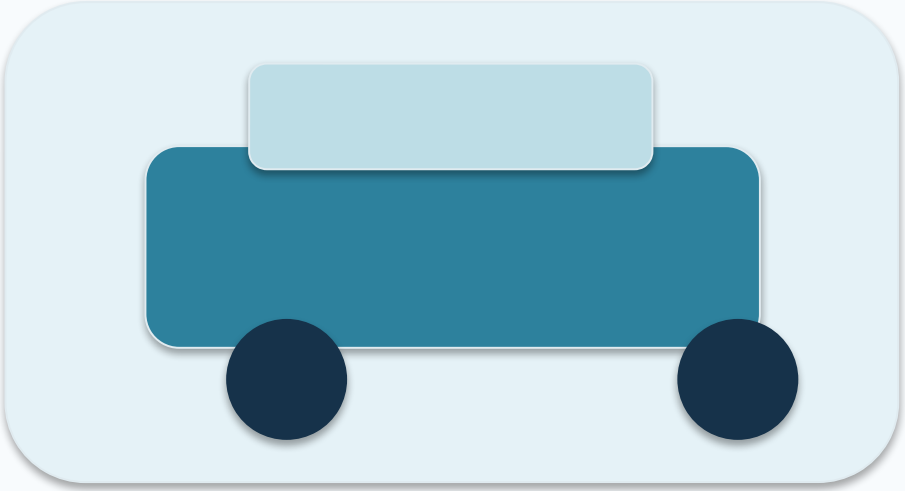
Өнеркәсіптік және басқа робот жүйелерін пайдаланудағы негізгі мәселелер

Қауіпсіздік · Сенімділік · Интеграция
Экономика · Автономия · Этика



Автономды мобильді платформа — сызбалық иллюстрация

PhD, ассистент-профессор Б.И. Ахметова

01 / Робот жүйесін пайдаланудың күрделілігі

Робот — механика, электроника, бағдарламалық қамтамасыз ету және өндірістік процестің біртұтас жүйесі.

Техникалық

Датчик қателігі, позициялау дәлдігі, энергия қоры және ақаулар.

Ұйымдастырушылық

Жұмыс орнын бейімдеу, персоналды оқыту және регламенттер.

Экономикалық

Сатып алу, интеграция, қызмет көрсету және тоқтап қалу құны.

Қауіпсіздік

Адаммен ортақ аймақта қозғалу, апаттық тоқтау және тәуекелді бағалау.

02 / Қауіпсіздік және адам–робот әрекеттесуі

Тәуекелді бағалау

Қауіпті анықтау → ықтималдық пен салдарды бағалау → қорғаныс шаралары.

Қорғаныс қабаттары

Қауіпсіз жылдамдық, сканер, қоршау, апаттық тоқтату (E-stop).

Адам факторы

Оператор дайындығы, интерфейс түсініктілігі және жауапкершілікті бөлу.

Алдын алу

Шектеулер

Анықтау

Сенсорлар

Әрекет

Тоқтату

Талдау

Журналдау

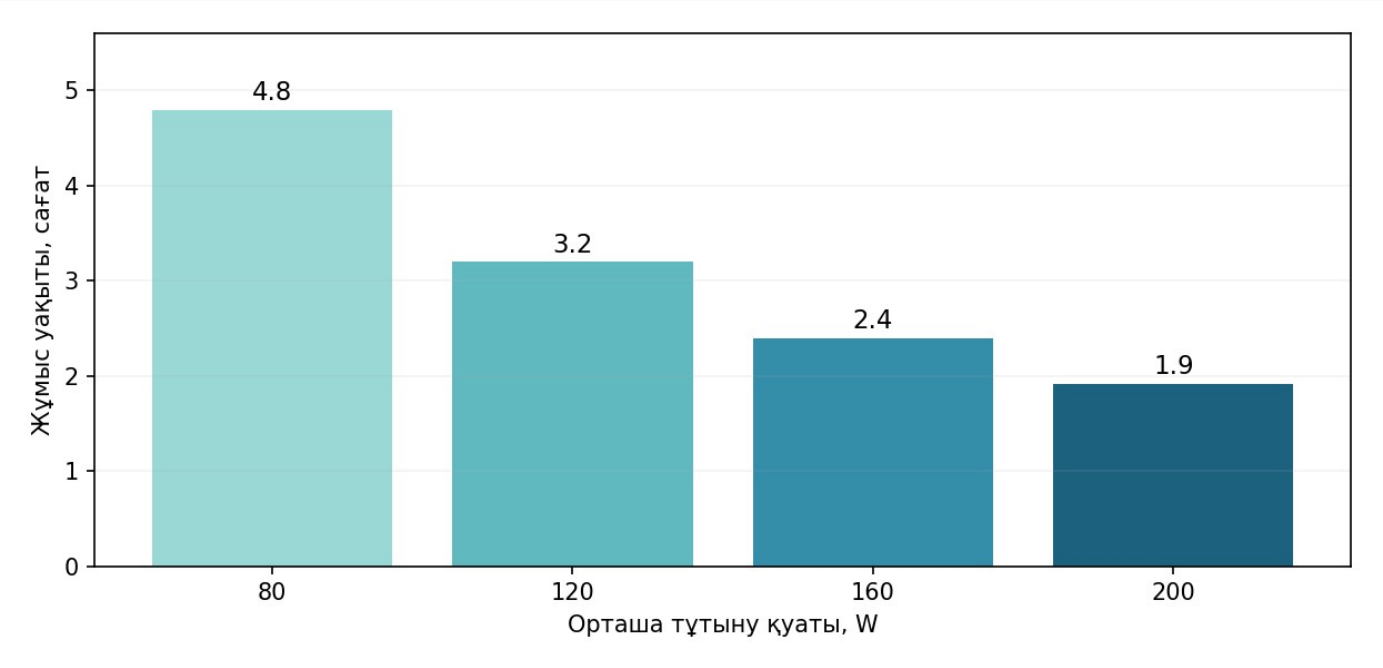
Нормативтік бағдар: ISO 10218; ISO 3691-4.

03 / Сенсорлар, навигация және белгісіздік

Компонент	Қызметі	Негізгі шектеуі
LiDAR	Қашықтық, карта	Шаң, тұман, шағылысу
Камера	Объектіні тану	Жарық және жабылу
IMU	Қозғалыс динамикасы	Дрейфтің жинақталуы
Энкодер	Одометрия	Дөңгелек сырғанауы

Инженерлік шешім: sensor fusion + SLAM + маршрутты қайта жоспарлау. Бір сенсордың қателігін басқа дерек көздерімен түзету қажет.

04 / Сенімділік пен энергия тиімділігі



Есептік модель

E = U·C; t ≈ ηE / Pорташа

Пайдалану шектеулері

Батареяның тозуы, қызу, жоспарлы сервис және қосалқы бөлшектер.

Мысал: 24 V × 20 Ah, η = 0,8. График — модельдік есеп, нақты өлшеу емес.

05 / Интеграция және киберқауіпсіздік

ERP / MES

Өндірістік тапсырма

Fleet manager

Роботтар паркін басқару

ROS 2 / API

Бағдарламалық байланыс

Робот / PLC

Физикалық әрекет

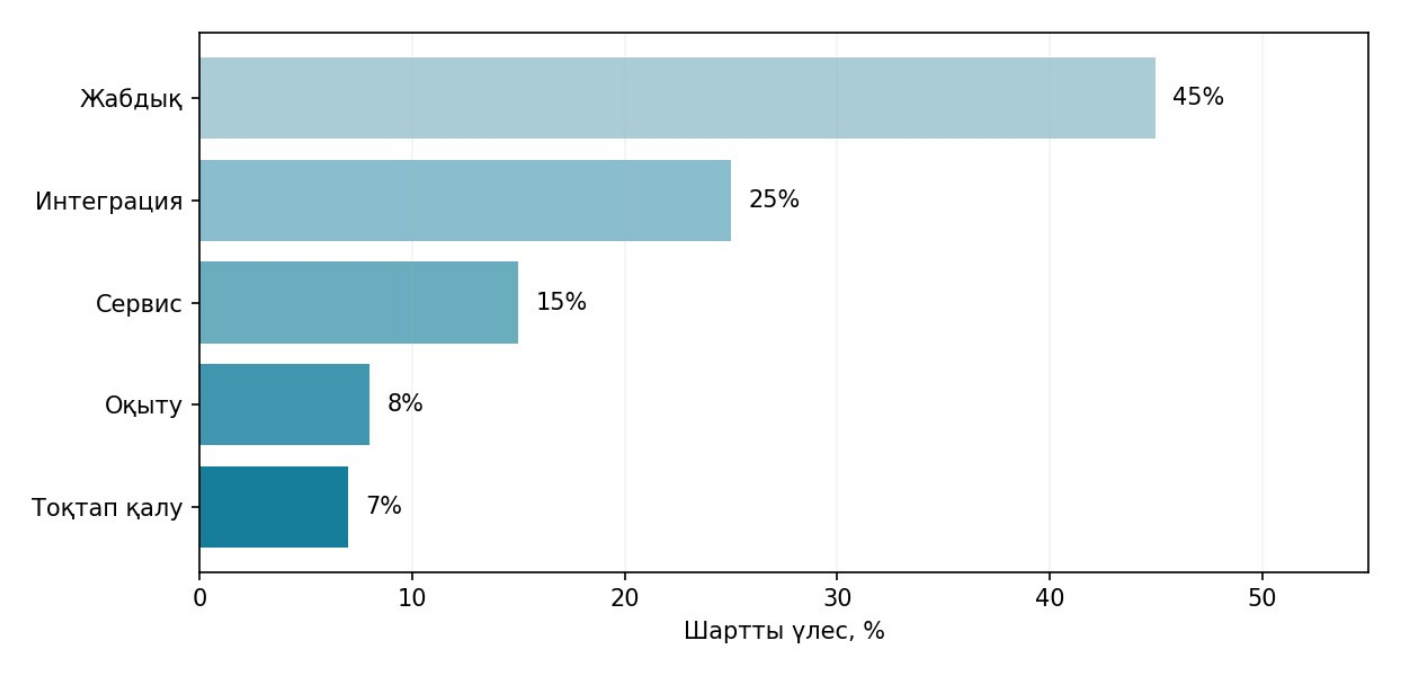
Интеграция тәуекелі

Протокол үйлесімділігі, желі кідірісі, ескі жабдықтармен байланыстыру.

Киберқауіпсіздік

Аутентификация, шифрлау, қолжетімділік құқықтары, резервтік режим.

06 / Экономикалық тиімділік және енгізу тәуекелі



TCO — толық құн

CAPEX + OPEX + жоспардан тыс шығындар.

Бағалау көрсеткіштері

ROI, өтелу мерзімі, өнімділік, MTBF және MTTR.

Диаграммадағы пайыздар — түсіндіру үшін алынған шартты мысал, нарықтық статистика емес.

07 / Шешімдер картасы және қорытынды

Мәселе	Ұсынылатын шешім	Өлшенетін көрсеткіш
Қауіпсіздік	Risk assessment + E-stop	Оқиға саны
Навигация	SLAM + sensor fusion	Локализация қатесі
Сенімділік	Диагностика + сервис	MTBF / MTTR
Интеграция	Стандартталған API, тест	Жүйе қолжетімділігі
Экономика	TCO / ROI талдауы	Өтелу мерзімі

Түйін: тиімді роботтандыру — технологияны ғана емес, бүкіл өндірістік жүйені жобалау.

Дереккөздер: ISO 10218; ISO 3691-4; Siegwart et al., Introduction to Autonomous Mobile Robots; ROS 2 Documentation.