

УДК 573.22, 530.182

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2020-28-2-158-167>

## Сценарий развития мирового рынка в условиях коронавирусного кризиса

*П. А. Есин*

Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации  
Россия, 125993 Москва, Ленинградский пр-т, 51/1  
E-mail: pashka-esin@mail.ru

*Поступила в редакцию 25.03.2020, принята к публикации 8.04.2020,  
опубликована online 30.04.2020*

**Цель** настоящего исследования – определить сценарии развития мирового рынка в результате влияния вируса COVID-19, а также определить, насколько это является возможным, последствия для мирового рынка. Установить различные воздействия коронавируса на экономику и средства защиты, а также вероятные каналы передачи. **Методы.** В данной работе используются математический, эмпирический, системный, аналитический, экономический и другие методы исследования развития мирового рынка в условиях коронавируса. **Результаты.** Кратко излагается модель эпидемии Кермак–Мак–Кендрика, соответствующая общему характеру сегодняшней эпидемии коронавируса, которая может внести кардинальные изменения в сценарий развития мирового рынка. Показано, что существует три сценария развития мировой экономики. Быстрое восстановление – замедление экономического роста в США и Европе завершится к концу марта; Китай, вероятно, восстановится к концу апреля, и спрос будет относительно быстро восстанавливаться. Глобальное замедление – экономика восстанавливается в конце второго квартала, но рост мирового ВВП в 2020 году снизится до 1...1.5 процентов. Глобальная пандемия – мировая экономика может подвергнуться серьезному шоку, который может длиться почти год. **Заключение.** Сформулированы три сценария развития мировой экономики в условиях коронавирусного кризиса, а также определены различные воздействия коронавируса на мировую экономику и предложены средства защиты. Сделаны выводы, что коронавирус повлияет на микроэкономическое, макроэкономическое и политическое наследие. На многостороннем уровне кризис может быть истолкован как призыв к расширению сотрудничества или, наоборот, раздвинет биполярные центры геополитической власти. Приводится перечень ряда математических работ с богатой библиографией, посвященных конкретно COVID-19. Показано на примере одной из таких работ, что стержнем ее остаётся модель Кермака–Мак–Кендрика.

*Ключевые слова:* коронавирус, мировая экономика, экономический кризис, глобальная катастрофа, фондовый рынок.

*Образец цитирования:* Есин П.А. Сценарий развития мирового рынка в условиях коронавирусного кризиса // Известия вузов. ПНД. 2020. Т. 28, № 2. С. 158–167. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2020-28-2-158-167>

*Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0).*

## World market development scenario in the context of the coronavirus crisis

*P. A. Esin*

Financial University under the Government of the Russian Federation  
51/1, Leningradsky Prospekt, Moscow 125993, Russia  
E-mail: pashka-esin@mail.ru

*Received 25.03.2020, accepted 8.04.2020, published online 30.04.2020*

The **purpose** of this research is to determine the global market development scenarios as a result of the influence of the COVID-19 virus, and also to determine to the extent possible the consequences for the global market. To establish the various effects of the coronavirus on the economy and protective equipment, as well as probable transmission channels. **Methods.** Mathematical, empirical, systemic, analytical, economic and other approaches are used to study the development of the world market in the conditions of the coronavirus disease. **Results.** We give a brief description of the Kermack–Mac-Kendrick epidemic model, corresponding to the general nature of the current coronavirus epidemic, that can dramatically change the global market development scenario. We show three scenarios for the global economy development. Quick recovery implies a slowdown in economic growth in the United States and Europe will end by the end of March; China is likely to recover by the end of April, and demand will recover relatively quickly. Global slowdown implies the economy will recover at the end of the second quarter, but global GDP growth in 2020 will drop to 1...1.5 percent. Global pandemic implies a serious shock to the global economy, which can last for almost a year. **Conclusion.** Three scenarios of the world economy development in the context of the coronavirus crisis are formulated, as well as the various effects of the coronavirus disease on the world economy are identified; remedies are proposed. We concluded that the coronavirus disease will affect microeconomic heritage, macroeconomic heritage and political heritage. Multilaterally, the crisis can be interpreted as a call for increased cooperation or, on the contrary, a need to expand the bipolar centers of geopolitical power. We list a number of mathematical papers with extensive bibliography on COVID-19. On the example of one of such works we have shown that the Kermack–Mac-Kendrick model remains the backbone of the research in this sphere.

*Key words:* coronavirus, world economy, economic crisis, global catastrophe, stock market.

*Reference:* Esin P.A. World market development scenario in the context of the coronavirus crisis. *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*, 2020, vol. 28, no. 2, pp. 158–167. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2020-28-2-158-167>

*This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0).*

### Введение

Мир живёт среди непрерывно эволюционирующих глобальных процессов, которые условно можно разделить на три основных класса.

1. Природные глобальные процессы, которые изменяют физическую структуру планеты. К ним относятся атмосферные, биологические, климатические, минеральные, водные и другие изменения физических свойств планеты.
2. Социальные глобальные процессы, обусловленные взаимодействием общества и природы. В этот класс включаются экономические, политические, идеологические, правовые, социокультурные, духовно-нравственные и другие отношения между людьми.
3. Третий класс соединяет экологические, природно-ресурсные, любые социо-природные взаимодействия и связывает в единую глобальную систему процессы первого и второго классов.

Нет сомнения, что распространение эпидемий – один из самых страшных для человечества глобальных процессов. Сегодня угрозу миру несет пандемия, связанная с распространением коронавируса, которое может оказать губительное влияние на экономику мира, а следовательно, и на существование человечества. Прежде чем перейти к обсуждению связи пандемии

с экономикой, связывая ее со вторым классом глобальных процессов, напомним простую, но достаточно общую модель распространения эпидемий, так называемую модель Кермака–МакКендрика [1, 2]).

### 1. Напоминание об общей модели эпидемии

В этой модели рассматривается равномерно перемешанная группа, состоящая из  $n$  индивидуумов, в которой в момент времени  $t$  имеется  $x$  восприимчивых индивидуумов,  $y$  источников инфекции и  $z$  изолированных, то есть умерших или выздоровевших и ставших невосприимчивыми к инфекции индивидуумов. Следовательно,  $x + y + z = n$ .

Пусть частота контактов между членами этой группы равна  $\beta$ , а среднее число новых случаев заболевания, появляющихся в интервале времени  $dt$  пропорционально и числу источников инфекции, и числу восприимчивых индивидуумов, то есть равно  $\beta xy dt$ . За этот же интервал времени  $dt$  зараженную группу покидают  $\gamma y dt$  индивидуумов, где  $\gamma$  – частота случаев удаления. Тогда

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -\beta xy, \\ \frac{dy}{dt} = \beta xy - \gamma y, \\ \frac{dz}{dt} = \gamma y. \end{cases} \quad (1)$$

Начальные условия для системы (1) в момент времени  $t = 0$ :  $(x, y, z) = (x_0, y_0, z_0)$ .

Кратко изложим решение системы уравнений (1), предложенное в книге [1]. Если число источников мало, то можно считать, что  $x_0 \approx n$ . Из второго уравнения системы (1) при условии что  $x_0 > \gamma/\beta$  следует невозможность начала эпидемии. В [1] величина  $\rho = \gamma/\beta$  называется относительной частотой удаления зараженных индивидуумов. Очевидно, что пороговым значением этой величины нужно считать  $\rho = x_0 \approx n$ . Если плотность восприимчивых индивидуумов меньше этого значения, то первоначальные случаи заболевания исчезнут раньше, чем инфекция передастся другим индивидуумам. В случае, когда плотность выше пороговой, эпидемия возникнет, даже если первоначальное число источников мало.

Один из главных вопросов – «Насколько большой вспышки эпидемии можно ожидать?». Деление первого уравнения из (1) на третье дает:

$$\frac{dx}{dz} = -\frac{x}{\rho}, \quad x = x_0 \exp\left(-\frac{z}{\rho}\right). \quad (2)$$

Подставив в третье уравнение из (1)  $y = n - x - z$  и  $x$ , определяемые (2), получим:

$$\frac{dz}{dt} = -\gamma \left( n - z - x_0 \exp\left(-\frac{z}{\rho}\right) \right). \quad (3)$$

Разложим  $\exp(-z/\rho)$  в ряд Тэйлора и ограничимся в разложении слагаемыми второго порядка малости. Тогда получим колоколообразную симметричную кривую

$$\frac{dz}{dt} = \gamma \left( n - z - x_0 + \frac{x_0 z}{\rho} - \frac{x_0 z^2}{2\rho^2} \right). \quad (4)$$

Для определения полного размера эпидемии  $z_\infty$  положим  $t \rightarrow \infty$ ,  $dz/dt \rightarrow 0$ ,  $x_0 \approx n$ .  
Получим

$$\gamma \left( n - z - n + \frac{nz}{\rho} - \frac{nz^2}{2\rho^2} \right), \quad z_\infty \approx 2\rho \left( 1 - \frac{\rho}{n} \right). \quad (5)$$

Очевидно, что, если  $\rho > n$ , эпидемия не возникнет. Пусть при  $\rho < n$

$$n = \rho + \nu. \quad (6)$$

Поставив (5) в (6), получим

$$z_0 = 2\rho \left( 1 - \frac{\rho}{\rho + \nu} \right) \approx 2\rho \left( \frac{\nu}{\rho + \nu} \right) \quad (7)$$

и при малых  $\nu$

$$z_\infty = 2\nu. \quad (8)$$

Мы пришли к известной теореме Кермака и Мак-Кендрика, которая формулируется так: «Начальная плотность восприимчивых индивидуумов  $\rho + \nu$  в конечном счете уменьшается до  $\rho - \nu$ , то есть до величины ниже порогового значения настолько, насколько эта плотность первоначально была выше порогового значения».

Закончим описание модели цитатой из [1, с. 224]. Эта теорема «соответствует тому общеизвестному факту, что эпидемия легче возникает в том случае, если вследствие «скрученности» плотность восприимчивых индивидуумов высока, а вследствие отсутствия необходимых знаний и неудовлетворительной изоляции зараженных индивидуумов частота их удаления из коллектива относительно низка».

Заметим, что расчеты для SIR-модели Кермака–Мак-Кендрика, являющейся вариантом изложенной выше, хорошо совпадают с данными по эпидемии чумы в Бомбее 1906 года [2, с. 368].

Считаем, что для наших целей достаточно напоминания о модели Кермака–Мак-Кендрика.

## 2. Что может принести пандемия в экономику планеты

Предприятия в различных секторах сталкиваются с серьезными потрясениями, поскольку логистика и торговля значительно замедлились. Это также заставило инвесторов беспокоиться о том, что мы движемся к следующему глобальному экономическому спаду. Кроме того, с падением индекса Доу-Джонса почти на 30% за последний месяц, признаки кризиса неизбежны.

Кроме того, существует огромная неопределенность в отношении распространения коронавируса. Это сделало невозможным прогнозирование какого-либо дальнейшего ущерба или сроков, когда это может прекратиться.

Так, средний пациент с COVID-19 заражает от 1.6 до 2.4 других. Кроме того, у людей старше 70 лет уровень смертности выше, то есть в 3–4 раза выше среднего. Принимая во внимание все эти сложности, можно предположить три сценария развития мировой экономики.

1. Быстрое восстановление. В случае быстрого восстановления рынка существует предположение, что глобальные сети здравоохранения начнут получать подтверждение о коэффициенте смертности от COVID-19 среди населения трудоспособного возраста. Однако из этого вытекает еще одно предположение – что государственные учреждения здравоохранения во всем мире должны быть в одном ряду с больницами и клиниками Китая [3].

Хотя потребительский спрос будет падать, характер этого падения будет «локализован по продолжительности». Исходя из этого, существует вероятность того, что замедление экономического роста в США и Европе завершится к концу марта. Китай, вероятно, восстановится к концу апреля, и потребительский спрос будет относительно быстро восстанавливаться.

2. Глобальное замедление. Странам с новыми вспышками может быть труднее принять меры безопасности. В этом случае уровень смертности, вероятно, будет выше, чем у гриппа. Мы можем ожидать принятия жестких контрмер для предотвращения распространения вируса и обеспечения его локализованности [4].

В таком случае, ожидается, что экономика Китая восстановится к концу апреля или в начале второго квартала. Тем не менее, к концу первого полугодия 2020 года в западных странах будет наблюдаться отсрочка. В конечном итоге, распространение вируса замедляется из-за сезонности. Экономика восстанавливается в конце второго квартала, но рост мирового ВВП в 2020 году снизится до 1...1.5 процентов.

3. Глобальная пандемия. 11 марта Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) уже объявила коронавирус глобальной пандемией. Директор ВОЗ также сказал, что крупнейшие мировые экономики, включая США, не смогли принять эффективные ответные меры. По сообщениям, рост числа заболеваний находится на подъеме и будет продолжаться до декабря [5].

В случае тяжелой пандемии мировая экономика может подвергнуться серьезному шоку длительностью до года. В странах, которые сталкиваются с крупномасштабным воздействием человека, системы здравоохранения могут быть перегружены. В конечном итоге этот сценарий приведет к глобальному спаду экономики, при этом рост мирового ВВП в 2020 году снизится до 1.5 или даже до 0.5 процента [6].

Не существует единого числа, которое достоверно прогнозировало бы экономические последствия COVID-19. Вместо этого мы должны внимательно изучить рыночные сигналы по классам активов, моделям рецессии и восстановления, а также истории эпидемий и потрясений, чтобы получить представление о предстоящем пути.

Нет сомнений в том, что финансовые рынки в настоящее время приписывают COVID-19 значительный разрушительный потенциал, и эти риски реальны. Но различия в оценке активов подчеркивают значительную неопределенность, связанную с этой эпидемией, и история предостерегает нас от проведения прямой линии между распродажами на финансовых рынках и реальной экономикой.

Нельзя сказать, что COVID-19 способствует финансовому дисбалансу, но стресс может возникнуть из-за дефицита денежных потоков, особенно на малых и средних предприятиях [7].

Глядя на эту таксономию и на историю, можно отметить некоторые хорошие новости в классификации «реальной экономики». Несмотря на своеобразие, реальные спады, как правило, более благоприятны, чем политические спады или спады, вызванные финансовым кризисом, поскольку они представляют собой потенциально серьезные, но, по сути, переходные шоки спроса (или предложения). Политические спады, напротив, могут быть, в зависимости от размера ошибки, серьезными. Фактически, Великая Депрессия была вызвана, возможно, самой большой ошибкой в политике. И финансовые кризисы являются наиболее пагубным видом, поскольку они вносят структурные проблемы в экономику, для исправления которых может потребоваться много времени.

В зависимости от того, сможет ли экономика избежать рецессии или нет, путь к росту в рамках COVID-19 будет зависеть от целого ряда факторов, таких как степень, в которой спрос будет отсрочен или предрешен, будет ли шок действительно резким или продолжительным, или есть ли структурное повреждение среди других факторов. Таким образом, можно предположить три широких сценария, которые мы описали как V-U-L.

V-образный: этот сценарий описывает «классический» шок реальной экономики, смещение производства, но рост в конечном итоге восстанавливается. В этом сценарии годовые темпы роста могут полностью поглотить шок. Хотя в сегодняшнем мраке это может показаться сверх оптимистичным, мы считаем, что это правдоподобно.

U-образный: шок сохраняется, и хотя первоначальный путь роста возобновляется, наблюдается некоторая постоянная потеря продукции.

L-образный: этот сценарий является очень плохим относительно V и U. Чтобы реализовался этот сценарий, COVID-19 должен нанести существенный структурный ущерб, то есть сломать что-то на стороне предложения экономики – рынок труда, накопление капитала или функцию производительности. Это трудно представить даже с пессимистическими предположениями. В какой-то момент мы окажемся на другой стороне этой эпидемии.

Все это свидетельствует о том, что необходимо изучить механизм передачи, посредством которого кризис в области здравоохранения поражает экономику.

Если таксономия рецессий говорит нам, где вирус, вероятно, атакует экономику, каналы передачи сообщают нам, как вирус берет под контроль своего хозяина. Это важно, поскольку это понятие подразумевает различные воздействия и средства защиты. Существует три вероятных канала передачи.

**Косвенный удар по доверию (эффект богатства).** Классическая передача экзогенных шоков в реальную экономику происходит через финансовые рынки (и в более широком смысле – финансовые условия) – они становятся частью проблемы. По мере падения рынков и сокращения благосостояния домохозяйств нормы сбережений домохозяйств растут, и, следовательно, потребление должно падать. Этот эффект может быть мощным, особенно в странах с развитой экономикой, где подверженность домашних хозяйств классу активов капитала высока, например, как в США. Тем не менее для этого потребуется как крутой (скорее медвежий рынок, чем коррекция), так и устойчивый спад.

**Прямой удар по уверенности потребителей.** Хотя показатели финансового рынка и уверенность потребителей сильно коррелируют, долгосрочные данные также показывают, что уверенность потребителей может упасть, даже когда рынки растут. COVID-19, по-видимому, является потенциальным прямым ударом по доверию, удерживая потребителей дома, уставших от дискреционных расходов и, возможно, пессимистичных по поводу долгосрочной перспективы.

**Шок со стороны предложения.** Два вышеупомянутых канала являются шоками спроса, но существует дополнительный риск передачи из-за нарушения снабжения. Поскольку вирус закрывает производство и отключает критически важные компоненты цепочек поставок, разрывы превращаются в проблемы, производство может остановиться, начнутся отпуска и увольнения. Будут огромные различия между экономиками и отраслями, но, взяв в качестве примера экономику США, мы думаем, что потребуется достаточно длительный кризис для того, чтобы этот процесс прошел в значительной степени. По отношению к влиянию спроса мы рассматриваем это как вторичное.

Спады – это преимущественно циклические, а не структурные события. И все же граница может быть размыта. История показывает, что мировая экономика после крупного кризиса, подобного COVID-19, вероятно, будет отличаться по ряду существенных причин [8].

**Микроэкономическое наследие.** Кризисы, включая эпидемии, могут стимулировать внедрение новых технологий и бизнес-моделей. Вспышка атипичной пневмонии в 2003 году часто приписывается принятию онлайн-покупок среди китайских потребителей, что ускоряет рост Alibaba (китайский холдинг, работающий в сфере интернет-коммерции).

**Макроэкономическое наследие.** Похоже, что вирус ускорит продвижение к более децентрализованным глобальным цепочкам создания стоимости – по сути, вирус добавляет биологическое измерение политическим и институциональным силам, которые выдвинули модель цепочки создания стоимости до 2016 года в более фрагментированном направлении.

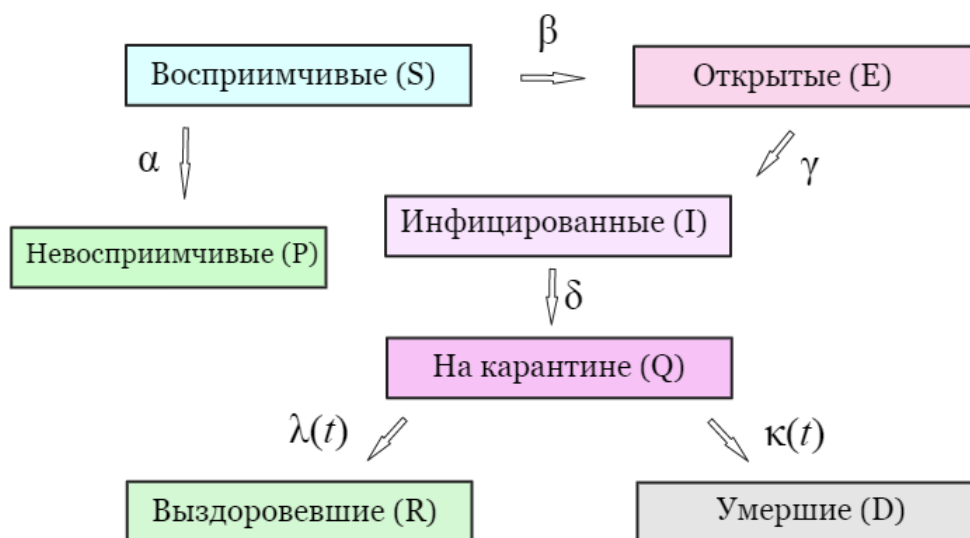
**Политическое наследие.** Нельзя исключать политические последствия во всем мире, поскольку вирус подвергает испытанию способность различных политических систем эффективно защищать свое население. На многостороннем уровне кризис может быть истолкован как призыв к расширению сотрудничества или, наоборот, раздвинет биполярные центры геополитической власти.

### Заключение

Следует отметить, что в настоящее время уже появился *Special Issues: Modeling the Biological, Epidemiological, Immunological, Molecular, Virological aspects of COVID-19*. Отдельные аспекты анализа данной проблемы приведены в следующих работах:

1. *Sha He, Sanyi Tang, Libin Rong. A discrete stochastic model of COVID-19 outbreak: Forecast and control*, в которой построена математическая модель специально для изучения COVID-19. Еще одним достоинством статьи является обширный библиографический список [9].
2. Также в статье *Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (COVID-19) and the probable outbreak size on the Diamond Princess cruise ship: A data-driven analysis* осуществляется подгонка данных о зараженных коронавирусом на лайнере Diamond Princess под гамма распределение и делается прогноз ежедневных новых случаев на корабле [10].
3. В статье *Early dynamics of transmission and control of COVID-19: A mathematical modelling study* рассматривается модель в виде случайного блуждания чисел, анализируется, как передача вируса варьировалась в Ухане с декабря 2019 по февраль 2020 года [11].
4. В статье *Modeling the SARS Epidemic* анализируется ранее появившийся коронавирус 2003 года: каков период времени между заражением и началом инфицирования, сколько человек заразится во время эпидемии, хватит ли мер общественного здравоохранения, чтобы поставить ОРВИ под контроль [12].
5. В статье *Epidemic analysis of COVID-19 in China by dynamical modeling* приводится следующая модель [13]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS(t)}{dt} = -\beta \frac{S(t)I(t)}{N} - \alpha S(t), \\ \frac{dE(t)}{dt} = \beta \frac{S(t)I(t)}{N} - \gamma E(t), \\ \frac{dI(t)}{dt} = \gamma E(t) - \delta I(t), \\ \frac{dQ(t)}{dt} = \delta I(t) - \lambda(t)Q(t) - \kappa(t)Q(t), \\ \frac{dR(t)}{dt} = \lambda(t)Q(t), \\ \frac{dD(t)}{dt} = \kappa(t)Q(t), \\ \frac{dP(t)}{dt} = \alpha S(t). \end{array} \right. \quad (9)$$



Чтобы охарактеризовать эпидемию COVID-19, которая в конце 2019 года превысила уровень в Ухане, авторы статьи обобщают классическую модель SEIR (см. рисунок), вводя семь различных состояний, то есть  $S(t)$ ,  $P(t)$ ,  $E(t)$ ,  $I(t)$ ,  $Q(t)$ ,  $R(t)$ ,  $D(t)$  обозначает в момент времени  $t$  соответствующее число восприимчивых случаев, невосприимчивых случаев, открытых случаев (инфицированные, но еще не заразные, в латентном периоде), инфекционные случаи (с инфекционным потенциалом и еще не помещенные в карантин), случаи карантина (подтвержденные и инфицированные), случаи выздоровления и закрытые случаи (или смерть).

Любопытно заметить, что, если  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  и  $\kappa$  равны 0, а  $Q$  вообще отсутствует, то мы приходим к изложенной нами во введении модели Кермака и Мак-Кендрика.

Заметим в заключение, что известные модели распространения эпидемий описывают их эволюцию во времени. В то же время модель должна быть распределенной, учитывающей пространственные распространения индивидуумов. В простейшем случае уравнения должны содержать слагаемые диффузионного типа, связанные с непредвиденным скоплением людей в данном месте, что может привести к вспышке эпидемии. Пример сегодняшнего дня – взрывная вспышка эпидемии в Новом Орлеане, США, куда для участия в фестивале съехались сотни участников из разных концов Америки. Фестиваль закончился, и его участники, среди которых есть и зараженные, диффундируют по всей стране.

Мы все еще так много не знаем о коронавирусе, который делает потенциальные экономические последствия крайне неопределенными для всего мира. Также трудно полностью изолировать один фактор – в данном случае вирусную вспышку – от всего остального, происходящего в мире, которое может испугать рынки или поставить под угрозу экономику.

Таким образом, из изучения поведения финансовых рынков и истории аналогичных потрясений могут быть сделаны следующие выводы.

Финансовые рынки в настоящее время отражают большую неопределенность. Широкий спектр сценариев остается правдоподобным и должен быть изучен. Нужно иметь в виду, что V-образное восстановление является правдоподобным сценарием концептуально и эмпирически, но не нужно позволять этому пониманию пускать все на самотек.



## Библиографический список

1. Трубецков Д.И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. М: Едиториал УРСС, 2004. С. 221–229.
2. Нелинейная динамика глобальных процессов в природе и обществе / Под редакцией И.В. Ильина, Д.И. Трубецкова, А.В. Иванова. М: Издательство Московского государственного университета, 2014. С. 366–368.
3. Газета Коммерсант. Эпидемия по-итальянски [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4307329>
4. The Wall Street Journal. China is back to work. But specter of COVID-19 is still haunt the economy [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.wsj.com/articles/china-is-back-to-work-but-the-specter-of-covid-19-still-haunts-the-economy-11585821108?mod=searchresults&page=1&pos=7>
5. McKinsey. Coronavirus: Leading Through the Crisis [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/coronavirus-leading-through-the-crisis>
6. Новая Газета. Вакцина от рецессии. Что будет с мировой экономикой, если не остановить коронавирус прямо сейчас. Пессимистичный сценарий [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/03/05/84188-vaktsina-ot-retsessii>
7. Bloomberg Markets [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.bloomberg.com/markets>
8. THE WORLD BANK GROUP AND COVID-19 (CORONAVIRUS) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.worldbank.org/en/who-we-are/coronavirus-covid19>
9. Sha He, Sanyi Tang, Libin Rong. A discrete stochastic model of COVID-19 outbreak: Forecast and control [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.aimspress.com/article/10.3934/mbe.2020153//fulltext.html>
10. Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (COVID-19) and the probable outbreak size on the Diamond Princess cruise ship: A data-driven analysis [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971220300916>
11. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: A mathematical modelling study [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1473309920301444>
12. Modeling the SARS Epidemic [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://science.sciencemag.org/content/300/5627/1884>
13. Epidemic analysis of COVID-19 in China by dynamical modeling [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/339323999\\_Epidemic\\_analysis\\_of\\_COVID-19\\_in\\_China\\_by\\_dynamical\\_modeling](https://www.researchgate.net/publication/339323999_Epidemic_analysis_of_COVID-19_in_China_by_dynamical_modeling)

## References

1. Trubetskov D.I. *Introduction to Synergetics: Chaos and Structures*. Moscow, EDITORIAL, 2004. P. 221–229 (in Russian).
2. *Nonlinear dynamics of global processes in nature and society*. Edited by I.V. Il'in, D.I. Trubetskov, A.V. Ivanov. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2014. P. 366–368 (in Russian).
3. The newspaper Kommersant. Epidemic in Italian [Electronic resource]. Access mode: <https://www.kommersant.ru/doc/4307329>

4. The Wall Street Journal. China is back to work. But specter of COVID-19 is still haunt the economy [Electronic resource]. Access mode:  
<https://www.wsj.com/articles/china-is-back-to-work-but-the-specter-of-covid-19-still-haunts-the-economy-11585821108?mod=searchresults&page=1&pos=7>
5. McKinsey. Coronavirus: Leading Through the Crisis [Electronic resource] / Access mode:  
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/coronavirus-leading-through-the-crisis>
6. Novaya Gazeta. The recession vaccine. If you do not stop the coronavirus right now. Pessimistic scenario [Electronic resource]. Access mode: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/03/05/84188-vaktsina-ot-retsessii>
7. Bloomberg Markets [Electronic resource]. Access mode: <https://www.bloomberg.com/markets>
8. THE WORLD BANK GROUP AND COVID-19 (CORONAVIRUS) [Electronic resource]. Access mode: <https://www.worldbank.org/en/who-we-are/coronavirus-covid19>
9. Sha He, Sanyi Tang, Libin Rong. A discrete stochastic model of COVID-19 outbreak: Forecast and control [Electronic resource]. Access mode:  
<https://www.aimspress.com/article/10.3934/mbe.2020153//fulltext.html>
10. Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (COVID-19) and the probable outbreak size on the Diamond Princess cruise ship: A data-driven analysis [Electronic resource]. Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971220300916>
11. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: A mathematical modelling study [Electronic resource]. Access mode:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1473309920301444>
12. Modeling the SARS Epidemic [Electronic resource]. Access mode:  
<https://science.sciencemag.org/content/300/5627/1884>
13. Epidemic analysis of COVID-19 in China by dynamical modeling [Electronic resource]. Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/339323999\\_Epidemic\\_analysis\\_of\\_COVID-19\\_in\\_China\\_by\\_dynamical\\_modeling](https://www.researchgate.net/publication/339323999_Epidemic_analysis_of_COVID-19_in_China_by_dynamical_modeling)



*Есин Павел Александрович* – родился в Москве (1998). Обучается на 4 курсе факультета международных экономических отношений в Финансовом университете при Правительстве РФ по направлению «Международный бизнес». Научные интересы – мировая экономика, международный бизнес, нелинейная динамика.

Россия, 125993 Москва, Ленинградский пр-т, 51/1  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
E-mail: [pashka-esin@mail.ru](mailto:pashka-esin@mail.ru)