

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар» кафедрасы



SATBAYEV
UNIVERSITY

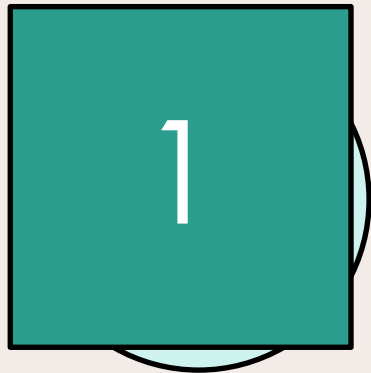
ELC2641 – ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ МИКРО ЖӘНЕ НАНОСЕНСОРЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР

№3 дәріс

Тақырыбы: Микро және наносенсорлардың сипаттамаларын анықтау және бағалау.

Оқытушы: PhD, аға оқытушы Досбаев Ж. М.

Дәріс жоспары:



Кіріспе



Микросенсор және
наносенсорге
сипаттама



Микро және
наносенсордың
артықшылығы



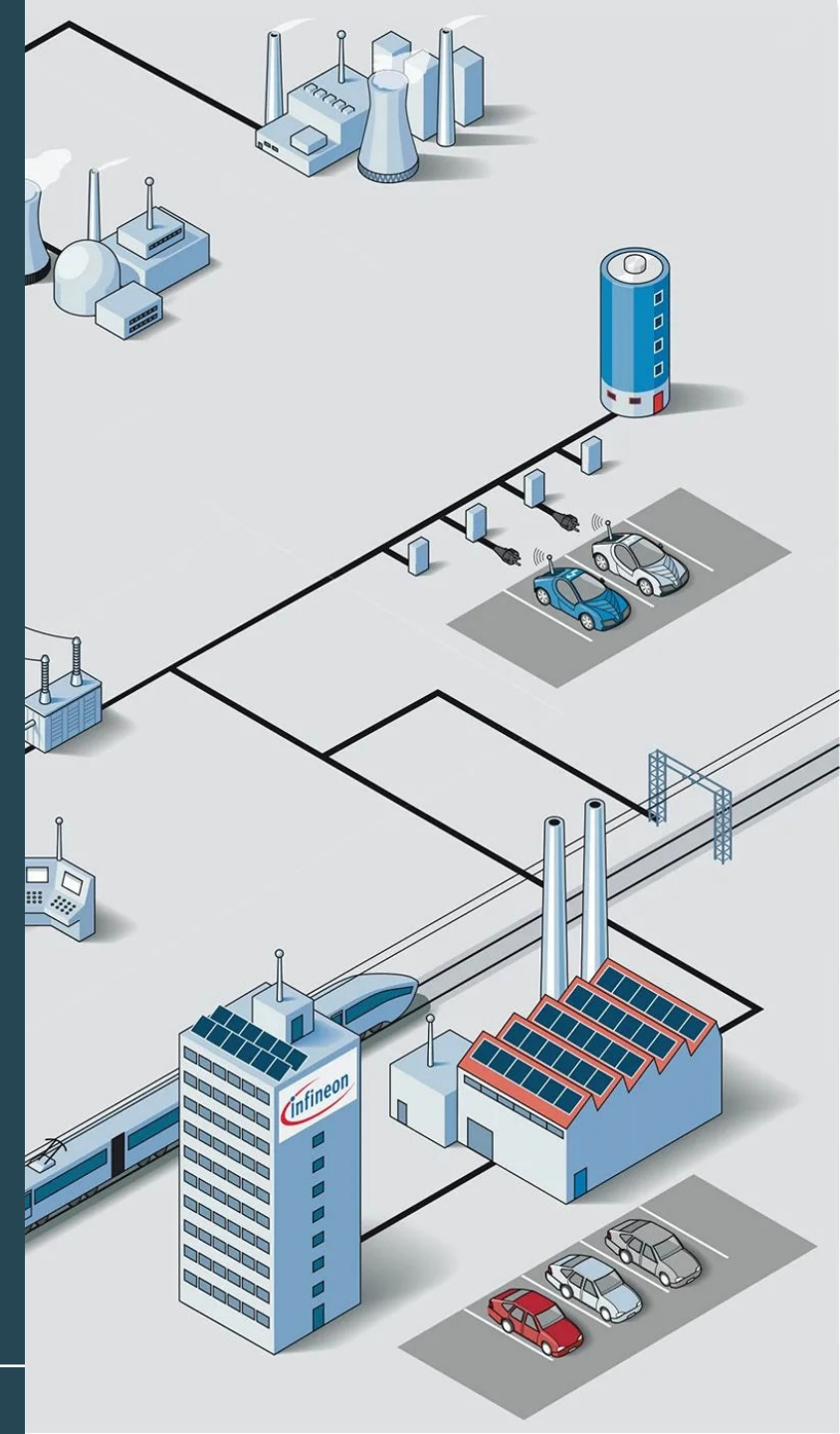
Параметрлері және
сипаттамаларын
бағалау



Қорытынды

Кіріспе

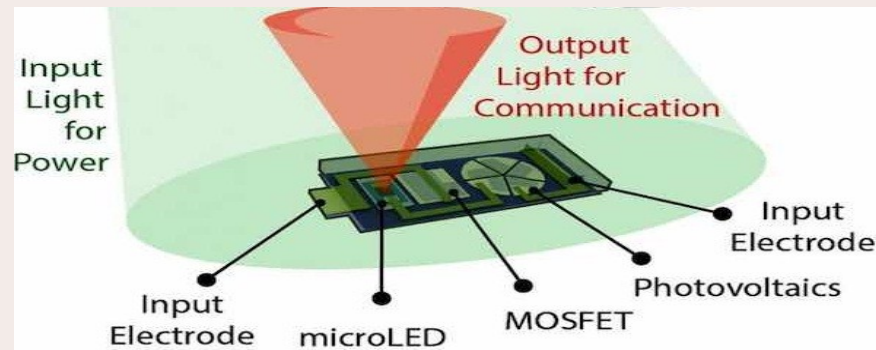
Датчиктер қазіргі заманғы өлшеу жүйелерінің негізгі элементтері болып табылады және ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында маңызды рөл атқарады. Технологияның дамуымен датчиктердің жаңа түрлері – микросенсорлар мен наносенсорлар пайда болды, олар жоғары дәлдікпен және өлшемінің жинақылығымен ерекшеленеді. Олар физикалық, химиялық және биологиялық параметрлерді керемет дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді, бұл оларды медицина, экология және өнеркәсіп сияқты салаларда таптырмас етеді.



Микросенсор және наносенсорге сипаттама

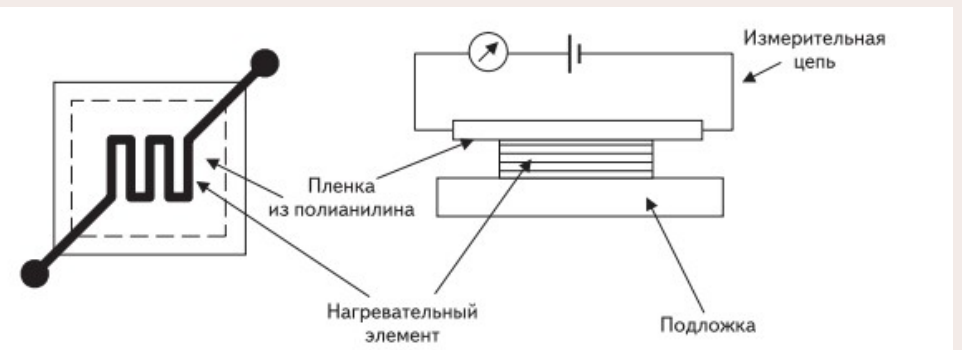
Микросенсор –

Микросенсорлар физикалық немесе химиялық параметрлерді микро деңгейде өлшейтін құрылғылар. Олардың мөлшері әдетте бірнеше микрометрден ондаған микрометрге дейін өзгереді. Микросенсорлар автомобиль өнеркәсібінде, медицинада, электроникада және басқа салаларда белсенді қолданылады.



Наносенсор –

Наносенсорлар - нанометрлік деңгейде (1–100 нм) жұмыс істейтін және наносөлшемдегі құбылыстарды анықтауға арналған құрылғылар. Наносенсорлар биомедицинада, нанотехнологияда және материалтануда кеңінен қолданылады. Наносенсорлар телекоммуникацияда электромагниттік өрістерді бақылау үшін маңызды.



Микро және наносенсордың артықшылығы:

Микро және наносенсорлардың артықшылығы

Жоғары сезімталдығы

Бір молекуланы анықтаудағы жоғары дәлдік

Өлшемінің кішкентайлығы

Салмағы жеңіл, портативті, аз энергия тұтынады

Жауап беру уақыты тез

Нақты уақытта жасалынатын талдау жылдамдығының тездігі

Бағасының арзандығы

Мультианализдік анықтау

Көп функцияналды

Микросенсорлар мен наносенсорлардың сипаттамалары мен параметрлері

Сезімталдық - бұл сенсорлардың параметрлердегі аздаған өзгерістерді анықтау қабілеті. Телекоммуникацияда жоғары сезімтал микросенсорлар температураны, ылғалдылықты және басқа параметрлерді дәл өлшеуге мүмкіндік береді, бұл деректерді берудің тұрақтылығы мен сапасы үшін маңызды. Наносенсорлар одан да жоғары сезімталдыққа ие, бұл оларды күрделі жүйелерде жұқа сигналдармен жұмыс істеу үшін өте қолайлы етеді.

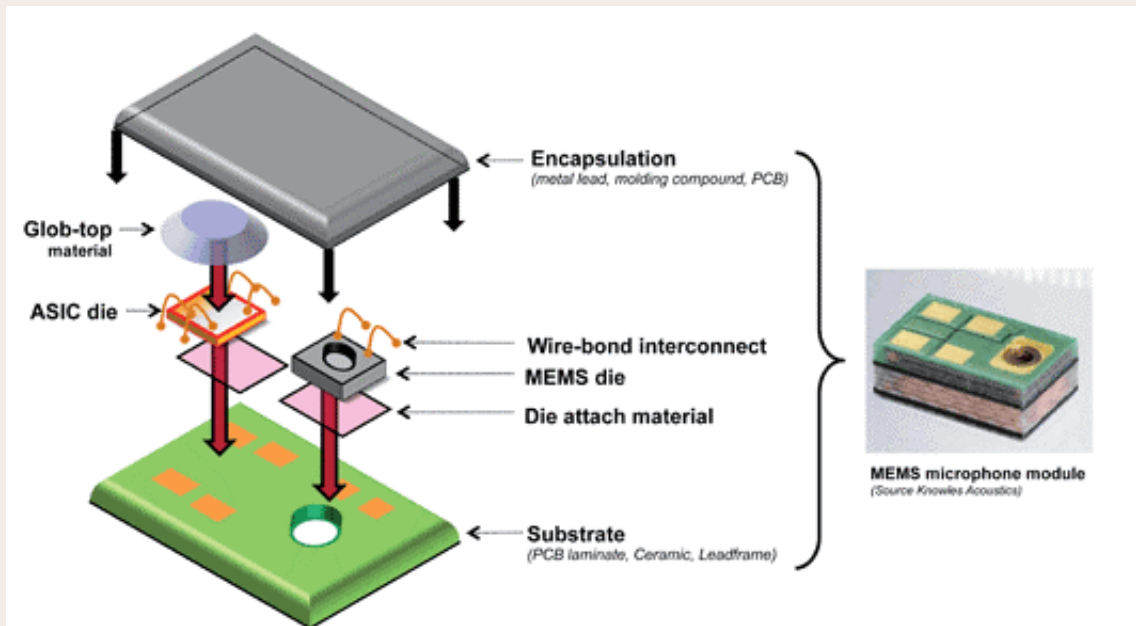
Сызықтық (линейность) - сенсордың кіріс және шығыс сигналдар арасындағы пропорционалдылықты сақтау қабілеті. Сызықтылық телекоммуникациялық сенсорлар үшін маңызды, өйткені ауытқулар сигналдың бұрмалануына әкелуі мүмкін.

Ажыратымдылық (разрешение) - сенсор анықтай алатын параметрдегі ең аз өзгеріс. Телекоммуникациялық жүйелерде бұл жабдықты дәл баптау және деректерді тұрақты жіберуді қамтамасыз ету үшін маңызды.

Жауап беру уақыты - сенсордың өзгерістерге жауап беру уақыты. Сигналдарды берудегі кідіріс байланыс сапасының нашарлауына әкелуі мүмкін телекоммуникациялық жүйелер үшін жылдам жауап беру әсіресе маңызды.

Өлшеу диапазоны - сенсор дәл жұмыс істей алатын параметрлер ауқымы. Микросенсорлардың өлшеу диапазоны кең, бұл оларды әртүрлі ортада, төменнен жоғары температураға дейін пайдалы етеді. Наносенсорлар тар диапазондарда дәлірек өлшеулерді қамтамасыз етеді, бұл жоғары технологиялық телекоммуникациялық жүйелер үшін маңызды.

Микросенсор мысалы



Смартфондардың соңғы үлгілерінде көптеген MEMS және датчиктерді табуға болады: MEMS акселерометрлері, гироскоптар, қысым датчиктері, электронды компас магнитометрлері, бірнеше кремний MEMS микрофондары, fbar/Baw сүзгілері мен дуплексерлері, радиожиілік қосқыштары және MEMS генераторлары болады. Суретте MEMS микрофонының құрылымы көрсетілген (Micro-Electro-Mechanical Systems). Бұл құрылғы дыбыс толқындарын электрлік сигналдарға түрлендіру үшін қолданылады.

Сенсордің компоненттеріне шолу

1. Encapsulation* (Капсуляция): Бұл құрылғының ішкі компоненттерін қорғайтын корпустың жоғарғы қабаты. Әдетте бұл металл қақпақ немесе пластикалық жабыннан жасалады.

2. Glob-top material: Сезімтал компоненттерді жабу және қорғау үшін қолданылатын арнайы қорғаныс материалы. Бұл әдетте шайыр немесе басқа қосылыстан жасалады.

3. ASIC die (ASIC кристалы): MEMS микрофонынан сигналдарды өңдеу үшін қолданылатын мамандандырылған интегралды схема (ASIC) кристалы. Бұл аналогтық сигналдарды сандық деректерге түрлендіретін құрылғының миы.

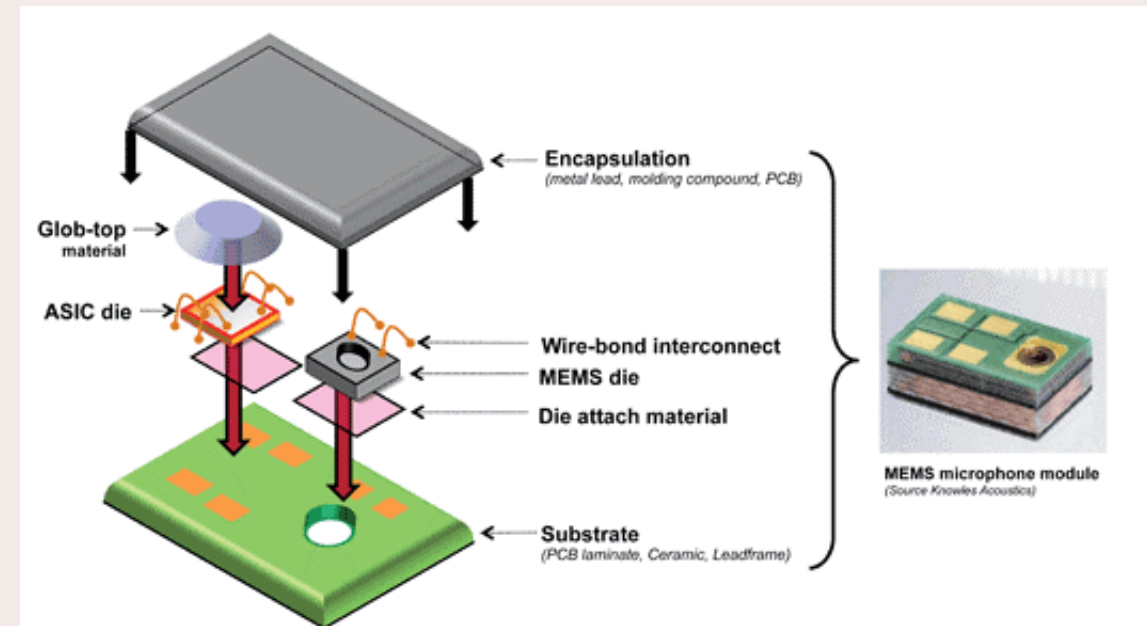
4. Wire-bond interconnect (сым қосылымы): MEMS кристалы мен ASIC арасындағы электр байланысын қамтамасыз ететін чиптің әртүрлі компоненттерін байланыстыратын сым қосылыстары.

5. MEMS die (MEMS кристалы): Бұл дыбыс толқындарының қысымының өзгеруін қабылдайтын сенсорлық элемент. MEMS технологиясы дыбысқа жауап беретін микроскопиялық құрылымдар мен механизмдерді қамтиды.

6. Die attach material (кристалды бекітуге арналған Материал): MEMS және ASIC кристалдары субстратқа бекітілетін Материал (субстрат).

7. Субстрат: Микрофонның негізгі бөлігі, керамика немесе қорғасын сияқты материалдардан жасалған. Құрылғының барлық компоненттері оған бекітілген.

Суреттің оң жағында оның қабаттары көрінетін MEMS микрофонының құрылымы көрсетілген. Мұндай микрофондар дыбысты жоғары дәлдікпен түсіру үшін мобильді құрылғыларда, құлаққаптарда және басқа жүйелерде кеңінен қолданылады.



Микросенсор және наносенсор мысалдары:

Микросенсор түрлері:

Микроэлектромеханикалық жүйелер (MEMS): Бұл микроскопиялық механикалық элементтерді (мысалы, сенсорлар немесе жетектер) бір чиптегі электроникамен біріктіретін құрылғылар. MEMS сенсорлары телекоммуникацияда антенналарды баптау, қоршаған орта параметрлерін бақылау және мобильді құрылғыларды басқару үшін кеңінен қолданылады. Бұл сенсорлар қысымды, температураны, дірілді және басқа параметрлерді өлшей алады.

Температура микросенсорлары: Бұл сенсорлар температураны өлшейді және ұялы телефондардан бастап Телекоммуникациядағы базалық станцияларға дейін әртүрлі құрылғыларда қолданылады. Олар жабдықтың қызып кетуіне жол бермейді, бұл әсіресе 5G сияқты желілердің қарқынды жұмысында маңызды.

Қысым датчиктері және газ микросенсорлары: Бұл микросенсорлар әртүрлі жүйелердегі газдың немесе сұйықтықтың қысымын өлшейді. Телекоммуникацияда оларды жабдықтың күйін бақылау, сервердің салқындату жүйелеріндегі қысымды бақылау немесе құрылғылардың оңтайлы жұмыс істеуі үшін қоршаған орта жағдайларын басқару үшін пайдалануға болады.

Наносенсор түрлері:

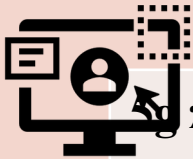
Молекулаларды анықтауға арналған нанобөлшектер: Бұл сенсорлар биомаркерлер немесе химиялық заттар сияқты арнайы молекулаларды анықтау үшін нанобөлшектерді пайдаланады. Телекоммуникацияда оларды қоршаған ортаның жай-күйін бақылау және жабдықтар мен жұмыс кеңістігінің қауіпсіздігі үшін маңызды зиянды заттардың болуын анықтау үшін қолдануға болады.

Химиялық сенсорға арналған нанотүтікшелер: Нанотүтікшелер бірегей электрлік және химиялық қасиеттерге ие, бұл оларды химиялық заттардың төмен концентрациясын анықтауға өте ыңғайлы етеді. Телекоммуникацияда мұндай сенсорларды жабдықтың жұмысына әсер ететін ластануды немесе химиялық белсенділікті бақылау үшін пайдалануға болады.

Биологиялық сенсорларға арналған нано сымдар: Нано сымдар-биологиялық молекулаларды анықтау үшін биосенсорларда қолданылатын нанокұрылымдар. Бұл сенсорларды денсаулық пен ластануды бақылау үшін медицина мен экологияда қолдануға болады. Телекоммуникацияда оларды пайдалану Желілік жүйелерге біріктірілген Медициналық және экологиялық технологиялардың дамуымен байланысты.



Талшықты-оптикалық желілер: талшықты-оптикалық желілерде микросенсорлар кабельдердің күйін бақылау және деректерді беруді дәл реттеу үшін қолданылады. Олар кабельдің қызып кетуіне немесе зақымдалуына жол бермеу үшін температура мен қысымды басқара алады.



5G және IoT: Наносенсорлар 5G желілері мен IoT (IoT) жүйелерінде қолданылады, онда олар қуат тұтынуды азайтуға және сигналдардың дәлдігін арттыруға көмектеседі. Олардың нәтижелілігіне байланысты наносенсорларды жоғары деректер тығыздығы жағдайында жұмыс істеуді қажет ететін құрылғыларға біріктіруге болады.



Антенналар мен радио таратқыштар: Микросенсорлар ұялы желілердегі радио таратқыштар мен антенналардың күйін бақылай алады, бұл байланыс сапасын жақсартады және істен шығу мүмкіндігін азайтады. Олар сондай-ақ жабдықтың жұмысына әсер ететін температура мен ылғалдылық сияқты сыртқы факторларды бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Микро және наносенсорлардың өнімділігін бағалау әдістері

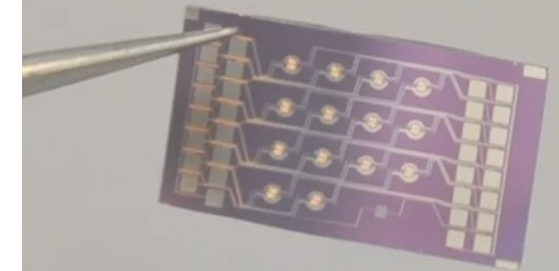
Калибрлеу және тестілеу: Сенсорларды калибрлеу олардың дәлдігін анықтау және сезімталдықты, сызықтықты және диапазонды тексеру үшін жасалады. Қоршаған ортаның өзгеруіне сенімділік пен төзімділікті бағалау үшін тестілеу көбінесе әртүрлі жағдайларда жүргізіледі.

Тұрақтылық және қайталану сынақтары: Тұрақтылық пен репродуктивтілік температура, қысым және ылғалдылықты қоса алғанда, әртүрлі жағдайларда ұзақ мерзімді сынақтар арқылы бағаланады. Бұл сенсордың көрсеткіштерінің нақты жағдайда қаншалықты дәл болатынын бағалауға мүмкіндік береді.

Селективтілікті талдау: Селективті сенсорлар үшін мақсатты емес заттарға немесе параметрлерге сезімталдық сынақтары жүргізіледі. Бұл сенсордың мақсатты параметрге қатысы жоқ басқа факторлар бар күрделі жағдайларда қаншалықты тиімді екенін анықтауға мүмкіндік береді.

Жауап беру уақытын бағалау: Жауап беру уақыты параметрді жылдам өзгерту және сенсор бейімделіп, дәл өлшеуді беретін уақытты жазу арқылы өлшенеді.

Энергия тиімділігі: Қуат тұтынуды өлшеу дербес құрылғылардағы сенсордың жұмыс істеу ұзақтығын бағалау үшін жүргізіледі. Бұл бір зарядта ұзақ уақыт жұмыс істеуі керек IoT және киюге болатын құрылғылар үшін маңызды параметр. Дизайнды оңтайландыру Сенсорлардың технологиялық және физикалық сипаттамаларын дизайнды оңтайландыру арқылы жақсартуға болады, мысалы, құрылғының сезімталдығын, селективтілігін және беріктігін арттыру үшін наноматериалдарды қосу.



Микросенсор және Наносенсордің қолданылу аясы

Медицина: ауруларды
диагностикалау,
көрсеткіштерді
бақылау.

Өнеркәсіп: процестерді
автоматтандыру,
сапаны бақылау.

Телекоммуникация:
антенналарда,
оптикалық кабельдерді
төсемелеуде

Экология: қоршаған
ортаның ластануын
бақылау.

Автомобиль өнеркәсібі:
қозғалтқыштың күйін
бақылау,
температурасын
басқару

Қорытынды

Микро және наносенсорлар жоғары дәлдіктегі өлшемдерді алуға және экстремалды жағдайларда жұмыс істеуге мүмкіндік беретін бірегей сипаттамаларының арқасында заманауи технологияларда шешуші рөл атқарады. Олардың сипаттамаларын анықтау және бағалау сезімталдық, сызықтық, селективтілік және тұрақтылықты қоса алғанда, әртүрлі параметрлерді мұқият талдауды қажет етеді.



Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар

1. Микро және наносенсорларды сипаттайтын негізгі параметрлер қандай?
2. Сенсордың сезімталдығы дегеніміз не және ол микро және наносенсорлар үшін неге маңызды?
3. Сенсордың ажыратымдылығы мен оның сезімталдығының айырмашылығы неде?
4. Неліктен селективтілік (селективтілік) химиялық және биологиялық сенсорлар үшін маңызды?
5. Наносенсорлардың қолданылу аясы?
6. Сенсорлардың тұрақтылығы мен қайталануын бағалау үшін қандай әдістер қолданылады?
7. Медицинада микро және наносенсорларды қолдануға болады ма?

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. «Nanosensors Physical, Chemical, and Biological». By Vinod Kumar Khanna DOI <https://doi.org/10.1201/9781003025559>
2. Электроника и вычислительная техника. Статьи. «Микросенсоры, разработанные с использованием оптических беспроводных микросхем для увеличения чувствительности и дальности связи»
<http://digitrode.ru/articles/2651-mikrosensory-razrabotannye-s-ispolzovaniem-opticheskikh-besprovodnyh-mikroshem-dlya-uvelicheniya-chuvstvitelnosti-i-dalnosti-svyazi.html#sel>
=
3. Наносенсоры. Виталий Грибачев. <https://kit-e.ru/nanosensory-nanosensors/>
4. «Nanotechnology and Nanosensors». Автор: Teik-Cheng Lim
5. «MEMS and NEMS: Systems, Devices, and Structures». Автор: Sergey Edward Lyshevski