

---

## РАЗВИТИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

---

УДК 338.124.4

DOI 10.46960/74159\_2020\_2\_4

**С.Н. Митяков**

### COVID-19: МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева, г. Н. Новгород

Данная статья открывает цикл работ, посвященных вопросам пандемии коронавируса. Эпидемии – не новое явление в человеческом обществе. Периодически происходят вспышки инфекционных вирусных заболеваний, представляющих собой угрозу существования социума. С развитием цивилизации меняется отношение к крупной эпидемии как угрозе человечества, появляются новые совершенные средства профилактики, лечения, а также новые принципы управления социально-экономическими системами в период распространения эпидемии. Вспышка коронавирусной инфекции началась в конце 2019 года в Китае. Не вдаваясь в причины ее возникновения, а также в медицинскую составляющую, включающую вопросы возникновения, передачи, методов профилактики и лечения коронавируса, в данной статье освещаются вопросы математического моделирования и прогнозирования распространения эпидемии, а также связанных с ней экономических эффектов. Показано, что математические модели могут быть весьма полезны в краткосрочном периоде для оценки необходимых мощностей и защитных средств в период развития эпидемии. Долгосрочное прогнозирование более проблематично из-за мутации вируса, а также влияния человеческого фактора в период пандемии. В статье предложена система краткосрочных индикаторов экономической безопасности России, которая может быть эффективно использована для прогнозирования возникновения кризисов. Ее применение позволило дать прогноз развития кризиса на период до января 2021 года. Приведены также первые данные Росстата о цепных индексах, характеризующих сферу производства, услуг и внешнюю торговлю. Данные свидетельствуют о быстром развитии кризиса, при этом наблюдается сильная диверсификация по отраслям экономики.

**Ключевые слова:** эпидемия коронавируса, динамика роста заболевших, моделирование, прогнозирование кризиса, экономический ущерб, цепные индексы.

### Введение

Самая сильная из известных пандемий гриппа произошла в 1918–1920 годах, – это «испанка», вызванная вирусом H1N1 [1]. От пандемии серьезно пострадало от 20 до 40% населения Земли. Гарвардские экономисты связали с эпидемией испанки рецессию в развитых странах в 1919–1921 годах, по их оценкам, в среднем эпидемия стоила миру 6,6% ВВП. По оценке Всемирного банка, сейчас эпидемия аналогичного масштаба стоила бы мировой экономике 4,8% ВВП, а ущерб составил бы больше 3 трлн долл. [2].

«Азиатский грипп» 1957 года и «Гонконгский грипп» 1968 года унесли более полутора миллионов человек, а экономический ущерб составил около 32 млрд долл. ценах того времени [3]. Общий ущерб от эпидемии атипичной пневмонии в 2002–2003 гг., по оценкам ВОЗ, составил не менее 59 млрд. долл., ущерб от эпидемии «птичьего гриппа» H5N1 в 2003–2005 гг. только в странах Юго-Восточной Азии превысил 10 млрд долл. В 2009 г. свиной грипп нанес ущерб мировой экономике в 50 млрд долл., а в 2014–2016 гг. эпидемия Эболы в Западной Африке – в 53 млрд долл. [4]. Вместе с тем, на наш взгляд, экономический ущерб от «свиного гриппа» оценить довольно сложно, поскольку эпидемия совпала с окончанием мирового финансового кризиса 2008–2009 гг., восстановление после которого осуществлялось в противофазе с развитием свиного гриппа.

Вспышка коронавирусной инфекции COVID-19 началась с обнаружения в конце декабря 2019 г. в городе Ухань провинции Хубэй центрального Китая первых случаев пневмонии неизвестного происхождения у местных жителей, связанных с местным рынком животных и морепродуктов. 31 декабря 2019 года власти Китая проинформировали о вспышке неизвестной пневмонии. Эпидемия очень быстро распространялась сначала в Китае, а затем и в других странах. 30 января 2020 года ВОЗ объявила эпидемию коронавируса угрозой всемирного значения. В тот же день Международный валютный фонд (МВФ) признал, что эпидемия повлияет на всю глобальную экономику [5]. Экономический ущерб, нанесенный эпидемией только Китаю, был оценен в 60 млрд долл. [6]. Вскоре стало очевидно, что в эпидемию было вовлечено большинство стран мира, и ВОЗ признала ее как пандемию. На 30.06.2020 эпидемия затронула практически все страны мира, а динамика числа заболевших приобрела угрожающий характер. Кроме того, следует отметить ожидаемый беспрецедентный экономический ущерб, который будет нанесен как странам, наиболее пострадавшим от эпидемии, так и мировой экономике в целом. По оценкам экспертов, потери экономики в текущем году превзойдут показатели глобального финансового кризиса 2008–2009 годов. Согласно прогнозам Международного валютного фонда, спад глобальной экономики в 2020 году составит около 5%.

### К вопросу о моделировании пандемии

К концу февраля стало ясно, что темп роста числа заболевших в Китае стал замедляться. В то же время появился новый очаг заболеваний, который можно определить, как «остальные страны». На самом деле появились три достаточно крупных очага в Италии, Иране и Корее, а также несколько менее значительных, но поскольку крупные очаги стали развиваться почти одновременно, мы условно считали их как единый очаг. Характерно, что изначально его динамика почти полностью повторяла динамику первого, китайского очага развития заболевания.

Мы предположили, что вначале, как и численность популяции, эпидемия распространяется в соответствии с законом Мальтуса. Однако вскоре становится ясно, что в связи с принимаемыми мерами по профилактике заболевания, ограничению его распространения, процесс начинает описываться уравнением Ферхюльста [9]. Кроме временной диффузии существует и пространственная, впервые описанная Т. Хегестрандом [10]. При этом эпидемия распространяется в пространстве из точки-источника посредством расширения ареала проникновения на другие территории. В данном случае мы пренебрегли этим явлением, поскольку при распространении инфекции фактор расстояния, на наш взгляд, не имеет решающего значения из-за возможности быстрого перемещения из одной точки земного шара в другую средствами авиации.

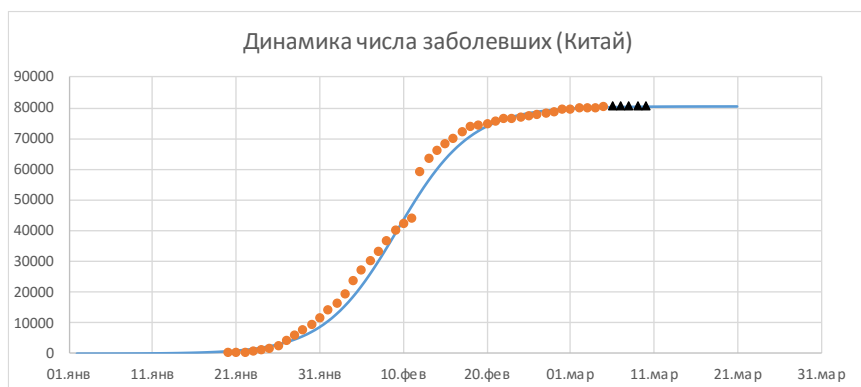
Итак, предположим, что процесс распространения заболевания описывается уравнением Ферхюльста. Пусть  $P(t)$  – число заболевших к моменту времени  $t$ ,  $t \in [t_1, t_2]$ ;  $t_1$  – время начала эпидемии;  $t_2$  – время окончания эпидемии;  $P_0$  – число заболевших к моменту  $t_0$ , когда темп роста заболевших наиболее высок (середина отрезка  $[t_1, t_2]$ ;  $r$  – параметр, определяющий темп развития эпидемии). В силу симметрии максимальное число заболевших к моменту  $t_2$  составляет  $2P_0$ . В этом случае логистическая кривая развития заболевания имеет вид

$$P(t) = \frac{2P_0}{1 + e^{-r(t-t_0)}}.$$

Параметр  $P_0$  в данном случае определяется не ресурсными ограничениями, а принимаемыми мерами по профилактике заболевания, ограничению его распространения. Дальнейшее решение задачи представляет собой собственно процесс моделирования с использованием данных официальной статистики, публикуемых Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Подтвердить или опровергнуть предложенную ранее гипотезу может совпадение или близость реальных и модельных данных, а также точность прогнозирования.

Первые модельные расчеты были сделаны нами 6 марта 2020 года, когда в нашем распоряжении имелась информация ВОЗ о развитии эпидемии коронавируса в период с 20 января по 10 марта 2020 года [12]. Резуль-

таты моделирования распространения коронавируса в Китае на период с 20.01 по 5.03 (данные ряда  $a_1(t)$ ) приведены на рис. 1. Здесь исходные данные отмечены круглыми маркерами, данные после 5 марта – треугольными маркерами, модельная кривая – сплошной линией. Ее параметры получены с использованием инструмента «поиск решения» пакета Excel, где проводилась минимизация суммы квадратов отклонений исходных данных до модельной функции, имеющей соответствующие аргументы. В результате были получены параметры логистической кривой:  $P_0 = 40259$ ;  $t_0 = 39,34$  дней;  $r = 0,2274$ . Здесь предполагалось, что начало отсчета  $t_1 = 1$  соответствует 1 января 2020 года.



**Рис. 1. Моделирование распространения коронавируса в Китае**

*Источник: построено автором по материалам [11].*

Следующий этап моделирования связан динамическим анализом числа заболевших в других странах с 19.02 по 23.06. В ходе работы над моделью и появлением новых данных о распространении инфекции по странам мира, стало ясно, что первоначальные оптимистические прогнозы развития ситуации не оправдались. Это было связано, в том числе с запоздалыми мерами по ограничению контактов граждан, которые были приняты в ряде стран. В то же время, мы не разделяем и «апокалипсические» сценарии развития пандемии, которые рассмотрены в ряде прогнозных моделей.

Моделирование распространения эпидемий началось очень давно. Так, М. Смалман-Райнор и А.Д. Клифф [12], исследуя процесс распространения эпидемии в военных лагерях США во время испано-американской войны 1898 г., пришли к выводу, что разных стадиях процесс диффузии описывается разными моделями. В другом исследовании, посвященном распространению полиомиелита в США в 1910-1971 гг. [13], модель пространственной диффузии назвали «смешанной».

Среди новых работ, связанных с моделированием коронавируса, можно выделить одну из первых в России моделей, основанную на решении системы дифференциальных уравнений; она разработана в Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева группой ученых под руководством профессора А.А. Куркина [14]. В данном номере журнала опубликована работа Е.С. Митякова и С.И. Глазова, где дается успешный пример моделирования и краткосрочного прогнозирования коронавируса в России с использованием логистической модели и модели Гомпертца.

### **Экономический кризис**

Экономический кризис из-за коронавируса практически неизбежен [15]. Жесткие карантинные меры, введенные в ряде стран, нарушают отлаженные глобальные цепочки поставок. Огромные потери несут туристические фирмы и авиакомпании. Малый и средний бизнес приобретает массу безработных. Банки вынуждены снижать процентные ставки для оплаты дешевых кредитов.

Действительно, конец февраля и половина марта стали худшими для мировой экономики со времени кризиса 2008-2009 гг. В табл. 1 приведены изменения биржевых индикаторов в критические для российской экономики дни, начиная с кризиса 1997-1998 гг. Рассчитаны процентные изменения за месяц курса доллара к рублю, индекса РТС, индекса Доу Джонса, а также цены на нефть. Индекс Доу Джонса показывает, что только второй и последний кризисы носили глобальный характер. Все кризисы затронули российскую экономику, а данные последних событий, отраженные в таблице под номером 4, приводят к тому, что вероятность экономического кризиса в России продолжает нарастать.

Система краткосрочных индикаторов экономической безопасности, использующая индикаторы сферы реальной экономики, социальной, денежно-финансовой, внешнеэкономической сфер, а также ряд биржевых и дополнительных индикаторов, может быть эффективно использована для анализа и прогнозирования возникновения кризисов. В частности, в работах В.К. Сенчагова и С.Н. Митякова [16, 17] проведен сравнительный анализ экономических кризисов 1998-1999 гг., 2008-2009 гг. и 2014-2016 гг. В качестве предвестника всех трех кризисов был выделен индекс РТС.

В табл. 2 приведены изменения краткосрочных индикаторов в критические для российской экономики дни, начиная с кризиса 1997-1998 гг. Как видно из таблицы, глубина падения этого и других индикаторов в период с 10 февраля по 18 марта 2020 года весьма вероятно может быть сигналом к началу нового экономического кризиса. Прогноз параметров возможного кризиса (на январь 2021 года) приведен исходя из опыта исследования предыдущих кризисов [16, 17], а также данных падения биржевых индексов в феврале-марте 2020 года (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ изменения биржевых индикаторов  
в кризисные периоды

№ кризиса	Период	Курс доллара к рублю	Индекс РТС	Индекс Доу Джонса	Цена на нефть, долл. за баррель
1	Декабрь 1997	5,94	371	7908	17,1
	Декабрь 1998	20	135	9013	10,25
	Процент/месяц	<b>19,72</b>	<b>-5,3</b>	<b>1,16</b>	<b>-3,34</b>
2	Апрель 2008	23,6	2122	12656	111,1
	Апрель 2009	33,2	795	7996	51,9
	Процент/месяц	<b>3,39</b>	<b>-5,21</b>	<b>-3,07</b>	<b>-4,44</b>
3	Июль 2014	35,7	1308	16993	108,2
	Январь 2015	65,3	790	17960	50,1
	Процент/месяц	<b>13,82</b>	<b>-6,6</b>	<b>0,94</b>	<b>-8,95</b>
4	10 февраля 2020	63,7	1504	29277	53,4
	18 марта 2020	77,2	839	19881	26,28
	Процент/месяц	<b>16,73</b>	<b>-34,91</b>	<b>-25,34</b>	<b>-40,09</b>

Источник: рассчитано автором по материалам биржевых сайтов [18-21].

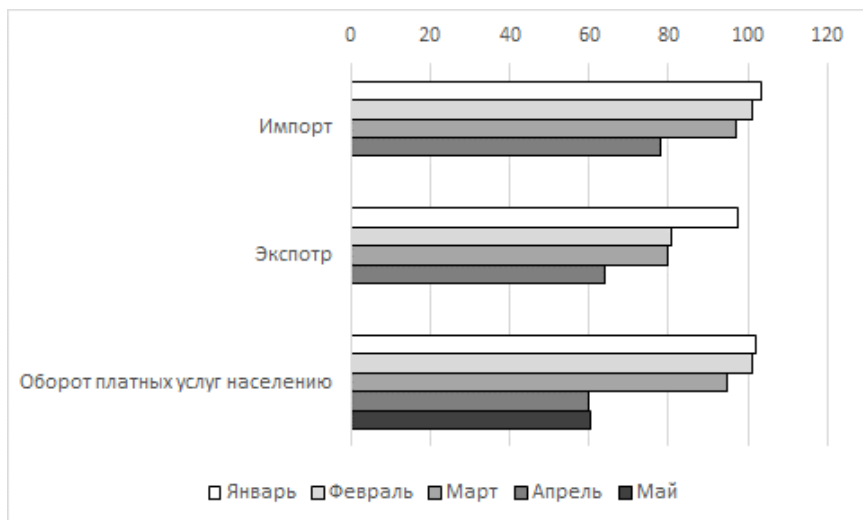
Сейчас еще рано оценивать глубину экономического кризиса, однако первые данные официальной статистики позволяют делать выводы о его быстром развитии. На рис. 2 приведены цепные индексы импорта, экспорта, а также оборота платных услуг населению за несколько месяцев 2020 года. Из рисунка видно, что в апреле 2020 г. по отношению к апрелю 2019 г. значения этих индексов составили соответственно 78,1%, 64,5 и 60,1%.

На рис. 3 приведены индексы промышленного производства по видам деятельности, а на рис. 4 – индексы промышленного производства по отдельным видам экономической деятельности в составе обрабатывающих производств. Как видно из рис. 3, с января по май 2020 года произошло резкое сокращение значения индексов промышленного производства по всем видам экономической деятельности. Наибольшее падение продемонстрировал вид деятельности «Добыча полезных ископаемых», наименьшее – «Обеспечение электрической энергией».

**Таблица 2**  
**Сравнительный анализ изменения краткосрочных индикаторов экономической безопасности в кризисные периоды**

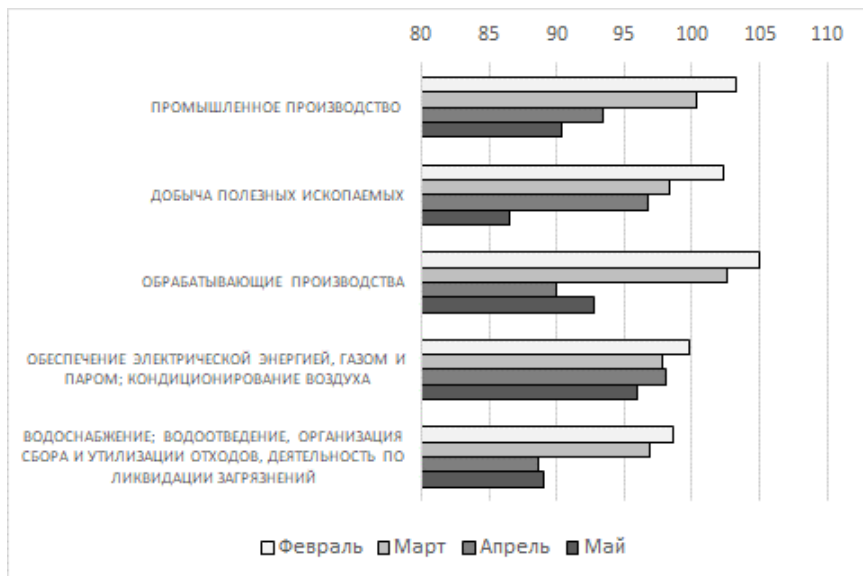
№ кризиса	Период	ВВП, млрд руб. (кварт)	Индекс потребительских цен	Индекс промышленного производства	Индекс инвестиций в основной капитал	Индекс импорта	Индекс экспорта	Безработица, %	Индекс располагаемых доходов
1	дек.97	630	111	102	92	108	121	12	99
	дек.98	800	184	94	90	51	69	14	75
	Изменение, %	<b>27,0</b>	<b>65,8</b>	<b>-7,8</b>	<b>-2,2</b>	<b>-52,8</b>	<b>-43,0</b>	<b>16,7</b>	<b>-24,2</b>
2	апр.08	9785	114	106	125	151	150	6	110
	апр.09	8942	113	86	84	56	46	9	102
	Изменение, %	<b>-8,6</b>	<b>-0,9</b>	<b>-18,9</b>	<b>-32,8</b>	<b>-62,9</b>	<b>-69,3</b>	<b>50,0</b>	<b>-7,3</b>
3	июл.14	19888	107	102	99	97	106	5	96
	январь.15	19312	115	101	96	58	71	5,5	98
	Изменение, %	<b>-2,9</b>	<b>7,5</b>	<b>-1,0</b>	<b>-3,0</b>	<b>-40,2</b>	<b>-33,0</b>	<b>10,0</b>	<b>2,1</b>
4	январь.20	27340	102,4	101,1	102,3	107	97	4,7	101
	01.01.2021 (прогноз)	<b>25973</b>	<b>112,64</b>	<b>85,935</b>	<b>81,84</b>	<b>53,5</b>	<b>48,5</b>	<b>5,405</b>	<b>85,85</b>
	Изменение, % (прогноз)	<b>-5</b>	<b>10</b>	<b>-15</b>	<b>-20</b>	<b>-50</b>	<b>-50</b>	<b>15</b>	<b>-15</b>

Источник: официальный сайт Росстата [22]



**Рис. 2. Индексы импорта, экспорта и оборота платных услуг населению, 2020 г. по отношению к соответствующему периоду 2019 г.**

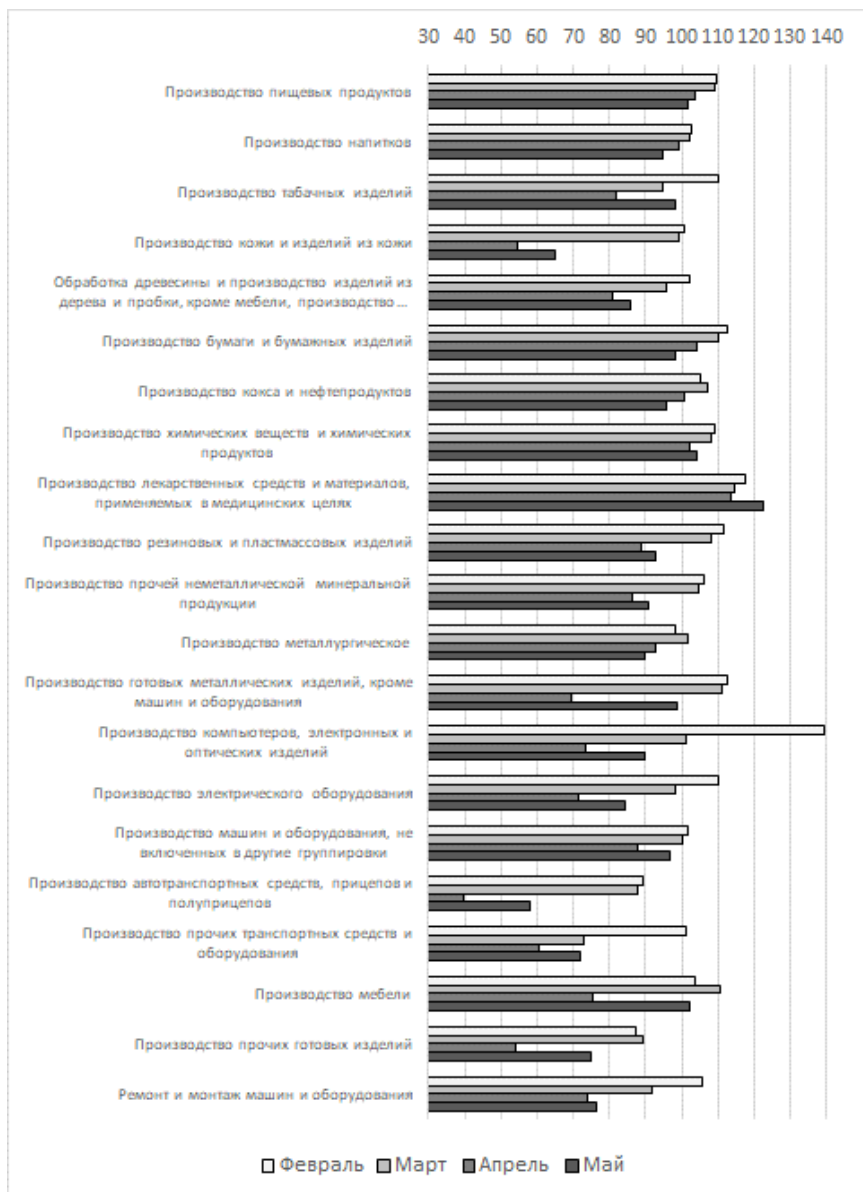
*Источник: официальный сайт Росстата [22].*



**Рис. 3. Индексы промышленного производства, 2020 г. по отношению к соответствующему периоду 2019 г.**

*Источник: официальный сайт Росстата [22].*





**Рис. 4. Индексы промышленного производства по виду деятельности «Обрабатывающие производства», 2020 г. по отношению к соответствующему периоду 2019 г.**

*Источник: официальный сайт Росстата [22].*

Резкую дифференциацию демонстрирует динамика индексов промышленного производства по отдельным видам обрабатывающих производств (рис. 4). Если индексы производства кожи, автотранспортных средств сократились до значений 50–60%, то индекс производства лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях, составил в мае 122,4%.

### Заключение

Приведенная в работе информация о математическом моделировании распространения коронавируса свидетельствует о том, что ученые научились делать прогнозы в краткосрочном периоде, которые могут быть весьма полезны для оценки необходимых мощностей и защитных средств в период развития эпидемии. Долгосрочное прогнозирование более проблематично из-за мутации вируса, а также влияния человеческого фактора в период пандемии.

В статье предложена система краткосрочных индикаторов экономической безопасности России, которая может быть эффективно использована для прогнозирования возникновения кризисов. Ее применение позволило дать прогноз развития кризиса на период до января 2021 года. Приведены также первые данные Росстата о цепных индексах, характеризующих сферу производства, услуг и внешнюю торговлю. Данные свидетельствуют о быстром развитии кризиса, при этом наблюдается сильная диверсификация по отраслям экономики.

По мнению В. Иноземцева, события начала 2020 года могут в перспективе породить новое направление в экономической теории, так называемую «экономику страха» [6], когда последствия от определенных событий, несущих потенциальную угрозу, могут быть весьма ощутимы для мировой экономики. По мере развития глобализации возникает феномен гипертрофированной реакции на события, потенциально несущие угрозу значительному числу людей. Этот тренд заметен, начиная с террористических атак 2001 года, но на примере пандемии коронавируса мы видим, что он выходит на совершенно новый уровень, когда экономический ущерб от ожидаемых событий на порядки превосходит тот, который наносит реальное развитие некоей негативной тенденции.

В июле 2010 года Парламентская ассамблея Совета Европы одобрила отчет, критикующий действия ВОЗ касательно пандемии гриппа H1N1 в 2009 году [23]. Отчет обвиняет Всемирную организацию здравоохранения, а также правительства стран Европы и учреждений Евросоюза в действиях, приведших к растрате государственных средств и внушению населению необоснованных страхов. Из-за ограниченного масштаба эпидемии крупные партии закупленной вакцины не были использованы. В одной Германии руководство федеральных земель впустую потратило на вакци-

ны 239 млн евро [24]. Это пример хорошо известной во многих областях знаний (например, в радиолокации) «ошибки ложной тревоги». При этом происходит переоценка ожидаемого события, а издержки связаны с неоправданными страхами. С другой стороны, события, которые происходят в США и Бразилии на момент написания данной статьи, свидетельствуют об обратной ситуации, когда правительство недооценило масштаб катастрофы. Это – «ошибка пропуска цели», которая привела к недооценке масштабов катастрофы и, в конечном итоге, к росту смертности. Хорошо бы, используя накопленный опыт и современные методы диагностики, по возможности не совершать эти ошибки.

© Митяков С.Н., 2020.

### **Библиографический список**

- [1] Вирусные эпидемии в мире и их экономические последствия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/20090427/169343119.html>
- [2] Испанка: 50 миллионов жертв, минус 6,6% ВВП. [Электронный ресурс]. URL: <https://thebell.io/chuma-inflyatsiya-rost-dohodov-kak-epidemii-menyali-mirovuyu-ekonomiku/>
- [3] Экономика эпидемий. [Электронный ресурс]. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5dc569dfaa9fe536eed045e/ekonomika-epidemii-5e33b71a986b38531a566e4d>
- [4] Существует реальная угроза возникновения смертоносной пандемии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ren.tv/news/v-mire/460648-gpmb-sushchestvuet-realnaia-ugroza-vozniknoveniia-smertonosnoi-pandemii>
- [5] Если эпидемия затянется, мир ждет новая Великая депрессия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://meduza.io/feature/2020/02/01/ne-zatyagivat-esli-epidemiya-zatyanetsya-mir-zhdet-novaya-velikaya-depressiya-no-dazhe-esli-vse-budet-ne-tak-ploho-koronavirus-vse-ravno-povliyaet-na-mirovuyu-ekonomiku>
- [6] Вирус рецессии: чем обернется эпидемия 2019-нCoV для мировой экономики [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/10/02/2020/5e3d21239a79472f16abff05>
- [7] Murray J.D. *Mathematical biology. I. An introduction*. 3rd Edition. New York: Springer – Verlag, 2001. 551 p. [Русский перевод 1-го издания: Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях: Пер. с англ. М.: Мир, 1983. – 397 с.].
- [8] Базыкин А.Д. *Нелинейная динамика взаимодействующих популяций*. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 368 с.
- [9] Нижегородцев Р.М. Модели логистической динамики как инструмент экономического анализа и прогнозирования // *Моделирование экономической динамики*. М.: Диалог МГУ, 1997. – С. 34-1.
- [10] Блануша, В.И. пространственная диффузия нововведений: сфера неопределенности и сетевая модель // *Региональные исследования*, 2015. – № 3(49). – С. 4-12.
- [11] Коронавирус онлайн. [Электронный ресурс]. – URL: <https://coronavirus-online.ru/>

- [12] Smallman-Raynor M., Cliff A. D. Epidemic diffusion process in a system of U.S. military camps: Transfer diffusion and the spread of typhoid fever in the Spanish-American war, 1898 // *Annals of the Association of American Geographers*. – 2001 – Vol. 91, № 1 – P. 71–91.
- [13] Trevelyan B., Smallman-Raynor M., Cliff A. D. The spatial dynamics of poliomyelitis in the United States: From epidemic emergence to vaccine-induced retreat, 1910 – 1971 // *Annals of the Association of American Geographers*. – 2005 – Vol. 95, № 2 – P. 269–293.
- [14] Куркин, А.А. Логистические модели распространения эпидемий / А.А. Куркин, О.Е. Куркина, Е.Н. Пелиновский // *Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева*. – Н. Новгород, 2020. – №2 (129). – С. 9-18.
- [15] Экономический кризис из-за коронавируса все более вероятен. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dw.com/ru/экономический-кризис-из-за-коронавируса-все-более-вероятен/a-52577653>
- [16] Сенчагов, В.К. Сравнительный анализ влияния финансово-экономических кризисов 1998 года и 2008-2009 годов на индикаторы экономической безопасности России / В.К. Сенчагов, С.Н. Митяков // *Вестник финансового университета*. 2013. – № 6. – С. 71-88.
- [17] Сенчагов, В.К. Оценка кризисов в экономике с использованием краткосрочных индикаторов и средних индексов экономической безопасности России / В.К. Сенчагов, С.Н. Митяков // *Проблемы прогнозирования*. – 2016. – № 2(155). – С. 44-58.
- [18] Курс цен на фьючерсы нефти Brent. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.banki.ru/quotes/brent/>
- [19] Динамика курса Доллара США. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.banki.ru/products/currency/usd/>
- [20] Индекс Доу Джонса. [Электронный ресурс]. – URL: <https://investfunds.ru/indexes/221/>
- [21] Индекс РТС. [Электронный ресурс]. URL: <https://investfunds.ru/indexes/218/>
- [22] Росстат. [Электронный ресурс]. – URL: <https://gks.ru>
- [23] Свиной грипп. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D0%B3%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BF](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B3%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BF)
- [24] В Германии начали сжигать вакцины против «свиного гриппа». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fontanka.ru/2011/11/29/048/>

**S.N. Mityakov**

## **COVID-19: DISTRIBUTION MODELING AND ECONOMIC EFFECTS**

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,  
N. Novgorod

**Abstract.** This article opens a series of works devoted to the coronavirus pandemic. Epidemics are not a new phenomenon in human society. Outbreaks of infectious

viral diseases occur periodically, posing a threat to the existence of society. During development of civilization the attitude towards a major epidemic as a threat to humanity changes, new and perfect means of prevention, treatment, as well as new principles of managing socio-economic systems during spread of the epidemic appear. The outbreak of the coronavirus infection began at the end of 2019 in China. Without going into the causes of its occurrence, as well as the medical component, including emergence, transmission, methods of prevention and treatment of coronavirus this article highlights issues of mathematical modeling and forecasting spread of the epidemic, as well as economic effects associated with it. It is shown that mathematical models can be very useful in the short term which are used to assess the necessary capacities and protective equipment during development of the epidemic. Long-term forecasting is more problematic due to mutation of the virus, as well as influence of the human factor during the pandemic. The article proposes a system of short-term indicators of economic security in Russia which can be effectively used to predict emergence of the crises. Its using made it possible to forecast development of the crisis for the period up to January 2021. The first data of Rosstat on chain indices characterizing the sphere of production, services and foreign trade are also presented. The data indicate rapid development of the crisis with strong diversification across sectors of the economy.

**Keywords:** coronavirus epidemic, growth dynamics of cases, modeling, crisis forecasting, economic damage, chain indices.

### References

- [1] Viral epidemics in the world and their economic consequences. [Electronic resource]. Available at: <https://ria.ru/20090427/169343119.html>
- [2] Spanish woman: 50 million victims, minus 6.6% of GDP. [Electronic resource]. Available at: <https://thebell.io/chuma-inflyatsiya-rost-dohodov-kak-epidemii-menyali-mirovuyu-ekonomiku/>
- [3] Economics of epidemics. [Electronic resource]. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/id/5dc569dfaa9fe536eed045e/ekonomika-epidemii-5e33b71a986b38531a566e4d>
- [4] There is a real threat of a deadly pandemic. [Electronic resource]. Available at: <https://ren.tv/news/v-mire/460648-gpmb-sushchestvuet-realnaia-ugroza-vozniknoveniia-smertonosnoi-pandemii>
- [5] If the epidemic drags on, the world will face a new Great Depression. [Electronic resource]. Available at: <https://meduza.io/feature/2020/02/01/ne-zatyagivat-esli-epidemiya-zatyanetsya-mir-zhdet-novaya-velikaya-depressiya-no-dazhe-esli-vse-budet-ne-tak-ploho-koronavirus-vse-ravno-povliyaet-na-mirovuyu-ekonomiku>
- [6] The recession virus: how the 2019-nCoV epidemic will turn out for the world economy [Electronic resource]. Available at: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/10/02/2020/5e3d21239a79472f16abff05>
- [7] Murray, J.D. (2001). *Mathematical biology*. New York: Springer – Verlag, 551 p. (Russian translation).
- [8] Bazykin, A.D. (2003). [Nonlinear dynamics of interacting populations]. *M. - Izhevsk: Institut komp'yuternyh issledovanij* [M. - Izhevsk: Institute of Computer Research]. 368 p. (In Russ.).

- [9] Nizhegorodtsev, R.M. (1997). [Models of logistic dynamics as a tool for economic analysis and forecasting // Modeling of economic dynamics]. *M.: Dialog MGU* [M.: Dialogue of MSU]. pp. 34-51. (In Russ.).
- [10] Blanusha, V.I. (2015). [Spatial diffusion of innovations: the sphere of uncertainty and the network model]. *Regional'nye issledovaniya* [Regional studies]. No. 3 (49), pp. 4-12. (In Russ.).
- [11] Coronavirus online. [Electronic resource]. Available at: <https://coronavirus-online.ru/>
- [12] Smallman-Raynor, M., Cliff, A.D. (2001). [Epidemic diffusion process in a system of U.S. military camps: Transfer diffusion and the spread of typhoid fever in the Spanish-American war, 1898]. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 91. No. 1. pp. 71-91.
- [13] Trevelyan, B., Smallman-Raynor, M., Cliff, A.D. (2005). [The spatial dynamics of polio-myelitis in the United States: From epidemic emergence to vaccine-induced retreat, 1910 – 1971]. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 95, No. 2. pp. 269-293.
- [14] Kurkin, A.A. (2020). [Logistic models of the spread of epidemics]. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva. – N. Novgorod* [Proceedings of NNSTU n.a. R.E. Alekseev. - N. Novgorod]. No. 2 (129). pp. 9-18. (In Russ.).
- [15] An economic crisis due to the coronavirus is increasingly likely. [Electronic resource]. Available at: <https://www.dw.com/ru/the-economic-crisis-due-to-coronavirus-more-more-likely/a-52577653>
- [16] Senchagov, V.K. (2013). [The comparative analysis of the impact of the financial and economic crises of 1998 and 2008-2009 on the indicators of Russia's economic security]. *Vestnik finansovogo universiteta* [Bulletin of the Financial University]. No. 6. pp. 71-88. (In Russ.).
- [17] Senchagov, V.K. (2016). [Evaluation of crises in the economy using short-term indicators and average indices of economic security of Russia]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting]. No. 2 (155). pp. 44-58. (In Russ.).
- [18] Brent oil futures prices. [Electronic resource]. Available at: <https://www.banki.ru/quotes/brent/>
- [19] Dynamics of the US dollar exchange rate. [Electronic resource]. Available at: <https://www.banki.ru/products/currency/usd/>
- [20] Dow Jones Index. [Electronic resource]. Available at: <https://investfunds.ru/indexes/221/>
- [21] RTS Index. [Electronic resource]. Available at: <https://investfunds.ru/indexes/218/>
- [22] Rosstat. [Electronic resource]. Available at: <https://gks.ru>
- [23] Swine flu. [Electronic resource]. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D0%B3%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BF](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B3%D1%80%D0%B8%D0%BF%D0%BF)
- [24] Germany has begun to burn vaccines against "swine flu". [Electronic resource]. Available at: <https://www.fontanka.ru/2011/11/29/048/>