

SMART OFFICE ТҰЖЫРЫМДАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ**¹Файзуллин А., ¹Казамбаев. И., ¹Аубакирова А. а, ¹Микряков А., ¹Медетхан А.**¹*Astana IT University, Астана қ., Қазақстан**Хат алмасу үшін автор: Аубакирова А.М. aliua96@mail.ru*

Аңдатпа. Бұл мақалада қызметкерлердің денсаулығын бақылауға мүмкіндік беретін ақылды кеңсенің жаңа тұжырымдамасы ұсынылған. Әдебиеттерге шолуға сәйкес, кеңсе қызметкерлерінің денсаулығын бақылау үшін қолданылатын технология әлі де зерттелуде. Статистика адам денсаулығын бақылау жүйесінің өзектілігін дәлелдейді. Мақалада денсаулық сақтауды бақылау жүйесінің жобаланған құрылымдық моделін қамтитын smart office тұжырымдамасы ұсынылған. Мұндай жүйені кеңсе қызметкерлерінің жұмыс орындарына енгізу қажеттілігін анықтайтын принциптер мен критерийлер анықталған. Жүйенің мазмұнын көрсететін физикалық модель сипатталған.

Түйін сөздер: ақылды кеңсе, денсаулықты бақылау жүйесі, ақылды орындық, ақылды технология

Кіріспе. Қазіргі жағдайда технологияның дамуын және әсіресе кадрлардың жетіспеушілігін ескере отырып, қызметкерлердің денсаулығы өте маңызды. Коронавирустық пандемия кезінде адам денсаулығын бақылау жаңа серпін алды. Барлық жерде жаңа технологиялар енгізілуде, ақылды қалалар салынуда, әртүрлі датчиктерден, ең алдымен тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықтан мәліметтер жинау енгізілуде. Дегенмен, заманауи сенсорлар көбірек алуға мүмкіндік береді. Мысалы, нақты уақыт режимінде алуға болатын адамның жағдайы туралы параметрлер деректерді әрі қарай өңдеуде қолданады және осылайша компания қызметкерлерінің қауіпсіздігі мен еңбекті қорғауды қамтамасыз етеді. Жасанды интеллект пен болжамды аналитиканы қолдануға байланысты ұсыныстар қызметкердің өнімді жағдайын сақтауға және жедел әрекет етуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттерге шолу. Қазіргі уақытта көптеген кеңсе қызметкерлері жұмыс орнында 8 сағаттан астам уақыт өткізеді. Бұл факт отырықшы жұмыс сияқты адам денсаулығына да әсер етеді [1]. Сонымен қатар, қызметкерлердің денсаулығын сақтауға уақыты өте аз. Демек, қызметі отырықшы жұмыспен байланысты адамдардың денсаулығын бақылау жүйелері өзекті болып табылады [2].

Мысалы, жүрек-қан тамырлары ауруларына немесе тірек-қимыл аппаратының ауытқуларына әкелетін факторлар болып табылатын қалып пен позицияны бақылау жүйесі ұсынылды [3]. Жүйе кеңсе креслосына орнатылып, машиналық оқыту негізінде а-ның отыратын орны анықталды. Өлшеу орындықтың төрт шеткі аймағында орнатылған қысым датчиктерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Дегенмен, жоғары дәлдікке қарамастан, бұл шешім ықтимал ауру туралы ескертуге мүмкіндік бермейтінін атап өткен жөн. Басқа жағдайда, тінтуірге стрессті тану жүйесін орнатуға болады [4]. Сондай-ақ бұлтты технологиялар мен киілетін сенсорларды пайдалана отырып, денсаулықты бақылау жүйесін пайдалануға болады [5].

Қазіргі уақытта көптеген құрылғылар адамның шаршауын бақылай алады. Мысалы, ақылды жилет шешімінде бұл факторды адамның жүрек соғысы немесе адамның қозғалысын қосымша бақылайтын жетілдірілген бейнебақылау жүйесі арқылы анықтауға болады. Тағы бір жағдай-шаршауды жыпылықтау арқылы анықтайтын белгілі бір патчты немесе көзілдірікті пайдалану. Сонымен қатар, шаршауды экг көмегімен смарт-сағаттың немесе аяққа бекітілген бірегей құрылғының көмегімен анықтауға және қозғалыс арқылы шаршауды анықтауға болады. Мұндай жүйелердің үйлесуі жұмысшылардың жағдайын

бақылауды жақсартады және мүмкін болатын аурулар туралы ескертеді [6]. Дегенмен, мұндай жүйелердің кейбір кемшіліктері де бар:

- ақпараттық қауіпсіздік және құпиялылық;
- шу;
- деректердің біртектілігі;
- өмірлік белгілердің шектеулері;
- шешімдердің тар бағыты.

Осы себепті шаршауды және денсаулық көрсеткіштерінің нормадан ауытқуын анықтау үшін тұтас кешен қажет.

Жоғарыда аталған мәселелерді талшықты-оптикалық датчиктердің көмегімен жоюға болады [7]. Алайда, [8] және [9] - да атап өтілгендей, бұл жүйелердің үлкен көлемдегі кедергілер түріндегі кемшіліктері бар, оларды жою жүйенің күрделенуіне немесе оның құнының өсуіне әкелуі мүмкін.

Сондықтан, бұл зерттеу ақылды жұмыс орны тұжырымдамасын жасауға бағытталған. Мақсаттар қызметкерлердің денсаулығын бақылау жүйесінің қажеттілігін анықтау, маңызды принциптерді анықтау және жүйенің құрылымдық схемасын құру болып табылады.

Зерттеу объектісі – ақылды кеңсе тұжырымдамасы аясындағы кеңсе қызметкерлерінің денсаулығын бақылау жүйесі, оның құрылғылары, сенсорлары және мәліметтерді өңдеу әдістері. Зерттеу пәні – қызметкерлердің физиологиялық жағдайын өлшеу, бақылау және бағалау әдістері, соның ішінде өмірлік маңызды көрсеткіштер, отыру қалыптары, шаршау деңгейі және оларды автоматтандырылған smart office жүйесінде талдау.

Осылайша, бұл зерттеудің мақсаты қызметкерлердің денсаулығын бақылау жүйесінің қажеттілігін анықтау, негізгі принциптерді анықтау және жүйенің құрылымдық схемасын әзірлеу.

Материалдар мен әдістер. Адам денсаулығы-факторлардың үлкен кешені. Олардың кейбіреулері өмір салтына қатысты - мысалы, қан қысымы, ұйқы параметрлері және шаршау деңгейі [7]. Еңбек жағдайларының осы параметрлерге әсерін зерттеу Австралиядағы Жаңа Оңтүстік Уэльстің 206 полиция қызметкерінің қатысуымен жүргізілді. Нәтижесінде, негізгі проблемалар ұйқының сапасыздығы және шаршадан туындаған ауырлық дәрежесі екені анықталды.

Тағы бір зерттеу медбикелердің, мұғалімдердің және жеке сектордағы кеңсе қызметкерлерінің ауру немесе жеке, әлеуметтік және эмоционалдық проблемалар туындаған кездегі әрекеттерін зерттеді [10]. Бұл факторлар қызметкерлердің тиімділігі мен өнімділігіне теріс әсер етеді. Зерттеу ұйымдардың денсаулық сақтауын қамтамасыз ету үшін науқас қызметкерлерді тану жүйесінің қажеттілігін көрсетті.

Екінші жағынан, Дүниежүзілік Денсаулық сақтау Ұйымының (ДДҰ) есебіне сәйкес, 2000-2016 жылдар аралығында артық жұмыс уақытынан болатын өлім-жітім 42% - ға, инфаркт 19% - ға өсті [11].

Осылайша, адам денсаулығына әсер ететін көптеген факторларды келесідей жазуға болады:

$$F = \cup_{j \in J} M_j, \quad (1)$$

J факторлар кластарының жиынтығы.

M_j жиынды белгілер жиыны ретінде көрсетуге болады:

$$M_j = \{f_{j1}, f_{j2}, \dots, f_{jn}\}, \quad (2)$$

f_{jn} атрибуттың x_j факторы .

Жиынтықтың элементтері шаршау индикаторымен байланысты болуы керек:

$$r_{f_j x_i} = \frac{k \sum_{l=1}^k f_{jnl} x_{jl} - \sum_{l=1}^k f_{jnl} \sum_{l=1}^k x_{jl}}{\sqrt{\left(k \sum_{l=1}^k f_{jnl}^2 - \sum_{l=1}^k f_{jnl} \sum_{l=1}^k f_{jnl} \right) \left(k \sum_{l=1}^k x_{jl}^2 - \sum_{l=1}^k x_{jl} \sum_{l=1}^k x_{jl} \right)}}, \quad (3)$$

k деректер көлемі.

Сондықтан көрсеткіштердің адам денсаулығына әсерін корреляция коэффициенттерінің матрицасын қолдану арқылы анықтауға болады. Осылайша,

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} r_{f_{11}x_1} & r_{f_{12}x_1} & \cdots & r_{f_{1n}x_1} \\ r_{f_{21}x_2} & r_{f_{22}x_2} & \cdots & r_{f_{2n}x_2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{f_{j1}x_j} & r_{f_{j2}x_j} & \cdots & r_{f_{jn}x_j} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

Корреляциялық матрицаға сәйкес денсаулық жағдайын талдау үшін ең құнды белгілер таңдалады.

Нәтижелер. Жоғарыда аталған себептерге байланысты ақылды кеңсе тұжырымдамасын жасау қажеттілігі туындайды. Сонымен бірге, ақылды аймақтың инфрақұрылымына жаңа ақылды жүйені енгізу (1 сурет) [12] мәліметтері бойынша, бірнеше ақылды қалалар ақылды кеңістікті құрайды. Сонымен қатар, ақылды қалалар бірнеше секторларға бөлінеді [13]:

- ақылды энергия;
- ақылды ғимарат;
- ақылды ұтқырлық;
- ақылды технология;
- ақылды денсаулық сақтау;
- ақылды инфрақұрылым;
- ақылды басқару және білім беру;
- ақылды қауіпсіздік;
- ақылды азаматтар.

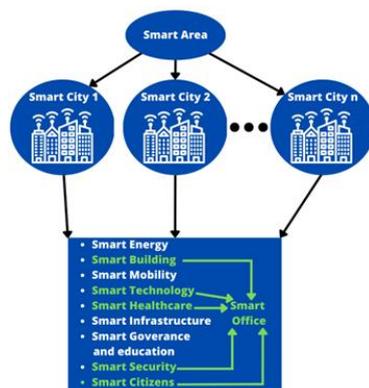
Сонымен қатар, ақылды кеңсенің міндеттері жүктелген міндеттердің ыңғайлы және нәтижелі орындалуын қамтамасыз ету және құпиялылық пен ақпараттық қауіпсіздікті ескере отырып, денсаулықты сақтау үшін қызметкердің жағдайын бақылау болып табылады.

Осылайша, "ақылды кеңсе", "ақылды ғимарат", "ақылды технологиялар", "ақылды денсаулық сақтау", "ақылды қауіпсіздік" және "ақылды азаматтар" секторларына жатады.

Құрылымдық жағынан smart office жүйесінде енгізу құрылғылары, ақпаратты өңдеу құрылғылары, серверлер және ақпаратты шығару құрылғылары бар. Өлшеу құралдары кеңсе қызметкеріне қажетті стандартты электронды құрылғылар болып табылады: веб-камера, компьютер тінтуірі, смартфон, смарт сағат, орындық және үстел (2 сурет).

Веб-камераның функциялары-позаны анықтау, көз қарашықтарының қозғалысынан шаршау, терінің күйі және жұмыс орнындағы қауіпсіздік жүйесіндегі бетті тану.

Белгілі дереккөзге сәйкес [4] компьютерлік тінтуір қан қысымын бақылай алады. Дегенмен, температураны, жүрек соғысын және қанның қанығу индексін (SpO2) өлшеуге қабілетті сенсорларды орнату да мүмкін. Смарт сағаттар мен смартфонды пайдалану қан қысымын, температураны, жүрек соғысын және SpO2-ні өлшеуге, сондай-ақ жұмыс орнында уақытша болмаған жағдайда келген тапсырма немесе оның орындалу мерзімі туралы хабарлауға мүмкіндік береді.. Ұсынылған ақылды орындық [3] кеңсе қызметкерінің қалпын бақылай алады, ал температура датчиктерін енгізу дененің күйін дәл анықтайды. Кестедегі қорғаныс өшіру құрылғысы (RCD) қорғанысты қамтамасыз етеді.

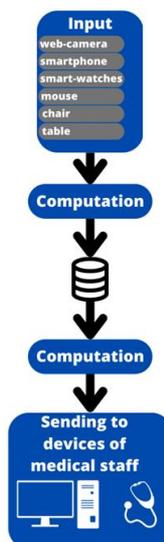


1 - сурет . Ақылды аймақтың блок-схемасында ақылды кеңсенің орналасуы



2 – сурет. Ақылды кеңсенің физикалық моделі

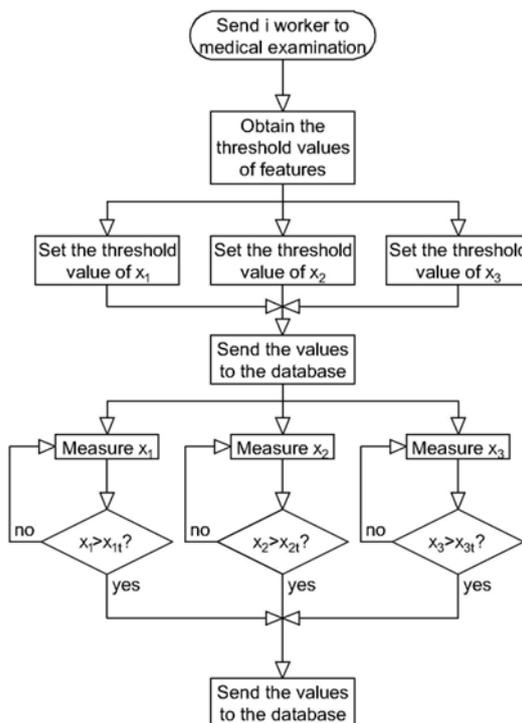
Содан кейін жұмыс істейтін құрылғы өлшенген мәндерді (компьютер, сағат, смартфон) өңдейді. Содан кейін, өңдеуден кейін ақпарат дерекқорға серверге жіберіледі (3 сурет). Өлшенген шамалардың есептеулеріне сәйкес ақпарат медициналық персоналға визуализациялау үшін кейіннен хабарлана отырып дайындалады. Деректерді талдау кезінде ыңғайлы болу үшін мониторинг жүйесінде кесте қарастырылған.



3 – сурет. Ақпарат ағынының блок-схемасы

Мониторинг жүйесінің дәлдігін қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ өмірлік маңызды белгілердің әр түрлі деңгейіне байланысты әр қызметкерге медициналық тексеруден өту

қажет. Өмірлік маңызды көрсеткіштердің нәтижелері анықталады (4 сурет). Содан кейін бұл мәндер өлшеу жүйесіне енгізіледі, ал егер асып кетсе, ақпарат дерекқорда сақтау үшін серверге жіберіледі. Бұл жағдайда сервер орындалған есептеулер негізінде шешім қабылдау функциясын орындайды (5 сурет).



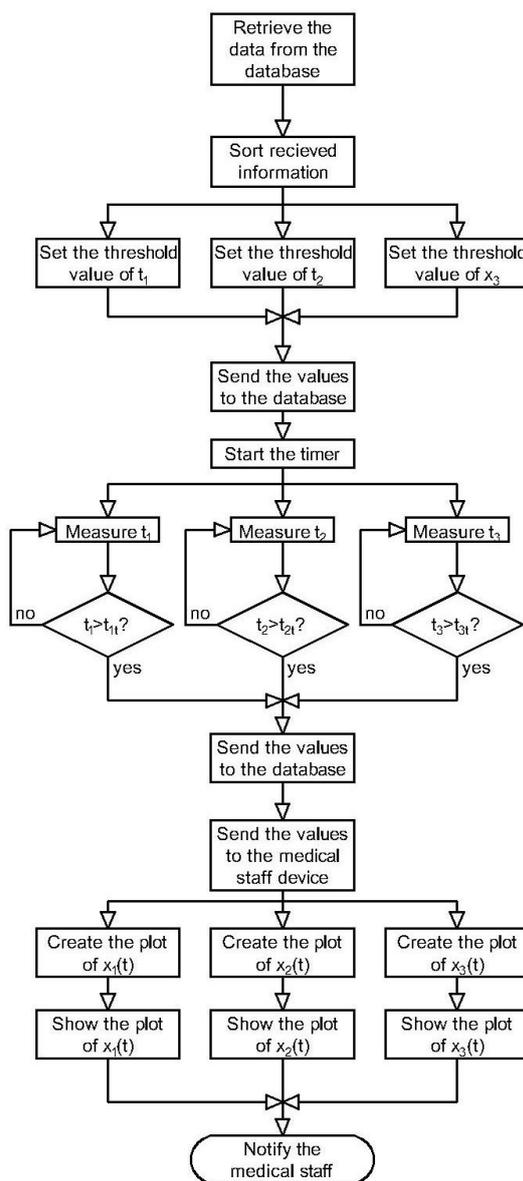
4 - сурет. Деректерді өлшеу алгоритмі

Ең алдымен, деректер базадан жүктеледі және сұрыпталады. Өрі қарайғы әрекеттерді орындау үшін уақыт шегі белгіленеді. Содан кейін таймер іске қосылып, белгіленген уақытты кері санайды. Уақыт өткеннен кейін, атрибуттың асып кеткен мәні сақталған кезде, деректерді өңдеу орындалады. Дайындалған ақпарат сақтау үшін дерекқорға, содан кейін медициналық персоналдың құрылғысына жіберіледі. Бұл құрылғыда мүмкіндіктер мен уақыт мәндерінің өзгеруі туралы ақпарат уақыт бойынша параметрлердің өзгеруін бақылау үшін графиктер құруға мүмкіндік береді. Содан кейін өмірлік белгілердің қалыпты мәндерден ауытқуы туралы хабарлама жасалады.

Алынған кестелер мен хабарламаларға сүйене отырып, медициналық орталықтың немесе жауапты бөлімшенің қызметкері мүмкін болатын ауру, еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау ережелерін бұзу немесе дененің басқа да параметрлері туралы уақтылы ақпарат ала алады. Осылайша, асқынулардың алдын алу және басқалармен қатар, басқа қызметкерлердің жұқтыру ықтималдығын азайту үшін емдеуді уақытында бастауға мүмкіндік береді.

Кез келген smart жүйенің маңызды құрамдастарының бірі осы жүйенің барлық құрылғыларын сақтайтын және қажетті ақпаратты пайдалануға мүмкіндік беретін дерекқор болып табылады. Нарықтағы ең танымал өнімдер-SQLite, MariaDB, InfluxDB және CrateDB. Ақылды кеңсе үшін мәліметтер базасын таңдаудың негізгі критерийлері-масштабталу, деректердің үлкен көлемімен жұмыс істеу кезіндегі сенімділік, пайдалану мен ұсынудың қарапайымдылығы, шығындар, мұрағаттау, апаттарды қалпына келтіру. Әзірленген smart office үлгісі үшін MariaDB дерекқоры таңдалды. Бұл дерекқор гибриді транзакциялық, аналитикалық өңдеудің арқасында жылдам сұрау транзакциялары мен аналитикасын жасау үшін бағандар мен жолдарды сақтауға байланысты аналитиканы шексіз масштабтауға

мүмкіндік береді. Zero Interruption Failover (ZIF) функциясы сұраулардың сақталуын және қалпына келтірілуін қамтамасыз етеді.



5 – сурет. Шешім қабылдау алгоритмі

Деректер базасы қызметкердің өмірлік маңызды белгілері туралы ақпаратты жинайды және өндейді. Әрбір адамның өмірлік белгілерінің шекті мәндері болғандықтан, адамның өзгерістеріне бейімделе алатын жүйе қажет.

Осылайша, қызметкерді ауыстыру кезінде параметрлерді ажырата алатын және жеке ерекшеліктерін ескеретін терең оқыту жүйесі қажет.

Біріншіден, белгілер өзгерген кезде әртүрлі факторлардың мінез-құлқын зерттеу шеңберінде мәліметтер жиынтығы жасалады. Алынған мәндерге сүйене отырып, бұл жағдайда әрбір функция үшін көпмүшелік модель құрылады:

$$\begin{cases} f_{j1t} = a_{j11} + a_{j12}f_{j1} + a_{j13}f_{j1}^2 + \dots + a_{j1p}f_{j1}^n, \\ f_{j2t} = a_{j21} + a_{j22}f_{j2} + a_{j23}f_{j2}^2 + \dots + a_{j2p}f_{j2}^n, \\ \dots \\ f_{jnt} = a_{jn1} + a_{jn2}f_{jn} + a_{jn3}f_{jn}^2 + \dots + a_{jnp}f_{jn}^n, \end{cases} \quad (5)$$

f_{jnt} атрибуттық факторлардың n -ші көпмүшелік тәуелділігі; a_{jnp} - көпмүшеліктердің дәрежесін және факторлардың әсерін анықтайтын коэффициенттер.

Тиісінше, функциялардың формуласын осыны ескере отырып жазуға болады

$$\mathbf{f}_j = \begin{bmatrix} f_{j1t} \\ f_{j2t} \\ \vdots \\ f_{jnt} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

мынадай

$$x_j = \mathbf{w}_j \times \mathbf{f}_j + e_j, \quad (7)$$

e_j қайда қатысты x_j өтеледі .

бұл ретте

$$\mathbf{w}_j = [w_{j1} \quad w_{j2} \quad \dots \quad w_{jn}]e_j, \quad (8)$$

w_{jn} атрибуттың f_{jn} салмақ коэффициенті.

Коэффициенттерді реттеу және таңдау градиентті төмендету және баға формуласын қолдану принципі бойынша жүзеге асырылады

$$J(w_{jn}, e_j) = \frac{1}{2d} \sum_{q=1}^d ((\mathbf{w}_j \times \mathbf{f}_j + e_j) - x_{iq}), \quad (9)$$

d оқу деректерінің саны қайда; q бұл оқу деректерінің реттік нөмірі.

(1) және градиентті азайту алгоритмін қолдана отырып, параметрлер формулалар көмегімен есептеледі:

$$\begin{cases} \mathbf{w}_{jq} = \mathbf{w}_{jq-1} - \frac{\alpha}{d} \sum_{q=1}^d ((\mathbf{w}_j \times \mathbf{f}_j + e_j) - x_{iq}) \times \mathbf{f}_j, \\ e_{jq} = e_{jq-1} - \frac{\alpha}{d} \sum_{q=1}^d ((\mathbf{w}_j \times \mathbf{f}_j + e_j) - x_{iq}), \end{cases}, \quad (9)$$

α оқу жылдамдығы.

Ұсынылған жүйе қызметкерлердің еңбек өнімділігін сақтауға, олардың денсаулығын сақтауға және жұмыс орнындағы қауіпсіздік пен еңбекті қорғауды қамтамасыз етуге арналған.

Талқылау. Ұсынылған smart office тұжырымдамасы әдеттегі кеңсе құрылғыларын қолдана отырып, қызметкерлердің денсаулығын бақылауды жұмыс кеңістігіне біріктіруге бағытталған. Қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы, жүйе гетерогенді деректерді кешенді талдауға негізделген, бұл отырықшы жұмыс кезінде адамның жағдайын бағалаудың ақпараттылығы мен дәлдігін арттырады.

Корреляциялық талдау және терең оқыту әдістерін қолдану қызметкерлердің жеке ерекшеліктерін ескеруге және жүйені олардың физиологиялық көрсеткіштерінің өзгеруіне бейімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, практикалық іске асыру ақпараттық қауіпсіздік, деректердің құпиялылығы және модельдерді оқыту үшін жеткілікті деректер

көлемін жинақтау мәселелерін шешуді талап етеді. Ұсынылған тәсіл еңбекті қорғаудың Зияткерлік жүйелерін одан әрі эксперименттік валидациялау және дамыту үшін негіз бола алады.

Қорытынды. Осы жұмыс аясында ақылды кеңсенің физикалық моделі мәліметтер ағынының блок-схемасы және жүйенің жұмыс істеу алгоритмі жасалды. Сонымен қатар, ұсынылған шешім жұмыс процесіне кедергі келтірместен өмірлік маңызды белгілерді өлшеу әдістерін қарастырады. Бірнеше смарт құрылғыларды бір жүйеге біріктіру өлшеу дәлдігі мен бақылау сапасын арттырады. Ақпаратты ұйымның медициналық орталығының қызметкерлеріне беру шешімнің сапасын жақсартады. Әрі қарайғы зерттеулерде жүйенің жеке құрылғылары да қарастырылатын болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Rugulies R., Sørensen K., Di Tecco C., Bonafede M., Rondinone B. M., Ahn S., ... Pega F. The effect of exposure to long working hours on depression: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury // *Environment International*. – 2021. – Vol. 155. – P. 106629. – DOI: 10.1016/j.envint.2021.106629
- 2 Blasche G., Wendsche J., Tschulik T., Schoberberger R., Weitensfelder L. Individual determinants of rest-break behavior in occupational settings // *Healthcare*. – 2021. – Vol. 9, No. 10. – P. 1330. – DOI: 10.3390/healthcare9101330
- 3 Pereira L., Plácido da Silva H. A novel smart chair system for posture classification and invisible ECG monitoring // *Sensors*. – 2023. – Vol. 23, No. 2. – P. 719. – DOI: 10.3390/s23020719
- 4 Androutsou T., Angelopoulos S., Hristoforou E., Matsopoulos G. K., Koutsouris D. D. A multisensor system embedded in a computer mouse for occupational stress detection // *Biosensors*. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – P. 10. – DOI: 10.3390/bios13010010
- 5 Yu R., et al. Smart healthcare: Cloud-enabled body sensor networks // 2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), Eindhoven, Netherlands. – 2017. – P. 99–102. – DOI: 10.1109/BSN.2017.7936017
- 6 Moshawrab M., Adda M., Bouzouane A., Ibrahim H., Raad A. Smart wearables for the detection of occupational physical fatigue: A literature review // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 19. – P. 7472. – DOI: 10.3390/s22197472
- 7 Wang X., Jiang Y., Xu S., Liu H., Li X. Fiber Bragg grating-based smart garment for monitoring human body temperature // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 4252. – DOI: 10.3390/s22114252
- 8 Yurchenko A. V., Zotov L. G., Mekhtiyev A. V., Yugai V. V., Tatkeeva G. G. Power supply of autonomous systems using solar modules // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2015. – Vol. 81. – P. 012112. – DOI: 10.1088/1757-899X/81/1/012112
- 9 Mekhtiyev A. D., Bulatbayev F. N., Taranov A. V., Neshina Y. G., Alkina A. D. Use of reinforcing elements to improve fatigue strength of steel structures of mine hoisting machines (MHM) // *Metalurgija*. – 2020. – Vol. 59, No. 1. – P. 121–124
- 10 Elliott J., Lal S. Blood pressure, sleep quality and fatigue in shift working police officers: Effects of a twelve hour roster system on cardiovascular and sleep health // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2016. – Vol. 13, No. 2. – P. 172. – DOI: 10.3390/ijerph13020172
- 11 Olejniczak D., Olearczyk A., Swakowska K., Staniszevska A., Zakrzewska K. Sickness presence among teachers, nurses and private sector office workers // *Healthcare*. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – P. 512. – DOI: 10.3390/healthcare11040512
- 12 World Health Organization. WHO/ILO: Almost 2 million people die from work-related causes each year [Electronic resource]. – URL: <https://www.who.int/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>

13 Puliafito A., Tricomi G., Zafeiropoulos A., Papavassiliou S. Smart cities of the future as cyber-physical systems: Challenges and enabling technologies // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21, No. 10. – P. 3349. – DOI: 10.3390/s21103349

14 Arasteh H., et al. IoT-based smart cities: A survey // 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), Florence, Italy. – 2016. – P. 1–6. – DOI: 10.1109/EEEIC.2016.7555867

References

1 Rugulies R., Sorensen K., Di Tecco C., Bonafede M., Rondinone B. M., Ahn S., ... Pega F. The effect of exposure to long working hours on depression: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury // *Environment International*. – 2021. – Vol. 155. – P. 106629. – DOI: 10.1016/j.envint.2021.106629

2 Blasche G., Wendsche J., Tschulik T., Schoberberger R., Weitensfelder L. Individual determinants of rest-break behavior in occupational settings // *Healthcare*. – 2021. – Vol. 9, No. 10. – P. 1330. – DOI: 10.3390/healthcare9101330

3 Pereira L., Placido da Silva H. A novel smart chair system for posture classification and invisible ECG monitoring // *Sensors*. – 2023. – Vol. 23, No. 2. – P. 719. – DOI: 10.3390/s23020719

4 Androutsou T., Angelopoulos S., Hristoforou E., Matsopoulos G. K., Koutsouris D. D. A multisensor system embedded in a computer mouse for occupational stress detection // *Biosensors*. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – P. 10. – DOI: 10.3390/bios13010010

5 Yu R., et al. Smart healthcare: Cloud-enabled body sensor networks // 2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), Eindhoven, Netherlands. – 2017. – P. 99–102. – DOI: 10.1109/BSN.2017.7936017

6 Moshawrab M., Adda M., Bouzouane A., Ibrahim H., Raad A. Smart wearables for the detection of occupational physical fatigue: A literature review // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 19. – P. 7472. – DOI: 10.3390/s22197472

7 Wang X., Jiang Y., Xu S., Liu H., Li X. Fiber Bragg grating-based smart garment for monitoring human body temperature // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 4252. – DOI: 10.3390/s22114252

8 Yurchenko A. V., Zotov L. G., Mekhtiyev A. V., Yugai V. V., Tatkeeva G. G. Power supply of autonomous systems using solar modules // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2015. – Vol. 81. – P. 012112. – DOI: 10.1088/1757-899X/81/1/012112

9 Mekhtiyev A. D., Bulatbayev F. N., Taranov A. V., Neshina Y. G., Alkina A. D. Use of reinforcing elements to improve fatigue strength of steel structures of mine hoisting machines (MHM) // *Metalurgija*. – 2020. – Vol. 59, No. 1. – P. 121–124

10 Elliott J., Lal S. Blood pressure, sleep quality and fatigue in shift working police officers: Effects of a twelve hour roster system on cardiovascular and sleep health // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2016. – Vol. 13, No. 2. – P. 172. – DOI: 10.3390/ijerph13020172

11 Olejniczak D., Olearczyk A., Swakowska K., Staniszewska A., Zakrzewska K. Sickness presence among teachers, nurses and private sector office workers // *Healthcare*. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – P. 512. – DOI: 10.3390/healthcare11040512

12 World Health Organization. WHO/ILO: Almost 2 million people die from work-related causes each year [Electronic resource]. – URL: <https://www.who.int/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>

13 Puliafito A., Tricomi G., Zafeiropoulos A., Papavassiliou S. Smart cities of the future as cyber-physical systems: Challenges and enabling technologies // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21, No. 10. – P. 3349. – DOI: 10.3390/s21103349

14 Arasteh H., et al. IoT-based smart cities: A survey // 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), Florence, Italy. – 2016. – P. 1–6. – DOI: 10.1109/EEEIC.2016.7555867

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ SMART OFFICE

¹Файзуллин А., ¹Казамбаев И., ¹Аубакирова А. ^а, ¹Микряков А., ¹Медетхан А.
¹Astana IT University, г. Астана, Казахстан

Автор для корреспонденции: Аубакирова А. М. aliua96@mail.ru

Аннотация. В статье представлена новая концепция smart office, позволяющая осуществлять мониторинг состояния здоровья сотрудников. Согласно обзору литературы, технологии, применяемые для контроля здоровья офисных работников, остаются недостаточно изученными. Статистические данные подтверждают актуальность систем мониторинга состояния здоровья человека. В статье предложена концепция smart office, включающая разработанную структурную модель системы мониторинга здоровья. Определены принципы и критерии, обосновывающие необходимость внедрения данной системы на рабочих местах офисных сотрудников. Описана физическая модель, отражающая содержание системы.

Ключевые слова: smart office, система мониторинга здоровья, умное кресло, умные технологии.

DEVELOPMENT OF THE SMART OFFICE CONCEPT

¹Faizullin A., ¹Kazambaev I., ¹Aubakirova A. ^a, ¹Mikryakov A., ¹Medetkhan A.
¹Astana IT University, Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Aubakirova A. M. aliua96@mail.ru

Abstract. This article presents a new smart office concept that enables monitoring of employees' health. According to the literature review, technologies used to monitor the health of office workers remain insufficiently explored. Statistical data confirm the relevance of human health monitoring systems. The article proposes a smart office concept that includes a designed structural model of a health monitoring system. Principles and criteria determining the necessity of implementing such a system in office workplaces are identified. A physical model reflecting the system's content is described.

Keywords: smart office, health monitoring system, smart chair, smart technology.

Авторлар туралы ақпарат // Информация об авторах // Information about the Authors

Файзуллин Адиль Рамазанович – PhD, директор департамента стратегии и корпоративного управления, Astana IT University, г. Астана, Республика Казахстан

Файзуллин Адиль Рамазанович – PhD, Стратегия және корпоративтік басқару департаментінің директоры, Astana IT University, Астана қ., Қазақстан Республикасы

Faizullin Adil – PhD, Director of the Strategy and Corporate Governance Department, Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan

e-mail: adil.faizullin@astanait.edu.kz

ORCID iD: [0000-0001-5644-9841](https://orcid.org/0000-0001-5644-9841)

Казамбаев Ильяс - Магистр, исполняющий обязанности директора Научно-инновационного центра "Industry 4.0", Astana IT University, г. Астана, Республика Казахстан

Казамбаев Ильяс - Магистр, "Industry 4.0" ғылыми-инновациялық орталығы директорының міндетін атқарушы, Astana IT University, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Pyas Kazambayev - Master`s degree, Acting Director of Scientific-Innovation Center Industry 4.0, Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan.

e-mail: ilyaskazambayev@gmail.com

ORCID iD: [0000-0003-0850-7490](https://orcid.org/0000-0003-0850-7490)

Аубакирова Алия Муратовна – Магистр технических наук, младший научный сотрудник "Industry 4.0", Astana IT University, г. Астана, Республика Казахстан

Аубакирова Алия Муратовна - Техника ғылымдарының магистрі, "Industry 4.0" кіші ғылыми қызметкері Astana IT University, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Aubakirova Aliya – Master of Engineering Sciences, Junior Researcher of Scientific-Innovation Center Industry 4.0, Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan.

e-mail: aliua96@mail.ru

ORCID iD: [0009-0004-6925-6714](https://orcid.org/0009-0004-6925-6714)

Микряков Андрей Денисович - Магистрант компьютерных наук, младший научный сотрудник "Industry 4.0", Astana IT University, г. Астана, Республика Казахстан

Микряков Андрей Денисович - Компьютерлік ғылымдар магистрі, "Industry 4.0" кіші ғылыми қызметкері, Astana IT University, Астана қ., Қазақстан Республикасы

Mikryakov Andrey - Master's Degree in Computer Science, Junior Researcher of Scientific-Innovation Center Industry 4.0, Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan

e-mail: mikryakov.andrey@gmail.com

ORCID iD: [0009-0004-3827-5832](https://orcid.org/0009-0004-3827-5832)

Медетхан Айнур Сейтжанқызы - Магистр технических наук, младший научный сотрудник "Industry 4.0", Astana IT University, г. Астана, Республика Казахстан

Медетхан Айнур Сейтжанқызы - Техника ғылымдарының магистрі, "Industry 4.0" кіші ғылыми қызметкері, Astana IT University, Астана қ., Қазақстан Республикасы

Medetkhan Ainur - Master of Engineering Sciences, Junior Researcher of Scientific-Innovation Center Industry 4.0, Astana IT University, Astana, Republic of Kazakhstan

e-mail: ainuramdt@mail.ru

ORCID iD: [0009-0003-3539-6930](https://orcid.org/0009-0003-3539-6930)