**Кімге:** Қазақстан Республикасы цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі және Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі.

**Автордың аты-жөні және лауазымы:** Көгіл Ж. И., Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Санитариялық эпидемиологиялық бақылау комитетінің Мемлекеттік шекарадағы санитариялық қорғау жөніндегі қызметті үйлестіру басқармасының маманы.

**Күні:** 28.02.2024 ж.

**АНАЛИТИКАЛЫҚ ЖАЗБА**

**Республика аумағында 5G антенналарын орнатудың адам ағзасына тигізетін тәуекелдері мен олардың шешу жолдары.**

Қазіргі ақпараттық технологиялар әлемінде байланыс саласындағы әрбір жаңа қадам технологиялық серпіліс қана емес, сонымен қатар адамдардың күнделікті өміріндегі стратегиялық өзгеріс болып табылады.

Себебі, байланыс желілері біздің өмірімізге қарым-қатынас пен жұмыстан бастап ойын-сауық пен қаржыны басқаруға дейінгі әртүрлі аспектілерде әсер етеді. Үздіксіз дамып келе жатқан Цифрлық трансформация дәуірінде байланыс желілерінің бесінші буынын немесе 5G-ді енгізу адамзат тарихындағы маңызды сәт болып, мүмкіндіктердің жаңа көкжиектеріне есік ашады. Статистикаға сүйенетін болсақ, 2025 жылға қарай әлем халқының 1/3 бөлігінен астамы 5G антенналарымен қамтылады деп күтілуде (Егорова et al, 2021). Бұл қадамның маңыздылығы даусыз, өйткені ол экономикалық дамуға, өнімділікті арттыруға және өмір сапасын жақсартуға жаңа мүмкіндіктер ашады. Алайда, осындай перспективалармен бірге жоғары жиіліктерді қолданатын байланыс желілерінің бесінші буыны байыпты талдау мен мұқият басқаруды қажет ететін тәуекелдер де алып келеді. Бұл аналитикалық жазбаның мақсаты Қазақстан Республикасында 5G антенналарын орнатуға байланысты халықтың денсаулығына тигізетін тәуекелдердің негізгі аспектілерін талдау және елдегі байланыстың тұрақты және қауіпсіз дамуына қол жеткізу үшін осы аспектілерді тиімді басқарудың маңыздылығын негіздей отырып, оларды шешудің ықтимал жолдары талқылау болып табылады.

Телекоммуникация – әрбір пайдаланушыға басқа пайдаланушымен немесе ұялы телефондар негізінде интернетте байланысуға мүмкіндік беретін ұялы желі технологиясы. Бұл технология пайдаланушыға кез келген түсіру нүктесінде қоңырау шалу, хабар алмасу және әлеуметтік медиа сияқты байланыс құралдарын сымсыз пайдалануға мүмкіндік береді. Осы тұрғыда 5G дегеніміз - пайдаланушыларға қазіргі уақытта қолданылатын байланыс құрылғыларының соңғы технологиясымен жылдамырақ және тиімдірек байланыс мүмкіндігін беретін желі ретінде анықталады. 5G деректерді беру үшін жиіліктердің төмен, орташа және жоғары, сондай-ақ миллиметрлік толқын диапазондарының кең ауқымын пайдаланады (Rayhaber 2021). Бұл деректердің жоғары жылдамдығына қол жеткізуге және байланыстың кешігуін азайтуға мүмкіндік береді. Мысалы, төмен жиіліктер (6 ГГц-тен төмен) кедергілер арқылы сигналдың кең қамтылуын және енуін қамтамасыз етеді, бірақ өткізу қабілеті төмен болып табылады. Ал орташа жиіліктер (6-24 ГГц) қамту мен өткізу қабілеттілігі арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді. Жоғары жиіліктер немесе мм толқын (mmWave (24 Гц-тен жоғары) деректер жылдамдығының өте жоғары болуын қамтамасыз ететін, бірақ шектеулі диапазонға ие және кедергілердің енуіне байланысты тығыз инфрақұрылымды қажет ететін миллиметрлік толқын диапазондарын қамтиды. Байланыс желілерінің төртінші буынымен салыстыратын болсақ, 4G (LTE) 0,7 ГГц, 0,8 ГГц, 0,18 ГГц, 2,1 ГГц және 2,6 ГГц сияқты кең жиілік диапазонын қолданды (Oludare 2014).

Жоғары жылдамдықты және төмен кідірісті қамтамасыз ету үшін 5G жетілдірілген антенналар, көп кіріс-шығыс (MIMO) технологиялары және адаптивті сәуле қалыптастыру сияқты әртүрлі технологияларды қолданады. Бұл технологиялар өткізу қабілеттілігін арттыру және кідірістерді азайту арқылы дәлірек және бағытталған сигналдар жасауға мүмкіндік береді (WHO 2020).

Осындай жоғары электромагниттік сәулеленудің және заманауи жетілдірілген 5G антенналардың орнатылуы адам ағзасына кері әсерін тигізбей ме деген сұрақ туындатады. Қазіргі таңда, ғылыми зерттеулер 5G технологиясы мен әртүрлі аурулардың дамуы арасында тікелей және сенімді байланыс таппады және 5G-дің белгілі бір ауруларға әкелетінін растайтын ғылыми дәлелдер жеткіліксіз. Дегенмен, 5G технологиясында қолданылатын электромагниттік сәулеленудің адам денсаулығына әсері туралы кеңінен талқылау және қызығушылық бар. Кейбір адамдар ықтимал қауіптерге қатысты қатты алаңдаушылық білдіреді, соның ішінде:

1. **Ұйқының және психиканың бұзылуы:** кейбір зерттеулер жоғары жиілікті өрістердің адамдардың ұйқысы мен психикалық денсаулығына ықтимал әсерін көрсетеді.
2. **Бас ауруы және бағдарсыздық:** бас ауруы мен бағдарсыздық туралы хабарлаудың кейбір жекелеген жағдайлары мобильді құрылғылар мен желілерді, соның ішінде 5G пайдаланумен байланысты болды.
3. **Балалар мен жүкті әйелдер үшін қауіп**: балалар мен жүкті әйелдер сияқты кейбір топтардың жоғары сезімталдығына байланысты электромагниттік өрістердің әсерінен олардың денсаулығына ықтимал қауіп туралы сұрақ туындайды.
4. **Обыр ауруларының пайда болу қаупі:** кейбір 5G диапазондарында қолданылатын жоғары жиілікті электромагниттік өрістер қатерлі ісігіктердің даму қаупінің жоғарылауына қатысты алаңдаушылық тудырады.

Осы тұрғыда, электромагниттк өрістің адам ағзасына тигізетін әсері оның деңгейінің қаншалықты мықтылығына тікелей байланысты екендігін көре аламыз. 5G бөліп шығаратын өріс деңгейі 0,3-тен 300 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазонында жатады және энергия ағынының рұқсат етілген деңгейі халықаралық стандарттар мен денсаулық сақтау және ғылыми ұйымдардың ұсыныстарына сәйкес Иондамайтын сәулеленуден қорғау жөніндегі халықаралық комитеті анықтайды (ICNIRP). ICNIRP- не сәйкес 0,3-тен 300 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазонында (радиотолқынды және микротолқынды диапазондар) экспозицияның шекті мәндері әдетте энергия ағынының тығыздығы ретінде көрсетіледі және мыналарды құрайды:

**Халық үшін: 0,0061 Вт/см2 (орта есеппен 6 минут).**

**Жұмысшылар үшін: 0,061 Вт/см2 (орта есеппен 6 минут**) (ICNIRP 2020).

Бұл мәндер көрсетілген жиілік диапазонында жұмыс істейтін құрылғылар мен жүйелерді пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін максималды рұқсат етілген экспозиция деңгейлерін білдіреді. Олар ғылыми дәлелдерге негізделген және соңғы зерттеулер мен сараптамалық бағалаулар негізінде үнемі жаңартылып отырады.

Бұл көрсеткіш елімізде «Радиотехникалық объектілерге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 28 ақпандағы № ҚР ДСМ-19 бұйрығымен бекітілген заңға сәйкес 10 мкВт/см2 құрайды (ҚР ДСМ – 19 2022). Басқада мемлекеттермен салыстыратын болсақ,АҚШ, Жапония, Корея және Еуропада (кейбір елдерді қоспағанда)радиотехникалық жабдықтан берілетін энергия ағынының рұқсат етілгентығыздығы 200 - 1000 мкВт/см2 шегінде, Канадада – 130 - 2000 мкВт/см2шегінде нормаланған.Иондамайтын сәулеленуден қорғау жөніндегі халықаралық комитеттің(ICNIRP) нұсқаулығына сәйкес энергия ағыны тығыздығының рұқсатетілген2деңгейлері тәулігіне 30 минуттан аз әсерге есептелген, алҚазақстанда рұқсатетілген деңгейлер тұрақты әсерге есептелген.Осылайша, ЭЫДҰ, АҚШ, Канада, Жапония, Корея елдерінде энергияағынының рұқсат етілген деңгейі Қазақстанға қарағанда қатаң болып келеді. Сондықтан, Бұл ретте, 5G антеннаны пайдалану барысында тұрғын ғимараттардыңшатырында электр-магниттік сәулеленудің тұрақты әсері болады, бұл адамныңиммундық мәртебесінің төмендеуіне, қатерлі ісіктердің, жүйке жүйесініңауруларының одан әрі даму қаупіне әкелуі мүмкін.

5G антенналарының адам өмірінде технологиялық тұрғыдан есепсіз пайда әкелгенімен, оның адам ағзасына тигізетін кері әсерін де естен шығармаған жөн. Сондықтан, адам ағзасының электромагниттік толқындардан зардап шегуін тежеу үшін ең алдымен үлкен ғылыми зерттеулер жүргізуіміз қажет. Бұл зерттеулер тек қана еліміздің аумағында ғана жасалмай бүкіл әлемде халықтың санитариялық – эпидемиологиялық әлеуеттілігін қамтамасыз ету үшін барлық дамған елдердің ғалымдарымен бірігіп жасалынуы тиіс. Себебі кейбір мемлекеттерде сымтетік антенналары Қазақстандағыдай тұрғын үйлердің төбелерінде емес, халық тұратын аймақта орналасып, басқаша әсер етуі мүмкін. Зерттеу нәтижесі антенналардың ең жақын орналасуға болатын аймағын нақты шығарып, оның әсер ететін электромагниттік толқындар жиілігіне нық жауап табуы қажет. Соның нәтижесінде нақты қауіпсіз деп танылатын максималды экспозиция деңгейін дәлелдеген жағдайда, нормативтік құқықтық акттерге өзгерістер енгізген жөн, бірақ ол нақты ғылыми түрде дәлелденуі керек. Одан бөлек, қазірде 5G антенналарын қарқынды қолданып жүрген Жапония, АҚШ, Оңтүстік Корея сынды мемлекеттердің тәжірибесін қолданған жөн болып табылады. Сонымен қатар, ақпараттық технологиялар заманында халықтың бұл мәселеге үлкен күдікпен қарап отырғандықтан, халық арасында түсіндірмелер жүргізіліп, 5G антенналары туралы ақпарат таратқан өте тиімді болып келеді.

Қорытындылай келе, жаһандану үдерісі жүріп, ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы аясында 5G антенналарының әкелетін пайдасы шексіз көп екені тайға таңба басқандай анық болғанымен, оның адам ағзасына тигізетін кері әсерлері туралы ойлау халықтың денсаулығының әлеуеттік жағдайының нығаюының кепілі болып табылады. Ғылыми зерттеулердің аздығына байланысты бүгінгі күнде бұл тақырып халық арасындағы өте актуалды тақырып болып саналады. Осыған орай, 5G антенналарын орнатар алдында жаһандық ғылыми зерттеу жүргізіп, шет елдік тәжірибелерді нақтылап болған соң ғана, халықты дұрыс ақпаратпен қамтамасыз ету арқылы желілік байланыс антенналарының бесінші буынын орнатқан дұрыс.

**Ұсынылған шешімдер:**

1. 5G антенналарын орнатудан алдын ғылыми зерттеулер жүргізу қажет
2. Байланыс желілерінің жаңа буынын енгізу кезінде басқа мемлекеттердің тәжірибелерін қарап, өзімізге қажетін алуымыз керек
3. Халық арасында байланыс желілері бойынша жаңа технологиялар туралы түсіндірме жүргізу қажет
4. Қажет болған жағдайда, сәулеленудің максималды экспозиция деңгейіне байланысты нормативтік құқықтық акттарға түзетулер енгізу қажет (ғылыми түрде нақты қауіпсіз деп танылған жағдайда ғана)

**Пайдаланылған дереккөздер/әдебиеттер тізімі**

1. Анна Егорова, Луценко Л.А., Сухова А.В., Колюка В.В., Турдыев Р.В.. 2021. *Гигиеническая оценка влияния сетей сотовой связи 5g/imt-2020 на здоровье населения (обзор литературы).* <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-vliyaniya-setey-sotovoy-svyazi-5g-imt-2020-na-zdorovie-naseleniya-obzor-literatury>
2. Rayhaber. 2021. 5G дегеніміз не? *5G технологиясы қашан пайда болады, оның артықшылықтары қандай болады?*
3. Oludare Olumuyiwa. 2014. *Comparative studies on 3G,4G and 5G wireless technology.*
4. WHO. 2020. *Radiation: 5G mobile networks and health.*
5. ICNIRP. 2020. Principles for non-ionizing radiation protection.
6. "Радиотехникалық объектілерге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар" санитариялық қағидаларын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 28 ақпандағы № ҚР ДСМ-19 бұйрығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200026974>