Робототехникалық құрылғылардың жетек жүйелері

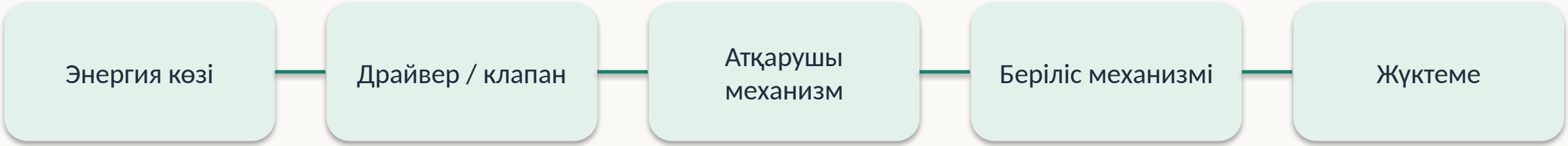
Кинематика • динамика • энергия • басқару

Дәріс беруші: механика кафедрасының PhD, ассистент-профессоры Б.И. Ахметова

Дәрістің мақсаты және күтілетін нәтижелер

- Жетек жүйесінің құрамын және робот қозғалысындағы қызметін түсіндіру
- Электрлік, пневматикалық және гидравликалық жетектерді салыстыру
- Момент, жылдамдық, қуат және беріліс қатынасын есептеу
- Кері байланысы бар басқару жүйесінің жұмысын талдау
- Мобильді робот үшін жетек таңдау критерийлерін негіздеу

Жетек жүйесінің функционалдық архитектурасы



Сенсор → контроллер → басқару сигналы

Кері байланыс жылдамдықты, орынды немесе моментті тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

Жетектердің негізгі түрлері

Түрі	Артықшылығы	Шектеуі
Электрлік	Дәл басқару, ықшамдылық	Қуат және қызу шектеуі
Гидравликалық	Жоғары күш пен қуат тығыздығы	Ағып кету, қызмет көрсету
Пневматикалық	Жылдам әрекет, қарапайымдық	Ауа сығылғыштығы, дәлдік

Таңдау нақты жүктемеге, ортаға, қауіпсіздікке және басқару дәлдігіне байланысты.

Электр жетегінің құрылымы және басқарылуы

BLDC
Жоғары тиімділік, ұзақ қызмет

DC мотор
Қарапайым жылдамдық басқару

Серво
Орын/жылдамдық контуры

Қадамдық
Дискретті позициялау

Жетек динамикасының негізгі теңдеулері

$$M = J\alpha + M_{жүк} + M_{үйк}$$

$$P = M\omega$$

$$\omega_{шығ} = \omega_{қозғ} / i$$

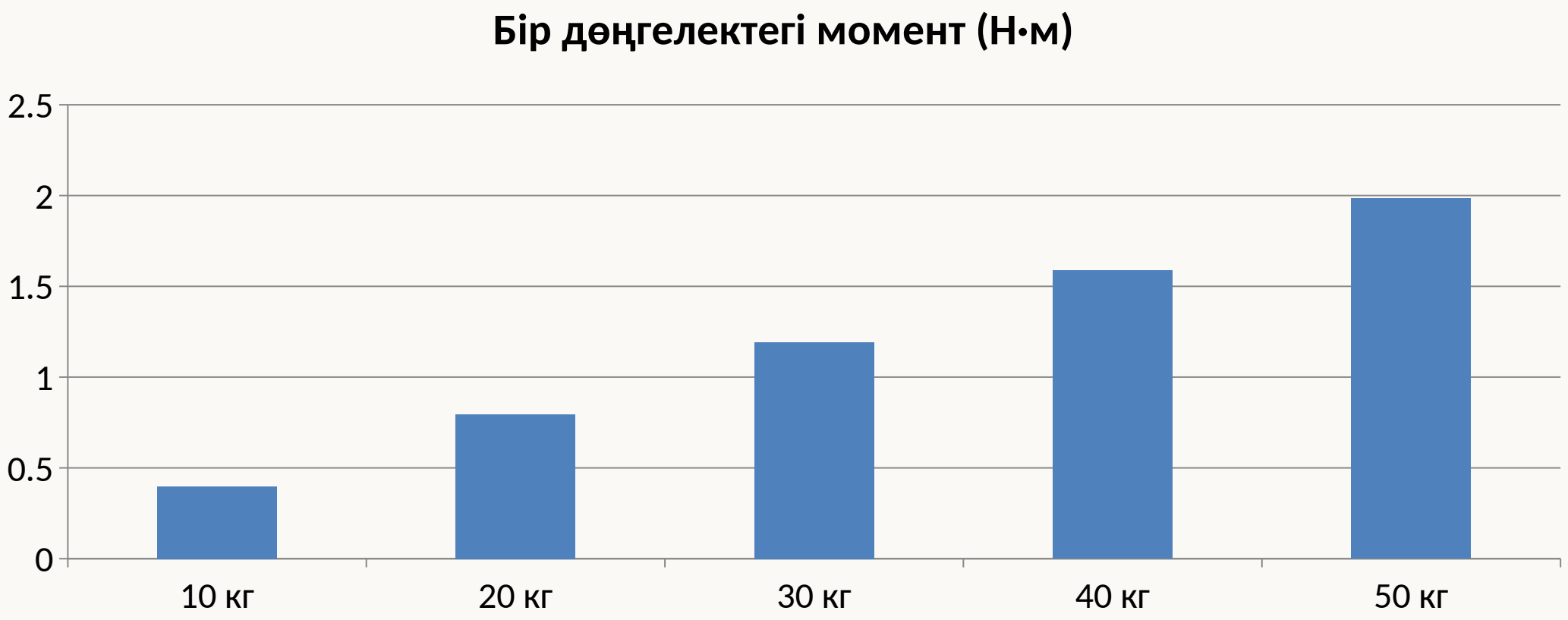
$$M_{шығ} \approx \eta\, i\, M_{қозғ}$$

J — инерция моменті; α — бұрыштық үдеу; i — беріліс қатынасы; η — пайдалы әсер коэффициенті.

Мобильді роботтың тарту күшін бағалау

- Қозғалысқа қажет күш: $F \approx ma + \mu mg$ (қарапайым жазық модель).
- Жетек дөңгелегіндегі момент: $M = Fr / n$, мұнда n — жетекші дөңгелектер саны.
- Мысал: $m = 20$ кг; $a = 0{,}5$ м/с^2; $\mu = 0{,}03$; $r = 0{,}1$ м; $n = 2$.
- $F \approx 15{,}9$ Н; әр дөңгелекке $M \approx 0{,}79$ Н·м.
- Жобалауда қор коэффициенті, еңіс және үдеу шыңдары ескеріледі.

Жүктеме артқанда қажетті момент қалай өзгереді?



Модельдік есеп: a = 0,5 м/с^2; μ = 0,03; r = 0,1 м; n = 2.

Кері байланыс: PID басқару контуры



$$PID: u(t) = Kp \cdot e(t) + Ki \int e(t)dt + Kd \cdot de(t)/dt$$

Жетек таңдау алгоритмі

1. Жүктеме мен орта

2. Күш және момент

3. Жылдамдық диапазоны

4. Қорек және энергия

5. Басқару дәлдігі

6. Қауіпсіздік және сынақ

Практикалық тапсырма және бақылау

- Тапсырма: 25 кг қоймалық робот үшін дөңгелек радиусын және қажет моментті есептеңіз.
- Қандай жағдайда редуктор қолдану тиімді?
- BLDC мотор мен сервожетектің айырмашылығы неде?
- Неліктен тек номиналды моментке сүйеніп мотор таңдау жеткіліксіз?
- Жүйенің қауіпсіз тоқтауын қалай ұйымдастырар едіңіз?

Әдебиет: Siciliano & Khatib (Springer Handbook of Robotics); Corke (Robotics, Vision and Control).