

Получена: 15 июля 2021 / Принята: 01 ноября 2021 / Опубликовано online: 28 февраля 2022

DOI 10.34689/SH.2022.24.1.015

УДК 614.39(574)

АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ОСОБО ОПАСНЫМ ИНФЕКЦИЯМ И МИРОВОЙ ОПЫТ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

**Лидия С. Юнкина¹, Шолпан Е. Токанова¹,
Ерлан А. Оспанов¹, Ербол М. Смаил¹**

¹ НАО «Медицинский университет Семей»,
г. Семей Республика Казахстан.

Резюме

Актуальность. Современный период характеризуется резким ухудшением эпидемиологической ситуации на мировом уровне по особо опасным инфекциям, включая коронавирусную инфекцию, которая послужила началом пандемии COVID-19 и стала актуальной проблемой всего мира. Необходимость изучения развития эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям в странах ближнего и дальнего зарубежья заключается в их мировом распространении и в угрозе завоза в Республику Казахстан. В связи с этим, чрезвычайно важным представляется изучение развития мировой эпидемиологической ситуации и прогнозирование особо опасных инфекций.

Цель. Анализ литературных данных об эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям в Республике Казахстан и странах ближнего и дальнего зарубежья, и мировом опыте их прогнозирования.

Стратегия поиска. Поиск научных публикаций был произведен в следующих базах данных: PubMed, Medline, e-Library, при помощи научной поисковой системы Google Scholar. Глубина поиска - 15 лет. *Критерии включения* публикаций в литературный обзор: публикации на русском и английском языках; публикации, включенные в базы PubMed, Medline, e-Library; публикации с четко сформулированными выводами; публикации за последние 15 лет. *Критерии исключения публикаций* в литературный обзор: резюме доклады; статьи с платным доступом; тезисы. Всего было найдено 75 источника. После ознакомления с публикациями в литературный обзор были включены 46 источников.

Результаты. Анализ литературных данных показал, что на сегодняшний день эпидемиологическая ситуация по особо опасным инфекциям является актуальной проблемой, изучаемой на мировом уровне. Результаты анализа также показали необходимость в изучении развития мировой эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям, включая коронавирусную инфекцию, с дальнейшим составлением прогноза возникновения особо опасных инфекций в Казахстане.

Выводы. На основании проведенного литературного обзора стало известно, что вспышки особо опасных инфекций играют важную роль в глобальной заболеваемости и смертности. Подготовка к вспышкам и эпидемиям особо опасных инфекций, а также своевременное реагирование на них являются важнейшими задачами общественного здравоохранения. Таким образом, дальнейшее изучение мировой эпидемиологической ситуации с составлением прогноза будут направлены на оптимизацию здравоохранения Республики Казахстан в будущем.

Ключевые слова: *особо опасные инфекции, вспышки, натуральная оспа, полиомиелит, грипп, коронавирусная инфекция, прогноз.*

Abstract

ANALYSIS OF THE EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF ESPECIALLY DANGEROUS INFECTIONS AND THE WORLD EXPERIENCE OF THEIR PREDICTION: A LITERARY REVIEW

**Lidiya S. Yunkina¹, Sholpan Ye. Tokanova¹,
Yerlan A. Ospanov¹, Yerbol M. Smail¹**

¹ NJSC «Semey Medical University»,
Semey, Republic of Kazakhstan

Relevance. The modern period is characterized by a sharp deterioration the epidemiological situation at the global level for especially dangerous infections, including coronavirus infection, which served as the beginning of the COVID-19 pandemic and has become an urgent problem for the whole world. The need to study the development of the epidemiological situation for especially dangerous infections in the countries of the near and far abroad lies in their worldwide distribution and

in the threat of importation into the Republic of Kazakhstan. In this regard, it is extremely important to study the development of the world epidemiological situation and predict especially dangerous infectionpp.

Aim. Analysis of literature data on the epidemiological situation of especially dangerous infections in the Republic of Kazakhstan and the countries of the near and far abroad, and the world experience in predicting them.

Search strategy. Scientific publications were searched in the following databases: PubMed, Medline, e-Library, using the scientific search engine Google Scholar. Search depth - 15 yearpp. Criteria for including publications in a literature review: publications in Russian and English; publications included in the PubMed, Medline, e-Library databases; publications with clearly formulated conclusions; publications over the past 15 yearpp. Criteria for excluding publications in the literature review: summary reports; articles with paid access; abstractpp. A total of 75 sources were found. After reviewing the publications, 46 sources were included in the literature review.

Resultpp. Analysis of the literature data showed that today the epidemiological situation for especially dangerous infections is an urgent problem studied at the world level. The results of the analysis also showed the need to study the development of the global epidemiological situation for especially dangerous infections, including coronavirus infection, with further forecasting of the occurrence of especially dangerous infections in Kazakhstan.

Conclusionpp. Based on the literature review, it became known that outbreaks of especially dangerous infections play an important role in global morbidity and mortality. Preparing for outbreaks and epidemics of especially dangerous infections, as well as timely response to them, are the most important tasks of public health. Thus, further study of the global epidemiological situation with the preparation of a forecast will be aimed at optimizing the health care of the Republic of Kazakhstan in the future.

Key words: *especially dangerous infections, outbreaks, smallpox, poliomyelitis, influenza, coronavirus infection, prognosipp.*

Түйіндеме

АСА ҚАУІПТІ ИНФЕКЦИЯЛАР БОЙЫНША ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БОЛЖАУДЫҢ ӘЛЕМДІК ТӘЖІРИБЕСІ: ӘДЕБИ ШОЛУ

Лидия С. Юнкина¹, Шолпан Е. Токанова¹

Ерлан А. Оспанов¹, Ербол М. Смаил¹

¹ «Семей медицина университеті» КеАҚ,
Семей қаласы, Қазақстан Республикасы.

Өзектілігі. Қазіргі кезең күрт нашарлаумен сипатталады аса қауіпті инфекциялар, оның ішінде COVID-19 пандемиясының бастауы болған және бүкіл әлемдегі өзекті проблемаға айналған коронавирустық инфекция бойынша әлемдік деңгейдегі эпидемиологиялық жағдай. Таяу және алыс шетелдердегі аса қауіпті инфекциялар бойынша эпидемиологиялық жағдайдың дамуын зерделеу қажеттілігі олардың әлемдік таралуына және Қазақстан Республикасына әкелу қаупіне негізделеді. Осыған байланысты әлемдік эпидемиологиялық жағдайдың дамуын зерттеу және аса қауіпті инфекцияларды болжау өте маңызды болып табылады.

Мақсаты. Қазақстан Республикасында және жақын және алыс шетелдерде аса қауіпті инфекциялар бойынша эпидемиологиялық жағдай және оларды болжаудың әлемдік тәжірибесі туралы әдеби деректерді талдау.

Іздеу стратегиясы. Ғылыми жарияланымдарды іздеу келесі мәліметтер базасында жүргізілді: PubMed, Medline, eLibrary, Google Scholar ғылыми іздеу жүйесінің көмегімен. Іздеу тереңдігі-15 жыл. Әдеби шолуға жарияланымдарды қосу критерийлері: орыс және ағылшын тілдеріндегі Жарияланымдар; PubMed, Medline, e-Library базасына енгізілген Жарияланымдар; нақты тұжырымдалған тұжырымдары бар Жарияланымдар; соңғы 15 жылдағы Жарияланымдар. Әдеби шолуға жарияланымдарды алып тастау критерийлері: қорытынды баяндамалар; ақылы қол жетімді мақалалар; тезистер. Барлығы 75 дереккөз табылды. Басылымдармен танысқаннан кейін әдеби шолуға 46 дерек көзі енгізілді.

Нәтижелер. Әдеби деректерді талдау бүгінгі таңда аса қауіпті инфекциялар бойынша эпидемиологиялық жағдай әлемдік деңгейде зерделенетін өзекті мәселе болып табылатынын көрсетті. Талдау нәтижелері сондай-ақ Қазақстанда аса қауіпті инфекциялардың пайда болу болжамын одан әрі жасай отырып, коронавирустық инфекцияны қоса алғанда, аса қауіпті инфекциялар бойынша әлемдік эпидемиологиялық жағдайдың дамуын зерделеу қажеттігін көрсетті.

Қорытынды. Әдеби шолуға сүйене отырып, аса қауіпті инфекциялардың өршуі жаһандық ауру мен өлім-жітімде маңызды рөл атқаратыны белгілі болды. Аса қауіпті инфекциялардың тұтануы мен эпидемиясына дайындық, сондай-ақ оларға уақтылы ден қою қоғамдық денсаулық сақтаудың маңызды міндеттері болып табылады. Осылайша, болжам жасай отырып, әлемдік эпидемиологиялық жағдайды одан әрі зерделеу болашақта Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау саласын оңтайландыруға бағытталатын болады.

Түйінді сөздер: *аса қауіпті инфекциялар, індеттер, табиғи шешек, полиомиелит, тұмау, коронавирустық инфекция, болжам.*

Библиографическая ссылка:

Юнкина Л.С., Токанова Ш.Е., Оспанов Е.А., Смайл Е.М. Анализ эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям и мировой опыт их прогнозирования: литературный обзор // Наука и Здравоохранение. 2022. 1(Т.24). С. 126-138. doi 10.34689/SH.2022.24.1.015

Yunkina L.S., Tokanova Sh.Ye., Ospanov Ye.A., Smail Ye.M. Analysis of the epidemiological situation of especially dangerous infections and the world experience of their prediction: a literary review // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2022, (Vol.24) 1, pp. 126-138. doi 10.34689/SH.2022.24.1.015

Юнкина Л.С., Токанова Ш.Е., Оспанов Е.А., Смайл Е.М. Аса қауіпті инфекциялар бойынша эпидемиологиялық жағдайды талдау және оларды болжаудың әлемдік тәжірибесі: әдеби шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2022. 1(Т.24). Б. 126-138. doi 10.34689/SH.2022.24.1.015

Введение

В последнее время во многих регионах мира имеется подъем числа зарегистрированных случаев заболевания особо опасными инфекциями, включая коронавирусную инфекцию, и расширение их зоны эндемичности, что, собственно, определяет надобность актуализации ранее изученных сведений о распространенности возбудителей и оценки рисков их проявления на новых, ранее считавшихся неэндемичными, территориях [18].

Развитию эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям в Республике Казахстан способствует влияние внешних факторов, включающих в себя развитие международных связей и массовую миграцию населения, а также внутренних факторов, состоящих из политической и экономической нестабильности жизни населения и недостаточной эффективности карантинных мер в стране. Вспышки инфекционных заболеваний, которые начинаются в самых отдаленных частях земного шара, теперь могут быстро распространяться на городские центры и регионы, подвергая риску заражения большие группы населения.

Необходимость изучения вспышек особо опасных инфекций, а также факторов, влияющих на развитие эпидемиологической ситуации в мире, обусловлена такими причинами как: угроза завоза особо опасных инфекций из стран ближнего и дальнего зарубежья на территорию нашей страны, эволюция возбудителей болезней, появление новых нозологических форм, расширение ареала возбудителей, а также возрастание риска возникновения чрезвычайных ситуаций эпидемиологического характера [15].

Цель: Анализ литературных данных об эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям в Республике Казахстан и странах ближнего и дальнего зарубежья, и мировом опыте их прогнозирования.

Стратегия поиска

Обзор литературы был проведен начиная с анализа зарубежных публикаций в области эпидемиологии особо опасных инфекций, статистических источников в области здравоохранения Республики Казахстан, мировой научной литературы, анализируя развитие эпидемиологической ситуации по особо опасным инфекциям, в том числе коронавирусной инфекции в странах ближнего и дальнего зарубежья, заканчивая изучением новых постановлений и приказов по вопросам особо опасных инфекций, в том числе COVID-

19. Статьи по вопросам эпидемиологии особо опасных инфекций были рассмотрены в таких журналах как «Окружающая среда и здоровье населения» за 2015-2020 года, «Проблемы особо опасных инфекций» за 2020 год. Для поиска научных публикаций были использованы следующие базы данных: Medline, e-Library, PubMed, с использованием научной поисковой системы Google Scholar. Глубина поиска составила 15 лет. **Критерии включения:** публикации на английском, русском языках; данные по особо опасным инфекциям ММСП-2005 первой группы; данные о коронавирусной инфекции; публикации с четко сформулированными результатами и выводами; публикации, соответствующие глубине поиска (15 лет). **Критерии исключения:** данные по особо опасным инфекциям ММСП-2005 второй группы; публикации без четкого формулирования результатов и выводов; статьи, имеющие платный доступ; тезисы. Всего было изучено 75 источника, из которых 46 источников после ознакомления были включены в литературный обзор.

Основные результаты и их обсуждение**Эпидемиологическая характеристика особо опасных инфекций, согласно первой группе Международных медико-санитарных правил**

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), особо опасные инфекции (ООИ) — это условная группа инфекционных заболеваний, предоставляющих исключительную эпидемиологическую опасность. Одним из базовых документов ВОЗ являются Международные медико-санитарные правила (ММСП-2005), которые были приняты 22-й сессией Всемирной ассамблеи здравоохранения ВОЗ 26 июля 1969 года, в которых закреплены перечень и меры профилактики распространения особо опасных инфекций. Международные медико-санитарные правила определяют глобальные правила в области общественного здравоохранения, с целью усиления медико-санитарной безопасности на таких уровнях как: национальный, региональный и международный. Для изучения и дальнейшего проведения анализа вспышек особо опасных инфекций в странах ближнего и дальнего зарубежья, была отобрана первая группа болезней международных медико-санитарных правил. Согласно ММСП-2005, первая группа болезней представляет собой те болезни, которые являются необычными и оказывают серьезное воздействие на здоровье населения. К таким болезням относятся: оспа, полиомиелит, вызванный диким полиовирусом,

человеческий грипп, вызванный новым подтипом, тяжелый острый респираторный синдром (ТОРС) или (SARS). Также при анализе вспышек ООИ рассматривалась коронавирусная инфекция (COVID-19), которая стремительно распространилась по всему миру и вызвала пандемию COVID-19.

Натуральная оспа, по определению ВОЗ — это острое инфекционное заболевание, вызываемое вирусом оспы, принадлежащим к семейству ортопоксвирусов. Это была одна из самых разрушительных болезней, известных человечеству, и она вызвала миллионы смертей, прежде чем была искоренена. Считается, что вирус существовал, по меньшей мере 3000 лет [44]. Оспа представляет собой одно из самых смертельных заболеваний. Известно, что вирусный вариант *Variola major* имеет высокий показатель смертности - 30%. Люди, перенесшие данное заболевание имеют пожизненные последствия, но и обладают гарантированным иммунитетом [16]. Ранние симптомы оспы включают высокую температуру, усталость и сильную боль в спине, а реже - боль в животе и рвоту. Через два-три дня вирус вызывает характерную сыпь с бугорками, наполненными прозрачной жидкостью, которые затем наполняются гноем и, наконец, образуют корочку, которая высыхает и опадает. Сыпь начинается на лице и руках, а затем распространяется на остальную часть тела. Очаги поражения развиваются на слизистых оболочках носа и рта и изъязвляются вскоре после образования. Оспа передается от человека к человеку, через инфекционные капли, при тесном контакте с инфицированными людьми, имеющими симптомы заболевания, или в некоторых случаях через загрязненную одежду и постельное белье. Инкубационный период составляет 7-17 дней после воздействия и становится заразным только после того, как развивается лихорадка. Люди остаются заразными до тех пор, пока не отпадут последние струпи [44]. Происхождение *variola virus* (VARV) остается неизвестным [26].

Полиомиелит, по определению ВОЗ — это высокоинфекционное вирусное заболевание, которое в значительной степени поражает детей в возрасте до 5 лет. Вирус передается от человека к человеку, главным образом распространяясь через фекально-оральный путь, реже посредством общего носителя (такого как, загрязненная вода или пища) и размножается в кишечнике, откуда он может проникать в нервную систему и вызывать паралич [43]. Основными факторами риска инфицирования являются плохая санитария, высокая плотность населения, отсутствие иммунизации, а также теплый климат [30]. Данное вирусное заболевание может привести к параличу, деформации конечностей, проблемам с дыханием или даже смерти [41]. Инкубационный период обычно составляет 7-10 дней, но может варьироваться от 4-35 дней. До 90% инфицированных не испытывают никаких симптомов, и болезнь обычно остается незамеченной. В других случаях начальные симптомы включают лихорадку, усталость, головную боль, рвоту, скованность в шее и боль в конечностях. Эти симптомы обычно длятся в течение 2-10 дней, и большинство

выздоровлений завершается почти во всех случаях. Однако в оставшейся доле случаев вирус вызывает паралич, как правило, ног, который чаще всего является постоянным. Из тех, кто парализован, 5-10% умирают, когда их дыхательные мышцы становятся неподвижными [43].

Грипп, по определению ВОЗ, представляет собой вирусную инфекцию, которая в основном поражает нос, горло, бронхи, а иногда легкие. Заболевание обычно длится около недели. Его характерные признаки: резкое повышение температуры, мышечные и головные боли, сильное недомогание, кашель, боль в горле и ринит. Вирус легко передается от человека человеку воздушно-капельным путем, когда инфицированные люди выделяют мельчайшие частицы во время кашля или чихания. Грипп имеет тенденцию к быстрому распространению, вызывая тем самым сезонные эпидемии. Без какого-либо лечения большинство инфицированных людей выздоравливает за одну или две недели. Впрочем, для пожилых людей, и детей, которые страдают серьезными заболеваниями грипп опасен, и может привести к осложнениям основных заболеваний, развитию пневмонии и смерти [9]. Данные вирусы ответственны за значительную ежегодную заболеваемость и смертность во всех возрастных группах. В среднем вирусы гриппа заражают от 5% до 15% мирового населения [33]. Наибольшее бремя болезней обычно приходится на детей, в то время как наибольшее бремя тяжелых заболеваний, с точки зрения госпитализации и смерти, приходится на лиц с сопутствующими заболеваниями, младенцев и маленьких детей, а также пожилых людей [37]. Районы, в которых преобладает умеренный климат характеризуются тем, что сезонные эпидемии происходят в основном зимой, тогда как тропические районы характеризуются тем, что вирусы гриппа циркулируют круглый год и приводят к нерегулярным эпидемиям [9].

Коронавирусная инфекция (COVID-19), по определению ВОЗ — инфекционное заболевание, вызываемое недавно обнаруженным коронавирусом. Большинство людей, инфицированных вирусным возбудителем COVID-19, испытывают легкие и умеренные симптомы респираторного заболевания и выздоравливают без необходимости специального лечения. Тяжелая форма заболевания чаще развивается у пожилых людей и лиц с фоновыми патологиями, в частности сердечно-сосудистыми, хроническими респираторными, онкологическими заболеваниями и диабетом [11]. Летучие мыши, вероятно, являются важным резервуаром для SARS-CoV. Основным способом передачи является распространение от человека к человеку через вдыхание, то есть воздушно-капельным путем. Но также, была зафиксирована и фекально-оральная передача вируса. В симптомах преобладают лихорадка и респираторные симптомы, такие как грипп, а также часто встречалась диарея. Около 25% случаев могут быстро прогрессировать и требуют интенсивной терапии [39].

Анализ вспышек особо опасных инфекций, согласно первой группе Международных медико-

санитарных правил, в Республике Казахстан и в странах ближнего и дальнего зарубежья

Натуральная оспа. Известно, что самые первые и неопровержимые описания оспы возникли в IV веке в Китае, а затем позже в Индии в VII веке и в Юго-Западной Азии и Средиземноморье в X веке. У некоторых египетский мумий были обнаружены повреждения кожи, которые напоминали оспу. Вирус распространился по Южной Европе в течении XIII века, когда он начал распространяться по всей Европе, тем самым вызывая миллионы смертей на протяжении веков. До XV века оспа была обнаружена в Европе и Азии. Впрочем, во время колониализма европейцы завезли оспу в Америку, Южную Африку и Австралию между XV и XVIII веками. Таким образом, встретившись с новым патогеном, иммунологически слабые коренные народы этих континентов страдали от высоких показателей заболеваемости и смертности в результате вспышек оспы с тяжелыми историческими последствиями.

Оспа являлась эндемичной в Европе в XVIII веке, также были замечены значительные показатели смертности – 14000 в 1716 году, 20000 в 1723 году, а также 14000 в 1796 году в Париже, что привело к летальности 10% новорожденных и каждого третьего взрослого [16]. Также стало известно, что к концу XIX века менее летальная форма оспы была зарегистрирована в Южной Африке и Соединенных Штатах, а затем в Южной Америке. В связи с этим, Эдвард Дженнер описывал оспу как «самое страшное бедствие человеческого рода». Точное число смертей не было зафиксировано, но только в XX веке они оцениваются в 400 миллионов человек [26]. Также известно, что после глобальной пандемии в XVIII веке, в начале XIX века началась вакцинация против оспы [16].

Распространение оспы, считавшейся одной из самых разрушительных человеческих болезней, было связано с прогрессивным развитием контактов между человеческими популяциями, войнами и завоеваниями, а также увеличением плотности населения [41]. Вакцина против оспы, созданная Эдвардом Дженнером в 1796 году, была первой успешной вакциной, которая была разработана [44].

В 1959 году двенадцатая Всемирная ассамблея здравоохранения приняла резолюцию о достижении искоренения оспы [26]. В течение нескольких лет во всем мире проводилась широкомасштабная иммунизация и эпидемиологический надзор. Последний известный естественный случай был зарегистрирован в Сомали в 1977 году. В 1980 году ВОЗ объявила оспу искорененной – единственной инфекционной болезнью, достигшей этого отличия [44].

На сегодняшний день неизвестно, какую роль в этом процессе ликвидации сыграли отбор населения и общее улучшение гигиенических условий, но обширная программа вакцинации, проводимая ВОЗ, безусловно, ускорила этот процесс [16]. Таким образом, это остается одним из самых заметных и глубоких успехов общественного здравоохранения в истории [44].

Полиомиелит. Усилия по искоренению полиомиелита можно разделить на несколько отдельных этапов. Первый этап - от резолюции

Всемирной ассамблеи здравоохранения 1988 года до соответствующей целевой даты - конца 2000 года. Этот период ознаменовался усилиями по осуществлению глобальной программы, включая разработку стратегии, мобилизацию ресурсов и быстрый прогресс. Вследствие этого, стало известно, что к 2000 году число эндемичных по полиомиелиту стран составило 20.

Вторая фаза усилий по искоренению началась в 2001 году и закончилась в начале 2010-х. Эта фаза длилась около десяти лет и характеризовалась тем, что все больше внимания уделялось «трудным» районам, которые включали в себя меньшее количество стран, но серьезные трудности в доступе к маргинальным группам населения [40]. В этот период, в 2010 году в Таджикистане произошла крупная вспышка полиомиелита с 463 лабораторно подтвержденными случаями и 47 совместимыми с полиомиелитом случаями. Филогенетический анализ вирусного гена VP1 позволил предположить однократный ввоз дикого полиовируса первого типа из Индии в конце 2009 года, его дальнейшую циркуляцию в Таджикистане и распространение в соседние страны, а именно Казахстан, Россию, Туркменистан и Узбекистан. Также, наибольшее количество случаев заболевания, вызванных этим вирусом, наблюдалось в России – это 19 случаев паралитического полиомиелита [42]. Несмотря на трудности, был достигнут прогресс, и число эндемичных стран сократилось с 20 в 2000 году до 4 в 2010 году.

Третий этап начался в 2011 году с реализации программы ликвидации полиомиелита в Индии. Это достижение принесло новую энергию, целенаправленность, политическую приверженность и, наконец, впервые обеспечило адекватные ресурсы для осуществления инициативы по искоренению полиомиелита [40].

До начала 1990-х годов Индия была гиперэндемична по полиомиелиту, и в среднем от 500 до 1000 детей ежедневно были парализованы. Индия достигла статуса свободной от полиомиелита в январе 2011 года [42]. В 2012 году только 3 страны имели эндемичную передачу дикого полиовируса, которая никогда не прерывалась. Этими странами оказались Нигерия, Афганистан и Пакистан. В 2013 году было зарегистрировано в общей сложности 45 случаев острого паралича, возникшего из-за дикого полиовируса в 5 странах, 3 эндемичных странах, а также в Сомали и Кении, где дикий полиовирус был вновь завезен из Нигерии [30]. В 2016 году отмечается самое низкое количество за всю историю, зарегистрированных случаев заболевания диким полиовирусом первого типа, а также самое низкое количество эндемичных по полиомиелиту стран: Афганистан, Нигерия и Пакистан [40].

С 1988 года было замечено, то, что количество случаев заболевания диким полиовирусом уменьшилось более чем на 99%. Из трех штаммов дикого полиовируса (первый, второй и третий тип) дикий полиовирус второго типа был ликвидирован в 1999 году, и с момента последнего зарегистрированного случая заболевания в Нигерии в ноябре 2012 года ни один случай дикого полиовируса третьего типа обнаружен не

был. Данные штаммы были официально зарегистрированы как глобально уничтоженные. Было изучено, что в 2020 году дикий полиовирус первого типа поражает две страны: Пакистан и Афганистан [43].

Грипп. По данным Центра по контролю и профилактике заболеваний, грипп вызывает более 2% смертей в США, что можно считать самой высокой смертностью по сравнению с другими инфекционными заболеваниями. Он вызывает до 500000 смертей в год во всем мире [34].

Первая пандемия гриппа XXI века произошла в 2009-2010 годах. Впервые Пандемическая вакцина была разработана, произведена и внедрена во многих странах в течение первого года пандемии. По оценкам, пандемия 2009 года вызвала от 100000 до 400000 смертей только в первый год [9].

Также, по оценкам, в 2015 году в мире было зарегистрировано 3,2 миллиона случаев госпитализации и 59600 случаев госпитальной смерти среди детей в возрасте до 5 лет [33]. По данным FluNewsEurope, в Европе, на конец февраля – начало марта 2020 года, высокая заболеваемость гриппом была зарегистрирована в таких странах как: Северная Македония, Босния, Косово, Люксембург, Черногория, Молдова, средняя заболеваемость гриппом была зарегистрирована в таких странах как Германия, Грузия, Греция, Австрия, Азербайджан, Албания, Мальта, Польша, Украина, Хорватия, Словения, Румыния. В таких странах как Албания, Австрия, Бельгия, Босния и Герцеговина, Германия, Греция, Грузия, Израиль, Испания, Люксембург, Молдова, Нидерланды, Норвегия, Польша, Португалия, Румыния, Сербия, Северная Македония, Словения, Украина, Франция, Черногория, Швеция, Швейцария, Хорватия, Эстония наблюдалось широкое распространение заболеваемости гриппом, региональное в таких странах как Болгария, Казахстан, Латвия, Мальта, Чехия, Великобритания и локальное наблюдалось в двух странах: Словакия, Косово [12].

Всемирная организация здравоохранения работает над укреплением национального, регионального и глобального потенциала по борьбе с гриппом, включая мониторинг чувствительности к противовирусным препаратам, диагностика, эпидемиологический надзор и меры реагирования на вспышки, расширение охвата вакцинацией групп высокого риска и подготовку к следующей пандемии гриппа [9].

Таким образом, эпидемия гриппа представляет собой серьезную угрозу для всего мира, которая ежегодно приводит к тысячам смертей и может рассматриваться как чрезвычайная ситуация в области общественного здравоохранения, требующая более тщательного рассмотрения и расследования [34].

Грипп в Казахстане. В структуре инфекционной патологии в Казахстане гриппоподобные заболевания занимают первое место, как по количеству заболевших, так и значительному экономическому ущербу. Стало известно, что в Казахстане ежегодно отмечается от 600 тысяч до 1,2 млн. случаев острых респираторных заболеваний и гриппа, при этом в последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению заболеваемости [13].

Эпидемические вспышки заболеваемости ОРВИ/гриппом в Республике Казахстан возникают в начале января, с пиком заболеваемости в конце января и до середины февраля [5]. В Республике Казахстан создана довольно эффективная система эпидемиологического надзора за гриппоподобными заболеваниями, в виде мониторинга за заболеваемостью, циркуляцией вируса гриппа и выявления новых штаммов вируса [42].

Анализируя данные Министерства здравоохранения Республики Казахстан, с начала эпидемиологического сезона, в 2018 году случаи гриппа зарегистрированы не были. С начала кампании привито от гриппа 1243419 человек. Поствакцинальные осложнения не регистрировались [11]. Стало известно, что уровень смертности возрос на 20% с 2016 года до 2020 года. Следует отметить, что во всех регионах показатели смертности во всех областях Казахстана, а также в Алматы, Нур-Султане и Шымкенте были самыми высокими за последние 5 лет. Свыше трети умерших в данном году проживали в Алматинской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областях [8].

Тяжелый острый респираторный синдром – COVID 19. В 2002 году вспышка заболеваний, которые были вызваны вирусом ТОРС, унесла жизни около 800 человек в более чем 30 странах мира [1]. В Китае, в 2003 году появился коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома, который быстро был распространен по всему миру. На тот момент, заболели свыше 8098 человек, а 774 человека умерли, до окончания эпидемии в июле 2003 года.

За последние два десятилетия, два ранее неизвестных коронавируса, тяжелый острый респираторный синдром коронавирус (ТОРС-КоВ) и ближневосточный респираторный синдром коронавирус (БВРС-КоВ) привлекли внимание медицины, науки и средства массовой информации, из-за их летального характера и эпидемического потенциала. Во время эпидемии тяжелый острый респираторный синдром вызвал серьезные сбои в международных воздушных перевозках и оказал серьезное воздействие на медицинское обслуживание, а также на бизнес в затронутых странах. В июле 2003 года вновь возник ТОРС в четырех случаях, причем три из них были связаны с нарушениями лабораторной биобезопасности в Сингапуре, Тайбэе и Пекине, где 7 случаев были связаны с одной цепью передачи и с распространением в больницах [19]. БВРС-КоВ был впервые выделен от пациента, умершего от тяжелого респираторного заболевания, в сентябре 2012 года в Саудовской Аравии. Также было известно, что с сентября 2012 года в мире выявлено свыше 50 случаев БВРС-КоВ, при этом около половины из них завершились смертельным исходом.

Согласно анализу Европейского центра по контролю и профилактике заболеваний от 27 августа 2015 года большинство случаев БВРС-КоВ продолжают регистрироваться на Ближнем Востоке, в частности, в Саудовской Аравии. За три года, с 2012 по 2015 год, инфекция БВРС-КоВ зарегистрирована в 26 странах. Учитывая эпидемический потенциал БВРС-КоВ, следует

ожидать дальнейшее международное распространение инфекции [1].

Коронавирусная болезнь, возникшая в 2019 году — это вирусная пневмония, ответственная за недавнюю пандемию и возникшая из Уханя, в Китае, в декабре 2019 года. Возбудитель вспышки был идентифицирован как коронавирус и обозначен как тяжелый острый респираторный синдром коронавирус-2 (SARS-CoV-2). Считается, что источником вспышки стал Хунаньский рынок морепродуктов в городе Ухань в Китае. Кроме того, почти все страны на континентах по всему миру сообщили о распространении болезни, вызванной проникновением аэрозоля в верхние дыхательные пути и легкие через вдыхание. Затем последовал быстрый рост числа случаев заболевания по всему миру. ВОЗ заявила, что образование, изоляция, профилактика, контроль передачи инфекции и лечение инфицированных лиц являются важнейшими шагами в борьбе с такими инфекционными заболеваниями, как COVID-19 [46].

Первоначальная вспышка заболевания произошла 8 декабря 2019 года только в Ухане и его окрестностях в провинции Хубэй, прежде чем 19 января 2020 года в провинции Гуандун был впервые зарегистрирован завезенный случай заболевания. По состоянию на 30 января 2020 года, когда был зарегистрирован первый завезенный случай заболевания в тибетскую провинцию, COVID-19 распространился на все 31 провинцию материкового Китая [27]. В конце января 2020 года он продемонстрировал неуклонно растущую тенденцию к подтверждению случаев заболевания. Всего было подтверждено 257 случаев инфицирования, в том числе 4 смертельных случая до 20 марта 2020 года [39].

В Италии совет министров 31 января 2020 года объявил чрезвычайное положение на 6 месяцев. До 3 апреля была прекращена учеба в школах и университетах. Также, была остановлена работа дискотек, игровых залов и пабов. Были запрещены все церемонии, включительно свадеб, похорон и церковных служб. Air France приостановила все рейсы между Францией и КНР 4 февраля 2020 года. Детские сады, школы и университеты во Франции временно закрыты с 16 марта. Также, были закрыты все торговые точки с 14 марта 2020 года [4].

20 и 21 февраля 2020 года первые два местных случая заболевания COVID-19 были зарегистрированы в двух северных итальянских регионах - Ломбардии и Венето. До 21 февраля в Италии было зарегистрировано только три случая завоза COVID-19 из Китая [23].

Германия, начиная с 28 февраля 2020 года, приняла необходимые меры безопасности в области здравоохранения, в том числе правила авиаперевозок и морских путешествий, требующие от пассажиров из Китая, Японии, Ирана, Италии и Южной Кореи извещать о своем состоянии здоровья до въезда [4].

Также стало известно, что первый случай заболевания COVID-19 возник в Пакистане 26 февраля 2020 года и до 24 июня 2020 года насчитывалось 192970 случаев заболевания. 14 марта 2020 года пакистанское правительство закрыло все учебные

заведения в стране, а затем закрыло все торговые центры, частичные блокировки, государственные праздники во всех других правительственных учреждениях, приостановив весь общественный транспорт и приказав гражданам оставаться дома [35].

10 марта 2020 года Правительство Испании заявило о прекращении авиасообщения с Италией до 25 марта 2020 года. Правительство Испании ввело 15-дневный общенациональный карантин с 16 марта 2020 года. Также, с 11 марта 2020 года был приостановлен въезд иностранных граждан из ряда Европейских стран в США. 13 марта 2020 года объявлено чрезвычайное положение в стране [4].

Болезнь, вызванная SARS-CoV-2, получившая название коронавирусной болезни, была объявлена пандемией Всемирной организацией здравоохранения 11 марта 2020 года [23].

По состоянию на 20 марта 2020 года 178 стран и территорий сообщили, что в мире насчитывается 234073 подтвержденных случая с 9840 смертями, а также 81300 подтвержденных случаев и 3253 смерти, зарегистрированных в Китае и 257 подтвержденных случаев с 4 смертями в Гонконге [39]. В первую пятерку стран с самым высоким совокупным количеством подтвержденных случаев заболевания в мире входят Китай, Италия, США, Испания и Германия [14].

Помимо этого, широкое распространение новой коронавирусной инфекции COVID-19 и в Российской Федерации определяет актуальность оценки конкретной территории по ее эпидемиологической значимости. Иркутская область по заболеваемости людей COVID-19 на 16 августа 2020 года продолжает оставаться одной из неблагополучных территорий в Сибирском федеральном округе и Российской Федерации [3].

До сих пор традиционные меры общественного здравоохранения, включающие выявление активных случаев заболевания, изоляцию таких случаев, отслеживание всех контактов и их карантин, поддержание социального дистанцирования, а также общественный карантин, были признаны успешными. Только после того, как эта пандемия закончится, станет возможным, оценить социальные, медицинские и экономические последствия такой массовой вспышки. Поэтому необходимо извлечь уроки для нашего будущего из таких вспышек, поскольку новые вирусы будут продолжать прибывать [28].

Тяжелый острый респираторный синдром – COVID 19 в Казахстане. С 29 января 2020 года Казахстан приостанавливает с Китаем автобусные перевозки, с 1 февраля отменяет пассажирские поезда, а с 3 февраля воздушное сообщение. 6 февраля почтовое сообщение с Китаем приостановила «Казпочта». 17 февраля 2020 года было принято постановление главного государственного санитарного врача о последующем усилении мер профилактики коронавирусной инфекции в Казахстане.

С 1 марта Казахстан сокращает авиарейсы в Южную Корею и Иран [2]. С 16 марта введено чрезвычайное положение. С 19 марта Нур-Султан и Алматы закрыли на карантин. В окрестности городов в Казахстане были установлены блокпосты, которые ограничивали перемещение транспорта. Службу на блокпостах вели

медицинские работники, полицейские и сотрудники Национальной гвардии. На тот момент работа не была прекращена только в супермаркетах, магазинах во дворах, продовольственных рынках, а также в поликлиниках, больницах и аптеках [4].

По данным Министерства здравоохранения Республики Казахстан, первоначальные случаи COVID-19 были зарегистрированы в Казахстане 13 марта 2020 года. У двоих граждан Казахстана, вылетевших из Германии в Алматы, были обнаружены положительные результаты теста на коронавирусную инфекцию. В тот же день было сообщено о третьем и четвертом случаях. Стало известно, что пассажирка из Москвы прилетела в Нур-Султан 12 марта [10]. Тем временем, 17 марта 2020 года в Республике Казахстан подтверждены 33 случая коронавируса, из них в Алматы - 15 случаев, Нур-Султане - 18 случаев. 20 марта впервые два новых случая выявили в Караганде у пассажиров, прилетевших из Минска. 21 марта коронавирус обнаружили в Алматинской области, на следующий день в Актюбинской области, 24 марта в Шымкенте, Жамбылской и Северо-Казахстанской областях. К 31 марта в аэропортах Нур-Султана и Алматы приняли решение приостановить прилет всех авиарейсов [2].

В Караганде впервые коронавирус был обнаружен 20 марта, когда в Алматинской области он был впервые обнаружен 21 марта. В Актюбинской области первый случай заражения произошел 22 марта. В Шымкенте, Северо-Казахстанской и Жамбылской областях первые случаи заражения были зарегистрированы 24 марта. В Павлодарской, Атырауской и Мангистауской областях коронавирус был обнаружен 27 марта, в свою очередь в Кызылординской и Восточно-Казахстанской областях – 28 марта, в Западно-Казахстанской области – 29 марта, в Туркестанской области – 31 марта, а в Костанайской области вирус был обнаружен 3 апреля [10].

Важной проблемой в Казахстане является большое число случаев заражения медицинских работников. В апреле 2020 года в Казахстане было зарегистрировано более 800 зараженных врачей. Одна из крупнейших больниц города Алматы, с большим потоком, в основном экстренных больных, была парализована массовым заражением медицинского персонала [2]. Количество бессимптомных носителей было подсчитано отдельно от носителей с симптомами в июне 2020 года. За этот период всего было выявлено 17642 бессимптомных носителя.

На 20 февраля 2021 года в мире зафиксировано 111332762 случая заражения коронавирусом COVID-19, из них в Республике Казахстан зафиксировано 206652 случая заражения коронавирусом COVID-19. В свою очередь, общее число смертей от коронавирусной инфекции в Казахстане составляет 2540 человек, когда тем временем вылечено 190610 человек [10].

Мировой опыт прогнозирования эпидемиологических ситуаций по особо опасным инфекциям

Прогнозирование эпидемий в режиме реального времени дает возможность прогнозировать географическое распространение заболеваний, а также количество случаев заболевания, чтобы лучше информировать органы общественного

здравоохранения о случаях возникновения вспышек [18].

Само понятие прогноз, означает количественное, вероятностное утверждение о ненаблюдаемом событии, исходе или тенденции и окружающей их неопределенности, обусловленное ранее наблюдаемыми данными. Лица, которые принимают решения, вероятно могут использовать прогнозы по инфекционным заболеваниям для дальнейшей подготовки и их предотвращения, госпитализации и смерти, а также финансового бремени, переживаемого во время эпидемий инфекционных заболеваний. Прогнозирование направлено на прогнозирование характеристик как сезонных эпидемий, так и будущих пандемий инфекционных заболеваний. Точные и своевременные прогнозы инфекционных заболеваний могут помочь в ответных мерах общественного здравоохранения, информируя о ключевых усилиях по подготовке и смягчению последствий [17].

Глобальные и местные специалисты по планированию здравоохранения, должны предусматривать еженедельные и ежегодные колебания активности респираторных заболеваний, таких как сезонный грипп, при планировании эпидемий и принятии ответных мер для смягчения их воздействия. Страны систематически собирают сведения о частоте легких и тяжелых респираторных заболеваний, а также вирусологические данные о циркулирующих подтипах, чтобы в дальнейшем использовать эти данные для осведомленности и оценки уровня тяжести заболеваний [32].

Однако использование прогнозов инфекционных заболеваний для принятия решений является сложной задачей, поскольку большинство существующих прогнозов инфекционных заболеваний не стандартизированы, не подтверждены и могут быть трудно доведены до сведения ненаучной аудитории. Прогнозы могут не учитывать результаты, релевантные для тех, кто принимает меры в области общественного здравоохранения. Потенциальное использование прогнозов инфекционных заболеваний выходит за рамки коммуникации, как в сезонных, так и в чрезвычайных ситуациях. Прогнозы могут предоставить информацию, полезную для управления рисками, например, информирующие сообщения поставщикам медицинских услуг (включая больницы) о соответствующем лечении пациентов (например, противовирусное лечение в случае гриппа). Соответственно, прогнозы могли бы также помочь в подготовке к резкому наращиванию потенциала и управлению ресурсами больниц путем прогнозирования кадровых потребностей и использования ресурсов, потенциально направляя распределение и развертывание людских ресурсов и инвентаря лечения. Наконец, прогнозы могут служить руководством для общинных стратегий смягчения последствий, таких как закрытие школ во время пандемий [17].

В результате, теоретическая разработка способов прогнозирования инфекционных болезней и их практическая реализация в реальной жизни, является одним из важнейших инструментов для изменения эпидемиологической ситуации в положительную

сторону. Предупредить болезнь намного выгоднее, чем вылечить ее. Данный медико-профилактический постулат, является исключительно актуальным в данный период экономической нестабильности. На данный момент подобный подход может быть внедрен и свободно использован эпидемиологической службой для прогнозирования вероятного увеличения эпидемических порогов заболеваемости как в стране, так и в разных географических регионах [7].

Четкие и надежные прогнозы динамики инфекционных заболеваний могут быть полезны для организаций общественного здравоохранения, планирующих мероприятия по снижению или предотвращению передачи заболеваний. Для этой задачи было разработано большое разнообразие моделей, использующих различные структуры моделей, ковариаты и цели для прогнозирования [22]. Прогнозные модели основаны на предпосылке, что «самый надежный способ предсказать будущее - это понять настоящее», и по этой причине эти модели не говорят, что на самом деле произойдет в будущем, но говорят, что может произойти, если условия, наблюдаемые в настоящем, не изменятся [38]. Прогнозирование эпидемий с использованием прогностического моделирования является важным инструментом обеспечения готовности к вспышкам и принятия ответных мер [18].

Алгоритмы прогнозирования эпидемий, использующие данные регулярного эпидемиологического надзора, могут также использоваться для быстрого прогнозирования характеристик пандемии, имеющих отношение к директивным органам. Таким образом, каждый год в течение сезона гриппа разработчики моделей во многих частях мира, иногда в сотрудничестве с практикующими врачами общественного здравоохранения, делают еженедельные прогнозы эпидемических характеристик, таких как пиковые размеры и сроки. С 2013 года Центры США по контролю и профилактике заболеваний (CDC) даже координировали сезонные вызовы внешним исследователям для прогнозирования недели начала и пиковой недели для американского сезона гриппа. Прогнозирование в реальном времени также использовалось для повышения ситуационной осведомленности о вспышках других заболеваний, представляющих интерес для общественного здравоохранения, включая эпидемию западноафриканского вируса Эбола в 2013-2016 годы [24].

Также вспышки вируса Эбола в Демократической Республике Конго, желтой лихорадки в Бразилии и вируса Нипах в Индии свидетельствуют о сохраняющейся угрозе возникновения и возобновления инфекционных заболеваний. Для обеспечения готовности к вспышкам болезни способность прогнозировать потенциальное распространение заболевания имеет первостепенное значение для осуществления мероприятий в области общественного здравоохранения и эффективного распределения ресурсов. Это особенно важно для стран с низким и средним уровнем дохода, поскольку они зачастую несоразмерно несут бремя инфекционных заболеваний

и сталкиваются с ограниченностью ресурсов, имеющихся для их борьбы. В связи с чем, прогнозные модели могут использовать эти новые потоки данных для своевременного прогнозирования числа случаев заболевания и потенциального географического распространения возникающей эпидемии в режиме реального времени.

Типы медицинских учреждений и географические координаты предоставляют параметры, которые обеспечивают определенную специфику для прогнозных моделей. Дополнительные показатели пропускной способности могли бы включать число врачей и медсестер в каждом учреждении, число больничных коек и наличие специализированного оборудования в виде вентиляторов и изоляторов. Взятые вместе, эти параметры помогут количественно оценить способность системы здравоохранения предотвращать, прогнозировать и реагировать на вспышку болезни. Качество системы здравоохранения в стране также будет влиять на показатели отчетности о случаях заболевания, и модели могут соответствующим образом корректировать количество зарегистрированных случаев. Разработка новых методов и тестирование устоявшихся моделей должны проводиться в промежутках между вспышками заболеваний в рамках подготовки к будущим эпидемиям. Предоставление действенной информации, такой как точное прогнозирование количества случаев заболевания и потенциального географического охвата распространения инфекционных заболеваний, имеет решающее значение для распределения ресурсов и планирования готовности [18].

В последнее время был разработан ряд методов прогнозирования заболеваемости гриппом. В последние несколько лет некоторые из этих систем были применены в оперативном порядке для прогнозирования вспышек гриппа в Соединенных Штатах, демонстрируя возможность прогнозирования в реальном времени [38].

Также стало известно, что существуют методы ансамбля, которые объединяют несколько моделей для получения единого прогноза, который использует сильные стороны каждой модели. Методы прогнозирования инфекционных заболеваний можно широко сгруппировать в три категории: агентные модели, компартментарные модели и регрессионные модели временных рядов, которые могут включать авторегрессионные и сезонные термины. Эти модели могут генерировать либо точечные предсказания, возможно, вместе с соответствующими прогнозными интервалами, либо полные прогнозные распределения [22].

В одном из исследований по прогнозу инфекционных заболеваний, в США, применяли систему моделирования для описания и краткосрочного прогноза трех реальных вспышек, а именно ТОРС в Сингапуре, чумы на Мадагаскаре и продолжающейся вспышки Эболы в Демократической Республике Конго. Исследователи получили ежедневное число новых случаев ТОРС по дате появления симптомов вспышки ТОРС 2003 года в Сингапуре. Эта эпидемия продолжалась в общей сложности 70 дней. Для каждой

модели исследователи сгенерировали в общей сложности 46 краткосрочных прогнозов с 15-го по 60-й день [25].

Также важным являлось прогнозирование заболеваемости гриппом. Прогнозирование заболеваемости гриппом или подтвержденных случаев заболевания очень важно для разработки необходимой политики и планов для правительств и организаций здравоохранения. Правительства, организации здравоохранения и органы власти стремятся к раннему выявлению распространенности гриппа, чтобы свести к минимуму его воздействие на общественное здравоохранение. Поэтому прогнозирование подтвержденных или зарегистрированных случаев заболевания гриппом является важным процессом, который помогает властям составить необходимые планы и подготовиться. В одном из исследований, была предложена усовершенствованная адаптивная система нейро-нечеткого вывода (ANFIS) с использованием гибридного метода метаэвристики (МН) для прогнозирования еженедельных случаев гриппа, зарегистрированных в Китае и США [34].

Актуальным является изучение прогнозирования COVID-19 в данное время. С момента начала пандемии COVID-19 появилось бесчисленное множество моделей прогнозирования заболеваний, определяющих фокус внимания средств массовой информации, политиков и более широкого общества. Прогнозы будущих случаев заболевания, госпитализаций и смертей доминировали в общественном дискурсе вокруг COVID-19. Эксперты прогнозировали, что от 20 до 60% населения мира будет инфицировано и до 2,2 миллиона американцев умрут, если пандемия будет продолжаться без остановки. Точно так же исследователи предсказали 510000 смертей в Великобритании и по меньшей мере 300 миллионов случаев в Индии. Аналогичные усилия по прогнозированию, предпринятые исследователями во время прошлых эпидемий, могут внести ясность в этот вопрос [36].

Было проведено исследование в целях прогнозирования COVID-19 и в Китае. Исследователи говорили о том, что страны находятся в состоянии строгой профилактики этой пандемии и борьбы с ней. В данном исследовании прогнозировались только диапазон роста числа новых случаев заболевания. Эти данные были получены от ВОЗ. Однако прогнозируемые средние значения являлись больше фактических средних значений, что указывало на то, что модель прогнозирования, применяемая в данном исследовании, менее устойчива к данным с большими колебаниями и все еще нуждается в улучшении [21].

Исследователями из Бразилии была оценена эффективность модели Холта для прогнозирования ежедневных случаев заболевания COVID-19 в Бразилии и трех бразильских штатах. Эти наблюдения применимы к любой математической или статистической модели, используемой для получения прогнозов случаев COVID-19, и по этой причине каждая модель прогнозирования должна сопровождаться опытом обученных лиц, знакомых с динамикой инфекционных заболеваний. Кроме того, исследователи подчеркивали, что обобщение

результатов этого исследования ограничивается целью получения краткосрочных прогнозов для совокупного числа случаев заболевания COVID-19 в определенной популяции, поскольку модель Холта обладает низкой чувствительностью для прогнозирования пика вспышки или для предоставления долгосрочных прогнозов [21].

Исследователями из Пакистана было проведено исследование, в котором популярная авторегрессионная интегрированная скользящая средняя (ARIMA) будет использоваться для прогнозирования совокупного числа подтвержденных, выздоровевших случаев заболевания и числа смертей в Пакистане от COVID-19 в период с 25 июня 2020 года по 4 июля 2020 года. Прогноз был рассчитан на 10 дней вперед. Для достижения поставленных целей данные для этого исследования были взяты с веб-сайта Министерства национальной службы здравоохранения Пакистана с 27 февраля 2020 года по 24 июня 2020 года. Ключевая мотивация текущей исследовательской работы заключалась в том, чтобы точно спрогнозировать распространение COVID-19 в Пакистане, что могло бы помочь правительственным чиновникам лучше планировать минимизацию его воздействия. До настоящего времени было проведено несколько исследований для прогнозирования распространения пандемии COVID-19 с использованием различных математических и статистических моделей. Стало известно, что модель ARIMA обычно используется в литературе для анализа и прогнозирования распространения заболевания [35].

Также в России, в городе Владивосток, было проведено исследование, в котором говорилось о разработанной технологии факторного прогнозирования опасных уровней инфекционной заболеваемости. На основе данной методики, получены содержательные прогнозные оценки для территорий разнообразного пространственного ранга. Проверка результатов прогнозов показала их достаточно высокую точность. Основным моментом, который был использован в работе «факторного» подхода стала идея прогнозирования с помощью всевозможных экспертных факторов, не конкретных определенных эпидемиологических показателей, а возможность прогнозирования достижения обусловленных значений, либо порогов заболеваемости, которые могут быть выше или равными, определенной критической линии, которая была задана исследователем.

В данном исследовании была несколько изменена методика прогнозирования и одновременно значительно была расширена сфера ее применения. К примеру, при прогнозировании при прогнозировании использовались не только сопутствующие инфекции, которые являлись схожими по характеру динамики с прогнозируемой нозоформой, но и временные ряды самих прогнозируемых заболеваний. В следствие этого, количество влияющих факторов на голос эксперта увеличилось, и как показали вычислительные эксперименты, улучшило качество прогнозирования. Помимо этого, прогнозирование проводилось для территорий разного пространственного ранга, то есть оно осуществлялось не только применительно к территории Приморья, но также и отдельно для города

Владивосток, который является крупнейшим населенным пунктом, в котором проживает треть населения региона. Кроме того, с помощью данной методики впервые была проведена попытка прогнозирования преодоления критических порогов заболеваемости в целом для России. На основании исследованной методологии факторного временного прогнозирования реализованная проверка результатов прогноза представила его довольно высокую степень точности [6]. Помимо этого, исследователи из Великобритании, Бельгии, Индии и Греции в срочном и чрезвычайно важном порядке рассматривали вопрос о предсказуемости роста COVID-19 в пяти странах и моделировали зависящие от него краткосрочные сбои в цепочке поставок. Исследователи провели оценку существующего современного состояния и предложили новые методы прогнозирования развития пандемии на основе данных при работе с ограниченными, изменчивыми и постоянно пересматриваемыми данными [29].

Заключение

Таким образом, прогнозы могут стать ценным ресурсом для подготовки к вспышкам инфекционных заболеваний и принятия ответных мер. Точные и своевременные прогнозы инфекционных заболеваний могут служить основой для принятия мер общественного здравоохранения в ответ как на сезонные эпидемии, так и на будущие пандемии, обеспечивая руководство в отношении полезности, масштабов и сроков осуществления стратегий профилактики и смягчения последствий [17]. Прогнозирование остается существенной частью многих процессов принятия решений, и как таковое, это мотивирует исследователей в дальнейшем к данной исследовательской работе [29].

Вклад авторов. Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

Конфликт интересов - не заявлен.

Финансирование – При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представителями.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

Литература:

1. Айкимбаев А.М. Ближневосточный респираторный синдром коронавируса (обзор информации) // Окружающая среда и здоровье населения. 2015, №3, С. 20-31.
2. Айкимбаев А.М., Сулейменова Ж.Н., Бекенов Ж.Е. Обзор ситуации по пандемии COVID – 19 // Окружающая среда и здоровье населения. 2020, №2, С. 4-26.
3. Балахонов С.В., Чеснокова М.В., Пережогин А.Н., Никитин А.Я., Каверзина С.В. и др. Эпидемиологическая ситуация по COVID-19 в Иркутской области и прогноз ее распространения // Проблемы особо опасных инфекций. 2020, №4, С. 34-40. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-34-40
4. Бекенов Ж.Е., Сулейменова Ж.Н., Айкимбаев А.М., Нусупбаева Г.Е. Современный эпидемический

потенциал коронавирусов // Окружающая среда и здоровье населения. 2020, №1, С. 4-17.

5. Бессонова О.А., Гребенюк И.Ф., Кенжегалиева В.Т. Лабораторный мониторинг за гриппом и ОРВИ в Западно-Казахстанской области в эпидсезоны 2011-2017 гг. // Окружающая среда и здоровье населения. 2017, №4, С. 16-21.

6. Болотин Е.И., Цицашвили Г.Ш., Ананьев В.Ю. Прогнозирование инфекционной заболеваемости: новые подходы // Здоровье населения и среда обитания. 2010, С. 15-19.

7. Болотин Е.И., Цицашвили Г.Ш., Федорова С.Ю. Теоретические и практические аспекты факторного прогнозирования инфекционной заболеваемости // Экология человека. 2010, С. 42-47.

8. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. <https://stat.gov.kz/region/268020?lang=ru> (Дата обращения: 12.05.2021)

9. Всемирная Организация Здравоохранения. Вопросы здравоохранения. Грипп. <https://www.who.int/topics/influenza/ru/> (Дата обращения: 12.05.2021)

10. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Статистика развития пандемии коронавируса Covid-19 в Казахстане. <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm?lang=ru> (Дата обращения: 12.05.2021)

11. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Эпидемиологическая ситуация по заболеваемости ОРВИ и гриппом в Республике Казахстан. <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/details/epidemiologicheskaya-situaciya-po-zabolevaemosti-orvi-i-grippom-v-respublike-kazahstan-na-20-oktyabrya-2018-goda> (Дата обращения: 12.05.2021)

12. Смагулова М.К., Нусупбаева Г.Е. Эпидемиологическая ситуация по заболеваемости ОРВИ и гриппом в мире и Республике Казахстан // Окружающая среда и здоровье населения. 2020, №1, С. 50-56.

13. Смагулова М.К., Нусупбаева Г.Е., Амандосова Д.М., Смагул М.А., Куатбаева А.М. Информация по ОРВИ и гриппу по итогам эпидсезона 2016-2017 гг. // Окружающая среда и здоровье населения. 2017, №2, С. 24-33.

14. Ab. Qayoom Naik, Tabassum Zafar, Vinoy K. Shrivastava. The Perspective of Coronavirus Disease Outbreak: Epidemiology, Transmission, and Possible Treatment // Vector Borne Zoonotic Dipp. 2021, V.21, №2, PP.1-2. DOI: 10.1089/vbz.2020.2678

15. Angel N. Desai, Moritz U.G. Kraemer, Sangeeta Bhatia, Anne Cori, Pierre Nouvellet, Mark Herringer, Emily L. Cohn, Malwina Carrion, John PP. Brownstein, Lawrence C. Madoff, and Britta Lassmann. Real-time Epidemic Forecasting: Challenges and Opportunities // Health Secur. 2019, V.17, №4, PP.268-273. DOI: 10.1089/hpp.2019.0022

16. C. Thèves, P. Biagini, E. Crubézy. The rediscovery of smallpox // Clin Microbiol Infect. 2014, V.20, №3, PP.210-218. DOI: 10.1111/1469-0691.12536.

17. Chelsea P. Lutz, Mimi P. Huynh, Monica Schroeder, Sophia Anyatonwu, F. Scott Dahlgren, Gregory Danyluk, Danielle Fernandez, Sharon K. Greene, Nodar Kipshidze, Leann Liu, Osaro Mgbere, Lisa A. McHugh, Jennifer F. Myers, Alan Siniscalchi, Amy D. Sullivan, Nicole West, Michael A. Johansson, Matthew Biggerstaff. Applying infectious disease forecasting to public health: a path forward using influenza forecasting examples // *BMC Public Health*. 2019, PP.1-12. DOI: 10.1186/s12889-019-7966-8
18. Daniel A.M. Villela. Discrete time forecasting of epidemics // *Infect Dis Model*. 2020, PP.189-196. DOI: 10.1016/j.idm.2020.01.002
19. David P.P.C. Hui, Alimuddin Zumla. Severe Acute Respiratory Syndrome: Historical, Epidemiologic, and Clinical Features // *Infect Dis Clin North Am*. 2019, PP.869-889. DOI: 10.1016/j.idc.2019.07.001
20. Edson Zangiacomini Martinez, Davi Casale Aragon, Altacilio Aparecido Nunep. Long-term forecasts of the COVID-19 epidemic: a dangerous idea // *Rev Soc Bras Med Trop*. 2020, V.53, PP.1-5. DOI: 10.1590/0037-8682-0481-2020
21. Edson Zangiacomini Martinez, Davi Casale Aragon, Altacilio Aparecido Nunep. Short-term forecasting of daily COVID-19 cases in Brazil by using the Holt's model // *Rev Soc Bras Med Trop*. 2020, PP.1-5. DOI: 10.1590/0037-8682-0283-2020
22. Evan L. Ray, Nicholas G. Reich. Prediction of infectious disease epidemics via weighted density ensembles // *PLoS Comput Biol*. 2018, PP.1-23. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1005910
23. Francesca Russo, Gisella Pitter, Filippo Da Re, Michele Tonon, Francesco Avossa, Stefania Bellio, Ugo Fedeli, Lorenzo Gubian, Daniele Monetti, Mario Saia, Francesca Zanella, Manuel Zorzi, Elena Name, Domenico Mantoan. Epidemiology and public health response in early phase of COVID-19 pandemic, Veneto Region, Italy, 21 February to 2 April 2020 // *Euro Surveill*. 2020, PP.1-10. DOI: 10.2807/1560-7917.EPP.2020.25.47.2000548
24. Freya M. Shearer, Robert Moss, Jodie McVernon, Joshua V. Ross, James M. McCaw. Infectious disease pandemic planning and response: Incorporating decision analysis // *PLoS Med*. 2020, PP.1-12. DOI: 10.1371/journal.pmed.1003018
25. Gerardo Chowell, Amna Tariq, James M. Hyman. A novel sub-epidemic modeling framework for short-term forecasting epidemic waves // *BMC Med*. 2019, PP.1-18. DOI: 10.1186/s12916-019-1406-6
26. Hermann Meyer, Rosina Ehmman, Geoffrey L. Smith. Smallpox in the Post-Eradication Era // *Virusepp*. 2020, PP.1-11. DOI: 10.3390/v12020138
27. Jianxi Luo. Forecasting COVID-19 pandemic: Unknown unknowns and predictive monitoring // *Technol Forecast Soc Change*. 2021, PP. 1-4. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120602
28. Jitendra Singh Rathore, Chaitali Ghosh. Severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2), a newly emerged pathogen: an overview // *Pathog Dipp*. 2020, PP.1-9. DOI: 10.1093/femspd/ftaa042
29. Konstantinos Nikolopoulos, Sushil Punia, Andreas Schäfers, Christos Tsinopoulos, Chrysovalantis Vasilakipp. Forecasting and planning during a pandemic: COVID-19 growth rates, supply chain disruptions, and governmental decisions // *Eur J Oper Repp*. 2021, pp.99-115. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.08.001
30. M. Steven Oberste, Howard L. Lipton. Global polio perspective // *Neurology*. 2014, pp.1831-1832. DOI: 10.1212/WNL.0000000000000426
31. M.L. Yakovenko, A.P. Gmyl, O.E. Ivanova, T.P. Eremeeva, A.P. Ivanov, M.A. Prostova, O.Y. Baykova, O.V. Isaeva, G.Y. Lipskaya, A.K. Shakaryan, O.M. Kew, J.M. Deshpande, V.I. Agol. The 2010 outbreak of poliomyelitis in Tajikistan: epidemiology and lessons learnt // *Euro Surveill*. 2014, V.19, №7, pp.1-13. DOI: 10.2807/1560-7917.es2014.19.7.20706
32. Matthew Biggerstaff, Fredrick Scott Dahlgren, Julia Fitzner, Dylan George, Aspen Hammond, Ian Hall, David Haw, Natsuko Imai, Michael A. Johansson, Sarah Kramer, James M. McCaw, Robert Moss, Richard Pebody, Jonathan M. Read, Carrie Reed, Nicholas G. Reich, Steven Riley, Katelijn Vandemaale, Cecile Viboud, Joseph T. Wu. Coordinating the real-time use of global influenza activity data for better public health planning // *Influenza Other Respir Virusepp*. 2020, PP.105-110. DOI: 10.1111/irv.12705
33. Mohammad Abdullah Al Amad, Ali Ali Al Mahaqri, Abdulwahed Abdulgabar Al Serouri, Yousef PP. Khader. Severe Acute Respiratory Infections With Influenza and Noninfluenza Respiratory Viruses: Yemen 2011-2016 // *Inquiry*. 2019, V.56, PP.1-7. DOI: 10.1177/0046958019850731
34. Mohammed A.A. Al-Qaness, Ahmed A. Ewees, Hong Fan, Mohamed Abd El Aziz. Optimization Method for Forecasting Confirmed Cases of COVID-19 in China // *J Clin Med*. 2020, PP.1-15. DOI: 10.3390/jcm9030674
35. Muhammad Ali, Dost Muhammad Khan, Muhammad Aamir, Umair Khalil, Zardad Khan. Forecasting COVID-19 in Pakistan // *PLoS One*. 2020, PP.1-13. DOI: 10.1371/journal.pone.0242762
36. Pranay Nadella, Akshay Swaminathan, P.P.V. Subramanian. Forecasting efforts from prior epidemics and COVID-19 predictions // *Eur J Epidemiol*. 2020, PP.1-3. DOI: 10.1007/s10654-020-00661-0
37. Sam Ghebrehewet, Peter MacPherson, Antonia Ho. Influenza // *BMJ*. 2016, PP.1-9. DOI: 10.1136/bmj.i6258
38. Sen Pei, Xian Teng, Paul Lewis, Jeffrey Shaman. Optimizing respiratory virus surveillance networks using uncertainty propagation // *Nat Commun*. 2021, PP.1-10. DOI: 10.1038/s41467-020-20399-3
39. Siukan Law, Albert Wingnang Leung, Chuanshan Xu. Severe acute respiratory syndrome (SARS) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): From causes to preventions in Hong Kong // *Int J Infect Dipp*. 2020, PP.156-163. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.03.059
40. Sunil Bahl, Pankaj Bhatnagar, Roland W. Sutter, Sigrun Roesel, Michel Zaffran. Global Polio Eradication - Way Ahead // *Indian J Pediatr*. 2018, PP.124-131. DOI: 10.1007/s12098-017-2586-8
41. Syed Zawar Shah, Muhammad Saad, Mohammad Hasan Rahman Khattak, Muhammad Rizwan, Asma Haidari, Fatima Idrepp. "Why we could not eradicate polio from Pakistan and how can we?" // *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2016, PP. 423-425.

42. T. Jacob John, Vipin M. Vashishtha. Eradicating poliomyelitis: India's journey from hyperendemic to polio-free status // *Indian J Med Repp.* 2013, PP.881-894.

43. World Health Organization. Health topicpp. Poliomyelitipp. https://www.who.int/health-topics/poliomyelitis#tab=tab_1

44. World Health Organization. Health topicpp. Smallpox. https://www.who.int/health-topics/smallpox#tab=tab_1

45. Yan Hao, Ting Xu, Hongping Hu, Peng Wang, Yanping Bai. Prediction and analysis of Corona Virus Disease 2019 // *PLoS One.* 2020, PP.1-15. DOI: 10.1371/journal.pone.0239960

46. Yuefei Jin, Haiyan Yang, Wangquan Ji, Weidong Wu, Shuaiyin Chen, Weiguo Zhang, Guangcai Duan. Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19 // *Virusepp.* 2020, PP.1-17. DOI: 10.3390/v12040372

References:

1. Aikimbaev A.M. Blizhnevostochnyi respiratornyi sindrom koronavirusa (obzor informatsii) [Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (Information Review)]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2015, №3, pp. 20-31. [in Russian]

2. Aikimbaev A.M., Suleimenova ZH.N., Bekenov ZH.E. Obzor situatsii po pandemii COVID – 19 [COVID - 19 pandemic situation overview]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2020, №2, pp. 4-26. [in Russian]

3. Balakhonov S.V., Chesnokova M.V, Perezhogin A.N., Nikitin A.YA., Kaverzina S.V., Breneva N.V., Dugarzhapova Z.F., Savinykh D.F., Potalitsina N.E., Gavrilova T.A., Likhanova N.A., Chumachenko I.G., Khakimova M.I. Ehpideologicheskaya situatsiya po COVID-19 v Irkutskoi oblasti i prognoz ee rasprostraneniya [Epidemiological situation on COVID-19 in the Irkutsk region and forecast of its spread]. *Problemy osobo opasnykh infektsii* [Problems of especially dangerous infections]. 2020, №4, pp. 34-40. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-4-34-40. [in Russian]

4. Bekenov Zh.E., Suleimenova Zh.N., Aikimbaev A.M., Nusupbaeva G.E. Sovremennyi ehpideicheskiy potentsial koronavirusov [Current epidemic potential of coronaviruses]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2020, №1, pp. 4-17. [in Russian]

5. Bessonova O.A., Grebenyuk I.F., Kenzhegalieva V.T. Laboratornyi monitoring za grippom i ORVI v Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti v ehpidesezony 2011-2017 gg.

[Laboratory monitoring for influenza and ARVI in the West Kazakhstan region during the epidemiological seasons of 2011-2017.]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2017, №4, pp. 16-21. [in Russian]

6. Bolotin E.I., Tsitsiashvili G.SH., Anan'ev V.YU. Prognozirovaniye infektsionnoi zaboлеваemosti: novye podkhody [Prediction of Infectious Disease: New Approaches]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Public health and habitat.]. 2010. pp. 15-19. [in Russian]

7. Bolotin E.I., Tsitsiashvili G.SH., Fedorova S.YU. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty faktornogo prognozirovaniya infektsionnoi zaboлеваemosti [Theoretical and practical aspects of factorial prediction of infectious morbidity]. *Ehkologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, pp. 42-47. [in Russian]

8. Byuro natsional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan. <https://stat.gov.kz/region/268020?lang=ru> [in Russian]

9. Vsemirnaya Organizatsiya Zdravookhraneniya. *Voprosy zdravookhraneniya.* Gripp [Flu]. <https://www.who.int/topics/influenza/ru/> (accessed: May 15, 2021) [in Russian]

10. Ministerstvo zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan. Statistika razvitiya pandemii koronavirusa Covid-19 v Kazakhstane. <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm?lang=ru> (accessed: May 15, 2021) [in Russian]

11. Ministerstvo zdravookhraneniya Respubliki Kazakhstan. Ehpideologicheskaya situatsiya po zaboлеваemosti ORVI i grippom v Respublike Kazakhstan. <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/press/news/detail/epidemiologicheskaya-situatsiya-po-zaboлеваemosti-orvi-i-grippom-v-respublike-kazakhstan-na-20-oktyabrya-2018-goda> (accessed: May 15, 2021) [in Russian]

12. Smagulova M.K., Nusupbaeva G.E. Ehpideologicheskaya situatsiya po zaboлеваemosti ORVI i grippom v mire i Respublike Kazakhstan [Epidemiological situation on the incidence of ARVI and influenza in the world and the Republic of Kazakhstan]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2020, №1, pp. 50-56. [in Russian]

13. Smagulova M.K., Nusupbaeva G.E., Amandosova D.M., Smagul M.A., Kuatbaeva A.M. Informatsiya po ORVI i grippu po itogam ehpidesezona 2016-2017 gg. [Information on SARS and influenza following the epidemiological season 2016-2017.]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. 2017, №2, pp. 24-33. [in Russian]

Контактная информация:

Юнкина Лидия Сергеевна, магистрант специальности «Медико-профилактическое дело», НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан.

Почтовый адрес: 071410, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Победы 18/11.

Е-mail: b.007.zh@gmail.com

Телефон: 87770161413