АВТОМАТИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ

Мұғалім: Дәуренов Ә.Д

Дәріс 2. Автоматты басқару жүйелерінің жіктелуі және құрылымы

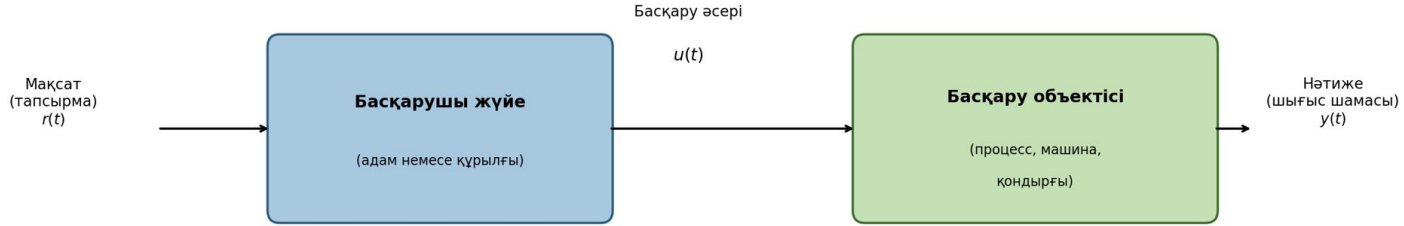
Алдыңғы дәрісте келесі ұғымдар қарастырылды:

- **автоматика, автоматтандыру,**
- **басқару, басқару объектісі,**
- **басқарушы құрылғы және автоматты басқару жүйесі.**

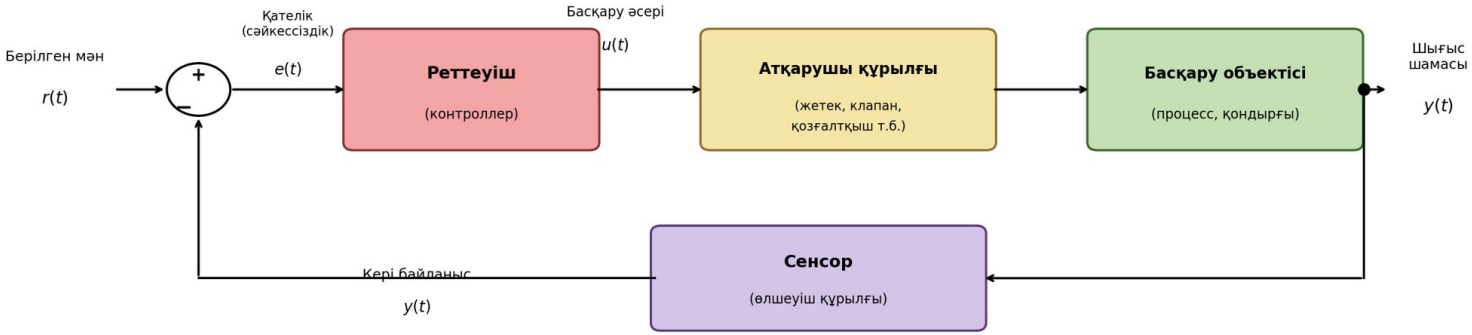
Дәрістің мақсаты

- Автоматты басқару жүйелерінің құрылымын зерттеу
- кері байланыс ұғымы
- басқарудың негізгі принциптері және АБЖ жіктелуі.

Басқару жүйесінің құрылымдық сызбасы (БЖ)



Автоматты басқару жүйесінің құрылымдық сызбасы (АБЖ)



1. Автоматты басқару жүйесі ұғымы

Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) – адам басқарудың тұйық контурынан шығарылған толық автоматты жүйе.

Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) — берілген мақсатқа сәйкес объектіні автоматты басқаруды қамтамасыз ететін өзара әрекеттесетін техникалық құралдардың жиынтығы.



АБЖ-ның қарапайым көрінісі

2. АБЖ-ның негізгі элементтері



Датчик объектінің немесе қоршаған ортаның күйі туралы ақпарат алады және өлшенетін физикалық шаманы сигналға түрлендіреді (температура датчигі, қысым датчигі және т.б.).

Түрлендіргіш - сигналды бір түрден екінші түрге түрлендіреді (0–10 В, 4–20 мА).

Контроллер немесе реттегіш – ақпаратты қабылдайды, оны өңдейді және басқарушы әсерді қалыптастырады.

Атқарушы құрылғы – басқару объектісіне тікелей әсер етеді (электрқозғалтқыш; клапан; сорғы; желдеткіш; қыздырғыш; гидравликалық цилиндр; пневматикалық жетек).

Басқару объектісі — күйін өзгертіп немесе белгілі бір деңгейде ұстап тұруды қажет ететін құрылғы, машина, қондырғы немесе технологиялық процесс. Мысалы: пеш, бөлме, резервуар, электрқозғалтқыш, конвейер, қазандық.

Басқару жүйесінің негізгі шамалары

АБЖ-ны әрі қарай зерттеу үшін бірнеше ұғымды енгізу қажет.

Берілген мән (Заданное значение) – бұл Басқару обьектісінде жоспар бойынша болатын мән. **Тбер=22°С**

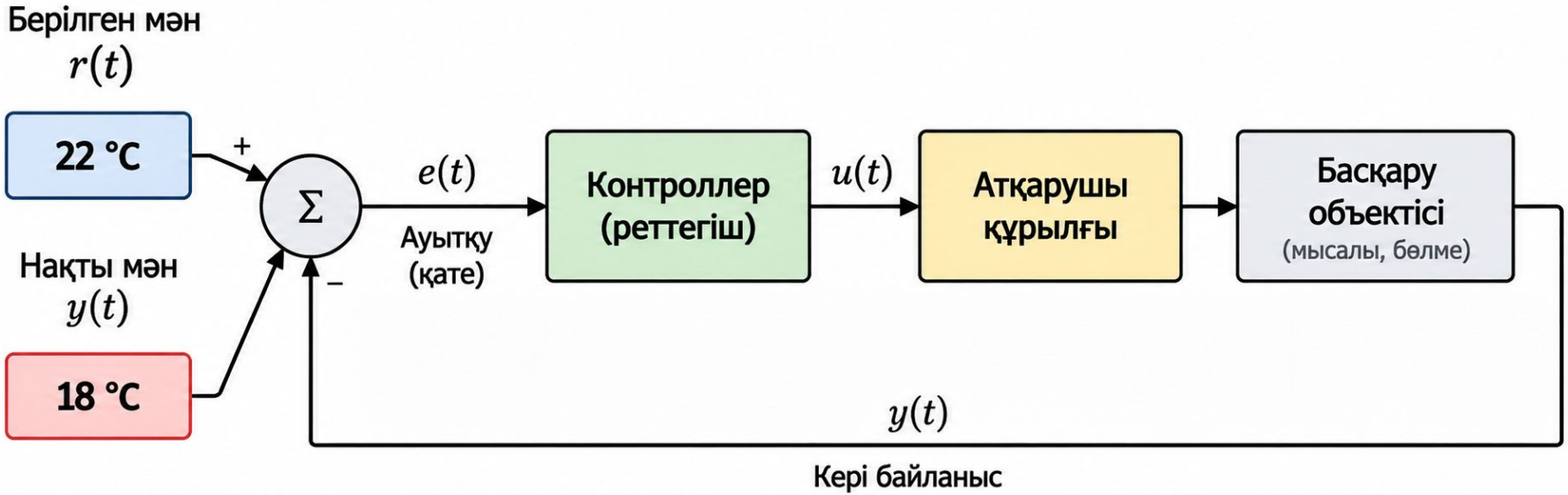
Нақты мән/Шығыс шамасы (Фактическое значение)– датчикпен өлшенген Басқару обьектісінің нақты мәні. **Тнақ=18°С**

Ауытқу немесе реттеу қатесі

Берілген мән r(t)	**Нақты мән** y(t)	**Ауытқу (қате)** e(t)

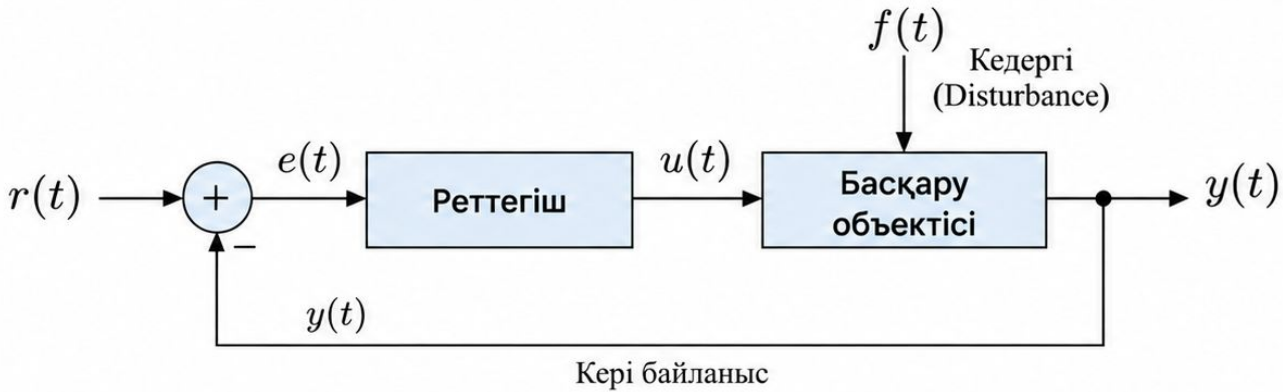
$$e(t)=r(t)-y(t)$$ – реттеу қатесі

Жүйе осы ауытқуды азайту үшін басқарушы әсерді қалыптастыруы тиіс.


Берілген мән
$r(t)$
22 °C
+
Σ
–
Нақты мән
$y(t)$
18 °C
$e(t)$
Ауытқу
(қате)
Контроллер
(реттегіш)
$u(t)$
Атқарушы
құрылғы
Басқару
объектісі
(мысалы, бөлме)
$y(t)$
Кері байланыс

Кедергі (Disturbance)

Басқару объектісіне сыртқы факторлар әсер етуі мүмкін. Олар **кедергілер** деп аталады. Автоматты басқару теориясында **кедергі (disturbance)** әдетте уақыттың функциясы ретінде белгіленеді, мысалы: f(t) немесе d(t), M(t) немесе кейде z(t)



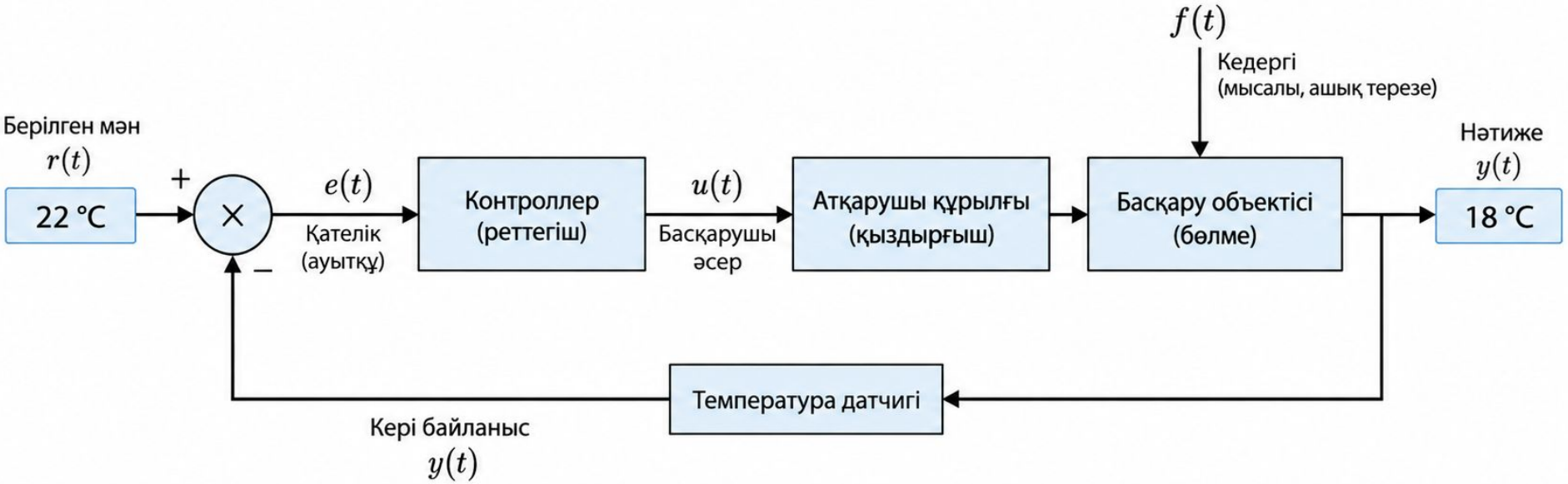
Мысал: Ашық терезе - Жылудың жоғалуы - Бөлменің температурасының төмендеуі. Ашық терезе **кедергі** болып табылады.

Кедергі (disturbance) — объектінің күйін өзгертуге және реттелетін шаманы қажетті мәннен ауытқуға бағытталған сыртқы немесе ішкі әсер.

f(t) шамасын - Ұйытқушы әсер, Ауытқушы әсер, возмущающее воздействие, disturbance деп те атай береді

Кері байланыс (Feedback)

Кері байланыс — басқару объектісінің нақты күйі немесе шығу мәні туралы ақпаратты басқарушы құрылғыға кері беру. Контроллер объектінің нақты температурасы туралы ақпаратты үнемі алады.



Басқарудың принциптері

1. Ашық басқару принципі
2. Компенсация принципі — кедергі бойынша басқару
3. Кері байланыс принципі — ауытқу бойынша басқару

Ашық басқару принципі

Ашық басқару

Контроллердан шығатын **Басқару әсері** - Шығыс мәнін / Нақты мәнді **өлшемей ақ** қалыптастырылады (кері байланыс жоқ).

Берілген мән (қойірт, бағдарлама) → **Контроллер** (таймер, логика) → **Атқарушы құрылғы** (реле) → **Басқару объектісі** (шам) → **Нәтиже** (қосылады/өшіріледі)

Мысал: таймер бойынша автоматты жарықтандыру



18:00
Берілген мән (қосу уақыты)

→



Таймер
(контроллер)

→



Реле
(аткарушы құрылғы)

→



Шам
(объект)

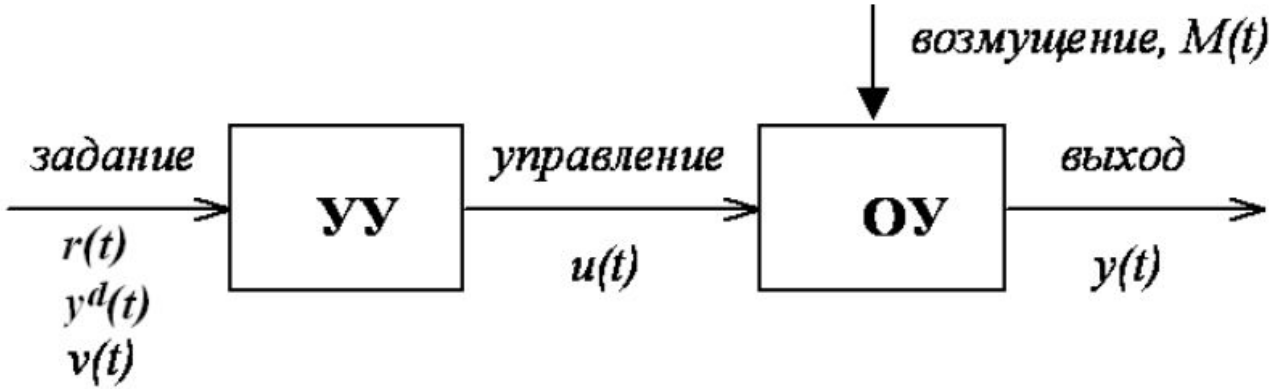
→



Нәтиже:
шам қосылды

Жүйе нақты жарық деңгейін тексермейді. Тіпті көшеде жарық болса да, берілген уақытта шам қосылады.

Принцип разомкнутого управления / Ашық басқару принципі



Ашық басқару принципі

Артықшылықтары

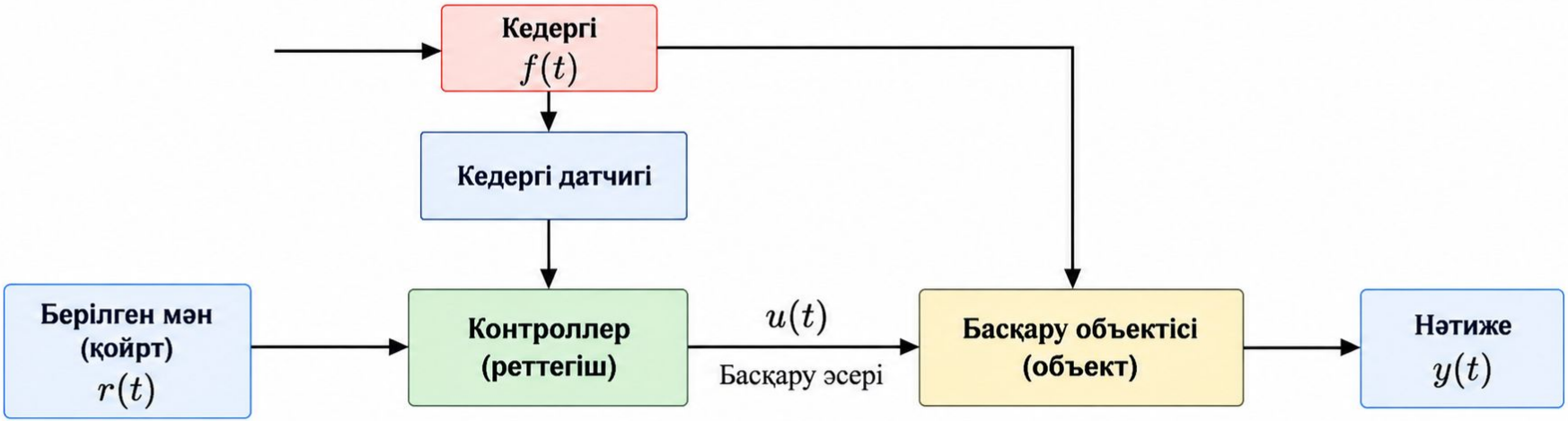
- қарапайымдылығы;
- төмен құны;
- қарапайым баптау;
- шығыс мәнін өлшеуді қажет етпейді.

Кемшіліктері

Жүйе қажетті нәтижені автоматты түрде анықтай алмайды, сондықтан сыртқы кедергілер мен объектінің өзгерістері қателікке әкелуі мүмкін.

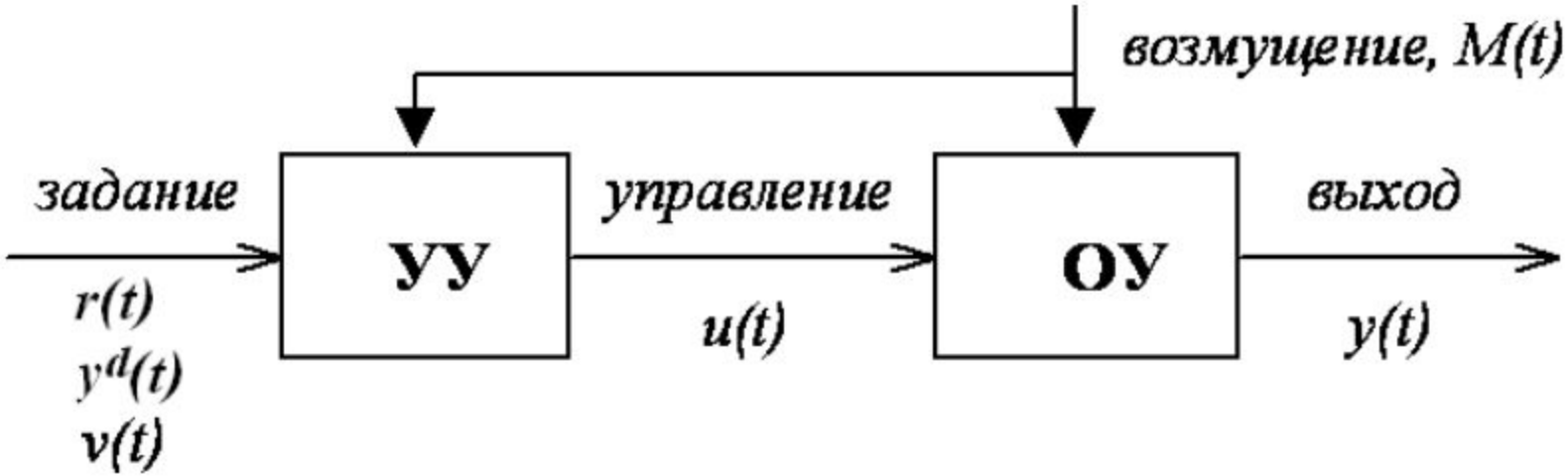
Кедергі бойынша басқару

Кедергі объектіге әсер еткенге дейін өлшенеді, ал басқару әсері алдын ала қалыптастырылады.



Мақсаты — кедергінің объектіге әсерін алдын ала өтеу (компенсациялау).

Принцип компенсации (управление по возмущению)



Компенсация принципі (кедергі бойынша басқару)

Жүйе кедергінің әсерін **алдын ала компенсациялауға** тырысады.

Алдын ала әсер ету (feedforward control) тәсілінде кедергі өлшенеді және басқарушы әсер кедергінің ықпалы шығыста толық көрінгенге дейін қалыптастырылуы мүмкін; мұндай тәсілдің тиімділігі кедергі мен объект арасындағы байланыстың қаншалықты жақсы белгілі екеніне тәуелді.

Компенсация принципі (кедергі бойынша басқару)

Артықшылықтары

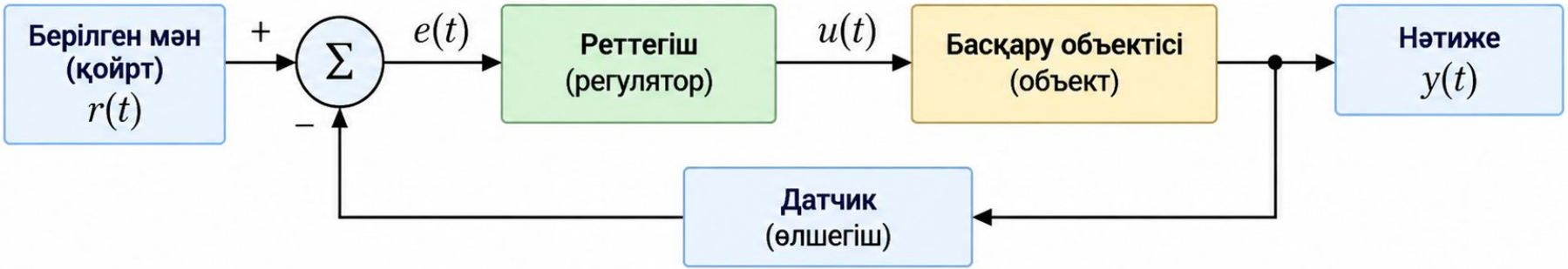
- **Кедергіге тез әрекет ету** — жүйе кедергіні алдын ала компенсациялауды бастай алады.
- **Сыртқы факторлардың** басқару объектісіне әсерін азайту.
- Реттелетін шаманың берілген мәннен **ауытқуын азайту**.
- Кедергіні **алдын ала өлшеуге** және **жеткілікті дәл өлшеуге** болатын жағдайда әсіресе тиімді.

Кемшіліктері

- **Кедергіні өлшеу қажет**, сондықтан қосымша датчиктер талап етіледі.
- Барлық кедергілерді өлшеу мүмкін емес.
- Жүйе кедергінің объектіге қалай әсер ететінін **жеткілікті жақсы білуі тиіс.**
- **Өлшенбейтін кедергілерді** жүйе тікелей компенсациялай алмайды.
- Кері байланыс болмағандықтан, жүйе шығысқа болатын **нақты қателікті анықтай алмайды.**

Кері байланыс принципі (ауытқу бойынша басқару)

Кері байланыс принципі жүйенің шығыс шамасының нақты мәні $y(t)$ өлшеніп, оны берілген мәнмен $r(t)$ салыстыратынын және пайда болған **ауытқу** (қателік) $e(t)$ сигналына байланысты басқару әсері қалыптастырылатынын білдіреді.



Кері байланыс принципі (ауытқу бойынша басқару)

Артықшылықтары

- **Жүйенің нақты жұмыс нәтижесі бақыланып,** реттеледі.
- Жүйе пайда болатын **қателікті автоматты түрде азайта алады**.
- Шығыс шамасының өзгерісінде пайда болатын әртүрлі кедергілердің әсерін компенсациялай алады.
- **Тек кедергі бойынша баскаруға** қарағанда объект моделінің дәлдігіне тәуелділігі аз.
- Жұмыс жағдайлары өзгерген кезде реттелетін шаманы **берілген мәнге жақын деңгейде ұстап тұруға** мүмкіндік береді.

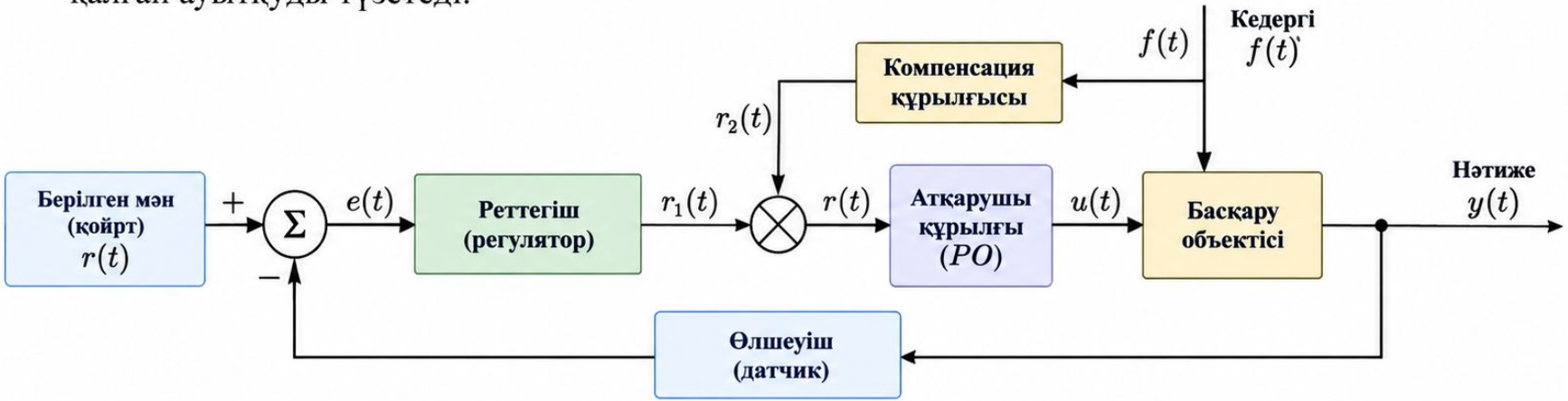
Кемшіліктері

- Жүйе ауытқу **(қателік)** пайда болғаннан **кейін ғана** түзетуге кіріседі.
- Қосымша **өлшеуіштер (датчиктер) және кері байланыс арнасы қажет**, бұл жүйені күрделендіреді.
- Датчиктердегі қателіктер мен өлшеу шуылары басқару сапасына әсер етеді.
- Дұрыс бапталмаған реттегіш жүйеде **тербелістер** пайда болуы мүмкін.
- Дұрыс емес жобалау кезінде тұйық жүйе **тұрақсыз** болуы мүмкін.

Біріктірілген автоматты басқару жүйесі (БАЖ)

Біріктірілген **басқару** — бұл кедергі бойынша басқару (алдын ала әсер ету) мен ауытқу бойынша басқаруды (кері байланыс) бірлесіп қолдану. Яғни жүйе бір уақытта:

1. Кедергіні $f(t)$ өлшеп, оның әсерін алдын ала компенсациялауға тырысады;
2. Шығыс шамасының нақты мәні $y(t)$ өлшеніп, оны берілген мәнмен $r(t)$ салыстырып, қалған ауытқуды түзетеді.



Сурет 4. Біріктірілген автоматты басқару жүйесінің құрылымдық сызбасы

Біріктірілген басқару — бұл жеке-жеке қолданылатын басқару принциптерінен бөлек, оларды бірлесіп қолданудың тиімді тәсілі.

Себебі, екі принцип бір-бірін толықтырады:

Кедергі бойынша басқару: «Мен болашақтағы ауытқудың себебін көремін → оны алдын ала компенсациялауға тырысамын».

Кері байланыс: «Мен көремін, нақты нәтиже берілген мәннен бәрібір өзгеше шығып тұр → қалған ауытқуды түзетемін».

Артықшылықтары

- Кедергіге тезірек әрекет етуді қамтамасыз етеді.
- Кері байланыстың арқасында жоғары дәлдікке қол жеткізіледі.
- Реттелетін шаманың ауытқуын азайтады.
- Кері байланыс арқылы жойылмаған қателіктерді компенсациялайды.
- Екі принциптің артықшылықтарын біріктіреді.

Кемшіліктері

- Құрылымы күрделірек.
- Көбірек өлшеуіштер (датчиктер) қажет.
- Жоғары құны.
- Баптау және жобалау күрделірек.
- Өлшенетін кедергінің объектіге әсерін жақсы білу қажет.

АБЖ классификациясы

1. **Кері байланыстың болуына қарай**
   (ашық және тұйық жүйелер)
2. **Сигналдардың сипатына қарай**
   (үздіксіз (аналогтық), дискретті/цифрлық)
3. **Берілген мәннің сипатына қарай**
   (тұрақтандырушы, бағдарламалық, қадағалаушы)

Ашық жүйе	Тұйық жүйе
Кері байланыс жоқ	Кері байланыс бар
Шығыс сигнал түзету үшін пайдаланылмайды	Шығыс сигнал өлшенеді
Құрылымы қарапайым	Құрылымы күрделі
Көбінесе арзанырақ	Өлшеуіштер (датчиктер) және қосымша элементтер қажет
Шығыстағы қателікті автоматты түрде түзетпейді	Қателікті автоматты түрде азайта алады
Мысал: таймер	Мысал: термостат

Кері байланыс жүйенің дәлдігін арттыруға және кедергілердің (сыртқы әсерлердің) ықпалын азайтуға мүмкіндік береді, бірақ тұйық жүйені дұрыс жобалау қажет және ол тұрақтылық мәселелерін туғызуы мүмкін.

Сигнал сипатына қарай АБЖ классификациясы

Мысалы, температура датчигі контроллерге белгілі бір түрде ақпарат береді:
«температура қазір 25 °C». Бұл ақпарат әртүрлі сигнал түрінде берілуі мүмкін.

Үздіксіз (аналогтық) жүйеде сигналдар уақыт бойынша үздіксіз өзгеріп, белгілі бір диапазонда кез келген мән қабылдауы мүмкін.
Мысалы, температура датчигінің аналогтық шығысы 0–10 В диапазонында болады.

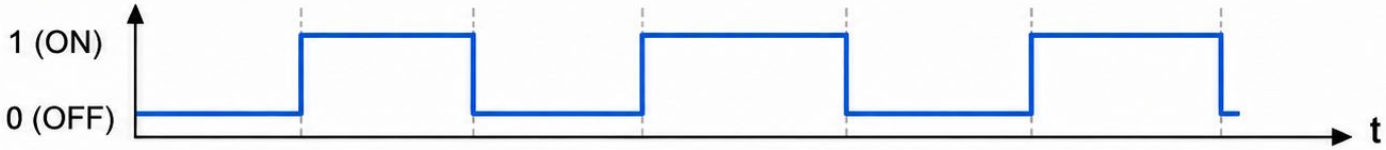
Дискретті (цифрлық) жүйеде сигналдар тек белгілі бір уақыт сәттерінде өлшенеді және дискретті мәндер түрінде беріледі (әдетте сандық код түрінде).
Мысалы, контроллер температураны әр 1 секунд сайын өлшеп, оның мәнін сан түрінде алады: 25, 26, 27 және т.б.

Дискретті сигналдар

Дискретті сигнал жеке (шекті) күйлерге ие болады.
Ең қарапайым жағдайда екі күй болады: **0 және 1**.

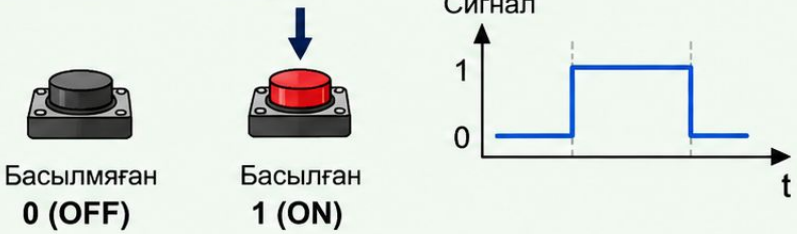
Мәні	Күйі
0	**OFF** (Өшірулі)
1	**ON** (Қосулы)

Дискретті сигнал



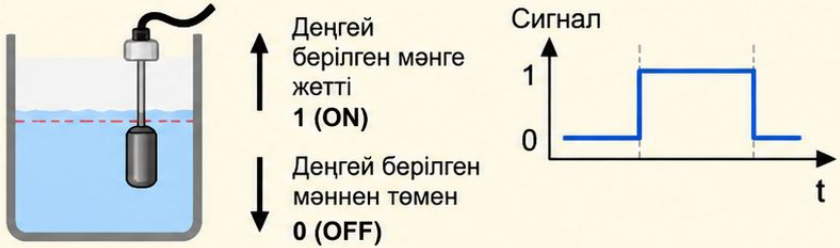
Мысал 1. Батырма (қосу/өшіру)

Басылмаған → 0 (OFF)
Басылған → 1 (ON)



Мысал 2. Су деңгейінің датчигі

Деңгей берілген мәннен төмен → 0 (OFF)
Деңгей берілген мәнге жетті → 1 (ON)



Дискретті сигналдар екі және одан да көп тұрақты күйлерді көрсету үшін қолданылады.

Цифрлық сигнал

Цифрлық сигнал — бұл ақпараттың дискретті түрде берілуінің бір түрі, онда ақпарат әдетте екілік формада сандармен кодталады. Мысалы, датчик өлшеді: T = 25 °C. Микроконтроллер сан 25-ті екілік кодпен ала алады: **25 = 00011001**.

Температура датчигі



Датчик физикалық шаманы өлшейді (температура).

Аналогтық сигнал

АЦП (аналогтық-цифрлық түрлендіргіш)

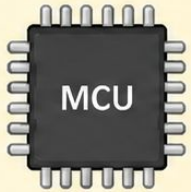


Аналогтық сигналды цифрлық санға түрлендіреді.

Цифрлық сан

25

Микроконтроллер



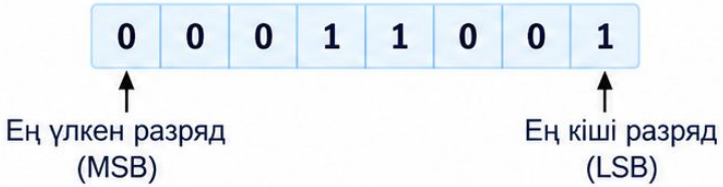
Санды екілік кодпен ұсынады және өңдейді.

Екілік түрде ұсыну

00011001_2

$25_{10} = 00011001_2$

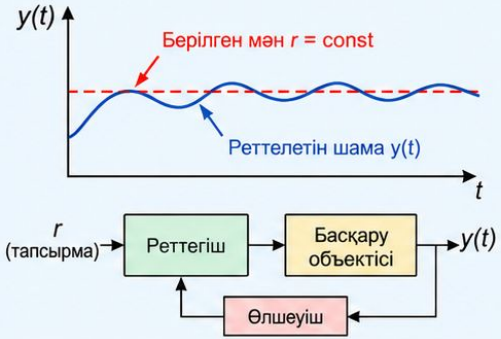
Маңызды:
Нақты жүйелерде мән АЦП-тың разрядтылығына, өлшеу диапазонына және кодтау тәсіліне байланысты.



Берілген мәннің сипатына қарай АБЖ классификациясы (басқару мақсатына қарай)

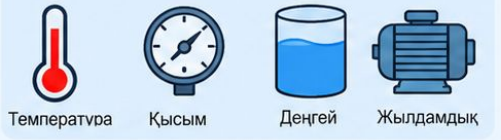
1. Тұрақтандырушы жүйе

Реттелетін шаманы берілген тұрақты мәннің маңында ұстауға арналған.



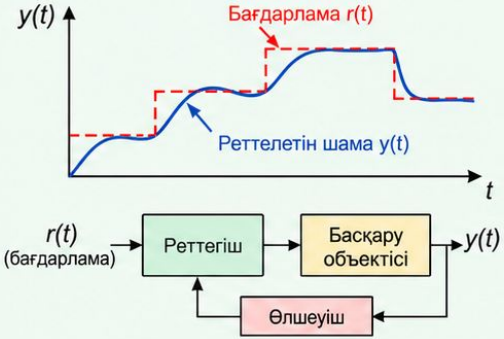
Мысалдар

- бөлмедегі температураны ұстап тұру
- құбырдағы қысымды тұрақтандыру
- резервуардағы сұйықтық деңгейін ұстап тұру
- қозғалтқыштың айналу жылдамдығын тұрақтандыру
- кернеуді тұрақтандыру



2. Бағдарламалық жүйе

Берілген шама алдын ала белгіленген бағдарлама бойынша уақыт өте өзгеріп отыратын жүйе.



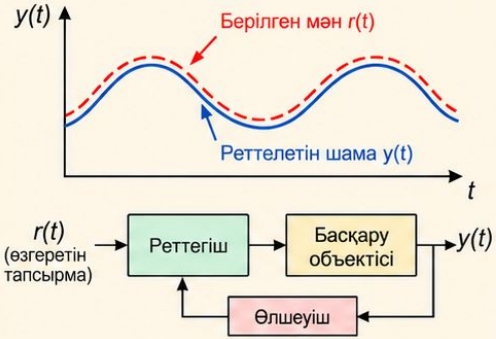
Мысалдар

- пештердегі температуралық режимдер
- өндірістік қондырғылардың іске қосу/тоқтату циклдары
- технологиялық процестерді басқару
- зарядтау/разрядтау циклдары
- операциялардың алдын ала белгіленген реттілігімен автоматтандырылған желілер



3. Қадағалаушы жүйе

Берілген мән уақыт бойынша ұздіксіз өзгеріп отырады, ал жүйе осы мәнді қадағалап, ілесіп отыруы тиіс.



Мысалдар

- сервожетектер (позицияны қадағалау)
- антенналарды бағыттау жүйелері
- роботтандырылған манипуляторлар
- қозғалатын нысандарды қадағалау
- күн трекерлері
- көлік құралын круиз-бақылау (жылдамдықтың өзгеруіне бейімделу)



Айырмашылығы: берілген мәннің $r(t)$ өзгеру сипаты (тұрақты, бағдарламалық немесе уақыт бойынша өзгеретін).