

## ВЛИЯНИЕ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИЙ ГРИППА ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ НА ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В РАЗЛИЧНЫХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ

Л.С. Карпова, Н.М. Поповцева, Т.П. Столярова, Д.М. Даниленко

Научно-исследовательский институт гриппа им. А.А. Смородинцева, Санкт-Петербург, Россия

### Influence of the ways of spreading influenza epidemics across the territory Russia on the peculiarities of the epidemic process in various Federal districts

L.S. Karpova, N.M. Popovtseva, T.P. Stolyarova, D.M. Danilenko

Research Institute of Influenza named after A.A. Smorodintsev, Saint-Petersburg, Russia

#### Резюме

*Цель.* Показать пути распространения эпидемий гриппа по территории России за многолетний период (1968–2019 гг.) и влияние их на заболеваемость гриппом А(H1N1), А(H3N2) и В и заболеваемость гриппом и острыми респираторными вирусными инфекциями в сумме в федеральных округах в период с 2009 по 2019 г.

*Материалы и методы.* Анализ эпидемий гриппа проведен по данным компьютерной базы Национального центра по гриппу.

*Результаты.* При ретроспективном анализе эпидемий гриппа показано отсутствие межэпидемических сезонов после 1986 г., учащение эпидемий смешанной этиологии, разных путей поступления и распространения вирусов гриппа на территории России. В период циркуляции вируса гриппа А(H1N1)pdm09 эпидемии, в основном, были смешанной этиологии. Основные возбудители эпидемий поступали на территорию России чаще с запада или обоими путями: и с запада, и с востока. В следующем сезоне происходила смена основного возбудителя, при этом изменялся и путь распространения вируса, циркулировавшего в предыдущем сезоне. Вирусы гриппа разных типов А и В обычно расходились во времени. Вирусы гриппа одного типа А, но разных подтипов, обычно распространялись в разных направлениях, при этом один из них имел ограниченное распространение по округам. В округах, вовлеченных в эпидемию первыми, была больше интенсивность эпидемического процесса.

*Заключение.* С 2009 по 2019 г. заболеваемость была больше в Северо-Западном и Уральском округах европейской части России. Одной из причин высокой заболеваемости в этих округах является преобладание в этот период западного пути поступления вирусов гриппа на территорию России и большая интенсивность эпидемического процесса в округах, вовлеченных в эпидемию первыми.

**Ключевые слова:** заболеваемость, эпидемии гриппа А(H1N1), А(H3N2) и В.

#### Введение

Известно, что пандемии гриппа обычно поступали на территорию России с востока и распро-

#### Abstract

*Aims.* Show the ways of spreading influenza epidemics across the territory of Russia over a long period (1968–2019) and their influence on the incidence of influenza and ARVI in total and separately influenza A (H1N1), A (H3N2) and B in the Federal Districts in the period from 2009 to 2019.

*Materials and methods.* The analysis of influenza epidemics was carried out according to the computer database of the National center for influenza.

*Results.* A retrospective analysis of influenza epidemics shows the absence of inter-epidemic seasons after 1986, the increase in epidemics of mixed etiology and different routes of entry and spread of influenza viruses in Russia. During the circulation of the influenza A (H1N1)pdm09 virus, influenza epidemics were mainly of mixed etiology. The main causative agents of epidemics entered the territory of Russia more often from the west and in both ways, and from the west and from the east. In the next season, the main pathogen changed, and the path of the virus circulating in the previous season also changed. Influenza viruses of different types А and В usually diverged in time. Influenza viruses of the same type А, but of different subtypes, usually spread in different directions, with one of them having a limited distribution in the districts. The tendency of greater intensity of the epidemic process in the districts involved in the epidemic first is shown.

*Conclusions.* 2009 to 2019 the incidence was higher in the Northwestern and Ural districts of the European part of Russia. One of the reasons for the high morbidity in these districts is the predominance of the western route of influenza viruses entering the territory of Russia and the high intensity of the epidemic process in the districts that were the first to be involved in the epidemic.

**Key words:** incidence, epidemics influenza А(H1N1), А(H3N2) and В.

странялись в западном направлении, а сезонные эпидемии гриппа распространялись по территории России различными путями [1–5].

Особенность циркуляции вирусов гриппа по странам и континентам известна давно, однако различия циркуляции вирусов гриппа на отдельных территориях России описаны только в последние годы [6 – 11]. Кроме того, у здоровых доноров выявлены различия популяционного иммунитета к вирусам гриппа А(Н1N1) и А(Н3N2) в сезон 2017–2018 гг. в европейской части России и на Дальнем Востоке [12].

Нами отмечены и различия заболеваемости по федеральным округам в одном сезоне, и колебания заболеваемости в одном и том же округе в последующие сезоны [13]. Причины таких различий не были известны.

**Цель исследования** — изучение путей распространения эпидемии гриппа с целью прогноза ее дальнейшего распространения и принятия управленческих решений. Показать пути распространения эпидемий гриппа по территории России за многолетний период (1968 – 2019 гг.) и их влияние на особенности эпидемического процесса в федеральных округах в период с 2009 по 2019 г., а именно на этиологию заболеваний гриппом и продолжительность эпидемической активности вирусов гриппа, а также на заболеваемость отдельно гриппом А(Н1N1), А(Н3N2) и В и на суммарную заболеваемость гриппом и ОРВИ.

#### Материалы и методы

Ретроспективный анализ эпидемий гриппа в России за предыдущие 40 лет проведен по материалам ВОЗ и НИИ гриппа (с 1969 по 1985 г.) и компьютерной базы данных Национального центра по гриппу (с 1986 по 2009 г.) о еженедельной заболеваемости гриппом и ОРВИ. Началом эпидемии считали превышение эпидемических порогов заболеваемости гриппом и ОРВИ в городах. При анализе распространения эпидемий по территории России восточным путем считали начало эпидемий гриппа в городах Дальнего Востока и Южной Сибири и распространение их в западном направлении на города Урала и европейской части России; западным путем — начало эпидемий в городах северо-запада и юго-запада России и распространение их в восточном направлении на города Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Анализ эпидемий гриппа в период циркуляции пандемического вируса гриппа А(Н1N1)pdm09 (с 2009 по 2019 г.) проведен по данным компьютерной базы Национального центра по гриппу о еженедельной заболеваемости гриппом и ОРВИ и лабораторной диагностики методом ПЦР в городах — опорных базах (61), расположенных в 8 федеральных округах и различных климато-географических зонах. Опорные базы — это крупные города, являющиеся краевыми, областными и ре-

спубликанскими центрами с вирусологическими лабораториями, владеющими методом экспресс-диагностики антигенов вирусов гриппа (ПЦР).

За последние 10 лет численность в городах наблюдаемого населения составила 53 973 516 человек. Число заболеваний гриппом и ОРВИ составило 139 783 877 случаев, из них обследовано методом ПЦР 741 960 случаев на выявление вирусов гриппа А(Н1N1)pdm09, А(Н3N2) и В.

В связи с преобладанием эпидемий смешанной этиологии в постпандемический период (2009 – 2019 гг.) анализировали пути распространения в отдельности каждого из вирусов гриппа, актуальных для данного сезона, как основных, так и сопутствующих. Основными возбудителями, определяющими характер эпидемий, считали вирусы гриппа, выявленные в 5% случаев и более от обследованных больных за период эпидемии. Началом эпидемической активности вируса гриппа в округах считали 1-ю неделю выявления его методом ПЦР более чем в 10% от обследованных больных гриппом и ОРВИ, как это принято в Европейском региональном бюро ВОЗ [14]. Период развития эпидемической активности вирусов гриппа в стране определяли по аналогии с периодом развития эпидемий, по первым неделям от первого федерального округа до последнего.

Расчет показателей заболеваемости отдельно гриппом А(Н1N1)pdm09, А(Н3N2) и В проведен методом экстраполяции процента лабораторного подтверждения каждой инфекции методом ПЦР от числа обследованных на эту инфекцию. Процент лабораторного подтверждения каждой инфекции экстраполировали на всех заболевших гриппом и ОРВИ, как если бы обследовали всех заболевших гриппом и ОРВИ. Расчет проводили по формуле:

$$X = \frac{a \cdot c}{v \cdot d}$$

где X — заболеваемость инфекцией на 100 человек;

a — число лабораторно подтвержденной инфекции;

v — число обследованных больных гриппом и ОРВИ;

c — число заболевших гриппом и ОРВИ;

d — численность населения;

При статистической обработке полученных тенденций показателей эпидемического процесса применены линии тренда, рассчитанные по методу наименьших квадратов в программе Excel.

#### Результаты и обсуждение

Проведен ретроспективный анализ путей поступления эпидемий гриппа на территорию России за 40 лет (1968 – 2009 гг.) и в постпандемический

период гриппа А(H1N1)pdm09 (2009–2019 гг.) (рис. 1). Различия периодов по длительности в годах обусловлены продолжительностью циркуляции основных циркулирующих штаммов вируса в этот период и заменой их в следующий период.

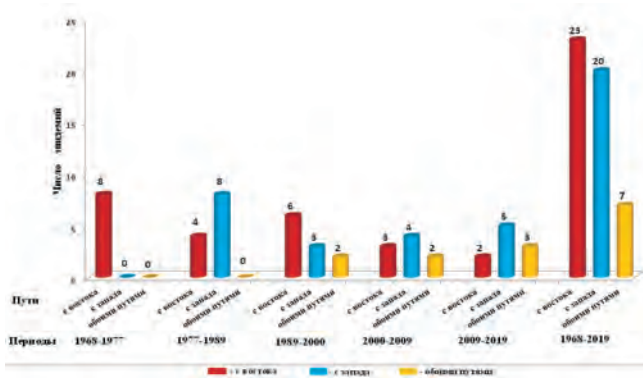


Рис. 1. Пути поступления эпидемий гриппа на территорию России с 1968 по 2019 г.

Период с 1969 по 1977 г. представляет научный интерес в связи с появлением в 1969 г. нового пандемического вируса гриппа А/Гонконг/1/68(H3N2). 8 эпидемий этого периода вызваны гриппом А(H3N2) и вирусом В и распространились по территории России с востока на запад. Период с 1977 по 1989 г. отмечен включением в эпидемический процесс в 1977 г. вируса гриппа А/СССР/90/77(H1N1). 12 эпидемий в этот период вызваны вирусами гриппа подтипов А(H3N2) и А(H1N1) и распространялись чаще с запада на восток. В следующие периоды с 1989 по 2009 г. эпидемии были вызваны всеми актуальными вирусами гриппа А двух подтипов (H1N1 и H3N2) и типа В. Последний период (2009–2019 гг.) был связан с появлением пандемического гриппа А(H1N1)pdm09.

Эпидемии гриппа распространялись по территории России в 1970-е гг. с востока (8), в 1980-е гг. — в основном с запада (8 из 12), а с 1990-х гг. опять участвовал восточный путь распространения (6 из 11). Начиная с 2000-х гг., отмечены эпидемии, которые распространились в одном сезоне обоими путями, и с востока, и с запада, иногда одновременно. В период с 2009 по 2019 г. преобладал западный путь поступления вирусов гриппа на территорию России (5 сезонов), и увеличилось число эпидемий, распространявшихся обоими путями, и с запада, и с востока (3 сезона). За первые 17 лет (с 1968 по 1986 г.) было 3 межэпидемических сезона, когда эпидемий не было. После 1986 г. межэпидемических сезонов уже не было, и в каждом из 34 сезонов регистрировали эпидемии гриппа различной интенсивности. Кроме того, отмечено учащение эпидемий гриппа смешанной этиологии. В первые 20 лет (с 1968 до 1989 г.) было 3 эпидемии

смешанной этиологии, вызванные одновременной циркуляцией 2 вирусов гриппа разных типов, в следующие 20 лет (с 1989 до 2009 г.) смешанных эпидемий было 10, а в последние 10 лет (с 2009 до 2019 г.) — уже 7.

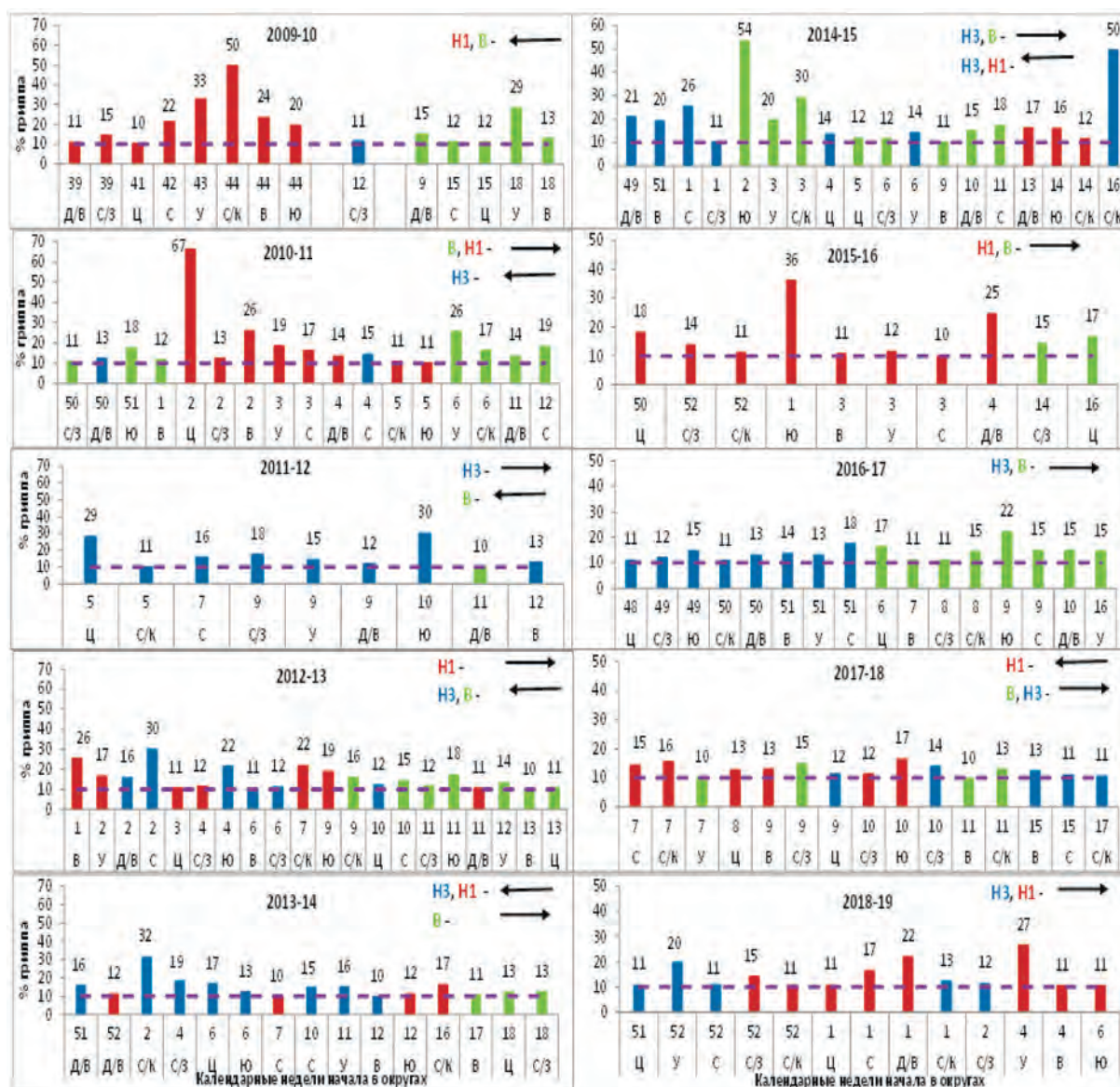
Рассмотрели процент выявления по календарным неделям в федеральных округах каждого вируса гриппа от обследованных больных методом ПЦР. Начало эпидемической активности каждого из вирусов гриппа в федеральных округах считали с первой календарной недели выявления его более чем в 10% (рис. 2).

В сезон 2009–2010 гг. началом эпидемической активности вируса гриппа А(H1N1)pdm09 можно считать 39-ю календарную неделю, когда он был выявлен в Дальневосточном и Северо-Западном федеральных округах в 11,1% и 14,8% от обследованных больных методом ПЦР. Затем процент выявления вируса достигал уровня эпидемической активности последовательно по неделям в других округах — в Центральном, Сибирском, Уральском ФО, а на 44-й календарной неделе — сразу в 3 остальных федеральных округах европейской части РФ (Северо-Кавказский, Приволжский и Южный). В этом же сезоне после окончания эпидемии А(H1N1)pdm09 началась циркуляция гриппа В с уровнем эпидемической активности в 5 федеральных округах.

В сезон 2010–2011 гг. началась циркуляция гриппа В на европейской части России, которая была прервана циркуляцией гриппа А(H1N1), начавшейся в тех же округах и охватившей все округа. После окончания эпидемии гриппа А(H1N1) продолжилась циркуляция гриппа В еще в 4 округах. Грипп А(H3N2) циркулировал с уровнем эпидемической активности только в Дальневосточном и Сибирском федеральных округах с интервалом между ними 6 недель.

В сезон 2011–2012 гг. вирус гриппа А(H3N2) достиг уровня эпидемической активности на 5-й календарной неделе в Центральном и Северо-Кавказском федеральных округах и затем в других округах. В конце сезона грипп В достиг уровня эпидемической активности только в Дальневосточном федеральном округе.

В 2012–2013 гг. сезон начался с циркуляции гриппа А(H1N1) на Волге и Урале, затем эпидемия распространилась на восток с уровнем эпидемической активности в 7 округах. Грипп А(H3N2) с Дальневосточного федерального округа распространился на запад с уровнем эпидемической активности в 6 округах. К концу эпидемии циркуляция гриппа В началась в Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах, распространяясь с востока на запад во всех округах, кроме Дальневосточного федерального округа, где в это время циркулировал грипп А(H1N1).



**Рис. 2.** Начало эпидемической активности вирусов гриппа Н1, Н3 и В в округах по первым неделям с положительными пробами более 10% от обследованных больных; федеральные округа: Ц – Центральный, С/З – Северо-Западный, В – Приволжский, Ю – Южный, С/К – Северо-Кавказский, У – Уральский, С – Сибирский, Д/В – Дальневосточный

В сезон 2013–2014 гг. с 51-й недели циркуляция А(Н3N2) распространилась с Дальневосточного федерального округа на запад во всех округах, а на 52-й неделе и вирус гриппа А(Н1N1) тоже начался в Дальневосточном федеральном округе, но распространение его отмечено всего в 4 округах с перерывами в 4 и 6 недель. В конце сезона отмечена циркуляция гриппа В только в 3 округах европейской части России.

Сезон 2014–2015 гг. начался с гриппа А(Н3N2), который циркулировал в виде 2 штаммов – штамм А/Швейцария/9715293/13 (Н3N2), впервые выделенный в Швейцарии в 2013 г., в этом сезоне шел с востока, а штамм А/Гонконг/4801/14 (Н3N2) – с запада. Уровень эпидемической актив-

ности гриппа А(Н3N2) отмечен во всех округах, кроме Южного. Затем грипп В распространился с запада во всех округах, а грипп А(Н1N1) – только в 3.

В сезон 2015–2016 гг. началась эпидемия гриппа А(Н1N1) в Центральном федеральном округе и последовательно распространилась на все округа, последним был вовлечен Дальневосточный федеральный округ. В конце сезона зарегистрирована эпидемическая активность гриппа В только в Северо-Западном и Центральном федеральных округах.

Сезон 2016–2017 гг. начался с гриппа А(Н3N2), который, распространяясь с запада на восток, охватил все округа. В конце сезона грипп В распространился в том же направлении и во всех округах.

В сезон 2017–2018 гг. грипп А(Н1N1) распространился с востока на запад и охватил 6 округов. Одновременно грипп В шел в другом направлении с запада на восток, достигнув уровня эпидемической активности в 4 округах, а грипп А(Н3N2), который шел в том же направлении, распространился в 5 округах.

Сезон 2018–2019 гг. начался с 51-й недели гриппом А(Н3N2), который шел с запада на восток и охватил 5 округов, а с 52-й недели началась циркуляция гриппа А(Н1N1) в том же направлении во всех округах.

За 10 сезонов с 2009 по 2019 г. вирус гриппа А(Н1N1)pdm09 был основным возбудителем 2 эпидемий моноэтиологии в сезоны 2009–2010 гг. и 2015–2016 гг. и 5 – смешанной этиологии: в 2010–2011 гг. – с гриппом В, в 2013–2014 гг. и 2018–2019 гг. – с гриппом А(Н3N2) и в 2012–2013 гг. и 2017–2018 гг. – с гриппом А(Н3N2) и В (рис. 3).



**Рис. 3.** Этиология эпидемий и направление распространения вирусов гриппа по территории России с 2009 по 2019 г. (по % гриппа Н1, Н3 и В от обследованных больных за эпидемии методом ПЦР)

Вирус гриппа А(Н3N2) был основным возбудителем моноэпидемии в сезон 2011–2012 гг. и 6 эпидемий смешанной этиологии: в 2013–2014 гг. и в 2018–2019 гг. с гриппом А(Н1N1), в 2014–2015 гг. и 2015–2016 гг. – с гриппом В и в 2012–2013 гг. и 2017–2018 гг. – с гриппом А(Н1N1) и В. Вирус В был одним из основных возбудителей 5-и смешанных эпидемий: в 2010–2011 гг. – с гриппом А(Н1N1), в 2014–2015 гг. и 2016–2017 гг. – с гриппом А(Н3N2), в 2012–2013 гг. и 2017–2018 гг. – с гриппом А(Н1N1) и А(Н3N2). Если вирусов гриппа за эпидемию было выявлено методом ПЦР менее 5,0%, то их считали сопутствующими возбудителями.

Вирусы гриппа разных типов А и В распространялись по территории России и в одном направлении, и в разных (один – с запада на восток, другой – с востока на запад). При этом они расходились во времени, как это было во все сезоны, когда циркуляция гриппа В в округах дости-

гала уровня эпидемической активности. Вирусы гриппа одного типа А, но разных подтипов Н3N2 и Н1N1, распространялись по территории России в разных направлениях (в сезоны 2009–2010 гг., 2010–2011 гг., 2012–2013 гг., 2015–2016 гг. и 2017–2018 гг.) и в одном направлении (2013–2014 гг. и 2018–2019 гг.). При этом один из них имел ограниченное распространение по округам. Например, в сезон 2013–2014 гг. оба вируса шли с востока, при этом вирус гриппа А(Н3N2) достиг уровня эпидемической активности во всех округах, а вирус гриппа А(Н1N1) – только в 4 округах, а в 2018–2019 гг. оба вируса шли с запада, при этом вирус гриппа А(Н1N1) распространился во всех округах, а вирус гриппа А(Н3N2) – только в 5 округах. Даже если они расходились в разных направлениях, то один из них имел ограниченное распространение в округах: грипп А(Н3N2) – в 2009–2010 гг., 2010–2011 гг., 2012–2013 гг. и 2017–2018 гг. Вирусы гриппа А одного подтипа Н3N2 в сезон 2014–2015 гг. циркулировали в виде 2 штаммов и распространялись в разных направлениях: штамм А/Гонконг/4801/14 (Н3N2) – с запада, а штамм А/Швейцария/9715293/13 (Н3N2) – с востока. По-видимому, это объясняется наличием эпидемиологической конкуренции между вирусами гриппа А разных подтипов, связанной с выработкой среди населения более близкого иммунитета, чем к вирусам типа А и В.

Доли (%) заболевших за эпидемию гриппом А(Н1N1), А(Н3N2) и В в округах представлены в порядке их вовлечения в эпидемию с первых календарных недель достижения уровня эпидемической активности. Выявлена тенденция снижения процентов выявления больных гриппом в округах, вовлеченных в эпидемию последними. Коэффициенты линии тренда гриппа А(Н1N1), А(Н3N2) и В представлены на рисунке 4.

Также выявлены тенденции снижения продолжительности (в неделях) эпидемической активности вирусов гриппа и заболеваемости населения гриппом А(Н1N1), А(Н3N2) и В в округах, вовлеченных в эпидемию последними, по сравнению с первыми. Представлены по эпидемическим сезонам показатели эпидемической активности вирусов гриппа, коэффициенты линий трендов и их корреляции в округах в порядке их вовлечения в эпидемию (табл. 1).

В округах, вовлеченных в эпидемию первыми, интенсивность эпидемического процесса была выше и снижалась в округах, вовлеченных в эпидемию последними. Показателями эпидемической активности вирусов гриппа были доля (%) выявления больных гриппом, заболеваемость на 100 человек населения и продолжительность эпидемической активности вирусов гриппа. Коэффициенты линий трендов этих показателей, соответствен-

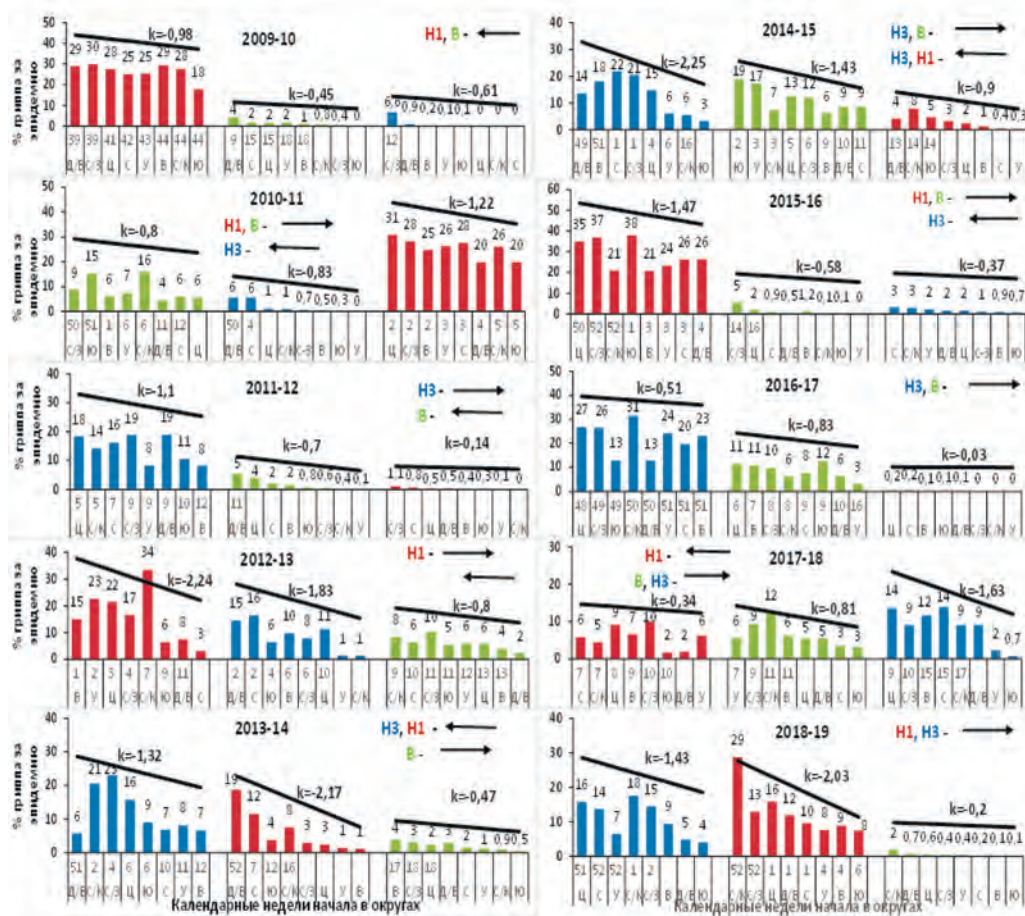


Рис. 4. Доля (%) заболевших гриппом H1, H3 и В за эпидемии в округах в порядке их вовлечения по неделям (с 2009 по 2019 г.); федеральные округа: Ц – Центральный, С/З – Северо-Западный, В – Приволжский, Ю – Южный, С/К – Северо-Кавказский, У – Уральский, С – Сибирский, Д/В – Дальневосточный

Таблица 1

**Показатели эпидемической активности вирусов гриппа в округах, вовлеченных в эпидемии первыми (1) и последними (2)**

Вирусы	Сезоны, годы	Период развития недели	Доля заболевших (%)				Заболеваемость на 100,0				Продолжительность в неделях			
			1		2		1		2		1		2	
			к	r <sup>2</sup>	к	r <sup>2</sup>	к	r <sup>2</sup>	к	r <sup>2</sup>	к	r <sup>2</sup>		
A(H1N1)	2009–2010	6	28,8	21,4	-0,98	0,38	7,1	3,0	-0,46	0,57	17,3	11,8	-1,1	0,77
	2010–2011	4	27,6	23,3	-1,22	0,58	4,6	2,7	-0,35	0,65	12,2	9,6	-0,6	0,44
	2012–2013	10	19,0	12,6	-2,24	0,29	3,8	1,7	-0,54	0,55	13	5,6	-1,6	0,58
	2013–2014	17	15,2	5,7	-2,17	0,74	2,0	0,4	-0,26	0,70	11,5	5,0	-3,3	0,99
	2015–2016	7	32,8	24,3	-1,47	0,26	5,1	3,5	-0,27	0,17	17,0	13,5	-0,7	0,27
	2017–2018	4	6,5	5,0	-0,34	0,08	1,8	0,3	-0,28	0,58	11,0	8,7	-0,9	0,83
	2018–2019	7	15,8	10,0	-2,03	0,66	2,5	1,2	-0,4	0,80	11,6	6,6	-1,1	0,75
	Средние	7,8	20,8	14,6	-1,49	0,43	3,8	1,8	-0,37	0,57	13,4	8,7	-1,29	0,66

Вирусы	Сезоны, годы	Период развития недели	Доля заболевших (%)				Заболеемость на 100,0				Продолжительность в неделях			
			1	2	коэффициенты		1	2	коэффициенты		1	2	коэффициенты	
					k	$r^2$			k	$r^2$			k	$r^2$
A(H3N2)	2011 – 2012	8	16,8	11,4	-1,1	0,34	2,6	1,5	-0,2	0,33	13,6	9,6	-1,04	0,6
	2012 – 2013	9	12,4	9,6	-1,83	0,66	1,9	0,8	-0,27	0,45	11,0	8,3	-1,3	0,34
	2013 – 2014	14	16,3	7,7	-1,32	0,23	2,0	1,2	-0,14	0,09	12,0	8,2	-0,9	0,31
	2014 – 2015	20	18,6	7,4	-2,25	0,59	3,4	1,1	-0,4	0,43	14,0	8,5	-1,6	0,73
	2016 – 2017	4	24,2	19,8	-0,51	0,04	4,2	4,1	-0,03	0,0	12,0	12,6	-0,04	0,0
	2017 – 2018	9	12,0	5,2	-1,63	0,67	1,5	0,5	-0,23	0,76	10,0	4	-1,7	0,64
	2018 – 2019	4	13,4	8,2	-1,43	0,45	2,3	0,8	-0,24	0,37	12,3	13,0	0	0
	Средние	9,7	16,2	9,9	-1,44	0,47	2,55	1,43	-0,21	0,4	12,1	9,1	-1,1	0,57
B	2009 – 2010	10	2,4	1,2	-0,45	0,81	1,0	0,3	-0,17	0,65	8,0	4,0	-1,3	0,74
	2010 – 2011	15	9,5	8,0	-0,8	0,19	1,6	0,6	-0,13	0,38	9,0	4,0	-1,32	0,64
	2012 – 2013	5	7,5	4,5	-0,8	0,65	1,5	1,0	-0,04	0,03	7,5	5,7	-0,21	0,05
	2014 – 2015	10	14,0	8,8	-1,43	0,56	2,0	1,3	-0,09	0,22	10,4	7,0	-0,75	0,53
	2016 – 2017	11	9,3	7,3	-0,83	0,41	1,8	0,9	-0,2	0,43	11,0	3,0	-0,79	0,39
	2017 – 2018	5	8,3	4,3	-0,81	0,43	1,5	0,6	-0,2	0,71	8,5	6,5	-1,6	0,44
	Средние	9,3	8,5	5,6	-0,85	0,51	1,6	0,8	-0,12	0,4	9,1	5,0	-1,0	0,47

Коэффициенты: k – линии тренда,  $r^2$  – корреляции.

но, были равны в среднем при гриппе A(H1N1)  $k = -1,49$  (95% ДИ -1,58 – -1,39);  $k = -0,37$  (95% ДИ -0,38 – -0,35);  $k = -1,29$  (95% ДИ -1,41 – -1,16), гриппе A(H3N2)  $k = -1,44$  (95% ДИ -1,51 – -1,36);  $k = -0,21$  (95% ДИ -0,22 – -0,19);  $k = -1,1$  (95% ДИ -1,19 – -1,0) и гриппе B  $k = -0,85$  (95% ДИ -0,90 – -0,79);  $k = -0,12$  (95% ДИ -0,13 – -0,11);  $k = -1,0$  (95% ДИ -1,08 – -0,91). Выявлены прямые корреляционные связи, в основном, средней силы между показателями эпидемической активности вирусов гриппа и линиями трендов. В некоторые сезоны с коротким периодом развития эпидемической активности вируса не выявлено снижения показателей, например, продолжительности эпидемической активности вируса гриппа A(H3N2) в сезоны 2016 – 2017 гг. и 2018 – 2019 гг.

Сравнение суммарной заболеваемости гриппом и ОРВИ за эпидемии по ФО показало, что средняя заболеваемость по РФ за 10 лет составила 11,1%, при этом самая высокая заболеваемость была в пандемию гриппа A(H1N1)pdm в сезон

2009 – 2010 гг. (13,4%), а самая низкая – в сезон 2018 – 2019 гг. (8,5%) (табл. 2).

Заболеемость выше средней по РФ за 10 лет (11,1%) в Уральском ФО и Северо-Западном ФО была во все 10 эпидемий, в Приволжском ФО – в 7, в Сибирском ФО – в 6, а в Дальневосточном и Северо-Кавказском ФО – только в эпидемию 2009 – 2010 гг. Средняя заболеваемость по ФО выше средней по РФ за 10 лет (11,1%) была в Уральском (14,0%), Северо-Западном (13,7%), Сибирском (12,0%) и Приволжском ФО (11,7%) и ниже средней по РФ – в Центральном (10,3%), Дальневосточном (9,0%), Северо-Кавказском (8,5%) и Южном федеральных округах (7,3%). Заболеваемость выше средней для данного ФО во всех 8 округах была в сезоны 2009 – 2010 гг., 2012 – 2013 гг. и 2016 – 2017 гг., в 2010 – 2011 гг. – в Сибирском, Приволжском, Центральном, Северо-Кавказском и Южном, в 2014 – 2015 гг. – во всех, кроме Южного, в 2017 – 2018 гг. – только в Северо-Западном федеральном округе и в 2018 – 2019 гг. – в Северо-

**Сравнение заболеваемости гриппом и ОРВИ в федеральных округах за эпидемию со средними показателями по Российской Федерации за 10 лет**

Эпидемиологические сезоны	Заболеваемость гриппом и ОРВИ по федеральным округам (на 10.000)								Средняя по РФ
	Уральский Северо-Западный	Сибирский	Приволжский	Центральный	Дальневосточный	Северо-Кавказский	Южный		
2009–2010	15,2	14,7	14,9	13,2	12,8	13,5	11,4	9,9	13,4
2010–2011	13,2	12,9	12,2	12,5	11,0	8,6	9,2	9,8	11,6
2011–2012	12,3	12,4	10,6	9,0	10,2	8,7	7,3	5,9	10,0
2012–2013	16,6	15,5	13,3	13,6	11,4	9,2	8,8	7,9	12,5
2013–2014	13,5	12,8	11,2	11,4	9,9	8,7	7,1	6,4	10,6
2014–2015	16,2	15,1	13,3	13,5	10,8	9,4	8,5	7,0	12,1
2015–2016	11,7	12,2	10,8	9,6	8,1	7,8	6,1	6,4	9,3
2016–2017	17,5	16,3	14,3	14,0	12,3	9,8	10,4	8,6	13,2
2017–2018	13,1	14,0	10,4	11,2	9,2	6,9	6,6	5,6	10,1
2018–2019	11,3	11,3	9,4	8,7	7,3	7,6	9,2	5,6	8,5
Средняя за 10 лет	14,0	13,7	12,0	11,7	10,3	9,0	8,5	7,3	11,1

Кавказском федеральном округе. И наоборот, заболеваемость ниже средней для данного федерального округа в тех же 8 округах была в другие сезоны: 2011–2012 гг., 2013–2014 гг. и 2015–2016 гг., 2010–2011 гг. – в Уральском, Северо-Западном и Дальневосточном; в 2014–2015 гг. – в Южном федеральном округе, в 2017–2018 гг. – во всех округах, кроме Северо-Западного и в 2018–2019 гг. – во всех, кроме Северо-Кавказского федерального округа. Таким образом, заболеваемость в Уральском, Северо-Западном, Сибирском и Приволжском федеральных округах была выше, чем в Центральном, Дальневосточном, Северо-Кавказском и Южном федеральных округах, несмотря на значительные колебания показателей заболеваемости в разные эпидемии.

Вирус гриппа быстрее принимает эпидемическое распространение на той территории, где доля (%) неиммунного населения выше. Поэтому штамм вируса гриппа, циркулировавший в предыдущем сезоне, в следующем сезоне распространяется с территории, где доля заболевших была меньше, т.е. вовлеченных в эпидемию в прошлом сезоне последними. Таким образом, после сезона циркуляции вируса гриппа в следующем сезоне происходит смена основного возбудителя на новый штамм, к которому у населения нет иммунитета, а штамм, циркулировавший в предыдущем сезоне в одном направлении, циркулировал по территории России в обратном направлении.

За последние 10 лет показано преобладание западного пути распространения вирусов гриппа по территории России, который был связан, прежде всего, с миграционными процессами. В Северо-Западном и Уральском федеральных округах европейской части России чаще выявляли раннее на-

чало эпидемической активности вирусов гриппа, и интенсивность эпидемического процесса была больше (по продолжительности эпидемической активности вирусов, проценту заболевших гриппом и заболеваемости населения), чем в округах, вовлеченных в эпидемию последними. Нельзя исключить и влияние климатических факторов в этих округах на восприимчивость населения к инфекциям.

Мы не изучали влияние на эпидемический процесс таких важных факторов, как урбанизация, плотность населения, климатические и социальные. Надзор за гриппом и ОРВИ в федеральном центре охватывает только городское население. В последние десятилетия получены данные о сближении заболеваемости в городах с различной инфраструктурой населения. Показана более низкая заболеваемость населения в Москве, чем по РФ в целом, что, возможно, связано с охватом населения вакцинацией [15, 16]. С другой стороны, плотность населения и другие социальные факторы в округах остаются такими же и в следующие сезоны, при этом в одном и том же округе наблюдаются значительные колебания заболеваемости в разные эпидемические сезоны. Это, прежде всего, зависит от этиологии заболеваний гриппом и от направления распространения вирусов гриппа по территории России.

Выявление путей распространения эпидемий гриппа необходимо для своевременного перераспределения медикаментозных препаратов, развертывания дополнительных коек в стационарах и т.д. Выявление штаммов вирусов гриппа позволит своевременно определить этиологию заболеваний гриппом в разных регионах, соответствие циркулирующих штаммов штаммам, входящим в



состав вакцин, оценить эффективность вакцинации в целом и по каждому компоненту вакцины, уточнить рекомендации по составу вакцинных штаммов на следующий сезон, которые, возможно, будут уточняться не только для разных полушарий земного шара, но и для каждого континента и страны.

### Выводы

1. При ретроспективном анализе эпидемий гриппа за многолетний период (1968 по 2019 г.) показано отсутствие межэпидемических сезонов после 1986 г., в то время как за первые 17 лет эпидемий гриппа не было в течение 3 сезонов; учащение эпидемий смешанной этиологии (1968–1989 гг. – 3, 1989–2009 гг. – 10, 2009–2019 гг. – 7) и разных путей в одном сезоне поступления и распространения вирусов гриппа на территории России (с 1989 г. – 7 сезонов).

2. В период циркуляции вируса гриппа A(H1N1)pdm09 (2009–2019 гг.) эпидемии гриппа, в основном, были смешанной этиологии (7 эпидемий). Основные возбудители эпидемий поступали на территорию России чаще с запада (5 эпидемий) или обоими путями (3), и с запада, и с востока, и распространялись в разных направлениях.

3. В следующем сезоне происходила смена основного возбудителя, при этом изменялся и путь распространения вируса, циркулировавшего в предыдущем сезоне.

4. Вирусы гриппа разных типов А и В обычно расходились во времени. Вирусы гриппа одного типа А, но разных подтипов H1N1 и H3N2 или 2 штаммов вируса гриппа одного подтипа А(H3N2) обычно распространялись в разных направлениях, при этом один из них имел ограниченное распространение по округам. Это, по-видимому, объясняется наличием интерференции между вирусами гриппа.

5. Показана тенденция большей интенсивности эпидемического процесса в округах, вовлеченных в эпидемию первыми, и тенденция снижения ее в округах, вовлеченных в эпидемию последними (по доле (%) больных гриппом, заболеваемости на 100 человек и продолжительности активности вирусов гриппа). Коэффициенты линий трендов по этим показателям были, соответственно, равны в среднем при гриппе А(H1N1)  $k = -1,49$ ;  $k = -0,37$ ;  $k = -1,29$ ; при гриппе А(H3N2)  $k = -1,44$ ;  $k = -0,21$ ;  $k = -1,1$ ; при гриппе В  $k = -0,85$ ;  $k = -0,12$ ;  $k = -1,0$ , при  $R = 95\%$ .

6. Отмечены значительные колебания заболеваемости гриппом в округах в разные эпидемические сезоны, что определялось этиологией эпидемии и направлением ее распространения по территории России. С 2009 по 2019 г. заболеваемость в среднем была больше в Северо-Западном и Уральском округах. Одной из причин этого является преобладание западного пути поступления

вирусов гриппа на территорию России и большая интенсивность эпидемического процесса в округах, вовлеченных в эпидемию первыми.

### Литература

1. Аншелес, И.М. Некоторые итоги эпидемиологических, иммунологических и вирусологических сопоставлений по материалам эпидемических волн гриппа типа А2 1957 и 1959 гг. в Ленинграде. Этиология, иммунология и клиника азиатского гриппа / И.М. Аншелес [и др.] // Труды института экспериментальной медицины АМН СССР. – Л., 1961. – С.138–147.

2. Смородинцев, А.А. Итоги изучения этиологии и иммунологии азиатского гриппа типа А2 в Ленинграде. Этиология, иммунология и клиника азиатского гриппа / А.А. Смородинцев // Труды института экспериментальной медицины АМН СССР. – Л., 1961. – С.127–137.

3. Карпунин, Г.И. Особенности распространения гриппа А1 в мире и СССР // Проблемы гриппа и острых респираторных заболеваний: Сб.науч.тр. ВНИИ гриппа. – Л., 1979. – Т.2. – С. 5–17.

4. Маринич, И.Г. Краткий очерк истории пандемий и эпидемий гриппа / И.Г. Маринич [и др.] // Грипп и другие респираторные вирусные инфекции: эпидемиология, профилактика, диагностика и терапия / под ред. О.И. Киселева, И.Г. Маринича, А.А. Сомининой. – СПб., 2003. – С.10–20.

5. Карпова, Л.С. Особенности современных эпидемий гриппа в России / Л.С. Карпова // Грипп: эпидемиология, диагностика, лечение, профилактика / под ред. О.И. Киселева, Л.М. Цыбаловой, В.И. Покровского. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2012. – С. 171–187.

6. Karpova L.S. The influenza epidemic in Russia during the 2014–2015 season / L.S. Karpova, N.M. Popovtseva, T.P. Stolyarova [et al.] // Microbiology Independent Research Journal Received July 10, 2015.- P. 56-64.

7. Львов, Д.К. Особенности эпидемического сезона 2014/2015 гг. по гриппу в разных регионах России / Д.К. Львов [и др.] // Инфекционные болезни. – 2015. – № 4. – С. 59–67.

8. Еропкин, М.Ю. Грипп в сезоне 2014–2015 в России: эпидемиология и свойства вирусов / М.Ю. Еропкин [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2015. – Т. 20, № 6. – С. 4–11.

9. Львов, Д.К. Эволюция пандемического вируса гриппа А(H1N1)pdm09 в 2009–2016 гг.: динамика рецепторной специфичности первой субъединицы гемагглютинаина (HA1) / Д.К. Львов [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2019. – Т. 64, № 2. – С. 63–72.

10. Львов, Д.К. Активность вирусов гриппа в сезон 2017–2018 гг. в России и странах Северного полушария: конфликт по В-вирусному компоненту вакцин. / Д.К. Львов [и др.] // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2019. – Т.18, №3. – С. 13–21.

11. Львов Д.К. Особенности циркуляции вирусов гриппа и ОРВИ в эпидемическом сезоне 2019–2020 гг. в отдельных регионах России / Д.К. Львов [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2020. – Т. 65, № 6. – С. 35–39.

12. Святченко, С.В. Тяжелые случаи заболевания гриппом на территории Российской Федерации в эпидемическом сезоне 2017–2018 / С.В. Святченко [и др.] // Журнал микробиологии. – 2019. – № 4. – С. 58–64.

13. Карпова, Л.С. Особенности эпидемического процесса при гриппе А(H1N1)pdm09 и А(H3N2) в России с 2009 по 2017 годы / Л.С. Карпова [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2018. – Т. 63, № 4. – С.177–184.

14. «Последние новости о гриппе в Европе». Совместный бюллетень ECDC и ЕРБ ВОЗ. Обзор сезона 2019–2020 гг. <http://www.flunewseurope.org/>

15. Салтыкова, Т.С. Эпидемиологическая характеристика острых респираторных вирусных инфекций и гриппа на территории Российской Федерации и г. Москвы / Т.С. Салтыкова [и др.] // Журнал инфектологии. – 2019. – Т.11, № 2. – С. 124–132.

16. Жигарловский, Б.А. Эпидемиологическая характеристика и оптимизация эпидемиологического надзора за гриппом и ОРВИ : автореф. канд. дис. / Б.А. Жигарловский. – М., 2019. – С. 24.

#### References

1. Ansheles IM. Some results of epidemiological, immunological and virological comparisons based on the materials of the epidemic waves of influenza type A2 in 1957 and 1959 in Leningrad. Etiology, immunology, and clinic of the Asian influenza. / IM Ansheles, EA Fridman, ES Stenina [et.al.] // Proceedings of the Institute of experimental medicine of the USSR Academy of medical Sciences. L., 1961. P.138-147. (In Russ).

2. Smorodintsev AA. Results of studying the etiology and immunology of Asian influenza type A2 in Leningrad. Etiology, immunology and clinic of Asian influenza Proceedings of the Institute of experimental medicine of the USSR Academy of medical Sciences. L., 1961. P.127-137. (In Russ).

3. Karpukhin GI. Features of the spread of influenza A1 in the world and the USSR Problems of influenza and acute respiratory diseases: Collection of scientific papers of the Institute of influenza. L., 1979, Vol.2:5-17. (In Russ).

4. Marinich IG., Smorodintseva EA., Morozov IV., Kiselev OI. Brief outline of the history of pandemics and influenza epidemics. In: Kiselev OI., Marinich IG., Sominina A. A., editors. Influenza and other respiratory viral infections: epidemiology, prevention, diagnosis and therapy. St. Petersburg, 2003. P.10-20. (In Russ).

5. Karpova LS. The features of the modern epidemics of influenza in Russia. Influenza: epidemiology, diagnostics, treatment, prevention. Kiselev OI., Tsybalova LM, Pokrovsky VI., editors. M: LLC «Publishing the «Medical Informational Agency», 2012. P.171 – 187. (In Russ).

6. Karpova LS. The influenza epidemic in Russia during the 2014–2015 season/ LS Karpova, NM Popovtseva, TP Stolyarova [et.al.] // Microbiology Independent Research Journal Received July 10, 2015. P. 56-64. (In Russ). doi: 10.18527/2500-2236-2015-2-1-56-64.

7. L'vov DK Features of the epidemic season 2014/2015 on influenza in different regions of Russia. / DK L'vov, EI Burtseva, LV Kolobukhina [et.al.] // Infectious Pain. 2015; No. 4: 59-67. (In Russ).

8. Erokin MYu. Influenza in the 2014-2015 season in Russia: epidemiology and properties of viruses. / MYu. Erokin, LS Karpova, NI Konovalova [et.al.] // Epidemiology and infectious diseases. 2015; 20(6): 4-11. (In Russ).

9. L'vov DK Evolution of pandemic influenza virus A(H1N1)pdm09 in 2009-2016: dynamics of receptor specificity of the first hemagglutinin subunit (HA1). / D.K. L'vov, VS Bogdanova, IM Kirillov [et.al.] // Voprosy virusologii. 2019; 64(2):63-72 (In Russ.). doi: 10.18821/0507-4088-2019-64-2-63-72.

10. L'vov DK The Activity of Influenza Viruses during 2017–2018 Season in Russia and Countries of the Northern Hemisphere: Conflict by the B-virus Vaccine Component. / DK L'vov, EI Burtseva, EA Mukasheva [et.al.] // Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2019; 18 (3): 13–21 (In Russ.). doi: 10.31631/2073-3046-2019-18-3-13-21

11. L'vov DK Peculiarities of the influenza and ARVI viruses circulation during epidemic season 2019–2020 in some regions of Russia. / DK L'vov, EI Burtseva, LV Kolobukhina. [et.al.] // Journal of Virology Issues 2020; 65(6):335-349. (In Russ).

12. Svyatchenko SV Severe cfses of seasonal influenza in Russia in 2018-2018. / SV Svyatchenko, AG Durymanov, NP Kolosova [et.al.] // Zh. Mikrobiol. (Moscow), 2019; (4): 58-64. (In Russ).

13. Karpova LS. Features of epidemic process of influenza A(H1N1)pdm09 and A(H3N2) in Russia from 2009 to 2017. / LS Karpova, KM Volik, KA Stolyarov [et.al.] // Problems of Virology. 2018; 63(4):177-184. (In Russ). doi: 10.18821/0507-4088-2018-63-5-177-184.

14. "Flu News Europe". Joint ECDC – WHO/Europe weekly influenza update. 2019–2020 season overview. <http://www.flunewseurope.org/>

15. Saltykova TS Epidemiological characteristics of acute respiratory viral infection and influenza in Russian Federation and Moscow. / TS Saltykova, B Zhigarlovsky, AV Ivanenko. [et. al.] // Zurnal Infectologii. 2019; 11(2): 124-132. (In Russ). doi: 10.22625/2072-6732-2019-11-2-124-132.

16. Zhigarlovsky BA Epidemiological characteristics and optimization of epidemiological surveillance of influenza and ARVI. Abstract of thesis. Cand. dis. M. 2019.S. 24. (In Russ).

#### Авторский коллектив:

*Карпова Людмила Серафимовна* – старший научный сотрудник, заведующая лабораторией эпидемиологии гриппа и острых респираторных заболеваний Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева, д.м.н.; тел. (812)499-15-33, e-mail: epidlab@influenza.spb.ru

*Поповцева Нина Михайловна* – техник лаборатории эпидемиологии гриппа и острых респираторных заболеваний Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева; тел.: 8(812)499-15-32, e-mail: epidlab@influenza.spb.ru

*Столярова Татьяна Петровна* – техник лаборатории эпидемиологии гриппа и острых респираторных заболеваний Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева; тел.: 8(812)499-15-32, e-mail: epidlab@influenza.spb.ru

*Даниленко Дарья Михайловна* – старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института гриппа им. А.А. Смородинцева, к.б.н.; тел.: +7-921-996-20-34, e-mail: daria.baibus@gmail.com