

DOI 10.54596/2309-6977-2022-2-128-137

УДК 004.94

МРНТИ 14.00.13

ИНФЕКЦИЯЛЫҚ АУРУЛАРДЫҢ ТАРАЛУ КӨРСЕТКІШТЕРІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Ембергенова А.Қ., Сауанова К.Т.

(e-mail: yembergenova.aisaule@gmail.com)

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа

Берілген мақалада инфекциялық аурулардың таралуды жобалау қарастырылған. Соңғы деректер бойынша әлем бойынша кеңінен таралған індет коронавирустың таралуын жобалау дәлдігі мен ондағы негізгі рөлді қамтамасыз ететін ақпараттық өнімдердің үлесі зерттелген. Ресми деректерге сүйене отырып, жобалық саралау (анализ) жүргізілді. Нәтижесінде жұқпалы аурулардың сан мыңдаған түрлерінің жобалаудағы ақпараттық технологиялардың маңызы аталып өтті. Ақпараттық технологияларды жобалау жүйесінің нақты және дәл жүргізу үшін қолданылуы мүмкін әдістер қарастырылды. Ондағы болжамдарды санау формулаларына сүйене отырып, оқыту процесінің жүргізілуі зерттелді. Осы тұста COVID-19 қарқынды ақпараттық өнімдердің дамуын қамтамасыздандырғанын айта кетпеу мүмкін емес. Берілген жұмыс нәтижесі бойынша кеңінен қолданылатын барлық дерлік әдіс-тәсілдерге зерттеу жүргізілді.

Кілттік сөздер. Жұқпалы аурулар, инфекцияның таралуын болжау, COVID-19, болжаудың әдістері, аурудың таралуын болжау, болжаудың ақпараттық әдістері, нейрондық жүйелер, ақпараттық өнімді үйретудің түрлері.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Ембергенова А.Қ., Сауанова К.Т.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация

В данной статье рассматривается конструкция распространения инфекционных заболеваний. По последним данным изучена самой распространенной эпидемии в мире точность и роль распространения коронавируса, а также информационных продуктов, играющих в ней ключевую роль. На основании официальных данных был проведен анализ проекта. В результате была отмечена важность информационных технологий в распространение тысяч видов инфекционных заболеваний. Рассмотрены методы, которые можно использовать для точного и аккуратного ведения системы проектирования информационных технологий. Процесс исследования изучался на основе формул расчета прогнозов. В связи с этим следует отметить, что COVID-19 обеспечил бурное развитие информационных продуктов. В результате этой работы были изучены практически все широко используемые методы.

Ключевые слова. Инфекционные болезни, прогнозирование распространения инфекции, COVID-19, методы прогнозирования, прогнозирование распространения заболеваний, информационные методы прогнозирования, нейронные системы, виды информационного продукта обучения.

**DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR INTELLECTUAL
ANALYSIS OF INDICATORS OF THE SPREAD OF INFECTIOUS DISEASES**

Yembergenova A.K., Sauanova K.T.

(e-mail: yembergenova.aisaule@gmail.com)

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Abstract

This article discusses the design of the spread of infectious diseases. According to the latest data, the accuracy of the design of the spread of the coronavirus, the most common epidemic in the world, and the share of information products that play a key role in it have been studied. Based on official data, a project analysis was conducted. As a result, the importance of information technology in the design of thousands of types of infectious diseases was noted. Methods that can be used to accurately and accurately maintain the design system of information technology are considered. The study process was studied based on the formulas for calculating the predictions. In this regard, it should be noted that COVID-19 has provided rapid development of information products. As a result of this work, almost all widely used methods were studied.

Keywords. Infectious diseases, prognosis of infection, COVID-19, methods of prognosis, prognosis of disease, information methods of prognosis, neural systems, types of information training.

Кіріспе

Жұқпалы ауруларды зерттеу XX ғасырдың басында қарқынды дами бастады. Ақпараттық жүйелердің дамуы салдарынан бұл саладағы тақырыптар жылдан жылға арта түсуде. Ақпараттық жүйелердің осы тұста алған ерекше рөлі – үлкен ақпараттарды сақтау нәтижесінде аналитикалық талдау жасауға мүмкіндік туындады. Эпидемиологиялық болжамдар мерзіміне байланысты әртүрлі мақсатта қолданылады. Мысалы, қысқа мерзімді болжамдар бірнеше аптаға жедел басқару барысында немесе эпидемиялық аурудың кең таралуында қолданылады [1]. Орта мерзімді болжам деп 2 айдан 6 айға дейінгі болжамдарды тактикалық басқару барысында қолданады. Бұл, әрине, қысқа мерзімді болжаммен салыстырғанда дәлділі азаяды. Дегенмен, алдағы уақытта орын алатын оқиғаларды болжап, алдын-ала шаралар қолдануға мүмкіндік туғызады. Ал стратегиялық шешімдерді қабылдау барысында ұзақ мерзімді болжамдар қолдануға тура келеді. Олар 1 жыл және одан да көп уақытты қамтиды. Бұндай болжам әдісімен жоғары сапаны қамти алмаймыз, бірақ ол дәрі-дәрмектер мен вакцинаның шамамен шығару мөлшерін есептеуге, медициналық мекемелерді жабдықтандыру мен қызметкерлер дайындауға қажет.

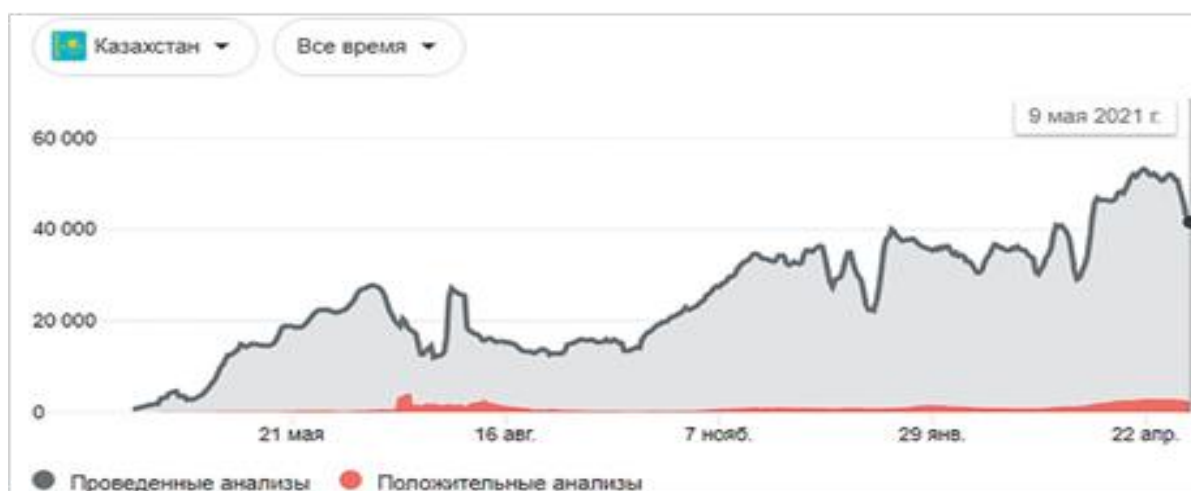
Бұл жұмыс барысында инфекциялық аурулар мен олардың эпидемиялық процестерінің дамуын болжау тәсілдері мен ақпараттық технологиялардың рөліне шолу болып табылады. Болжамдарды жасаудың көптеген әдістері ойластырылып, олардың барлық нұсқаларын бір мақалада қамту мүмкін емес.

Инфекциялық аурулардың әлем бойынша мыңдаған түрлері кездеседі, оның барлығына тоқталып өту мүмкін емес [2]. 2019 жылға дейін ең кеңінен таралған ауру түрі – ЖРВИ болған болса, бүгінгі күнде COVID-19 екенін айта аламыз.

Коронавирус ДДҰ деректері бойынша өлім-жітім деңгейі тұмаудан отыз есе және ауыр жағдайлардың (20%-дан астам) әлдеқайда жоғары үлесі бар шынымен жаһандық құбылысқа айналды. Бүгінде әлемде бұл инфекциядан зардап шекпеген елдер жоқ. COVID-19 денсаулық сақтау жүйесінің күшін және барлық әлемдік державалардың әрекет ету күштерін сынады. Көптеген елдер аурудың екінші және үшінші толқындарынан зардап шекті. 2021 жылдың 12 мамырына дейін әлемде 159 миллион ауру тіркелді, 3,31 миллион адам қайтыс болды, Қазақстанда 398 мың ауру және 3,37

мың адам қайтыс болды, ресми деректер бойынша. Кейіннен пневмонияны деректерге есептеуден бас тартып, науқастарды симптомдық және симптомыз деп бөліп қарастыра бастаған.

Қазақстандағы коронавирусті тестілеу 2020 жылдың 20 наурызы мен 2021 жылдың 20 мамыры аралығында орта есеппен күніне 25 мыңға жуық сынақ жүргізілді, яғни осы кезеңде барлығы 10,6 миллионға жуық бастапқы сынақ жүргізілді, оның 3,5%-ға жуығы оң нәтиже берді. (370 мыңға жуық диагноз қойылған жағдай). Қазақстандағы тестілеудің кестесі оның өте біркелкі жүргізілмегенін және халықтың сұранысымен сәйкес келмейтінін көрсетеді. Аурудың ең жоғары деңгейі 2020 жылдың маусым айының соңы – шілде айының басында болғанын білеміз [3]. Дегенмен, дәл осы уақытта тестілеу кестесінде сынақтар санының күрт азаюы байқалады, бұл сынақтардың жетіспеушілігінен болуы мүмкін. Сонымен қатар, графикте қызғылт сары түспен боялған оң нәтижелердің үлесі күрт артады.



1-диаграмма. Қазақстанда пандемия басталғаннан бастап 21.05.2013 ж. дейінгі тестілеу динамикасы

Оң сынақтардың саны аурулардың санынан өзгешеленетінің түсіну керек, өйткені бір адам сынақты бірнеше рет тапсыра алады. 2021 жылдың 3 наурызына дейін Қазақстанда 7,6 миллион сынақ өткізілгені туралы деректер алынса, 2021 жылдың 21 мамырында бұл көрсеткіш 10,6 миллионға жетті.

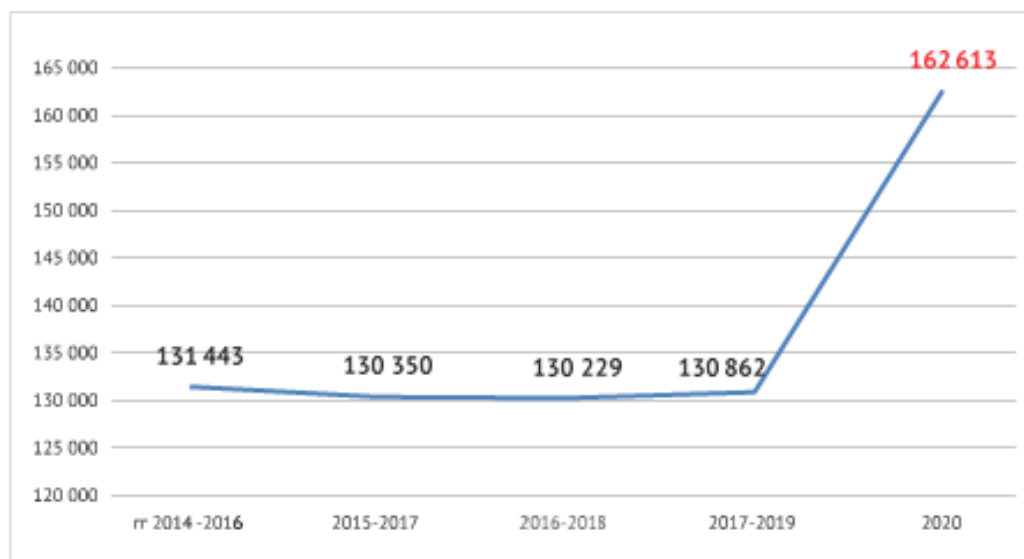
1-кесте. 2020 жылдың бірінші толқыны кезіндегі коронавирустық тестілеу (ПТР).

	10.06.20	27.06.20	1.07.20	12.07.20	20.07.20	31.07.20
Өткізілген сынақтар	22304	27 769	19274	12684	12 383	25 473
Оң нәтижелер саны	178	472	3 103	1 383	1 682	1452
Оң нәтижелер, %	0.8	1.7	16.1	10.9	13.5	5.7

Пандемияға дейінгі соңғы жылдарда Қазақстанда қайтыс болғандар саны тұрақты болды: 2014 жылдан 2019 жылға дейін ол 129 000-нан 131 000-ға дейін ауытқиды. Алайда 2020 жылы қайтыс болғандар саны 162 мыңнан асты. Артық өлім-жітім белгілі бір жылдағы өлім санын алдыңғы үш-бес жылдағы орташа көрсеткішпен салыстырады. 2017-2019 жылдардағы өлім-жітімнің орташа санымен салыстырғанда 2020 жылы

Қазақстанда 31 751 артық өлім тіркелді. Өткен жылдары, мысалы, 2019 жылы (2016-2018 жылдармен салыстырғанда) немесе 2018 жылы (2015-2017 жылдармен салыстырғанда), онда мұндай артық өлім болған жоқ, тіпті төмендеу қайтыс болу саны байқалды.

Пандемия кезінде әлеуметтік желілер нақты коммуникацияның жетіспеушілігін толтыру тәсілі ретінде ғана емес, сонымен қатар белгілерге, емдеу әдістеріне қатысты қажетті ақпаратты іздеу және таратуда ақпараттық таратуды жеңу құралы ретінде өзінің құтқарушы рөлін атқарды. Дәрі-дәрмектің, оттегінің болуы; адамдар өз тәжірибелерімен бөлісті, дүрбелеңге берілмеу үшін бір-біріне эмоционалдық және материалдық қолдау көрсетті. Дәл осы пандемия кезінде еліміздегі орын алған жағдайлар бізге нақты ақпараттық құрылымның дамуы тым артта екенін көрсетті. Егер осы уақытқа дейін біз барлық орындалуы қажет жұмыс тізгінімізді тек сол жерге барып, жасатқан болсақ (өтініш беру, қажетті құжаттарды алу, оқуға тапсыру, тест тапсыру және т.б.), осы кезеңде эпидемиологиялық шаралардың барлығы онлайнға көшіріле бастады. Жұмыс орындары үйден онлайн жұмыс істеуге мүмкіндік туғыза бастады. 42500 теңгені төлеуді жүргізу де онлайн платформа арқылы іске асырыла бастады [4]. Бірақ, дәл осы жағдайда мыңдаған жаңа ақпараттық өнімдер көз ашты. Себебі, осы жағдайға дейін Қазақстан бұрынғы заман формуласымен жүріп келген. Қиын эпидемиологиялық шараның еліміздің ақпараттық технологиялар тұрғысынан қарқынды дамуға алып келгенің айта кету қажет.



2-диаграмма. Қайтыс болғандар саны, Қазақстан, 2020 жыл (өткен жылдардағы орташа көрсеткіштермен салыстырғанда) [5].

Материалдар және әдістер:

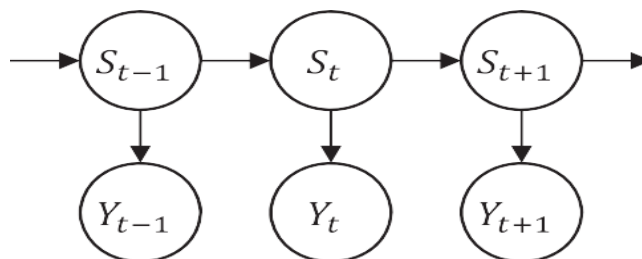
Байес желілері

Деректер корреляциясының құрылымын ескеретін уақыттық қатарларды модельдеудің тағы бір тәсілі - динамикалық Bayesian желілері. Байес желілері бағытталған график түрінде бейнеленген, оның шыңдары үлгі айнымалыларына, ал жиектері олардың арасындағы белгілі бір таралу заңдарымен берілген ықтималдық тәуелділіктерге сәйкес келеді. Оқытылғаннан кейін Байес желілері оқиғалардың

бақыланатын тізбегін ескере отырып, оқиғаның орын алу ықтималдығын бағалауға мүмкіндік береді [6]. Байес желілері бүгінде білімнің әртүрлі салаларында тез танымал болуда және ауруды болжау мәселесіне негізінен жасырын Марков үлгілерінің (ЖМҮ) қарапайым түрі қолданылады.

ЖМҮ-нің негізгі идеясы – әрбір Y_t кездейсоқ шаманы шартты таралуын анықтайтын бақыланбайтын S_t кездейсоқ шамасымен салыстыру. Y_t және S_t қатысты таралу заңының нысанын көрсету арқылы оның параметрлерін y_t бақыланатын мәндерінен бағалауға болады. Осылайша, Y_t медициналық көмекке жүгінген азаматтардың саны болуы мүмкін, ал S_t эпидемиологиялық жағдайдың маңызды сипаттамасы болып табылады, мысалы, ауруды жұқтырған азаматтардың жалпы санын өрнектеуге болады. ЖМҮ Y_t мәні t уақытындағы жасырын айнымалы S мәніне ғана тәуелді деп есептейді, ал S айнымалысының мәні t тізбегі Марковтық қасиетке ие, яғни S_t мәні тек S_{t-1} -ге тәуелді (1-сурет, а).

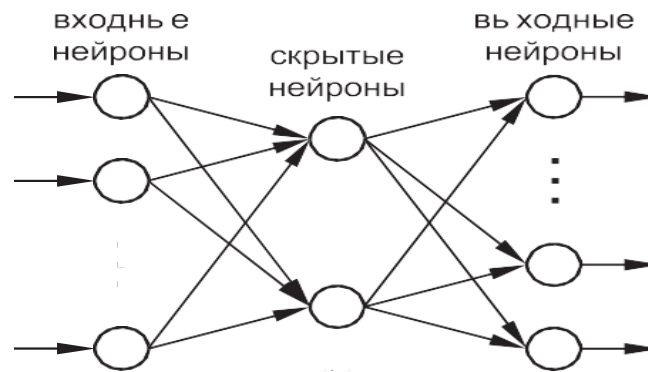
ЖМҮ бастапқы деректері үлкен немесе аз мөлшерде де құрылуы мүмкін, дегенмен модель параметрлерін бағалау алгоритмдері есептеу тұрғысынан күрделі; сондықтан ЖМҮ көп жағдайда тар сырғымалы бақылау терезесінің негізінде талданады [7]. Сондықтанда, қазіргі таңда Bayesian желілері жұқпалы аурулардың таралуының тек қысқа мерзімді болжамын ғана қамтамасыз етеді. Оның үстіне, көбінесе SMM-тер аурушандықтың жоғарылауын анықтау үшін ғана қолданылады. Бұл жағдайда қарапайым модель және эпидемиялық жағдайларға сәйкес болып табылатын екі түрмен құрастырылады Bayesian желілері мен ЖМҮ әзірлеу және талдау арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылады.



1-сурет. Жасырын Марков үлгісіндегі тәуелділік сұлбасы

Жасанды нейрондық желілер

Машиналық оқытуға негізделген әдістердің маңызды өкілі жасанды нейрондық желілер (ЖНЖ) болып табылады. ЖНЖ әдістемесі кеңінен қолданысқа ие және аналитикалық зерттеу әдістері қиын есептерді шешуге қолайлы. ЖНЖ – төбелері биологиялық нейрондардың жұмысын модельдейтін бағытталған өлшенген график (2-сурет). Төбелер кіріс сигналдарын қабылдайды және өлшенген мөлшерінен артық сомманың мәнін ескере отырып, оларды шығыс сигналға түрлендіреді. ЖНЖ оқыту кіріс сигналдарының күшін анықтайтын төбелер арасындағы байланыс коэффициенттерін есептеуден тұрады және эмпирикалық деректер негізінде орындалады: инциденттер статистикасы және егер бар болса, оны алдын ала анықтайтын факторлардың мәндері [8].



2-сурет. Бір жасырын қабаты бар ЖНЖ схемасы

ЖНЖ-ні оқытудың мақсаты кіріс және шығыс деректер арасындағы айқын және жасырын тәуелділікті анықтау болып келеді. Аурушандық көрсеткіштері, әдетте, шулы, сондықтан олардың салыстырмалы түрде көлемді санын қарастыру ЖНЖ оқыту үшін қажет. Ұзақ мерзімді болжау үшін жеткілікті аурушандықтың тарихы жинақталмаған, сондықтан әзірше ЖНЖ қысқа мерзімді болжау үшін қолайырақ.

Жағдайға негізделген пайымдау

Жағдайға негізделген пайымдау – тек болжауға ғана арналмаған әдістер тобы. Олар мәселенің жауабын іздеудегі идеяларды белгілі жауаптардың ішінен іздестіреді. Жұқпалы ауруларды болжау мәселесіне қатысты бұл тәсілді аналогиялық әдіс деп атады. Аналогиялық әдіс бастапқыда ауа райы болжамдарын құрастыру үшін дайындалған. Ол жинақтарда қамтылған бақылаулар тарихынан бүгінгі күнге дейінгі жағдайларға жақын эпидемиялық көріністерді іздеуге және осы жағдайлардың салдары негізінде болжам құруға бейімделеді.

Бұл әдістің кілттік факторы екі жағдайдың қаншалықты ұқсас болып келетінінде. ut — t қазіргі уақыттағы сырқаттанушылық, онда жағдайды бақылау векторының көмегімен сипаттауға болады $ut = (ut, ut-1, \dots, ut-k)T$ [9]. Қазіргі уақыттағы сырқаттанушылық ut өткендегі бұрынғы бір уақытпен ut салыстыруға болады, мысалы, метрика көмегімен $dist(ut, ut) = k$.

Аналогиялық әдіс ең алдымен қысқа мерзімді болжауға арналған және сырқаттанушылыққа сыртқы факторлардың әсерін есепке алмайды. Оны болжаудың орташа және ұзақ кезеңдері үшін тарихи статистикасының үлкен массивтерін, сондай-ақ кем дегенде ақпараттың қаншалық ескіргенін қарастыратын күрделі метрикаларды қажет етеді. Бірақ ондай деректер бар болса да, шынымен жақын жағдайларды іздеп, қарастыру қиын болады және кез келген өзгешеліктер болжамдардың дәлдігіне әсер етеді. Бұрын аталған барлық әдістерден айырмашылығы, аналогия әдісі қолданыс аясында салыстырмалы түрде сирек кездеседі. Дегенмен, бұл қарапайым және тиімді әдіс, оның мүмкіндігін ескеру керек.

Сүзгіге негізделген болжау

Аурудың кез келген уақытта қатарын нақты эпидемиялық жағдай бойынша және жоғары жиілікті шуды көрсететін сигналдан тұратын кездейсоқ процесс ретінде қарастыруға болады. Шуды сүзгілеу көмегімен болжамды нақтылауға мүмкіндік туындайды және онымен бастапқы деректерді алдын ала өңдеу кезінде де, болжау алгоритмінің бөлігі ретінде де жүзеге асыруға болады.

Мұндай тәсілдерге экспоненциалды тегістеу жатады, бұл салмақты жылжымалы орташа мәннің ерекше жағдайы. Экспоненциалды тегістеу кезінде t уақытындағы y_t жиілігі соңғы бақылаулардың өлшенген сомасымен сипатталады [10]:

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1}.$$

мұндағы α — тегістеу коэффициенті ($0 < \alpha < 1$), бұл деректер қартаю жасына қарай салмақтың төмендеуін қамтамасыз етеді, бұл табиғи оқу процесінің көрінісі ретінде қарастырылуы мүмкін. Бұл жағдайда болжам келесідей есептеледі:

$$\hat{y}_{t+h} = l_t,$$

мұндағы l_t – тегістелген мән

Кейбір жағдайларда ауруды болжау үшін қарапайым экспоненциалды тегістеу қолданылады, бірақ бұл белгілі айқын үрдісі немесе маусымдылығы бар жұқпалы ауру түрлеріне жарамайды. Бұндай мақсаттарда пайдалану үшін жалпыланған модельдер қолданылады.

Атап айтқанда, тұмау мен ЖРВИ немесе осы сыныпқа сай COVID-19 ауруын қосымша маусымдық Холт-Винтерс үлгісімен сипаттауға болады:

$$l_t = \alpha(y_t - s_{t-T}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + r_{t-1}),$$

$$r_t = \gamma(l_t - l_{t-1}) + (1 - \gamma)r_{t-1},$$

$$s_t = \delta(y_t - l_t) + (1 - \delta)s_{t-T},$$

$$\hat{y}_{t+h} = l_t + hr_t + s_{t-T+h},$$

мұндағы r_t тренді пайымдайды, s_t — маусымдық фактор, γ және δ — олар үшін тегістеу коэффициенттері, ал T — маусымдық период

Аддитивті модельде маусымдық ауытқулар сырқаттанушылық көрсеткіштерінің шамасына тәуелді емес, мұндай қатынас мультипликативті модельдерде ескеріледі. Бұл модельдердің барлығы бір факторлы [11]. Тегістеу нәтижелері негізінен l_0 , r_0 және s_0 бастапқы мәндерімен анықталады.

Инфекцияның таралуын математикалық модельдеу

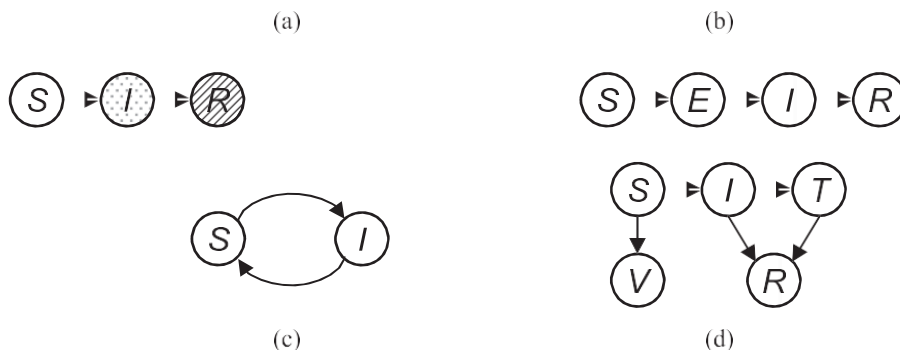
Жоғарыда аталған әдістердің барлығы уақыт негізінде қатарларды талдаудың жалпы әдістеріне жатқызуға болады. Олар эпидемиялық процестерге тән арнайы қасиеттерді ескермейді және ауру деңгейінің көрсетілетін көрсеткіштерінің мәндеріне сәйкестеледі. Бір немесе бірнеше түрдегі кез келген деректерді болжау үшін пайдаланылуы мүмкін. Инфекциялардың таралуының бақылайтын басқа топты былай айтқанда биологиялық тәсіл деп атайды, ол инфекцияның берілу механизмінің ерекшеліктеріне негізделген және оны нақты модельдейді [12]. Осы түрдегі аурудың таралуының көптеген математикалық модельдері дайындалды, оларды бөлек қарастыруға болады. Бұл мақалада біз осы саладағы жұмыстың ең маңызды бағыттарын ғана белгілейміз.

Классикалық аурудың таралу моделі (АТМ) дифференциалдық теңдеулер жүйесін пайдалана отырып, инфекцияның таралу динамикасын сипаттайды. Қазіргі математикалық эпидемиологияның негізін қалаған алғашқы еңбектер 20 ғасырдың басында жарияланды. Ең танымал еңбек 1920 жылдары Кермак пен Маккендрик ұсынған SIR моделі, сонымен қатар оның кеңейтімдері. Мұндай модельдерде зерттелетін популяция топтарға бөлінеді, мысалы, сау (S - susceptible), ауру (I - infectious) және сауығып кеткен адамдар (R - recovered). SIR типті модельдер үлкен популяциядағы адамдар байланыстары мен химиялық кинетикадағы массалар әрекетінің заңы арасындағы ұқсастыққа негізделген. Сонымен, әр топтағы адамдар санының өсімі формуладағы теңдеулер жүйесі арқылы көрсетіледі.

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\alpha S(t)I(t), \quad \frac{dI(t)}{dt} = \alpha S(t)I(t) - \beta I(t), \quad \frac{dR(t)}{dt} = \beta I(t)$$

мұндағы α - инфекцияның таралу ықтималдылығын бейнелейді, ал $\frac{1}{\beta}$ - жұқтыру периодының ұзақтығы.

Шешілетін міндетке және инфекцияның ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі санаттағы адамдарды ажыратуға болады[13] (3-сурет) Көбінесе ауру адамдарды келесідей топтармен қарастырады: инкубациялық периодтағы ауру адамдар (E — exposed), вакцинацияланған индивидтер (V - vacianated), халықтың жасы үлкен топтары. Мысалы, аймақтың демографиялық құрылымын модельдеу үшін 1000-нан астам теңдеу қолданылады.



3-сурет. SIR моделінің диаграммасы (a); SEIR моделінің диаграммасы (b); SIS моделінің диаграммасы (c); вакцинацияланған және емделген адамдарды ескере отырып, SIR типті моделінің схемасы (T - Treat1me5nt) (d)

Эпидемияларды модельдеудегі маңызды мәселе инфекцияның таралу кеңістіктігінің сипаттамасы және географиялық факторлардың әсері болып табылады. Олар әртүрлі тәсілдермен ескеріледі, мысалы, SIR әдістемесі шеңберінде әртүрлі географиялық нүктелерді ішкі топтарға қосымша бөлуді енгізу арқылы көрсетуге болады. Одан әрі интенсивтілігі берілген аумақтар арасындағы қозғалу механизмдеріндегі теңдеулер жүйесіне енгізіледі.

Зерттеу нәтижесі. Берілген ақпараттарды саралай отыра зерттеу нәтижесі ретінде инфекциялық аурулардың таралу жолдары, географиялық аймақ, ел экономикасы сияқты факторлардың тікелей әсер ететінін көре аламыз. Ал ақпараттық өнімнің таралу болжамдарын жүргізуде адам өмірі мен жұмысын әлдеқайда жеңілдетеніне көзіміз жетіп отыр. Осы жұмыс зерттеуінің нәтижесінде қарастырылған болжам әдістерінің формулалары қорытып шығарылды.

Қорытынды

Берілген мақала аясында жұқпалы аурулардың түрлері, таралу жолдары мен ресми деректер бойынша статистикалық мәліметтерге сәйкес ақпараттық өнімдерді оқыту барысында қолданылатын формулаларды жазып шығардық. Яғни, COVID-19 таралу тарихын ескере отырып, алдағы уақыттағы аурудың таралуын болжау мүмкіндігіне иелендік. Осы тұста ақпараттық технологияын әзірлеу үшін қолданылатын әдістердің түрлеріне тоқтала отырып, зерттеу жүргізілді. Нәтижесінде әдіс-тәсілдердің артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып, ақпараттық өнім дайындауға

қажетті түрі анықталды. Эпидемиялық болжамдар әрқашанда тарихи деректер көмегімен жүргізіледі.

Әдебиет:

1. Белецкая С.Ю., Коровин В. Н., Родионов О.В. Разработка прогностических моделей развития заболеваемости детей в городском административном районе на основе нейросетевых технологий // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6, № 12. - С. 201–205.
2. Вьюн В.И., Еременко Т.К., Кузьменко Г.Е., Михненко Ю.А. Об одном подходе к прогнозированию эпидемиологической обстановки по гриппу-ОРВИ с использованием временных рядов // Математические машины и системы. - 2011. - Т. 1, № 2. - С. 131–136.
3. Гальченко В.Я., Попов К.Р., Приземина И.Н., Качур Н.В. Прогнозирование временных рядов в задаче оценки эпидемической ситуации заболеваемости ОРВИ и гриппом по данным Луганской области // Український медичний альманах. - 2010. - Т. 13, № 2. - С. 20–22.
4. Ефимова Н.В., Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С. Опыт использования искусственных нейронных сетей при прогнозировании заболеваемости населения (на примере г. Братска) // Экология человека. - 2010. - № 3. - С. 3–7.
5. Иванов А.Г., Герасимова Л.И., Шувалова Н.В., Денисова Т.Г. Прогнозирование уровня заболеваемости и смертности от болезней системы кровообращения на региональном уровне на основе его многофазного математического моделирования // Медицинский альманах. - 2012. - № 3. - С. 20–24.
6. Бондарко, Л.В. Спонтанная речь и организация системы языка // Бюллетень фонетического фонда № 8 «Фонетические свойства русской спонтанной речи». - 2015. - С. 17–23.
7. Bao L. A new infectious disease model for estimating and projecting HIV/AIDS epidemics // Sexually Transmitted Infections. - 2012. - Vol. 88, Suppl. 2. - P. i58–i64.
8. Boyle J.R., Sparks R.S., Keijzers G.B., Crilly J.L., Lind J.F., Ryan L.M. Prediction and surveillance of influenza epidemics // Medical Journal of Australia. - 2011. - Vol. 194, № 4. - P. S28–S33.
9. Джандосова Ж.С., Шарипбаева А.Е., Байтүгелова Н.Ю., Смагулова Ш.К., Кудашева Т.В., Джандосова Ф.С. / ОФ «Центр Исследований Сандж». COVID-19 в Казахстане: масштабы проблемы, оценка услуг здравоохранения и социальной защиты. – Нур-Султан, 2021. – 180 с.
10. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний. М.А. Кондратьев, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», лаборатория «Социология образования и науки», 2013.
11. Инновации в диагностике, лечении и профилактике инфекционных заболеваний. Лиознов Д.А., Цыбалова Л.М., 2022.
12. Общая эпидемиология. Савилов Е.Д., 2020.
13. Патологическая анатомия COVID-19, Атлас. Зайратьянц О.В., 2020.

References:

1. Beleckaya S.Yu., Korovin V.N., Rodionov O.V. Razrabotka prognosticheskikh modelej razvitiya zabolevaemosti detej v gorodskom administrativnom rajone na osnove nejrosetevykh tekhnologij // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2010. - T. 6, № 12. - С. 201–205.
2. V'yun V.I., Eremenko T.K., Kuz'menko G.E., Mihnenko Yu.A. Ob odnom podhode k prognozirovaniyu epidemiologicheskoy obstanovki po grippu-ORVI s ispol'zovaniem vremennykh ryadov // Matematicheskie mashiny i sistemy. - 2011. - T. 1, № 2. - С. 131–136.
3. Gal'chenko V.Ya., Popov K.R., Prizemina I.N., Kachur N.V. Prognozirovanie vremennykh ryadov v zadache ocenki epidemicheskoy situacii zabolevaemosti ORVI i grippom po dannym Luganskoj oblasti // Ukraïns'kij medichnij al'manah. - 2010. - T. 13, № 2. - С. 20–22.
4. Efimova N.V., Gornov A.Yu., Zarodnyuk T.C. Opyt ispol'zovaniya iskusstvennykh nejronnykh setej pri prognozirovanii zabolevaemosti naseleniya (na primere g. Bratska) // Ekologiya cheloveka. - 2010. - № 3. - С. 3–7.
5. Ivanov A.G., Gerasimova L.I., SHuvalova N.V., Denisova T.G. Prognozirovanie urovnya zabolevaemosti i smertnosti ot boleznej sistemy krovoobrashcheniya na regional'nom urovne na osnove ego mnogofaznogo matematicheskogo modelirovaniya // Medicinskij al'manah. - 2012. - № 3. - С. 20–24.
6. Bondarko, L.V. Spontannaya rech' i organizaciya sistemy yazyka // Byulleten' foneticheskogo fonda № 8 «Foneticheskie svoystva russkoj spontannoï rechï». – 2015. – S. 17–23.

7. Bao L. A new infectious disease model for estimating and projecting HIV/AIDS epidemics // Sexually Transmitted Infections. - 2012. - Vol. 88, Suppl. 2. - P. i58–i64.
8. Boyle J.R., Sparks R.S., Keijzers G.B., Crilly J.L., Lind J.F., Ryan L.M. Prediction and surveillance of influenza epidemics // Medical Journal of Australia. - 2011. - Vol. 194, № 4. - P. S28–S33.
9. Dzhandosova Zh.S., SHaripbaeva A.E., Bajtugelova N.Yu., Smagulova Sh.K., Kudasheva T.V., Dzhandosova F.S. / OF «Centr Issledova- nij Sandzh». COVID-19 v Kazahstane: masshtaby problemy, ochenka uslug zdavoohraneniya i social'noj zashchity. – Nur-Sultan, 2021. – 180 s.
10. Metody prognozirovaniya i modeli rasprostraneniya zabolevanij, M.A. Kondrat'ev, Nacional'nyj issledovatel'skij universitet «Vysshaya shkola ekonomiki», laboratoriya «Sociologiya obrazovaniya i nauki», 2013.
11. Innovacii v diagnostike, lechenii i profilaktike infekcionnyh zabolevanij. Lioznov D.A., Cybalova L.M., 2022.
12. Obshchaya epidemiologiya. Savilov E.D., 2020.
13. Patologicheskaya anatomiya COVID-19, Atlas. Zajrat'yanc O.V., 2020.