

Жаратылыстану және техникалық ғылымдар
Естественные и технические науки
Natural and Technical Sciences

МРНТИ: 29.19.22

**БИОЧИП ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ФИЗИКА ТҮРҒЫСЫНАН ЖӘНЕ
ҚОЛДАНЫЛУЫН ЗЕРТТЕУ**

^{*1}М.А.АЛПАМЫС^{id}, ¹А.А.УМАРОВ^{id}

¹Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті
(Павлодар, Қазақстан)

*madzhidaa@bk.ru, arman.umarorov77@mail.ru

Аңдатпа

Биочиптер - физика мен биологияның пәнаралық саласында пайда болған қуатты технология. Олар ДНҚ, белоктар және жасушалар сияқты әртүрлі биологиялық компоненттерді микроэлементтермен біріктіретін кішкентай құрылғылар. Биочиптерді жобалау және пайдалану кезінде қолданылатын физикалық принциптерге микроөндіріс әдістері, микрофлюидика және нанотехнология кіреді. Биочиптердің артықшылықтары өте көп, соның ішінде олардың күрделі биологиялық үлгілерді жылдам және дәл талдау, нақты уақыт режимінде жасушалардың әрекетін бақылау және жоғары өнімді дәрілік скрининг пен ауру биомаркерлерін қамтамасыз ету қабілеті. Биочиптердің жекелендірілген медицина, медициналық көмек көрсету орнында диагностика және қоршаған ортаны бақылау сияқты салаларда қолдану аясы кең. Биочип технологиясы дамып келе жатқандықтан, олардың биотехнология және медицина салаларында төңкеріс жасау мүмкіндігі бар.

Түйін сөздер: биочип, физика, технология, медицина, нанотехнология, биотехнология.

Кіріспе

XXI ғасыр - техникалық ғасыр болғандығы бәріне мәлім, уақыт қысқара, адамзат баласына жаңа, қолайлы, адам өмірін жеңілдіретін, ыңғайлы технологияларға душар болды. Әсіресе, зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында, биочип технологиялары адам ағзасының жасушаларын ғана емес, жануар және тағы басқаларын жеке молекула мен жеке атомға дейін зерттей алу мүмкіндігі пайда болды. Биочип технологияларын физика тұрғысынан қарастырып, оның қолданылуын зерттеу мақсаттандырылды. Бастапқыда, 1983 жылы биочиптер балық шаруашылығын бақылау үшін, содан кейін уақыт өте келген кезде зоопарктік, жабайы, үй жануарларды, киім-кешектерді, көліктерді бақылау үшін қолдана бастады [Oyebola B., 2017]. Қазіргі кезде адамдардың ағзасына биочиптерді енгізу мәселесімен көптеген зерттеушілер айналасып отыр. Оның ішінде әсіресе түрлі ауруларды анықтау үшін, оларды емдеу үшін медицина саласында түрлі зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Физика, химия салаларын қолданып, инженерлер биочип технологияларын жетілдіріп отыр. Биочип технологиялары биология ғылымын ғана емес, сонымен қатар физика, химия салаларында қамтып отыр [Jocelyn H. Ng, 2003].

Негізгі бөлім

Биочип - талданатын ерітіндідегі заттарды іріктеп байланыстыруға қабілетті көптеген иммобилизацияланған биологиялық объектілері (ДНҚ фрагменттері, ақуыздар, ферменттер, жасушалық лизаттар және т.б.) бар ерімейтін шыны, пластик, гель немесе кремний матрицасы [Gupta S., 2016]. Биочип технологиясы - бұл физика ғылымдарының қарқынды дамып келе жатқан зерттеу саласы. Биочиптер - бұл биологиялық процестерді анықтау, өлшеу және талдау үшін қолданылатын ДНҚ, ақуыздар немесе жасушалар сияқты биологиялық компоненттері бар шағын құрылғылар. Бұл биологиялық молекулаларды анықтай алатын, талдай алатын және басқара алатын құрылғы жасау үшін биологиялық және физикалық компоненттерді

біріктіретін технология. Биочиптер диагностика, дәрі-дәрмектерді әзірлеу және гендік терапияны қоса алғанда, көптеген салаларда қолданылады.

Биочип технологияларын әзірлеу мен қолдануда физика ғылымдары шешуші рөл атқарады. Физика мөлшері, пішіні және электрлік қасиеттері сияқты биологиялық компоненттердің физикалық қасиеттерін түсіну үшін қолданылады. Физика сонымен қатар биочиптерді жобалау және құру үшін, сондай-ақ биочиптер шығаратын деректерді талдауға қажетті құралдар мен бағдарламалық жасақтаманы жасау үшін қолданылады. БМЭМ (Биомедициналық микроэлектромеханикалық жүйелер) - бұл биологиялық немесе биомедициналық қосымшалары бар МЭМЖ жиынтығы. Бұл миниатюралық құрылғылар микроөңдеу технологиясынан шабыттандырылған өндіріс технологиясын пайдаланады. Биологиялық немесе химиялық үлгілерді өңдеу, жеткізу, манипуляциялау, талдау немесе жобалау осы микроқұрылғыларда жүзеге асырылады [Bashir R., 2004]. ДНҚ және ақуыз микрочиптерін диагностикалау, микрофлюидтік платформалар, кардиостимуляторлар, биосенсорлар, дәрі-дәрмек жеткізу жүйелері және т.б. сияқты БМЭМ қолданбаларына қызығушылық өте тез өсуде [Polla D.L., 2000; Dittrich P.S., Manz A., 2006].

Нейростимуляциялық имплантаттар, соқыр науқастарды емдеуге арналған торлы имплантаттар және физикалық ауырсынудың алдын алу үшін микроинелмен егу - БМЭМ қолданудың кейбір мысалдары болып табылады [Grayson A.C.R., 2004]. БМЭМ технологияларының дамуы биотехнологияның соңғы жетістіктерімен (мысалы, геномика, протеомика, тіндік инженерия) бірге БМЭМЖ құрылғыларын қолдануды кеңейтуге қызықты мүмкіндіктер ашады. Тану үшін қолданылатын БМЭМ-дар (мысалы, антиденелерді тану, бактерияларды тану, вирустарды тану), талдау (мысалы, бактерияларды анықтау және антибиотиктерге төзімділік), диагностика (мысалы, қатерлі ісік және аутоиммунды аурулар), бақылау (қант диабетімен ауыратын науқастардағы қандағы глюкозаны бақылау), дәрі-дәрмектерді жеткізу (мысалы, антибиотиктерді енгізу), жасушаларды өсіру (мысалы, ООС платформалары) - бұл жетістіктердің арқасында қол жеткізілген кейбір практикалық қолданбалар микротехнология саласында [Grayson A.C.R., 2004].

Компьютерлік революциялардағы микропроцессорлардың маңызды рөліне ұқсас, БМЭМЖ құрылғылары биомедициналық ғылымның болашағында маңызды рөл атқарады. БМЭМЖ технологиясы дәрігерлердің, биологтардың, электр инженерлерінің, механиктердің, химиктердің және материалтанушылардың инновациялық таланттарын әртүрлі биомедициналық қолданбалары бар миниатюралық құрылғыларды жасау үшін біріктіреді [Bhatia S.N., 2014; Huh D., 2013]. Биочиптер үш типке бөлінеді: ДНҚ микрочиптер, микрофлюидті микрочипі және ақуыз микрочипі [Azizipour N., 2020].

ДНҚ микрочиптер. Ол берік бетке бекітілген көптеген ұсақ ДНҚ дақтарынан тұрады. Көптеген гендер үшін экспрессия деңгейлерін есептеу үшін қолданылады. Әрбір ДНҚ белгісі зондтардан (белгілі бір геннің пикомолдары) тұрады. Әдетте, мақсатты зондты будандастыру нысанадағы нуклеин қышқылдарының қатарларының салыстырмалы санын анықтау үшін флюороформен белгіленген нысандарды (жарықпен қозған кезде жарықты қайта шығара алатын флуоресцентті химиялық қосылыс) тану арқылы бақыланады және есептеледі. Макромолекулалардың инновациялық массивтері тоғыз-он екі сантиметр макроматрицалар болды. 1981 жылы алғаш рет іске қосылған машиналық басқаруға негізделген ісop негізіндегі талдау ашылды [Si Wang, 2013].

Микрофлюидті микрочипі. Сандық микрофлюидті биочиптер клиникалық диагностика, дәрі-дәрмектерді табу және медициналық көмек көрсету үшін көбірек қолданылуда. Биочиптерден диагностика жасаған кезде жоғары дәлдік қажет, соған байланысты биочиптердің сенімділігі мен қызмет ету мерзімі аса маңызды орында [Jinlong Shi, 2021].

Ақуызды микрочип. Ақуызды микрочиптер макрокеуекті полимерлі тіректер негізінде жасаланады. Оны байланыстырушы қасиеттерді сандық зерттеу үшін, ацетилхолинэстеразаны анықтау үшін, және чиптегі ферменттердің белсенділігін анықтау үшін пайдалануға болады. [Volokitina M., 2019].

Биочиптер көптеген компоненттерден тұрады, соның ішінде микрофлюидтік арналар, электродтар және транзисторлар. (Бұл компоненттер биологиялық молекулаларды анықтау, талдау және манипуляциялау үшін қолданылады. Мысалы, микрофлюидтік арналар биологиялық молекулаларды бөлу және талдау үшін пайдаланылуы мүмкін, ал электродтар электр сигналдарын анықтау және басқару үшін пайдаланылуы мүмкін [Jinlong Shi, 2021]. Транзисторларды биологиялық молекулалардың ағынын басқару үшін пайдалануға болады.

Биочиптер арқылы адам ағзасының ішінде болып жатқан биопроцесстерді, молекулалардың жағдайы, анализдердің саны туралы зондтау әдісі арқылы көре аламыз. Зондтау әдісі физикалық заңдарға бағынған. Спектрлік интерферометриялық әдістер, бетке иммобилизацияланған байланыстырушы молекулалар мен үлгідегі комплементарлы биомолекулалар арасындағы арнайы биореакциялардан туындаған оптикалық жол ұзындығының өзгеруін анықтау үшін жарықтың жазық сенсор бетімен әрекеттесуі кезінде пайда болатын шағылысу кедергі жолақтарын бақылау және талдау. Басқаша интерференциясын бақылау [Zisis G., 2022]. «Адамның қан сарысуындағы аутоантиденелерді анықтау үшін шыны биочиптердің сипаттамасы және биосенсордың тегсіз валидациясы туралы деректер» атты мақалада мультиплексті биосенсор шыны биочиптегі жеке анықтау нүктелерінде биоқабат қалыңдығының өзгеруінің нақты уақыттағы сенсорлық диаграммаларын зерттеп, жазған. Зерттеуде аутоантиденелері бар 50 мл адам қан сарысуының үлгісі сұйытып, бөлме температурасында 10 минут бойы биочип арқылы айдады. Сенсограммалардың көмегімен антигумандық антиденелер мен антигендік антиденелерді айдау кезінде аутоантиденелердің концентрациясы мен кинетикалық константалары анықталды. Нәтижелер аутоиммунды ауруларды ерте диагностикалау үшін жоғары дәлдіктегі биозондтау жүйелерін одан әрі дамыту үшін берік негіз болып табылды [Pushkarev A.V., 2020].

Физика тұрғысынан биочип технологиялары биологиялық процестерді анықтау мен өлшеудің жаңа әдістерін жасау үшін қолданылады. Мысалы, зерттеушілер ақуыздардың электрлік қасиеттерін, ДНҚ-ның оптикалық қасиеттерін және жасушалардың механикалық қасиеттерін зерттеу үшін биочиптерді пайдалана алады. Бұл әдістер зерттеушілерге ақуыздың белсенділігін нақты уақыт режимінде өлшеуге мүмкіндік береді, бұл негізгі биологиялық процестер туралы құнды ақпарат бере алады.

Биочип екі компоненттен тұрады, атап айтқанда транспондер және оқу құрылысы:

1) Транспондер. Транспондерлердің екі түрі бар, атап айтқанда белсенді транспондерлер және пассивті транспондерлер. Бұл пассивті транспондер, яғни оның өзіндік энергиясы немесе батареясы жоқ, ал пассивті режимде ол оператор оны іске қосқанға дейін белсенді емес, оған төмен электр зарядын береді. Бұл транспондер антенна катушкасы, компьютерлік чип, шыны капсула және реттелетін конденсатор сияқты төрт бөліктен тұрады. Компьютерлік микрочип ұзындығы 10-нан 15 санға дейін өзгертін бірегей сәйкестендіру нөмірін сақтайды. Антенна катушкасы өте кішкентай, қарабайыр және антеннаның бұл түрі сканерден немесе оқу құрылғысынан сигналдарды жіберу және қабылдау үшін қолданылады. Баптау конденсаторын зарядтауды кішкене сигнал арқылы жасауға болады, яғни оператор жіберетін 1/1000 ватт. Шыны капсулада антенна катушкасы, конденсатор және микрочип бар және биоүйлесімді материалдан, атап айтқанда натрий-эк шыныдан жасалған.

2) Оқу құрылғысы. Оқу құрылғысы катушкадан тұрады, атап айтқанда "қоздырғыш". Қоздырғыш радио сигналдар арқылы электромагниттік өрісті құрайды. Ол биочипті белсендіру үшін қажетті қуатты ($<1/1000$ Вт) қамтамасыз етеді. Оқу құрылғысы қоздырылған имплантацияланған биочиппен қайтарылған сәйкестендіру нөмірін немесе берілген кодты

қабылдау үшін қабылдау катушкасын алып жүреді. Биочип технологияларда оқу құрылғысы имплантацияланған биочипті белсендіретін радио сигналдар арқылы төмен қуатты электромагниттік өрісті тудыратады. Бұл белсендіру биочипке радиосигналдар арқылы сәйкестендіру кодын оқы құралына қайта жіберуге мүмкіндік береді. Оқу құралы алынған кодты күшейтеді, оны сандық форматқа түрлендіреді, декодтайды және оқырманның сұйық кристалды дисплейінде сәйкестендіру нөмірін көрсетеді. Байланыс үшін оқу құралы әдетте биочиптен 2-12 дюйм қашықтықта болуы керек. Оқу құралы мен биочип көптеген материалдармен өзара әрекеттесе алады [Oyebola B., 2017].

Биочиптің құрылымы физикалық тұрғыдан күрделі және әртүрлі материалдар мен технологияларды қамтиды. Биочиптер әдетте шыны, кремний немесе полимерлер сияқты материалдардан жасалуы мүмкін субстратта жасалады. Субстрат биочиптің берік негізін қамтамасыз етеді және әртүрлі функционалды компоненттерді біріктіруге мүмкіндік береді.

Биочиптің функционалды компоненттеріне әдетте микрофлюидтік арналар, датчиктер және түрлендіргіштер жатады. Микрофлюидтік арналар сұйықтықтың аз мөлшерін тасымалдау және басқару үшін қолданылады, әдетте микролитр немесе нанолитр масштабында. Бұл арналар көбінесе жұмсақ литографияны немесе басқа микроөңдеу әдістерін қолдану арқылы жасалады. Датчиктер биологиялық молекулаларды анықтау үшін қолданылады және беттік плазмндық резонанс немесе флуоресцентті энергияның резонанстық берілуі сияқты әртүрлі технологияларға негізделуі мүмкін. Түрлендіргіштер биологиялық сигналды талдауға болатын электрлік немесе оптикалық сигналға түрлендіру үшін қолданылады.

Сонымен қатар, биочип технологиялары ген экспрессиясын талдаудың жаңа әдістерін жасау үшін қолданылады. Биочиптер зерттеушілерге мыңдаған гендердің экспрессиясын бір уақытта өлшеуге мүмкіндік береді, бұл дәстүрлі әдістерге қарағанда ген экспрессиясының толық көрінісін береді. Бұл ақпаратты аурудағы гендердің рөлін жақсырақ түсіну және жаңа емдеу әдістерін әзірлеу үшін пайдалануға болады.

Биочиптер жаңа технологияларды дамыту үшін де қолданылады. Мысалы, биочиптерді биологиялық молекулаларды анықтауға және өлшеуге қабілетті құрылғылар болып табылатын биосенсорларды жасау үшін пайдалануға болады. Биосенсорларды бактериялар мен вирустар сияқты қоздырғыштардың болуын немесе қоршаған ортада дәрі-дәрмектердің немесе токсиндердің болуын анықтау үшін пайдалануға болады.

Нанотехнология биочиптерді дамытуда шешуші рөл атқарады, өйткені олар нано деңгейінде биологиялық молекулаларды анықтауға және талдауға қабілетті жоғары сезімтал және ерекше құрылғыларды жасауға мүмкіндік береді. Биочиптердегі нанотехнологияның кейбір негізгі қолданбаларына мыналар жатады:

Биомолекулаларды анықтау: нанобөлшектерді биологиялық үлгілердегі мақсатты молекулаларды анықтайтын және сандық түрде анықтай алатын жоғары спецификалық сенсорларды жасау үшін антиденелер немесе ДНҚ зондтары сияқты арнайы биомолекулалар арқылы функционалдандыруға болады.

Беттік модификация: биочиптердің өнімділігі мен сезімталдығын жақсарту үшін олардың сулануы немесе заряды сияқты беттік қасиеттерін өзгерту үшін бетті нанопаттернациялау және функционалдау әдістерін қолдануға болады [Devgan S., 2019].

Миниатюризация: наноөндіріс әдістерін биочиптерде микро және нано масштабты құрылымдарды құру үшін қолдануға болады, мысалы, микрофлюидтік арналар немесе электродтар, олар биологиялық үлгілерді жоғары өнімді және жылдам талдауға мүмкіндік береді [Liu Z., 2022].

Биомимикрия: нанотехнологияларды өздігінен жиналатын нанобөлшектер немесе наноөлшемді тіректер сияқты биологиялық жүйелердің қасиеттері мен функцияларын қайталайтын биологиядан шабыттандырылған материалдар мен құрылымдарды жасау үшін пайдалануға болады [Plessis A. du, Broeckhoven C., 2022].

Тұтастай алғанда, нанотехнологияларды биочиптерге біріктіру олардың мүмкіндіктері мен әлеуетті қолданбаларын айтарлықтай кеңейтті, бұл биомедициналық зерттеулерге, клиникалық диагностикаға және дәрі-дәрмек іздеуге арналған жоғары сезімтал және спецификалық құрылғыларды әзірлеуге мүмкіндік берді.

Биочиптер ауруды емдеудің жаңа әдістерін жасау үшін де қолданылады. Мысалы, биочиптерді ауруларды емдеу үшін генетикалық материал қолданылатын гендік терапияны жасау үшін пайдалануға болады. Гендік терапияны муковисцидоз және Хантингтон ауруы сияқты генетикалық ауруларды емдеу үшін қолдануға болады. Оны Хантингтон ауруын емдеу үшін жасаған зерттеулерден көре аламыз [Lenoir S., 2022]. Биочиптер зерттеушілерге тиімді дәрі-дәрмектерге айналуы мүмкін қосылыстардың көп мөлшерін зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл дәрі-дәрмектерді анықтау. Биочиптер әртүрлі ауруларды анықтау және бақылау мүмкіндігін көрсетті, бірақ олар ауруларды емдеу үшін тікелей пайдаланылмайды. Оның орнына олар ауруларды ерте диагностикалау және жекелендірілген емдеу үшін қолданылады, бұл жақсы нәтижелерге әкелуі мүмкін және тіпті кейбір ауруларды емдеуі мүмкін. Диагностика және бақылау үшін биочиптер қолданылған аурулардың бірнеше мысалдары:

Қатерлі ісік: биочиптерді рак клеткаларын анықтау және аурудың дамуын бақылау үшін пайдалануға болады. Олар сондай-ақ қатерлі ісіктің белгілі бір түрін анықтау және емдеудің ең тиімді нұсқаларын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жүрек-қан тамырлары аурулары: биочиптерді холестерин мен триглицеридтер сияқты жүрек-қан тамырлары ауруларымен байланысты биомаркерлерді анықтау үшін пайдалануға болады. Олар сондай-ақ статиндер сияқты емдеу әдістерінің тиімділігін бақылау және кез келген жағымсыз реакцияларды анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Жұқпалы аурулар: биочиптерді вирустар мен бактериялар сияқты жұқпалы ауруларды тудыратын қоздырғыштарды анықтау үшін пайдалануға болады. Оларды антибиотиктер сияқты емдеу әдістерінің тиімділігін бақылау үшін де қолдануға болады.

Қант диабеті: биочиптерді қант диабетімен ауыратын науқастарда глюкоза деңгейін бақылау үшін қолдануға болады, бұл гипогликемия мен гипергликемиялық синдромды ерте анықтауға мүмкіндік береді. Оларды инсулинмен емдеудің тиімділігін бақылау үшін де қолдануға болады.

Неврологиялық бұзылулар: биочиптерді Альцгеймер және Паркинсон сияқты неврологиялық бұзылулармен байланысты биомаркерлерді анықтау үшін пайдалануға болады. Олар сондай-ақ аурудың дамуын және емдеудің тиімділігін бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кешаварз Б., Томас Платтс-Миллс, Джефффри М. PhD докторлары аллергияны диагностикалауда микрочиптер мен басқа мультиплексті технологияларды қолданылуын зерттеген болатын, олар биочиптердің қолайлығын адам терісінің ішіндегі аллергенды анықтау кезіндегі артықшылығын зерттеген болатын. Егер бұрынғы кезде аллергенды анықтау үшін сарысу, тері сынақтары жүргізілсе, қазіргі кезде молекулалық деңгейде анықтау мүмкіндігі туындады, микрочиптер арқылы аллергияны болжау туралы да айтып кетті [Keshavarz B., 2021]. Биочиптері өндіру үшін оның қай жерде қолданылуын, қай салада зерттеу жүргізілетінін, қандай аққуыздар мен материалдар қолданылатын анықтау қажет [Jocelyn H. Ng, 2003].

2019 жылы болған коронавирус әлемге неше түрлі жайшылықтар әкелген болатын, дәрігерлер ауру адамдардың қал жағдайын қарау үшін түрлі маскалар мен киім-кешектерді киген, бірақ

бұл оларды вирустан қорғай алмады. Адамдарды тексеру, емдеу үшін препараттар жетіспеушілігі байқалды. Соған байланысты биочип технологиялары дәрігерлердің жұмыс қолайлығын арттырды. Атап айтқанда, COVID-19 пандемиясы қоғамдық және орталықтандырылмаған медициналық жүйелердегі диагностика үшін биочип платформаларының маңыздылығын растады және зерттеулерден клиникалық қолдануға көшуді айтарлықтай жеделдетті. 2022 жылдың 15 сәуіріндегі жағдай бойынша биочипке негізделген SARS-CoV-2 диагностикасының 1135 әдісі *conformité européenne* (CE) аутентификациясы арқылы аутентификацияланды (<https://covid-19-diagnostics.jrc.ec.europa.eu/>) [Liu J., 2022]. ДНҚ микрочиптері технологиясын қолдану асқазан қатерлі ісігінің пайда болуына бейімділікпен байланысты негізгі гендерді анықтай алады. Атеросклероз, семіздік, қант диабеті, өкпе және простата обыры сияқты түрлі аурулары бар пациенттердің геномдарын зерттеу бойынша ауқымды зерттеулер жүргізілді, жүрек-қан тамырлары аурулары, демікпе, созылмалы өкпе аурулары, Алысгеймер ауруы және басқалары. Clear Read (Nanosphere) микрочиптік нанотехнологиясы бір нуклеотидті полиморфизмдердің түзілуін зерттеу үшін алтын нанобөлшектерін қолдану арқылы әзірленді, оны қан тамшысының мөлшеріндей үлгілерден жартылай алынған адамның ДНҚ-сын талдау үшін пайдалануға болады. Nanosphere технологиясы жылдам, қарапайым және дәл мүмкіндік береді генотиптер ДНҚ үшін кез келген ДНҚ тізбегі үшін генетикалық ауруларды анықтау, мультифакторлық ауруларға бейім, сондай-ақ фармакологиялық препараттарға метаболикалық реакцияны болжау үшін қолданылады.

Әдеби шолу

Физика және оларды әртүрлі салаларда қолдану тұрғысынан биочип технологиялары тақырыбында көптеген ғылыми зерттеулер мен әдебиеттерге шолулар жүргізілді. П.С.Дитрих, А.Манцр мен оның әріптестерінің (2006) шолу мақаласы микрофлюидика физикасы және оны биочип технологияларында қолдану туралы болды. Мақалада көптеген зертханалық функцияларды бір чипке біріктіруге мүмкіндік беретін *lab-on-a-chip* құрылғыларын әзірлеу кезінде микрофлюидтік технологияның маңыздылығы атап өтілді. Мақалада сонымен қатар биосенсорика, жасушаларды сұрыптау және дәрі-дәрмектерді іздеу сияқты қосымшаларда микрофлюидтерді қолдану талқыланды [Dittrich P.S., 2006].

Геномика саласында Хорхе Лопес пен оның әріптестерінің әдебиеттеріне шолу (2020) ДНҚ-ны ретке келтіру және талдау үшін биочиптерді қолдануды талқылады. Шолу дәстүрлі ДНҚ секвенирлеу әдістерімен салыстырғанда жылдамдық, дәлдік және экономикалық тиімділік тұрғысынан биочиптердің артықшылықтарын атап өтті. Шолу сонымен қатар жекелендірілген медицина мен генетикалық тестілеуде биочиптерді қолданудың қиындықтары мен мүмкіндіктерін талқылады.

Ли Ма және әріптестер (2020) дайындаған тағы бір әдебиет шолуы протеомика зерттеулерінде биочиптерді қолдануға бағытталған. Шолу биочиптерде ақуыздарды анықтау және талдау үшін қолданылатын әртүрлі технологияларды, соның ішінде беттік плазмндық резонансты және флуоресценция энергиясының резонанстық берілуін талқылады. Шолу сонымен қатар ақуызды анықтауда, ақуыз-ақуыздың өзара әрекеттесуін зерттеуде және ауруларды диагностикалауда биочиптердің ықтимал қолданылуын талқылады.

Дәрі-дәрмектің ашылуына келетін болсақ, Сандра Франко мен оның әріптестерінің (2019) шолу мақаласында дәрі-дәрмекке үміткерлерді жоғары өнімді скрининг үшін биочиптерді қолдану талқыланды. Мақалада биочиптердің дәрі-дәрмектерді әзірлеуге кететін шығындар мен уақытты азайту үшін маңыздылығы және пациенттің жеке генетикалық ақпаратына негізделген жеке медицинаның әлеуеті атап өтілді.

Биочиптер туралы жазған көптеген авторлар бар, соның ішінде:

- М.Маду: Калифорния университетінің Механика және аэроғарыштық инженерия профессоры, Ирвин және "Микроөндіріс негіздері" оқулығының авторы [Madou M. J., 2018];
- С.Златанова: Нидерландыдағы Лейден университетінің биофизика профессоры және Биочиптер мен ДНҚ секвенциясы туралы көптеген мақалалар жариялады;
- Ю.Ким: Пурдю университетінің биомедициналық инженерия профессоры және ақуызды талдауға арналған микрофлюидті биочиптер туралы зерттеу жариялады;
- С.Р.Нуген: Корнелл университетінің тамақтану ғылымдарының профессоры және тағамдағы патогендерді анықтауға арналған биочиптер туралы зерттеу жариялады;
- П.Мацудайра: MIT биологиялық инженерия және молекулалық биология профессоры және ақуыз экспрессиясын профильдеуге арналған микрочиптер туралы зерттеу жариялады.

Бұл физика, биология, инженерия және химияны қамтитын жоғары пәнаралық зерттеу саласы болып табылатын биочип саласына үлес қосқан көптеген авторлардың бірнеше мысалдары ғана.

Тұтастай алғанда, бұл әдебиеттерге шолулар мен ғылыми зерттеулер геномика, протеомика, дәрі-дәрмектерді әзірлеу және жекелендірілген медицина сияқты революциялық салалардағы физика тұрғысынан биочип технологияларының әлеуетін көрсетеді. Дегенмен, техникалық қиындықтарды жеңу және клиникалық жағдайда биочиптерді пайдалануды растау үшін қосымша зерттеулер қажет.

Әдістер

Әдебиетке шолу әдісі қолданылды: биочип технологиясы бойынша қолданыстағы әдебиеттерге жан-жақты шолу өрісті кеңінен түсінуге және назар аударуды қажет ететін негізгі бағыттарды анықтауға көмектесті. Жағдайлық зерттеулер: геномика, протеомика, дәрі-дәрмектерді әзірлеу және жекелендірілген медицина сияқты әртүрлі салаларда биочип технологиясының нақты қолданбаларын зерттеу биочиптерді қалай қолдануға болатыны және олардың осы салаларға әсері туралы нақты мысалдар бере алды.

Нәтижелер

Биочип технологиялары көптеген салаларда қолданылады. Оның ішінде медицина саласында түрлі молекулалық-генетикалық негізіндегі ауруларды диагностикалау, болжау, емдеу үшін қолданылады. Биочип технологияларының жұмыс жасау принциптері типтеріне байланысты, физикалық заңдардың көмегімен жетілдіріп отыр. Оны әртүрлі зерттеушілер зерттеп, дәлелдеп отыр. М.Дж.Хан (M.J.Khan) және оның әріптестері [Khan M.J., 2016] төрт бассейнді талдау арқылы вирустардың қоспасын анықтау үшін ДНҚ-микрочип платформасын (SMAVirusChip) пайдаланудың тиімділігін көрсетті: 1) bsgv (Flaviviridae), MAYV (Togaviridae), PIRIV (Rhabdoviridae) сияқты әртүрлі отбасылардан шыққан вирустар; 2) Flavivirus отбасының вирустары (DENV-2, ROCK, SLAV); 3) денге вирусының төрт серотипі (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4); 4) Бразилияда эпидемияға ұшыраған вирустар (Chikv, DENV-1, ZIKV). Микрочиптер деп те аталатын биочиптер ДНҚ немесе белоктар сияқты мыңдаған биологиялық молекулаларды бір уақытта талдауға мүмкіндік беретін құрылғылар болып табылады. Биочип технологиясы физика, Биология және инженерия қиылысында пайда болды және геномика, протеомика және дәрі-дәрмектерді әзірлеу сияқты салаларда төңкеріс жасай алады.

Физика тұрғысынан биочиптер жоғары миниатюраланған және дәл жобаланған құрылғыларды жасау үшін микроөндіріс және нанотехнология принциптеріне негізделген. Биочипті жасау үшін қолданылатын материалдардың физикалық қасиеттері, мысалы, олардың өткізгіштігі немесе сыну көрсеткіші құрылғының жұмысын оңтайландыру үшін мұқият таңдалған. Биочиптердің басты артықшылықтарының бірі - олардың биологиялық деректердің үлкен көлемін жылдам талдау қабілеті, бұл дәстүрлі зертханалық әдістерді қолдану кезінде

практикалық емес немесе мүмкін емес. Бұл ауруларды дәлірек және тиімді диагностикалауға, сондай-ақ мақсатты және тиімді емдеуге әкелуі мүмкін. Биочиптер сонымен қатар дәрі-дәрмектерді ашуға кететін шығындар мен уақытты төмендетуі мүмкін, бұл жаңа дәрі-дәрмектердің тезірек дамуына әкелуі мүмкін. Биочип технологиясы адам ағзасы туралы түсінігімізді тереңдету және адам денсаулығын жақсарту үшін физика мен биологияны біріктіретін перспективалы және қызықты сала болып табылады.

Пікір алмасу

Ғалымдар мен зерттеушілер биочип технологиясын физика тұрғысынан және олардың әртүрлі салаларда қолданылуы туралы кеңінен талқылады. Физика тұрғысынан биочиптер биомолекулаларды анықтау мен талдауды қамтамасыз ету үшін микрофлюидика, беттік плазмондық резонанс және флуоресценция энергиясының резонанстық трансферті сияқты принциптерді пайдаланады. Биочиптерді жасауда нанотехнологияны қолдану өте сезімталдығы мен ерекшелігі бар өте кішкентай және дәл құрылғыларды жасауға мүмкіндік берді. Қолдану тұрғысынан биочиптер геномикада ДНҚ, РНҚ және ген экспрессиясын талдау үшін қолданылған. Бұл генетикалық бұзылуларды түсінуде және жаңа дәрілік мақсаттарды анықтауда серпілістерге әкелді. Биочиптер протеомикада ақуыздың экспрессиясын, трансляциядан кейінгі модификацияларды және ақуызаралық өзара әрекеттесуді зерттеу үшін де қолданылған. Бұл жаңа диагностикалық құралдар мен емдеу әдістерін жасауға мүмкіндік берді. Дәрі-дәрмектерді әзірлеу саласында биочиптер дәрі-дәрмектерді әзірлеуге кететін шығындар мен уақытты азайта отырып, көптеген ықтимал дәрі-дәрмектерге үміткерлерді жылдам скрининг үшін пайдаланылды. Биочиптер жекелендірілген медицинада да қолданылады, бұл емдеу әдістерін жеке пациенттің нақты генетикалық құрамына бейімдеуге мүмкіндік береді. Дегенмен, биочиптерді әзірлеу мен қолдануда әлі де проблемалар бар. Оларға технологияны стандарттау және валидациялау қажеттілігі, сондай-ақ генетикалық ақпаратты пайдалануға қатысты этикалық ойлар жатады. Дегенмен, биочиптердің әлеуетті артықшылықтары оларды болашақ үшін перспективалы зерттеу саласына айналдырады.

Қорытынды

Жалпы, биочип технологиясы жаратылыстану ғылымдарында зерттеу мен қолданудың маңызды саласы болып табылады. Бұл биологиялық молекулаларды анықтай алатын, талдай алатын және басқара алатын құрылғы жасау үшін биологиялық және физикалық компоненттерді біріктіретін технология. Биочиптер диагностика, дәрі-дәрмектерді әзірлеу және гендік терапияны қоса алғанда, көптеген салаларда қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- Oyebola B., Odueso T., Olugbemi A. (2017) Study on Biochips Technology. *Journal of Industrial Technology*, 2(1), 29-37 [Электрондық ресурc]: URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2947324> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Jocelyn H. Ng, Leodevico L. Ilag (2003) Biochips beyond DNA: technologies and applications. *Biotechnology Annual Review*, 9, 1-149 [Электрондық ресурc]: URL: [https://doi.org/10.1016/S1387-2656\(03\)09001-X](https://doi.org/10.1016/S1387-2656(03)09001-X) (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Gupta S., Manubhai K.P., Kulkarni V., Srivastava S. (2016) An overview of innovations and industrial solutions in Protein Microarray Technology. *Journal of Proteomics*, 1, 16(8), 1297-1308 [Электрондық ресурc]: URL: <https://doi.org/10.1002/pmic.201500429> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Bashir R. (2004) BioMEMS: state-of-the-art in detection, opportunities and prospects. *Journal of Advanced Drug Delivery Reviews*, 56(11), 1565-158 [Электрондық ресурc]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2004.03.002> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Polla D.L., Erdman A.G., Robbins W.P., Markus D.T., Diaz-Diaz J., Rizq R., Nam Y., Brickner H.T., Wang A., Krulevitch P. (2000) Microdevices in medicine. *Annual Review of Biomedical*

- Engineering, 2, 551-576 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.2.1.551> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Dittrich P.S., Manz A. (2006) Lab-on-a-chip: Microfluidics in drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5, 210-218 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1038/nrd1985> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Grayson A.C.R., Shawgo R.S., Johnson A.M., Flynn N.T., Li Y., Cima M.J., Langer R. (2004) A BioMEMS review: MEMS technology for physiologically integrated devices. *Proc. IEEE*, 92, 6-21 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2003.820534> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Bhatia S.N., Ingber D.E. (2014) Microfluidic organs-on-chips. *Nature Biotechnology*, 32, 760-772 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1038/nbt.2989> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Huh D., Kim H.J., Fraser J.P., Shea D.E., Khan M., Bahinski A., Hamilton G.A., Ingber D.E. (2013) Microfabrication of human organs-on-chips. *Nat. Protoc.*, 1, 8, 2135-2157 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1038/nprot.2013.137> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Azizipour N., Avazpour R., Rosenzweig D.H., Sawan M., Ajji A. (2020). Evolution of Biochip Technology: A Review from Lab-on-a-Chip to Organ-on-a-Chip. *Micromachines*, 11(6), 599 [Электрондық ресурс]: URL: <http://dx.doi.org/10.3390/mi11060599> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Si Wang, Jeroen C.W. Rijk, Marieke J. Pen, Jac M.M.J.G. Aarts, Ad A.C.M. Peijnenburg, Ivonne M.C.M. Rietjens, Toine F.H. Bovee (2013) A low-density DNA microchip for the detection of (anti-)estrogenic compounds and their relative potencies. *Analytical Biochemistry*, 435(1), 83-92 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.ab.2012.12.016> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Jinlong Shi, Ping Fu, Wenbin Zheng (2021) Lifetime improvement of digital microfluidic biochips based on the IWOA. *Journal of Microelectronics Reliability*, 123, 114182 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2021.114182> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Volokitina M., Krutyakova M., Sirotov V., Larionov M., Tennikova T., Korzhikova-Vlakh E. (2019) Protein biochips based on macroporous polymer supports: Material properties and analytical potential. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 165, 242-250 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.12.012> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Zisis G., Papageorgiou G., Anastasiadis V., Petrou P., Raptis P., Papanikolaou N. (2022) 3D structured biochip for label free determinations at the point-of-need. *Micro and Nano Engineering*, 14, 100117 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.mne.2022.100117> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Pushkarev A.V., Orlov A.V., Znoyko S.L., Novichikhin D.O., Bragina V.A., Sizikov A.A., Alipour E., Ghourchian H., Nikitin A.I., Sorokin G.M., Gorshkov B.G., Nikitin P.I. (2020) Data on characterization of glass biochips and validation of the label-free biosensor for detection of autoantibodies in human serum. *Journal of Data in Brief*, 30, 105648 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105648> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Lenoir S., Lahaye R.A., Vitet H., Scaramuzzino C., Virlogeux A. (2022) Pridopidine rescues BDNF/TrkB trafficking dynamics and synapse homeostasis in a Huntington disease brain-on-a-chip model. *Neurobiology of Disease*, 173, 105857 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2022.105857> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Keshavarz B., Platts-Mills T.A.E., Jeffrey M.W. (2021) Annals of Allergy. *Asthma & Immunology*, 127(1), 10-18 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.anai.2021.01.003> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Liu J., Xu Y., Cheng J. (2022) Biochips under COVID-19: a new stage of well-grounded development and accelerated translation. *Science Bulletin*, 67(18), 1823-1826 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2022.08.003> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).

- Veerla S.C., Kim D.R., Yang S.Y. (2018) Fabrication of a microfluidic device for studying the in situ drug-loading/release behavior of graphene oxide-encapsulated hydrogel beads. *Biomaterials Research*, 22(1) [Электрондық ресурс]: URL: <http://dx.doi.org/10.1186/s40824-018-0119-9> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Khan M.J., Trabuco A.C., Alfonso H.L., Figueiredo M.L., Batista W.C., Badra S.J., Figueiredo L.T., Lavrador M.A., Aquino V.H. (2016) DNA Microarray Platform for Detection and Surveillance of Viruses Transmitted by Small Mammals and Arthropods. *J. PLOS Neglected Tropical Diseases* [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005017> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Devgan S., Sidhu S.S. (2019) Evolution of surface modification trends in bone related biomaterials: A review. *Materials Chemistry and Physics*, 233, 68-78 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.05.039> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Liu Z., Liu N., Schroers J. (2022) Nanofabrication through molding. *Progress in Materials Science*, 125, 100891 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2021.100891> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Plessis A. du, Broeckhoven C. (2022) Chapter 10 - Functional synergy of biomimicry and additive manufacturing: Toward a bio-enhanced engineering approach. *Biomimicry for Materials, Design and Habitats. Innovations and Applications*, 269-289 [Электрондық ресурс]: URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821053-6.00013-8> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).
- Madou M.J. (2018) Fundamentals of Microfabrication [Электрондық ресурс]: URL: <http://dx.doi.org/10.1201/9781482274004> (өтінім берілген күні: 09.02.2023).

References

- Oyebola B., Odueso T., Olugbemi A. (2017) Study on Biochips Technology. *Journal of Industrial Technology*, 2(1), 29-37 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2947324> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Jocelyn H. Ng, Leodevico L. Ilag (2003) Biochips beyond DNA: technologies and applications. *Biotechnology Annual Review*, 9, 1-149 [Elektrondyk resurs]: URL: [https://doi.org/10.1016/S1387-2656\(03\)09001-X](https://doi.org/10.1016/S1387-2656(03)09001-X) (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Gupta S., Manubhai K.P., Kulkarni V., Srivastava S. (2016) An overview of innovations and industrial solutions in Protein Microarray Technology. *Journal of Proteomics*, 1, 16(8), 1297-1308 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1002/pmic.201500429> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Bashir R. (2004) BioMEMS: state-of-the-art in detection, opportunities and prospects. *Journal of Advanced Drug Delivery Reviews*, 56(11), 1565-158 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2004.03.002> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Polla D.L., Erdman A.G., Robbins W.P., Markus D.T., Diaz-Diaz J., Rizq R., Nam Y., Brickner H.T., Wang A., Krulevitch P. (2000) Microdevices in medicine. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 2, 551-576 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.2.1.551> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Dittrich P.S., Manz A. (2006) Lab-on-a-chip: Microfluidics in drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5, 210-218 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1038/nrd1985> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Grayson A.C.R., Shawgo R.S., Johnson A.M., Flynn N.T., Li Y., Cima M.J., Langer R. (2004) A BioMEMS review: MEMS technology for physiologically integrated devices. *Proc. IEEE*, 92, 6-21 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2003.820534> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).
- Bhatia S.N., Ingber D.E. (2014) Microfluidic organs-on-chips. *Nature Biotechnology*, 32, 760-772 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1038/nbt.2989> (otinin berilgen kuni: 09.02.2023).

- Huh D., Kim H.J., Fraser J.P., Shea D.E., Khan M., Bahinski A., Hamilton G.A., Ingber D.E. (2013) Microfabrication of human organs-on-chips. *Nat. Protoc.*, 1, 8, 2135-2157 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1038/nprot.2013.137> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Azizipour N., Avazpour R., Rosenzweig D.H., Sawan M., Ajji A. (2020). Evolution of Biochip Technology: A Review from Lab-on-a-Chip to Organ-on-a-Chip. *Micromachines*, 11(6), 599 [Elektrondyk resurs]: URL: <http://dx.doi.org/10.3390/mi11060599> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Si Wang, Jeroen C.W. Rijk, Marieke J. Pen, Jac M.M.J.G. Aarts, Ad A.C.M. Peijnenburg, Ivonne M.C.M. Rietjens, Toine F.H. Bovee (2013) A low-density DNA microchip for the detection of (anti-)estrogenic compounds and their relative potencies. *Analytical Biochemistry*, 435(1), 83-92 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.ab.2012.12.016> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Jinlong Shi, Ping Fu, Wenbin Zheng (2021) Lifetime improvement of digital microfluidic biochips based on the IWOA. *Journal of Microelectronics Reliability*, 123, 114182 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2021.114182> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Volokitina M., Krutyakova M., Sirotov V., Larionov M., Tennikova T., Korzhikova-Vlakh E. (2019) Protein biochips based on macroporous polymer supports: Material properties and analytical potential. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 165, 242-250 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.12.012> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Zisis G., Papageorgiou G., Anastasiadis V., Petrou P., Raptis P., Papanikolaou N. (2022) 3D structured biochip for label free determinations at the point-of-need. *Micro and Nano Engineering*, 14, 100117 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.mne.2022.100117> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Pushkarev A.V., Orlov A.V., Znoyko S.L., Novichikhin D.O., Bragina V.A., Sizikov A.A., Alipour E., Ghourchian H., Nikitin A.I., Sorokin G.M., Gorshkov B.G., Nikitin P.I. (2020) Data on characterization of glass biochips and validation of the label-free biosensor for detection of autoantibodies in human serum. *Journal of Data in Brief*, 30, 105648 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105648> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Lenoir S., Lahaye R.A., Vitet H., Scaramuzzino C., Virlogeux A. (2022) Pridopidine rescues BDNF/TrkB trafficking dynamics and synapse homeostasis in a Huntington disease brain-on-a-chip model. *Neurobiology of Disease*, 173, 105857 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2022.105857> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Keshavarz B., Platts-Mills T.A.E., Jeffrey M.W. (2021) Annals of Allergy. *Asthma & Immunology*, 127(1), 10-18 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.anai.2021.01.003> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Liu J., Xu Y., Cheng J. (2022) Biochips under COVID-19: a new stage of well-grounded development and accelerated translation. *Science Bulletin*, 67(18), 1823-1826 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2022.08.003> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Veerla S.C., Kim D.R., Yang S.Y. (2018) Fabrication of a microfluidic device for studying the in situ drug-loading/release behavior of graphene oxide-encapsulated hydrogel beads. *Biomaterials Research*, 22(1) [Elektrondyk resurs]: URL: <http://dx.doi.org/10.1186/s40824-018-0119-9> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Khan M.J., Trabuco A.C., Alfonso H.L., Figueiredo M.L., Batista W.C., Badra S.J., Figueiredo L.T., Lavrador M.A., Aquino V.H. (2016) DNA Microarray Platform for Detection and Surveillance of Viruses Transmitted by Small Mammals and Arthropods. *J. PLOS Neglected Tropical Diseases* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005017> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Devgan S., Sidhu S.S. (2019) Evolution of surface modification trends in bone related biomaterials: A review. *Materials Chemistry and Physics*, 233, 68-78 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.05.039> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).

- Liu Z., Liu N., Schroers J. (2022) Nanofabrication through molding. *Progress in Materials Science*, 125, 100891 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2021.100891> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Plessis A. du, Broekhoven C. (2022) Chapter 10 - Functional synergy of biomimicry and additive manufacturing: Toward a bio-enhanced engineering approach. *Biomimicry for Materials, Design and Habitats. Innovations and Applications*, 269-289 [Elektrondyk resurs]: URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821053-6.00013-8> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).
- Madou M.J. (2018) *Fundamentals of Microfabrication* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://dx.doi.org/10.1201/9781482274004> (otininim berilgen kuni: 09.02.2023).

Изучение применения и применения биочиповых технологий с точки зрения физики

*¹М.А.Алпамыс, ¹А.А.Умаров

¹Павлодарский педагогический университет имени Алкея Маргулана (Павлодар, Казахстан)

Аннотация

Биочипы - мощная технология, появившаяся в междисциплинарной области физики и биологии. Это небольшие устройства, которые объединяют различные биологические компоненты, такие как ДНК, белки и клетки, с микроэлементами. Физические принципы, используемые при проектировании и использовании биочипов, включают методы микропроизводства, микрофлюидики и нанотехнологии. Преимущества биочипов многочисленны, в том числе их способность быстро и точно анализировать сложные биологические образцы, контролировать поведение клеток в режиме реального времени и обеспечивать высокопроизводительный скрининг лекарств и биомаркеры заболеваний. Биочипы имеют широкий спектр применения в таких областях, как персонализированная медицина, диагностика на месте оказания медицинской помощи и мониторинг окружающей среды. По мере развития технологии биочипов у них есть потенциал для революции в биотехнологии и медицине.

Ключевые слова: биочип, физика, технология, медицина, нанотехнология, биотехнология.

Study of biochip technologies from the point of view of physics and application

*¹М.А.Алпамыс, ¹А.А.Умаров

¹Alkei Margulan Pavlodar Pedagogical University (Pavlodar, Kazakhstan)

Abstract

Biochips are a powerful technology that has emerged in the interdisciplinary field of physics and biology. They are small devices that combine various biological components such as DNA, proteins and cells with trace elements. The physical principles used in the design and operation of biochips include micro-production methods, microfluidics, and nanotechnology. The benefits of biochips are many, including their ability to quickly and accurately analyze complex biological samples, monitor cell behavior in real time, and provide high-performance drug screening and disease biomarkers. Biochips have a wide range of applications in areas such as personalized medicine, on-site medical care diagnostics, and environmental monitoring. As biochip technology continues to evolve, they have the potential to revolutionize the fields of biotechnology and medicine.

Keywords: biochip, physics, technology, medicine, nanotechnology, biotechnology.

Поступила в редакцию: 13.02.2023

Одобрена: 11.03.2023

Первая публикация на сайте: 24.07.2023