejalashtirishni bog'lovchi zamonaviy tahliliy vosita hisoblanadi.

4. Gaz analizatori SKY2000

Gaz Analizatori SKY2000 (Rasm 2) professional, ta'lim va tadqiqot sohalarida mo'ljallangan ilg'or atrof-muhit havosini monitoring qilish va chiqindilarni tahlil qilish tizimini ifodalaydi. Ushbu qurilma yuqori aniqlikdagi elektroximiyaviy va infraqizil sensor texnologiyalarini birlashtiradi, bu esa shahar va sanoat muhitida xavfli gazlar konsentratsiyasi, transport vositalari chiqindi chiqindilari va havo sifati parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beradi. Ko'chma dizayni, tez javob berish vaqti va ichki ma'lumotlarni yozib olish imkoniyatlari tufayli Gaz Analizatori atrof-muhitga ta'sir baholash uchun ishonchli empirik asos SKY2000. Toshkent Davlat Transport Universitetining (TSTU) Barqaror Transport Laboratoriyasi doirasida ushbu tizim muhim ahamiyatga ega, chunki u real dunyoda transport ekologiyasi ssenariylarini empirik o'rganish va monitoring qilish imkonini beradi. Shu tarzda, talabalar, o'qituvchilar va tadqiqotchilar transport oqimlarining haqiqiy ekologik izini tahlil

qilishlari, havo ifloslanishiga rioya qilishni baholashlari, yashil infratuzilmaning ta'sirini sinashlari va turli transport tizimlarining shahar havo sifatiga ta'sirini faqat nazariy baholashlarga tayanmasdan tahlil qilishlari mumkin.



Rasm 2. Gaz analizatori SKY2000

4.1. O'qitish uchun ahamiyati

Toshkent Davlat Transport Universitetidagi Barqaror Transport Laboratoriyasining asosiy maqsadlaridan biri zamonaviy texnologiyalar va interaktiv o'rganish usullari orqali ta'lim jarayonini yaxshilashdir. Gaz tahlilchisi talabalarga transport ekologiyasi bo'yicha nazariy bilimlarni realistik empirik tajribalar bilan bog'lash va atrof-muhitga ta'sirni nazorat ostidagi, ammo real muhitda tahlil qilish imkonini SKY2000.

Avtomobil chiqindilari, havo ifloslanishi va atrof-muhitning buzilishini faqat fotosuratlar, videolar yoki statik jadvallar orqali kuzatish o'rniga, talabalar Toshkent shahar ko'chalari tarmog'iga to'g'ridan-to'g'ri kirib, havo sifati dinamikasi va gaz konsentratsiyasini maydon tadqiqotchilari nuqtai nazaridan tahlil qilishlari mumkin. Bunday yondashuv interaktivlikni sezilarli darajada oshiradi va murakkab transport muammolari, ekologik toza tranzit boshqaruvi hamda past chiqindili zonalar zarurligini tushunishni yaxshilaydi.

O'quvchilar quyidagilarni o'rganishlari mumkin:

- gaz analizator tizimlari transportga oid atrof-muhit tahlili va chiqindilarni monitoring qilishda qanday qo'llaniladi,
- turli transport vositalari chiqindi chiqindi konsentratsiyalari maydonda qanday o'lchanadi va qayd etilishi,
- shahar havo sifati standartlari va jamoat salomatligi xavflari yuqori zichlikdagi transport zonalarida qanday tahlil qilinishi,

- transport infratuzilmasi barqarorligi real vaqt atrofidagi ekologik ma'lumotlar asosida qanday baholanadi,
- turli yashil harakatchanlik yechimlari atrof-muhit maydon ma'lumotlari yordamida qanday sinovdan o'tkaziladi va tasdiqlanadi,
- ko'p gazli sensor texnologiyasi orqali olingan ma'lumotlar qanday talqin qilinishi va qayta ishlanishi,
- Emissiya o'lchov texnologiyasi inson omili, jamoat salomatligi va barqaror harakatchanlik tadqiqotlarida qanday qo'llanilishi.

Ushbu tizimning o'ziga xos afzalligi shundaki, u TSTU talabalari orasida analitik va tadqiqotga yo'naltirilgan fikrlashni rivojlantirishga turtki beradi. Talabalar mustaqil ravishda yo'l chetidagi havo sifatini o'rganishlari, O'zbekistonning turli kesishmalarida shahar transportining atrof-muhitga ta'sirini kuzatishlari, natijalarni tahlil qilishlari va transport tizimlarining xavfsizligi, atrof-muhit salomatligi va barqarorligini yaxshilash uchun ma'lumotlarga asoslangan choralarni taklif qilishlari mumkin.

4.2. Talabalar faoliyati misollari

O'qitish va laboratoriya mashqlarida Gaz Analizatori SKY2000 amaliy maydon va yo'l bo'yidagi keng ko'lamli faoliyatlar uchun ishlatilishi mumkin. O'quvchilar Toshkentdagi turli shahar yo'laklarida havo ifloslanish darajasini o'lchashlari va tahlil qilishlari mumkin:

- qaysi transport elementlari xavfli gazlar konsentratsiyasi va chiqindi o'sishlariga eng ko'p ta'sir qiladi,
- asosiy chorrahalar yaqinidagi potensial trafik to'siqlarida chiqindi darajalari qanday o'zgarishi,
- yuqori zichlikdagi tranzit yo'llarida mahalliy havo sifati standartlari yetarlicha bajariladimi,
- shahar kanyonlarida tabiiy havo tarqalishi va shamollatishni to'xtatadigan strukturaviy elementlar mavjudmi, degan savol.

Shuningdek, real sharoitda real vaqt rejimida chiqindilarni monitoring qilish va quyidagilarni tahlil qilish mumkin:

- turli yo'l tasniflari va jamoat transporti koridorlari bo'ylab atrof-muhit havo sifati profillari,
- turli yo'l harakati hodisalari va to'satdan to'xtashlarga atrof-muhit reaksiyalari,
- og'ir transport vositalari cheklovlari va yashil to'lqinlarning yo'l bo'yidagi gaz konsentratsiyasiga ta'siri,
- emissiya tarqalish naqshlari va o'zgarayotgan ob-havo hamda atmosfera sharoitlarida havo sifati dinamikasi,
- muqobil yoqilg'ili jamoat transportining (masalan, elektr avtobuslar) umumiy koridor ekologik xavfsizligiga ta'siri.

Ko'chma ko'p gazli monitoring tizimi transport infratuzilmasi yechimlarining

ekologik zarurligini sinash va baholash uchun ham ishlatilishi mumkin, so'ngra konstruktiv qayta loyihalash yakunlanadi. O'quvchilar turli mavjud tartiblar — masalan, turli turdagi chorrahalar, avtobus terminallari, piyodalar zonalar yoki maxsus jamoat transporti koridorlari — mahalliy havo ifloslanishi va yo'l foydalanuvchilarining sog'lig'iga ta'sir qilishini tahlil qilishlari mumkin.

Bu empirik yondashuv ayniqsa muhim, chunki u barqaror transport va transport ekologiyasini nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy maydon o'lchovlari va real atrof-muhit ma'lumotlarini tahlil qilish orqali ham o'rganishga imkon beradi.

4.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati

Gaz tahlilchisi transport ekologiyasi, shahar atrof-muhit salomatligi va barqaror harakatchanlik sohaslarida ilmiy tadqiqotlarni sezilarli darajada yaxshilashi SKY2000. Aniq ko'p gazli aniqlash texnologiyasi transport vositalaridan kelib chiqqan ifloslanish bilan bog'liq maqsadlar, empirik ma'lumotlarni yig'ish imkonini beradi, bu esa ekologik barqarorlik va shahar jamoat salomatligi tadqiqotlarida ayniqsa muhimdir.

Ushbu qurilma quyidagi sohalarga oid tadqiqotlarda foydali bo'lishi mumkin:

- yuqori zichlikdagi real shahar muhitida transportga oid emissiya modellashtirish,
- piyodalar o'tish joylari va avtobus bekatlarida avtomobil chiqindi ta'siri dinamikasini tahlil qilish,
- tirbandlik zonalarida zaharli gazlar (masalan, (CO, NO_x, SO₂) va VOC) xavfini baholash,
- yo'l bo'yidagi havo sifati profillari va shahar koridorlarining geometrik ko'cha dizayni tahlili,
- yangi joriy etilgan transport boshqaruvi siyosatlarining ekologik samaradorligi va chiqindilarni kamaytirish ko'rsatkichlarini sinovdan o'tkazish,
- transport infratuzilmasi barqarorligini karbon izi va havo sifati baholash orqali tahlil qilish,
- makroskopik muhit va dispersiya simulyatsiyasi dasturlari uchun ma'lumotlarga asoslangan kalibrlash modellarini ishlab chiqish,
- O'zbekistonda yashil harakatlilik, past chiqindili zonalar va atrof-muhit siyosatini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar.

Ushbu uskunaning muhim afzalligi shundaki, u turli vaqtlar va trafik hajmida real dunyo atrof-muhit ma'lumotlarini tejamkor, tez va aralashmasdan yig'ish imkonini beradi. Shu bilan birga, maydonda o'lchanadigan gaz konsentratsiyalarini yig'ish statistik jihatdan to'g'ri asoslarni belgilash va empirik kuzatuvlarning aniq takrorlanishi imkonini beradi, bu esa O'zbekistonda ilmiy asos va ilmiy nashrlar uchun muhimdir.

4.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati

Gaz tahlilchisi SKY2000 O'zbekistonda aqlli transport tizimlarini raqamlashtirish va rivojlantirish hamda ekologik toza shaharsozlik jarayonida muhim vosita hisoblanadi. Yuqori aniqlikdagi chiqindi ma'lumotlarini yig'ish turli aqlli va yashil harakatchanlik konseptlarini shahar muhitida to'liq joriy etilishidan oldin tasdiqlash va sozlash imkonini beradi. Barqaror transport sohasida maydonda o'lchanadigan gaz tahlili texnologiyasi quyidagilar uchun foydali bo'lishi mumkin:

- shahar harakatchanligi ssenariylarini muayyan transport koridorlarining ekologik asoslarini baholash orqali sinash,
- real vaqt o'lchovlari asosida transport hajmi, transport turlari va havo ifloslanishi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni tahlil qilish,
- past chiqindili turar joy zonalarini monitoring qilish orqali jamoat joylari xavfsizligi va sog'liqni saqlash imkoniyatini baholash,
- rejalashtirilgan ekologik toza infratuzilma yechimlarini vizualizatsiya qilish va tasdiqlash, chiqindidan oldingi va keyingi ma'lumotlarni taqqoslash orqali,
- Transport barqarorligi ko'rsatkichlarini, masalan, ifloslanish cho'qqisi soatlari va muhim chiqindi koridorlarni tahlil qilish,
- transport vositalarining chiqindilar standartlari va atrof-muhitni nazorat qilish maqsadlari bo'yicha ta'lim va xabardorlikni oshirish,
- Raqamli atrof-muhit modellari va mikro miqyosdagi chiqindi simulyatsiyalarini yuqori aniqlikdagi maydon ma'lumotlari yordamida ishlab chiqish.

Shu tariqa, Gaz tahlilchisi SKY2000 nafaqat atrof-muhitni monitoring qilish vositasi, balki Toshkent Davlat Transport Universitetida ta'lim, maydon tadqiqotlari, raqamlashtirish va barqaror transport rejalashtirishni bog'lovchi zamonaviy tahliliy vosita hisoblanadi

5. ACEY batareya sinovchisi

ACEY Battery Charging Discharging Discharging Tester (Rasm 3) professional, ta'lim va ilmiy ilovalar uchun mo'ljallangan ilg'or energiya saqlash testlari va batareya diagnostikasi tizimini ifodalaydi. Ushbu qurilma yuqori aniqlikdagi tok va kuchlanish regulyatsiyasi texnologiyalarini birlashtiradi, bu esa batareya sig'imi, sog'liq holati (SoH), harorat o'zgarishlari va siklik buzilish naqshlarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beradi. Avtomatlashtirilgan test ish jarayonlari, ko'p kanalli ma'lumotlarni yig'ish va aniq xavfsizlik nazorati tufayli ACEY Battery Tester elektro-kimyoviy va energiya samaradorligi tahlili uchun ishonchli empirik asos yaratadi. Toshkent Davlat Transport Universitetining Barqaror Transport Laboratoriyasi doirasida ushbu tizim katta ahamiyatga ega, chunki u elektr transport vositalari batareya paketlari va qayta tiklanadigan energiya saqlash ssenariylarini nazorat ostidagi muhitda empirik o'rganish va monitoring qilish imkonini beradi. Shu tarzda, talabalar, o'qituvchilar va tadqiqotchilar quvvat elementlarining haqiqiy

ishlash pasayishini tahlil qilishlari, energiya zichligi metrikalarini baholashlari, batareyaning issiqlik xavfsizligini sinashlari va turli transport tizimi elementlarining elektr harakatchanligiga ta'sirini faqat nazariy simulyator dasturiy ta'minotiga tayanmasdan tahlil qilishlari mumkin.



Rasm 3. ACEY batareya sinovchisi

5.1. O'qitish uchun ahamiyati

TSTUdagi Barqaror Transport Laboratoriyasining asosiy maqsadlaridan biri zamonaviy texnologiyalar va interaktiv o'rganish usullari orqali ta'lim jarayonini yaxshilashdir. ACEY Battery Tester talabalar uchun elektr harakatlantirish va yashil energiya bo'yicha nazariy bilimlarni realistik empirik tajribalar bilan bog'lash va elektrokimyoviy hujayra xatti-harakatini nazorat ostidagi laboratoriya muhitida tahlil qilish imkonini beradi.

Batareya zaryadlash egri chizig'i, quvvat pasayishi va issiqlik samaradorligini faqat fotosuratlar, videolar yoki statik jadvallar orqali kuzatish o'rniga, talabalar laboratoriya ish jarayoniga to'g'ridan-to'g'ri "kirib" tadqiqot muhandislari nuqtai nazaridan real vaqtli quvvat aylanishi va kimyoviy qarish profillarini tahlil qilishlari mumkin. Bunday yondashuv interaktivlikni sezilarli darajada oshiradi va murakkab yashil transport muammolari, elektr transport vositalarining avtonomiya muammolari hamda optimallashtirilgan energiya boshqaruvi tizimlarining zarurligini tushunishni yaxshilaydi.

O'quvchilar quyidagilarni o'rganishlari mumkin:

- batareya sinov tizimlari elektr transport vositalari dizayni va ishlashini monitoring qilishda qanday qo'llaniladi,
- turli zaryad-zaryad sikllari laboratoriyada qanday o'lchanishi va xavfsiz qayd etilishi,
- yuqori kuchlanishli transport tizimlarida batareya sog'lig'ining yomonlashuvi va jamoat xavfsizligi xavflari qanday tahlil qilinishi,
- transport infratuzilmasining barqarorligi energiya samaradorligi va hayot aylanishi ma'lumotlariga asoslanib qanday baholanadi,
- turli elektr mobillik yechimlari apparat-in-the-loop energiya ma'lumotlari yordamida qanday sinovdan o'tkazilishi va tasdiqlanishi,

- ko'p kanalli test dasturi orqali olingan ma'lumotlar qanday talqin qilinishi va qayta ishlanishi,
- Batareya boshqaruvi texnologiyasi inson omili, masofa xavotiri va barqaror harakatchanlik tadqiqotlarida qanday qo'llanilishi haqida.

5.2. Talabalar faoliyati misollari

O'qitish va laboratoriya mashqlarida ACEY Battery Tester keng ko'lamli amaliy laboratoriya faoliyatlari uchun ishlatilishi mumkin.

O'quvchilar turli simulyatsiya qilingan transport vazifalarida hujayra yemirilish darajasini o'lchashlari va quyidagilarni tahlil qilishlari mumkin:

- qaysi operatsion sikllar batareya sig'imini saqlash va ichki qarshilik ortishiga eng ko'p ta'sir qiladi,
- batareya harorati yuqori sarflanish yoki tez zaryadlash holatlarida qanday o'zgarishi,
- mahalliy elektr transport vositalari energiya standartlari turli yuk taqsimotlarida yetarlicha bajariladimi,
- modulli batareya paketlarida tabiiy issiqlik tarqatilishi va hujayra muvozanatini to'xtatuvchi texnik to'siqlar bormi, yo'qmi.

Shuningdek, laboratoriya sharoitida real vaqt rejimida energiya samaradorligini monitoring qilish va quyidagilarni tahlil qilish mumkin:

- Batareya holati (SoC) profillari Toshkentning turli shahar haydovchilik sikllariga mos keladi,
- turli zaryad hodisalari va tez zaryad o'sishlariga atrof-muhit va issiqlik reaksiyalari,
- atrof-muhit harorati o'zgarishining yo'l chetidagi elektr avtobus haydash masofasiga ta'siri,
- tezlashtirilgan laboratoriya qarish profillari ostida quvvat yetkazib berish naqshlari va hujayra parchalanish dinamikasi,
- Muqobil regenerativ tormozlash strategiyalarining umumiy batareya xavfsizligi va xizmat ko'rish umriga ta'siri.

5.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati

ACEY Battery Tester elektr harakati, toza energiya saqlash va transport elektrlashtirish sohalarida ilmiy tadqiqotlarni sezilarli darajada yaxshilashi mumkin. Aniq hujayra tahlili texnologiyasi litiy-ion yoki qattiq holatli batareyalarning yemirilishi bilan bog'liq obyektiv, empirik ma'lumotlarni yig'ish imkonini beradi, bu esa ekologik barqarorlik va yashil transport vositalari muhandisligi tadqiqotlarida ayniqsa muhimdir.

Ushbu qurilma quyidagi sohalarga oid tadqiqotlarda foydali bo'lishi mumkin:

- yuqori zichlikdagi real shahar yo'nalishlari uchun elektr transport vositalari

- batareya blokining buzilishini modellashtirish,
- shahar transport depolarida tez zaryadlash bosqichlarida issiqlik uchish-qo'nish yo'lagi dinamikasini tahlil qilish,
- ikkinchi qo'l EV batareyalari statik tarmoq saqlash uchun qayta ishlatilayotgani xavfini baholash,
- og'ir jamoat transporti vazifa sikllarida quvvat yetkazib berish profillari va ichki qarshilik tahlili,
- yangi ishlab chiqilgan mahalliy batareya kimyoviy formulalarining iqtisodiy va kimyoviy samaradorligini sinovdan o'tkazish,
- EV batareyalarining karbon izi umr siklini baholash orqali transport infratuzilmasining barqarorligini tahlil qilish,
- makroskopik energiya va transport vositalari tarmog'i simulyatsiyalari uchun ma'lumotlarga asoslangan kalibrlash modellarini ishlab chiqish,
- yashil harakatlilik, toza jamoat transporti tarmoqlari va ekologik toza siyosat ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar.

5.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati

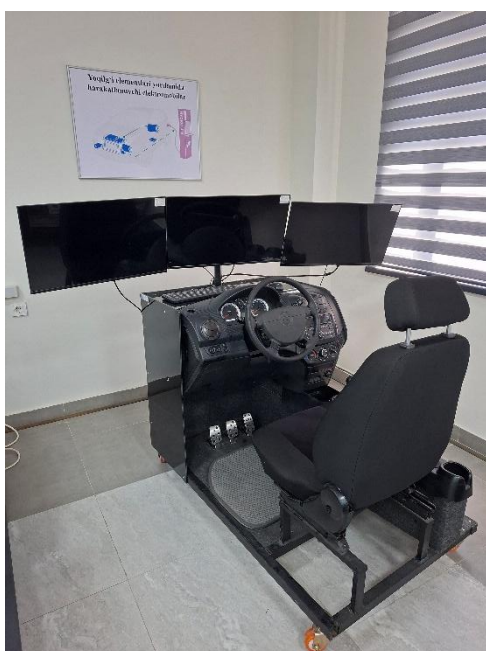
ACEY Battery Tester O'zbekistonda aqlli transport tizimlarini raqamlashtirish va rivojlantirish hamda elektr transport infratuzilmasini rejalashtirish jarayonida muhim vosita hisoblanadi. Yuqori aniqlikdagi batareya ma'lumotlarini yig'ish turli aqlli tarmoq va yashil harakatchanlik konseptlarini shahar muhitida to'liq joriy etilishidan oldin tasdiqlash va sozlash imkonini beradi. Barqaror transport sohasida laboratoriyada o'lchangan batareya sinov texnologiyasi quyidagilar uchun foydali bo'lishi mumkin:

- Shahar harakatchanligi ssenariylarini sinovdan o'tkazish orqali ma'lum tranzit parklarining elektr saqlash bazalarini baholash,
- real vaqt yuklamalariga asoslanib, tarmoq sig'imi, EV zaryadlash tezligi va batareya salomatligi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni tahlil qilish,
- uzoq umr ko'radigan batareya ishlarini monitoring qilish orqali jamoat parkining xavfsizligi va xarajatlarga kirish imkoniyatini baholash,
- rejalashtirilgan ekologik toza transport yechimlarini ilgari va keyin hujayra samaradorligi ma'lumotlarini solishtirish orqali vizualizatsiya qilish va tasdiqlash,
- Transport barqarorligi ko'rsatkichlarini, masalan, maksimal zaryadlash tarmog'i bosimi va muhim batareya almashtirish sikllarini tahlil qilish,
- elektr transport vositalari xavfsizligi standartlari va aqlli zaryadlash maqsadlari bo'yicha ta'lim va xabardorlikni oshirish,
- Raqamli energiya modellari va mikro o'lchamdagi quvvat simulyatsiyalarini yuqori aniqlikdagi laboratoriya ma'lumotlari yordamida ishlab chiqish.

Shu tariqa, ACEY Battery Tester nafaqat batareya diagnostika asbobi, balki Toshkent Davlat Transport Universitetida ta'lim, laboratoriya tadqiqotlari, raqamlashtirish va barqaror transport rejalashtirishni bog'lovchi zamonaviy tahliliy vosita hisoblanadi.

6. Avtomobil simulyatori

Avtomobil simulyatori (Rasm 4) professional, ta'lim va tadqiqot sohalarida mo'ljallangan ilg'or interaktiv transport vositasi simulyatsiyasi va inson ishtirokidagi sinov tizimini ifodalaydi. Ushbu tizim yuqori aniqlikdagi fizika dvigatellari, ko'p displeyli vizual proyeksiyalar, realistik kuch-feedback boshqaruv interfeyslari va telemetriya yozuv dasturini birlashtiradi, bu esa haydovchi ma'lumotlarini, transport vositasi dinamikasini va vaziyatni anglash metrikalarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beradi. Moslashtiriladigan raqamli muhitlari, avtomatlashtirilgan ssenariy yaratish va aniq ma'lumotlarni kuzatish imkoniyatlari tufayli, Driving Simulator inson omillari va yo'l harakati xulq-atvorini tahlil qilish uchun juda xavfsiz va ishonchli empirik asos yaratadi. Toshkent Davlat Transport Universitetining Barqaror Transport Laboratoriyasi doirasida ushbu tizim murakkab haydovchilik ssenariylari, yo'l harakati mojarolari va infratuzilma loyihalarini nazorat ostidagi virtual muhitda empirik o'rganish va monitoring qilish imkonini beradi. Shu tarzda, o'quvchilar, o'qituvchilar va tadqiqotchilar yo'l harakati ishtirokchilarining haqiqiy xatti-harakatlarini tahlil qilishlari, xavfsizlikka oid muhim voqealarni baholashlari, innovatsion yo'l dizaynlarini sinashlari va turli transport tizimlarining ta'sirini hayot xavfi ostiga qo'ymasdan yoki real hayotdagi yo'l harakati sharoitlarida buzilishlarga sabab bo'lmasdan o'rganishlari mumkin.



Rasm 4. Avtomobil simulyatori

6.1. O'qitish uchun ahamiyati

TSTUdagi Barqaror Transport Laboratoriyasining asosiy maqsadlaridan biri zamonaviy texnologiyalar va interaktiv o'rganish usullari orqali ta'lim jarayonini

yaxshilashdir. Avtomobil simulyatori talabalarga yo'l harakati muhandisligi va yo'l xavfsizligi bo'yicha nazariy bilimlarni realistik xulq-atvor tajribalari bilan bog'lash va haydovchi reaksiyalarini to'liq nazorat ostidagi va xavfsiz muhitda tahlil qilish imkonini beradi.

Yo'l harakati to'qnashuvlari, xavfli yo'l geometriyasi va transport vositasi manevr cheklovlarini faqat fotosuratlar, videolar yoki statik jadvallar orqali kuzatish o'rniga, talabalar to'g'ridan-to'g'ri haydovchi o'rindig'iga kirib, mikro darajadagi transport vositalari dinamikasi va fazoviy anglash o'zgaruvchilarini faol yo'l foydalanuvchilari nuqtai nazaridan tahlil qilishlari mumkin. Bunday yondashuv interaktivlikni sezilarli darajada oshiradi va murakkab transport muammolari, geometrik dizayn nuqsonlari hamda harakatni tinchlantirish va avariyaning oldini olish choralariining muhim zarurligini tushunishni yaxshilaydi.

O'quvchilar quyidagilarni o'rganishlari mumkin:

- haydovchi simulyatsiyasi tizimlari zamonaviy transport rejalashtirishda, infratuzilma auditida va haydovchi xulq-atvorini profillashda qanday qo'llanilishi,
- murakkab shahar harakati ssenariylari laboratoriyada xavfsiz tarzda qanday loyihalashtiriladi, kodlanadi va simulyatsiya qilinadi,
- haydovchi chalg'itishi, charchoq va jamoat xavfsizligi xavflari turli yuqori stressli yo'l muhitlarida qanday tahlil qilinishi,
- transport infratuzilmasi xavfsizligi real vaqtli transport vositasidan infratuzilmaga (V2I) raqamli telemetriya asosida qanday baholanadi,
- Turli aqlli harakatchanlik va kesishmalar tartiblari inson in-the-loop validatsiyasi yordamida qanday sinovdan o'tkazilishi va tasdiqlanishi,
- simulyator telemetriya jurnallari orqali olingan ma'lumotlar statistik tahlil yordamida qanday talqin qilinishi va qayta ishlanishi,
- Virtual haqiqat va apparat simulyatsiyasi texnologiyalari inson omillari, ergonomika va barqaror harakatchanlik tadqiqotlarida qanday qo'llanilishi.

6.2. Talabalar faoliyati misollari

O'qitish va laboratoriya mashqlarida Avtomobil simulyatori amaliy laboratoriya va dasturiy ta'minotga asoslangan keng ko'lamli faoliyatlar uchun ishlatilishi mumkin.

O'quvchilar xavfli koridorlar orqali transport vositalarining harakatini simulyatsiya qilib, quyidagilarni tahlil qilishlari mumkin:

- qaysi infratuzilma elementlari va geometrik konfiguratsiyalar eng ko'p to'satdan tormozlash yoki notekis boshqaruv xatti-harakatlarini keltirib chiqaradi,
- haydovchilar kutilmagan o'rta blokda piyodalar o'tish joylari yoki yo'l bo'laklari tushishlari yaqinida mumkin bo'lgan to'qnashuv vaziyatlarida qanday munosabatda bo'lishi,
- yangi taklif etilgan raqamli yoki jismoniy yo'l harakati belgilarining

yetarlicha ko'rinishi va haydovchilarning tez rioya qilishini ta'minlashi qattiq reaksiya oynalarida bo'ladimi,

- texnik yoki ekologik omillar tabiiy yo'lakni saqlash va asosiy arteriyalar bo'ylab aniq ko'rinishga to'sqinlik qiladimi.

Shuningdek, simulyatsiya qilingan eksperimental sharoitlarda real vaqt rejimida xulq-atvor monitoringini o'tkazish va quyidagilarni tahlil qilish mumkin:

- yangi loyihalashtirilgan aylanma chorrahalar yoki Toshkentdan namunaviy murakkab ko'p yo'lakli chorrahalariga duch kelganda haydovchilarning javob profillari,
- kutilmagan yo'l harakati hodisalari, kutilmagan to'siqlar va mexanik tizim nosozliklariga kognitiv va motor reaksiyalar,
- tungi haydash, yomon ob-havo sharoitlari va past ko'rinish muhim to'xtash masofalariga ta'siri,
- o'zgaruvchan tezlik chegaralari zonalari va dinamik to'lov tartiblarida tezlikni tanlash va tezlanish naqshlari,
- muqobil ilg'or haydovchi yordamchi tizimlarining (ADAS) inson xatolarini kamaytirish va koridor xavfsizligini yaxshilashga ta'siri.

6.3. Ilmiy tadqiqotlar uchun ahamiyati

Avtomobil simulyatori inson omillari, yo'l harakati psixologiyasi va xavfsizlikka yo'naltirilgan transport muhandisligi sohasidagi ilmiy tadqiqotlarni sezilarli darajada yaxshilashi mumkin. Yuqori chastotali ma'lumotlarni kuzatish texnologiyasi haydovchi reaksiya vaqti, tormoz pedali kuchi, rul farqi va fazoviy trayektoriyalar bilan bog'liq obyektiv, empirik metrikalarni yig'ish imkonini beradi, bu esa ayniqsa yo'l harakati xavfsizligi va infratuzilma xavfini kamaytirish tadqiqotlarida muhim ahamiyatga ega.

Ushbu qurilma quyidagi sohalarga oid tadqiqotlarda foydali bo'lishi mumkin:

- yuqori zichlikdagi, murakkab shahar kesishmalari uchun mikroskopik haydovchi xatti-harakati va kognitiv ish yukini modellashtirish,
- kritik geometrik dizayn xatolari yoki kutilmagan piyodalar yo'li buzilishi paytida avariya qochish dinamikasini tahlil qilish,
- umumiy shahar maydonlari yoki velosiped yo'laklarida transport vositalari bilan o'zaro aloqada bo'lgan zaif yo'l foydalanuvchilari (VRU) xavfini baholash,
- turli avtomagistral va shahar ko'chalari konfiguratsiyalarida tezlikka moslashuv profillari va vizual skanerlash xatti-harakatlari,
- yangi joriy etilgan aqlli transport signalizatsiya va ogohlantirish tizimlariga psixologik samaradorlik va javob berish tezligini sinovdan o'tkazish,
- simulyatsiya qilingan mojarolardan olingan surrogat xavfsizlik choralari (SSM) orqali transport infratuzilmasi xavfsizligini tahlil qilish,
- mikroskopik trafik simulyatsiyasi dasturiy ta'minot platformalari uchun

- ma'lumotlarga asoslangan kalibrlash parametrlarini ishlab chiqish,
- O'zbekistonda faol harakatni boshqarish, ekologik haydash xulq-atvori va makro darajadagi xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar.

6.4. Barqaror transport va aqlli transport tizimlari uchun ahamiyati

Avtomobil simulyatori O'zbekistonda aqlli transport tizimlarini (ITS) raqamlashtirish va rivojlantirish hamda aqlli shahar rejalashtirish jarayonida muhim vosita hisoblanadi. Yuqori aniqlikdagi inson-the-loop ma'lumotlarini yig'ish bog'langan va avtonom transport vositalari (CAV) protokollari, aqlli infratuzilma kontseptsiyalari va raqamli egizaklarni shahar muhitida kapital talab qiladigan jismoniy joriy etilishidan oldin tasdiqlash va sozlash imkonini beradi. Barqaror transport sohasida simulyatordan olingan xulq-atvor texnologiyasi quyidagilar uchun foydali bo'lishi mumkin:

- yangi joriy etilgan Avtobus Tezkor Transport (BRT) yoki maxsus avtobus yo'laklariga haydovchilarning moslashuvini baholash orqali innovatsion shahar harakatchanlik ssenariylarini sinab ko'rish,
- inson haydovchilar, avtomatlashtirilgan transport vositalari va transport infratuzilmasi o'rtasidagi mikro-darajadagi o'zaro ta'sirlarni aniq telemetriya jurnallari asosida tahlil qilish,
- piyodalar uchun mo'ljallangan zonlarda haydovchi tezligini kamaytirish talablariga rioya qilish orqali jamoat joylari xavfsizligi va kirish imkoniyatlarini baholash,
- rejalashtirilgan geometrik va tizimli transport yechimlarini vizualizatsiya qilish va tasdiqlash, oldingi va keyingi xulq-atvor samaradorlik indekslarini baholash orqali,
- ko'plab takrorlanuvchi sinovlarda to'qnashuv gacha bo'lgan vaqt (TTC) va bosqinchilikdan keyingi vaqt (PET) kabi transport xavfsizligi metrikalarini tahlil qilish,
- himoyaviy haydash va ekologik toza haydash texnikalariga bag'ishlangan immersiv trening modullari orqali ta'lim va xabardorlikni oshirish,
- yuqori aniqlikdagi empirik inson xulq-atvori ma'lumotlaridan foydalangan holda holistik raqamli transport modellari va ko'p modal simulyatsiyalarni ishlab chiqish.

Shu tarzda, Haydovchilik simulyatori nafaqat ta'limiy o'quv vositasi, balki zamonaviy tahliliy platforma bo'lib, Toshkent Davlat Transport Universitetida sinf ta'limi, ilg'or laboratoriya tadqiqotlari, to'liq raqamlashtirish va barqaror transport infratuzilmasini rejalashtirish o'rtasidagi bo'shliqni mukammal tarzda bog'laydi.

XULOSA

Laboratoriya qo'llanmasi Erasmus+ SPHERE loyihasi doirasida amalga oshirilgan faoliyatlarning muhim natijasi bo'lib, uning asosiy maqsadi Toshkent Davlat Transport Universitetida barqaror transport va harakatchanlik sohasida ta'lim, ilmiy tadqiqotlar va bilimlarni amaliy qo'llashni yaxshilashdir. Uning asosiy maqsadi foydalanuvchilarga laboratoriya uskunalari — xususan Bushnell Radar Quroli, Gaz Analizatori SKY2000, ACEY Batareya Sinovchisi va Avtomobil simulyatori — hamda ularni ta'lim, tadqiqot va professional amaliyotda qo'llash imkoniyatlarini tizimli tarzda ko'rsatishdir. Zamonaviy texnologiyalar, o'lchov, yozib olish, simulyatsiya, fazoviy tahlil va raqamli ma'lumotlarni qayta ishlash usullarini tavsiflash orqali qo'llanma transport va transport muhandisligi sohasidagi nazariy bilimlarni O'zbekistonning rivojlanayotgan infratuzilmasida transport tizimlarini tahlil qilish bo'yicha amaliy yondashuvlar bilan bog'laydi.

Zamonaviy transport tizimlari rejalashtirish, boshqaruv va harakatchanlikni yaxshilash uchun integratsiyalashgan, ma'lumotlarga asoslangan va texnologiyaga asoslangan yondashuvni talab qiladi. Shu sababli, laboratoriya uskunalari va dasturiy ta'minoti infratuzilma, transport ishtirokchilari, transport vositalari, atrof-muhit va transport boshqaruvi o'rtasidagi murakkab munosabatlarni tushunishda muhim vosita hisoblanadi. Faqat nazariy taxminlarga tayanish o'rniga, zamonaviy texnologiyalarni qo'llash real dunyo ma'lumotlarini yig'ish, fazoviy xususiyatlarni tahlil qilish, turli yo'l harakati ssenariylarini simulyatsiya qilish, xavfni baholash va turli o'lchovlarning ta'sirini haqiqiy muhitda, masalan, Toshkent shahar tarmog'ida jismoniy amalga oshirishdan oldin vizualizatsiya qilish imkonini beradi.

Laboratoriya infratuzilmasining o'ziga xos ahamiyati amaliyotga yo'naltirilgan ta'limni qo'llab-quvvatlash qobiliyatida yotadi. Zamonaviy uskunalar va maxsus dasturiy ta'minotdan foydalanish orqali TSTU talabalari an'anaviy sinf o'qitishidan tashqari bilim va ko'nikmalarni egallaydilar. Ular maydon tadqiqotlarida ishtirok etish, fazoviy va yo'l harakati bilan bog'liq ma'lumotlarni tahlil qilish, raqamli vositalardan foydalanish, apparat-in-the-loop simulyatsiyalarini qo'llash, inson omillari va yo'l harakati xavfsizligini o'rganish hamda yashil harakatchanlik va infratuzilmaning turli jihatlarini baholash imkoniyatiga ega. Bunday yondashuv analitik fikrlash, tanqidiy muammolarni hal qilish ko'nikmalari va dalillarga asoslangan qaror qabul qilish qobiliyatlarini rivojlantirishga hissa qo'shadi.

Uskunalar va dasturiy ta'minotni qo'llash barqaror transport sohasida ayniqsa muhimdir, chunki bu harakatchanlik, kirish imkoniyati, xavfsizlik va atrof-muhitni muhofaza qilish muammolarini to'liq tushunishga imkon beradi. Piyoda yurish, velosipedda yurish, jamoat transporti va boshqa barqaror harakatlanish shakllari aniq ko'rsatkichlar va fazoviy sharoitlar orqali tahlil qilinishi mumkin, simulyatsiyalar va raqamli tahlillar esa turli ssenariylarni amalga oshirishdan oldin sinovdan o'tkazish imkonini beradi. Shu tariqa, barqaror transport faqat nazariy tushuncha bo'lib qolmay, balki O'zbekiston bo'ylab xavfsiz, samaraliroq va qulayroq transport tizimlarini rivojlantirish uchun amaliy asosga aylanadi.

Ta'limiy vazifasidan tashqari, laboratoriya katta ilmiy va tadqiqot salohiyatiga ham ega. Uskunalar va dasturiy ta'minot yo'l harakati xavfsizligi, shahar harakati, faol transport, infratuzilmani raqamlashtirish, fazoviy tahlil, aqlli transport tizimlari va yo'l harakati ishtirokchilarining xatti-harakatlari bilan bog'liq turli tadqiqotlarni o'tkazishda ishlatilishi mumkin. Laboratoriya resurslaridan foydalanish natijalari seminar ishlari, yakuniy va magistrlik dissertatsiyalari, doktorlik dissertatsiyalari, ilmiy nashrlar, professional tadqiqotlar va transport tizimlarini yaxshilash, mahalliy jamoalar, xokimiyatlar va vazirliklarni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan qo'shma loyihalar uchun asos bo'lishi mumkin.

Ushbu qo'llanmaning muhim jihatlaridan biri ko'p fanli yondashuvni targ'ib qilishdir, chunki barqaror transport muhandisligi, shaharsozlik, yo'l harakati xavfsizligi, axborot texnologiyalari, ma'lumotlarni tahlil qilish, atrof-muhitni muhofaza qilish va davlat siyosatini birlashtiradi. Laboratoriya uskunalar bilan ishlash ushbu fanlarni amaliy vazifalar va tadqiqot faoliyatlari orqali integratsiya qilish imkonini beradi, bu esa transport tizimlari va zamonaviy harakatlanish muammolarini yanada chuqurroq tushunish uchun sharoit yaratadi.

Aslida, bu laboratoriya qo'llanmasi uskunalaridan foydalanish bo'yicha texnik qo'llanmadan ko'proq narsani anglatadi. U amaliy ish, tahlil, tajriba va ilg'or texnologiyalarni qo'llash orqali bilimga ega bo'lgan zamonaviy transport ta'lim va tadqiqot modelini ishlab chiqish uchun poydevor yaratadi. Erasmus+ SPHERE loyihasi doirasida olingan uskunalar va dasturiy ta'minotni integratsiya qilish orqali TSTUda institutsional salohiyatni mustahkamlash, milliy muhandislik ta'limini zamonaviylashtirish va kelajakda xavfsiz, aqlli va barqaror harakatchanlik muammolarini hal qila oladigan mutaxassislarni tayyorlash uchun sharoitlar yaratiladi.