

Н. Д. Найденов

Российский университет кооперации, Сыктывкарский филиал, г. Сыктывкар

**Оценка эффективности мероприятий по сдерживанию
пандемии COVID-19 в Республике Коми
(культурологический и экономический аспекты)**

В статье рассматривается этическая медицинская ценность «не навреди» применительно к условиям ее воздействия на экономические и социальные аспекты.

Использованные методы и материалы: статистические данные о пандемии COVID-19; математические модели естественных, экономических социальных процессов; методики расчета экономической эффективности инвестиций в здравоохранение; эгалитаризм и утилитаризм как методологические приемы анализа этических проблем в медицине; теория общественных и частных товаров.

В статье обобщаются различные подходы к расчетам экономической эффективности медицинских услуг как конкретизации этического принципа «не навреди» (теория массового обслуживания, теория игр, непосредственная оценка ущерба, оценка стоимости жизни). Обосновано применение оценки стоимости жизни и затрат на сдерживание распространения пандемии как метода оценки эффективности регулирующих пандемию мероприятий. Результаты статьи: дана оценка эффективности регулирующих распространение коронавируса мероприятий на примере Республики Коми на 14.04.2020. Сделан вывод, что придание экономического смысла затратам и результатам регулирующих мероприятий в регионе укрепляет осуществление этических принципов в медицинской практике.

Эффективные меры по сдерживанию распространения COVID-19 включают в себя денежные, неденежные, нормативно-правовые и воспитательные мероприятия. Продление жизни пациентов морально значительно и независимо от их доли числе заболевших и создает существенно значимый социальный эффект в виде включения переболевших пациентов в число здоровых людей.

Область применения и перспективы исследования: результаты исследования могут быть использованы в органах государственного управления, управлении здравоохранением, в органах управления субъектом Федерации применительно к различным регионам и ситуациям.

Ключевые слова: пандемия COVID-19, медицинская этика, медицинская селекция, экономико-математическое моделирование пандемии, эффективность регулирующих мероприятий, стратегии по сдерживанию распространения пандемии, математика в медицине.

N. D. Naydenov

Syktyvkar Branch of Russian University of Cooperation, Syktyvkar

Evaluation of Effectiveness of the Measures for Control of the COVID-19 Pandemic in the Komi Republic (Russia): Cultural and Economic Aspects

The article discusses the ethical medical value of “do no harm” in relation to the conditions of its impact on economic and social aspects.

Methods and materials used: statistics and pandemics COVID—19; mathematical models of natural, economic social processes; methods for calculating the economic efficiency of investments in healthcare; rollsonianism and utilitarianism as methodological methods for the analysis of ethical problems in medicine; theory of public and private goods.

The article summarizes various approaches to calculating the economic efficiency of medical services, as concretizing the ethical principle of “do no harm” (queuing theory, game theory, direct damage assessment, cost of living assessment). The use of assessing the cost of living and the costs of containing the spread of a pandemic as a method for assessing the effectiveness of pandemic—regulating measures is justified.

The results of the article: The author proposed a methodology for assessing effectiveness of the measures regulating the spread of coronavirus as exemplified by the Komi Republic on April 14, 2020. The author puts forward the position that giving economic meaning to the costs and results of regulatory measures in the field strengthens the implementation of ethical principles in medical practice.

Effective measures to curb the spread of COVID-19 include monetary, non-monetary regulatory and educational activities. The patients’ life extension is morally significant regardless of the share of number of patients and it consistently creates a greatly significant social effect in the form of inclusion of ill patients in the number of healthy people.

The scope and prospects of the study: the results of the study can be applied in government, healthcare management, in the governance of a constituent entity of the Federation and be developed in relation to different regions and situations.

Keywords: *COVID-19 pandemic, medical ethics, medical selection, triage, economic and mathematical modeling of a pandemic, regulatory effectiveness, pandemic containment strategies, Mathematics in medicine.*

Введение. Медицина — одна из сфер общественной жизнедеятельности, где тесно переплетаются культурные и экономические аспекты. Пройдя путь от сугубо прикладного ремесла — знахарства и шаманства, народного целительства до развитой научно-технической отрасли, медицина превратилась в мощную отрасль государственной деятельности, бизнеса, культуры, безопасности жизнедеятельности, права гуманитарной и естественной науки. Пандемия COVID-19 в начале 2020 г. усилила интерес ученых-гуманитариев и экономистов к проблемам медицинской этики.

Пандемия COVID-19 ставит множество этических проблем, среди которых наиболее значимая — медицинская сортировка, или триаж, — отбор тех больных, которым нужно в первую очередь оказывать помощь в условиях дефицита врачей и оборудования. Когда больных сотни и тысячи, как во время войн и эпидемий, влияние этики на ход пандемии существенно значимо. Статья имеет целью рассмотреть различные подходы к расчетам экономической эффективности медицинских услуг как конкретизации этического принципа «не навреди».

Цель статьи: рассмотреть экономическую реализацию этической ценности «не навреди» применительно к условиям пандемии COVID-19 в ее начальный период.

Методы исследования, теоретическая база исследования. На первый взгляд, медицинская этика, экономика и математика могут показаться несовместимыми областями человеческого знания. Однако более внимательный взгляд показывает, что экономика и математика в медицине вышли за пределы формального описания здравого смысла, они стали и инструментом развития медицинской этики.

На 14 апреля 2020 года в Российской Федерации зарегистрировано 19278 случаев заражения COVID-19, 173 человека умерли¹.

¹Coronavrus (COVID-19). URL: <https://coronavirus-monitor.ru/coronavirus-v-rossi>. (дата обращения: 18.04.2020).

На 14 апреля 2020 года в Республике Коми зарегистрировано 305 случаев заражения COVID-19, 3 человека умерли¹.

Для сравнения на 14 апреля 2020 года в Швеции зарегистрировано 11445 случаев заражения COVID-19, умерли 1033 человека².

В Ухане на 17.04.2020 количество зараженных составило 50333 человека. Число умерших составило 38869 человек³.

В Швеции от коронавируса на 17.04.2020 умерли более 1000 человек⁴.

По состоянию на 14.04.2020 в мире число зараженных составляет 1 949 210 человек, 123 348 скончались⁵.

В нью-йоркских больницах в условиях наплыва коронавирусных больных медицинская сортировка (триаж) проявляется в том, что используется система баллов, определяющая приоритетность пациента, исходя из того, сколько лет жизни (life years) может подарить ему интенсивная терапия (в соотношении с продолжительностью лечения). Идут в расчет общее состояние, возраст, наличие сопутствующих заболеваний (диабет, астма и пр.). Если лечение может продлить жизнь одного пациента на пять лет, а другого — на три года при прочих равных условиях, то ограниченные ресурсы предоставляются только первому.

Есть и другая методика применения принципа триажа. В штате Джорджия в целом и г. Атланте в частности порядок предпочтений состоит в следующем. В первую очередь к тестированию, а значит и к дальнейшим медицинским процедурам, допускают

¹ Карта заражения коронавирусом в Коми на 14 апреля. 14.04.2020. URL: https://www.bnrjmi.ru/data/news/110057/?utm_source=yxnews&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews. (дата обращения: 14.04.2020)

² В Швеции от коронавируса умерли более 1000 человек. URL: <https://runews24.ru/world/14/04/2020/71eb28s5fda2D645ad091482ab67ab736> (дата обращения: 17.04.2020).

³ В Ухане пересчитали число смертей от COVID-19. 17.04.2020. URL: abnews.ru/2020/04/17v-uhane-pereschitali-chislo-smertej-ot-covid-19/ (дата обращения: 17.04.2020).

⁴ В Швеции от коронавируса умерли более 1000 человек. URL: <https://runews24.ru/world/14/04/2020/71eb28s5fda2D645ad091482ab67ab736> (дата обращения: 17.04.2020).

⁵ В Ухане пересчитали число смертей от COVID-19. 17.04.2020. URL: abnews.ru/2020/04/17v-uhane-pereschitali-chislo-smertej-ot-covid-19/ (дата обращения 17.04.2020).

ся лица из группы наибольшего риска — обитатели домов престарелых, инвалиды, то есть наиболее слабые, уязвимые категории граждан [1].

С экономической точки зрения различные методики селекции пациентов для лечения едины в том, что они фиксируют максимумы полезности на единицу медицинских услуг. С точки зрения медицинской этики подходы «лечи потенциально выживающего» и «лечи наиболее слабого» соответствуют этическим ценностям, лежащим в основе отношений между пациентом и врачом, но важно видеть особенности ситуации.

Этика относится к важнейшим элементам культуры — миру значений, созданных человеком, его ценностей, норм, мировоззренческих установок, правил.

Питирим Сорокин считал, что каждый человек живет в соответствии с нормами и ценностями своей культуры и действует, следуя ее образцам. П. Сорокин выделял три типа культуры: а) идеациональную — основанную на духовных и материальных ценностях; б) идеалистическую — основанную на религиозных ценностях; в) чувственную — основанную преимущественно на материальных ценностях. Таким образом, П. Сорокин не поддерживал экономический детерминизм [2].

И. В. Манахова обращает внимание, что поведение людей с точки зрения экономического детерминизма часто иррационально и связано с культурными и этическими факторами: доверием, справедливостью, злоупотреблениями, недобросовестностью, иллюзиями, легендами и мифами [3].

Экономические аспекты медицины в единстве с этическими принципами рассмотрены в работе Н. Д. Найденова [4], а также в книге Б. М. Завьялова, Д. М. Безгодова, И. А. Гончарова, Н. Д. Найденова и др. «Гуманитарное образование в высшей школе для негуманитарных специальностей: традиции и современные проблемы» [5].

Ю. А. Баталыгина отмечает, что современная ситуация в современном глобальном мире требует от специалистов не только концептуализации теоретического аппарата исследований в области этики, но разработки междисциплинарных методов и инструментария практических действий в коллективных и индивидуальных действиях [6].

М. Жарова приводит принципы медицинской этики в их единстве и различиях [7]. К принципам медицинской этики М. Жарова относит: «не навреди», «делай благо», «уважение автономии пациента», «справедливость», «правдивость», «конфиденциальность и правила информированного согласия».

Медики и пациенты вступают в отношения, которые описываются различными моделями: модель Парацельса (врач делает благо пациенту); модель Гиппократ (врач руководствует принципом «не навреди»); деонтологическая модель (врач исполняет свой долг); биоэтическая модель (врач уважает пациента и его выбор); патерналистская модель (врач относится к пациенту как к сыну, пациент воспринимает врача как посланника Бога); технократическая модель (психологические и эмоциональные отношения врача и пациента сводятся к минимуму); коллегиальные отношения (пациент и врач вместе обсуждают и принимают решения, как проводить лечение); контрактная модель (врач и пациент заключают контракт и четко следуют принятым обязательствам).

Принципы медицинской этики подробно описываются Л. С. Сулмаси и Т. А. Бледсои [8].

Подтверждая этические принципы, авторы на основе анализа прошлых ситуаций разрабатывают рекомендации для решения текущих этических проблем. Медицина, право и социальные ценности не статичны, и пересмотр этических принципов медицины и их применение в новых обстоятельствах является необходимой практикой.

И. А. Шмерлина рассматривает этические принципы, в частности, в аспекте социальности. Социальность — это совокупность ценностей (норм, значений, принятия ролей, важных для общества), которая разделяется и реализуется в действиях индивида. Существенная часть совокупности ценностей, принятых и реализуемых индивидом ценностей, понимается как смысл взаимодействия индивида и общества. Социальность, по мнению И. А. Шмерлиной, имеет два аспекта: чувственное восприятие нравственных норм и реакция на них с точки зрения реализации со стороны индивида [9].

А. В. Прокофьев обращает внимание на несовпадение норм ценностей для индивида и аналогичных норм и ценностей для общества [10].

Р. Г. Апресян указывает на перфекционистский и дисциплинарный языки морали (На языке менеджмента перфекционистский язык — это мотивационный аспект управленческих решений, а дисциплинарный язык — это компенсационный аспект управленческих решений, опирающихся на моральные ценности — Н. Н.) [11].

Д. Вэлш обращает внимание на усвоение социальными институтами исторически сложившихся этических ценностей, нравственных норм и нравственно оправданных цепочек действий. Институты позволяют создать инструменты для измерения степени достижения нравственных ценностей и здоровья социального тела, например выгоды от того или иного распределения ролей в коллективе, полноты деления затрат и обязанностей, справедливости распределения компенсаций, уровня соблюдения обязательств [12].

При заключении экономического контракта этика служит преодолению неопределенности в исполнении контрактных обязательств. Однако на практике этические правила часто определяют заключение контракта. Медицине этика может служить критерием для распределения медицинских услуг, именно от этики часто зависит, получит пациент медицинскую помощь или нет.

Принцип триажа (медицинской селекции) укладывается в рамки двух этических направлений — утилитаризма и эгалитаризма. Утилитаризм — направление в этике, для которого высшая ценность — дать наибольшее счастье (а значит, и здоровье) наибольшему числу людей. Одни и те же ресурсы, если распределить их между самыми «излечимыми», могут продлить жизнь большего числа людей на большее число лет, чем если распределить их среди излечимых и неизлечимых.

Вторая система — эгалитаризм — предполагает предоставление всем равных условий для выживания и благополучия, а значит, больше заботы о тех, кто больше всего в ней нуждается. Эгалитаризм стремится обеспечить доступ к благам медицины за счет преимущественной помощи наименее защищенным.

Результаты исследования и их обсуждение. В 2020 г. глобальная экономика потеряет от коронавируса до 1 трлн долларов. Рост мировой экономики может замедлиться с 2,6 % до 1 % (данные Института международных финансов) [13].

Правительство Республики Коми прогнозирует выпадение порядка 15,8 млрд рублей из доходов государственного бюджета региона в 2020 г. из-за снижения цен на нефть и негативных тенденций на глобальном рынке в связи с пандемией коронавируса¹.

При расчетах указанных цифр применялись пропорции, сложившиеся в прошлые периоды, и далее они сравнивались с новыми. Мы предлагаем другой подход к оценке ущерба от пандемии. Он основан на применении этических учений — утилитаризма и эгалитаризма. И утилитаризм и эгалитаризм могут быть продолжены в экономических расчетах эффективности медицинских услуг, несмотря на их первоначально очевидную противоположность. Экономические расчеты эффективности медицинских услуг необходимы для обеспечения справедливости их распределения. В данном случае этика предопределяет экономику. Медицинская этика, продолженная в экономических расчетах эффективности медицинских услуг, например расчетов объема продленной физической жизни на единицу затраченных ресурсов, может стать одним из практически значимых методов расчета экономической эффективности медицинских услуг.

К исследованиям проблем применения этических правил к реальным действиям имеет отношение и математика. Рассмотрим исследование операций и теорию массового обслуживания. Как инструмент исследования медицины теория массового обслуживания характеризуется тем, что она позволяет вычислить, сколько продлится среднее ожидание в данной системе медицинского обслуживания пациентов. Теория массового обслуживания утверждает, что для наиболее эффективного использования времени, имеющегося у медицинского персонала, для обслуживания пациентов загрузка медицинского персонала должна быть меньше, чем его эксплуатационные возможности. Если есть данные о результатах использования различных методов эксплуатации медицинской системы, то это позволит планировать оптимальные соотношения между загрузкой медицинской системы и ее эксплуатационными возможностями.

¹ В Коми прогнозируют потери 15, 8 млрд рублей из-за снижения цен на нефть и пандемии. URL: <https://www.finanz.ru/novosti/aktsii/komi-prognoziruyet-potery-15-18-mlrd-rubley-iz-za-snizheniya-cen-na-neft-pandemii> (дата обращения: 24.04.2020).

Математическая теория массового обслуживания не противоречит медицинской этике, но существует отдельно от нее.

Н. Бейли [14] применяет математическую теорию эпидемий для понимания ее свойств. Бейли предлагает следующую модель эпидемии:

$$\Delta x = -\beta x u \Delta \tau, \quad (1)$$

где x — число восприимчивых к пандемической болезни индивидов;

Δx — прирост числа восприимчивых к эпидемической болезни индивидов;

β — частота контактов;

$\Delta \tau$ — время с начала эпидемии;

n — численность группы, уменьшенная на единицу;

u — число источников инфекции;

$x + u = n + 1$.

Начальные условия пандемии:

$x = n$; $\tau = 0$.

Зараженный индивидум становится заразным для остальных восприимчивых индивидумов сразу после того, как он сам заразится.

После преобразований мы получаем уравнение, описывающее эпидемическую кривую

$$\frac{-dx}{d\tau} = x(n - x + 1) = \frac{\beta n(n+1)^2 \tau}{\{n + e^{e^{(n+1)\tau}}\}^2} \quad (2)$$

$\frac{-dx}{d\tau}$ — прирост новых случаев заболевания пандемической инфекции;

$\tau = \beta t$ — частота контактов между членами группы за период t .

Эпидемическая кривая Бейли характеризует существенное свойство эпидемии: число новых случаев болезни сначала быстро возрастает, в какой-то момент достигает максимума, а затем уменьшается до нуля. Она представляет собой симметричную одностороннюю кривую с максимумом в точке

$$\tau = \frac{\ln n}{n+1} \quad (3)$$

Теория массового обслуживания и математическая теория эпидемии предполагают связь с этическими правилами, но не прямо, а в виде предпосылок по умолчанию.

Е. Авад, С. Дсыза и др. на материалах обширного опроса 70 000 участников из 42 стран поставили задачу количественно определить культурные различия между странами [15]. Ученые предположили, что люди различных культур демонстрируют количественно определяемые различия в поддержке/оправдании жертвы в различных ситуациях. Опрос проводился следующим образом. Перед опрашиваемым выкладывались три картинки (ситуации, дилеммы). Картинки отражали ситуации, когда нужно было принять/не принять жертву необходимой. В первой ситуации (ситуация коммутатора, the Switch) вагонетка направляется регулировщиком по пути, который раздваивается. На первой развилке стоит пять человек, на второй — 1 человек. По какому пути направит регулировщик вагонетку? В данной ситуации «регулировщика и вагонетки» жертва одного человека спасает жизни пятерых.

Во второй ситуации (ситуации петли, The Loop) вагонетка направляется регулировщиком по пути, который образует петлю, а потом снова соединяется в один путь. Можно направить вагонетку прямо и убить пять человек, но регулировщик может направить вагонетку на петлевую линию, где находится один человек. Этот человек погибнет, но своей смертью позволит выжить группе из 5 человек. Насколько эта ситуация с жертвой и с «образованием петли на пути» оправдана?

В третьей ситуации (ситуации пешеходного моста, The Footbridge) вагонетка идет по пути, который расположен под мостом. На пути 5 человек, на мосту — один. Если человек на мосту прыгнет на путь, то он спасет 5 человек, но погибнет сам. Насколько оправдана жертва в данной ситуации с «железной дорогой, вагонеткой и мостом»?

В количественной пропорции жертвы и выигрыша все ситуации равны. Но в этическом смысле люди, в зависимости от типа культуры, придают этим трем ситуациям разное значение. В одной ситуации действия регулировщика оправданы, в другой нет. Во всех ситуациях не требуется личной силы от участника опроса, но требуется дать оценку: считать ли оказанную жертву оправданной.

Исследователи полагают, что ранжирование ситуаций коммутатора, петли и пешеходного моста носит универсальный характер и распространяется на все типы культуры. Различия в ранжировании оценок ситуации принесения жертвы ради спасения жизни многих количественно показывает различия в культурных типах опрашиваемых.

В большинстве стран участники опроса дали более высокую оценку необходимости жертвы в ситуации коммутатора (регулирующий переключает движение вагонетки на путь, где находится 1 человек и спасает жизни 5 человек). Самую низкую оценку во всех странах получила жертва в ситуации 3, пешеходный мост, The Footbridge.

Опрос показал, что китайские участники посчитали жертву одного человека ради пятерых менее оправданной по сравнению с русскими или американскими участниками. Если в лице одного человека был бы родственник, то жертва считалась китайскими участниками вообще неоправданной.

Таким образом, исследователи на примере «проблемы регулирования движения вагонетки» дали образец количественного выражения культурных и этических различий между странами. Уровень склонности к мобильности отношений (склонности к изменениям в социальных отношениях) положительно коррелирует со склонностью к одобрению жертвоприношения и объемом валового национального продукта.

Анализ результатов опроса о моральных приоритетах в ситуациях вагонетки и регулирущика показал, что существует следующая цепочка причин и следствий: чем больше склонность к смене социальных отношений (уровень социальной мобильности), тем больше поощрения индивидуализма в этических правилах; чем больше поощрения индивидуализма в этических правилах, тем больше готовность жертвовать; чем выше готовность жертвовать, тем выше объем валового внутреннего продукта.

По ходу пандемии COVID-19 в конце апреля 2020 г. мы видим два уровня моральной оценки тягот по предотвращению распространения пандемии. Первый уровень — низкая моральная оценка тягот, связанных с преодолением распространения пандемии, равнодушие к росту потенциального количества смертей. Этот уровень показывают отдельные штаты США, когда они отказываются вводить карантин или отменяют его, если он был уже ранее вве-

ден. Второй уровень — высокая моральная оценка тягот, стремление избегания потенциальных смертей, ответственное отношение населения к мерам по предотвращению распространения болезни.

Было бы неправильно давать моральную оценку «хорошо», если число умерших составляет 0,9 % от числа заразившихся, и «плохо», если число умерших составляет 2,3 %. Для моральной оценки важно общее число выживших, каждая спасенная жизнь.

В медицине существуют не только показатели медицинской статистики, но и показатели экономической эффективности. Эти показатели в стоимостных величинах выражают отношение затрат и результатов в подразделениях медицины и в целом по медицинской отрасли. Рассмотрим конкретные подходы к оценке эффективности затрат по борьбе с распространением коронавируса.

Самый очевидный способ оценки эффективности медицинских усилий по борьбе с распространением коронавируса — это выявление соотношения числа медицинских работников и числа предотвращенных ими смертей. Этот способ является продолжением этического принципа «не навреди» в экономических категориях. Но медицинские работники организованы в сложные структуры, поэтому этот подход трудно реализуем.

К. Грос и др. рассматривают эпидемию COVID-19 как физическое явление [16]. Ученые предложили модель, описывающую распространение COVID-19, она называется модель SIR и имеет вид

$$S+I+R = 1, \quad (4)$$

где S — доля не затронутых пандемией индивидов в общем числе индивидов группы, включающей незатронутых пандемией, заболевших, переболевших или умерших;

I — доля индивидов, которая затронута пандемией, в общем числе индивидов, не затронутых пандемией, заболевших, переболевших или умерших;

R — доля индивидов, переболевших или умерших от пандемической болезни, в общем числе индивидов, не затронутых пандемией, заболевших, переболевших или умерших.

Обозначим $X = 1-S$, q_0 — внутренняя медицинская заболеваемость пандемической инфекцией, q — коэффициент воспроизводства населения, α — коэффициент, характеризующий усилия общества по предотвращению распространения пандемии. Из модели SIR вытекает

$$q = \frac{q_0}{1 + \alpha X} \quad (5)$$

Коэффициент воспроизводства населения q прямо пропорционален фиксированной внутренней медицинской заболеваемости пандемической инфекцией и обратно пропорционален усилиям по предотвращению пандемии и доле индивидов, не затронутых пандемией.

С учетом вышеобозначенных условий получаем модель SIR в форме, удобной для анализа и геометрического представления:

$$I = \frac{\alpha + q_0}{q_0} \cdot X + \frac{1 + \alpha}{q_0} \cdot \log(1 - X). \quad (6)$$

При $\alpha = 0$ отсутствует управляемая реакция на пандемию. При $\alpha > 0$ имеет место управленческое воздействие на пандемию, эффективность которого тем выше, чем больше число не затронутых пандемией индивидов и выздоровевших пациентов и чем меньше заболевших индивидов.

Максимальная величина заболевших определяется по формуле

$$I_{\text{peak}} = \frac{q_0 - 1}{q_0} + \frac{1 + \alpha}{q_0} \cdot \log\left(\frac{1 + \alpha}{q_0 + \alpha}\right) \quad (7)$$

При $X = X_{\text{peak}}$ можно констатировать

$$qS = 1; \quad X_{\text{peak}} = \frac{q_0 - 1}{q_0 + \alpha} \quad (8)$$

При $\alpha = 0$

$$X_{\text{peak}} = (q_0 - 1) / q_0.$$

Если $\alpha = 0$, то I_{peak} можно трактовать как точку общественного иммунитета.

Графическое представление SIR-модели приводится на рисунке.

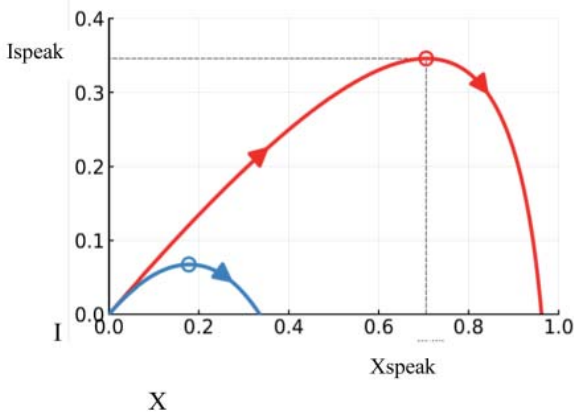


Рис. Графическое представление пандемии по модели SIR

На рисунке по оси абсцисс откладываются различные доли не затронутого пандемией населения или значения $1 - S$, где S — доля незатронутого эпидемией населения во всем населении, охваченном пандемией. По оси ординат откладываются значения доли заболевшего населения. Верхняя линия показывает течение пандемии при отсутствии регулирующей реакции общества. Малая нижняя линия показывает течение пандемии при наличии регулирующего воздействия на пандемию со стороны общества. $(I_{\text{peak}}, X_{\text{peak}})$ — координаты точки общественного иммунитета.

Линия эпидемии сначала растет, а потом падает до нуля. Регулирующее воздействие может снизить число заболевших, уменьшить время течения пандемии по сравнению с ситуацией отсутствия регулирующего воздействия.

SIR-модель пандемии позволяет определить стратегию реакции общества на пандемию. Она определяется выбором значения коэффициента. Стратегии могут быть долгосрочными, среднесрочными, краткосрочными, в зависимости от величины q и α .

В экономическом контексте модель SIR не позволяет определить экономическую эффективность регулирующих мероприятий в условиях пандемии, поскольку в ней не задаются ни экономические показатели выгод, ни экономические показатели издержек регулирующих мероприятий. Однако в рамках модели SIR эффективность медицинских усилий можно трактовать как различия стратегий в краткосрочном, долгосрочном, среднесрочном периодах или

последствия выбора конкретной стратегии по сравнению с отсутствием стратегии.

Второй подход к оценке эффективности медицинских усилий по сдерживанию эпидемии COVID-19 состоит в том, чтобы оценить ущерб от эпидемии в отдельных отраслях, суммировав в отдельных отраслях ущербы и затраты по сдерживанию пандемии.

Так, Национальное рейтинговое агентство утверждает, что из-за режима самоизоляции в 2020 г. сокращение добавленной стоимости составит от 3,9 % до 83,9 % в разных отраслях в годовом выражении от прошлогоднего уровня. В своих расчетах агентство опиралось на методологию межотраслевого баланса. Максимальные потери прогнозируются у гостиниц и предприятий общественного питания. Оценка ущерба от эпидемии по версии Национального рейтингового агентства составит 17,9 трлн рублей в годовом выражении [17]

Показателя ущерба недостаточно для того, чтобы оценить эффективность регулирующих мероприятий, необходимы показатели затрат и выгод на регулирование хода эпидемии.

Для оценки эффективности регулирующих воздействий на течение эпидемии COVID-19 мы предлагаем обратиться к теории игр, конкретно к задаче «ястреб-голубь». В этой задаче есть функция ястреба, обозначим ее как $H = f(x_0, x_1, \dots, x_n)$, а также функция голубя, обозначим ее как $D = f(y_0, y_1, \dots, y_n)$. В точке равенства этих функций будет оптимальная точка по Нэшу. Пусть ястреб и голубь имеют по две стратегии: действовать правильно и действовать неправильно. При неправильной стратегии ястреба голубь уходит от погони. При правильной — голубь будет пойман. При неправильной стратегии голубь будет пойман. При правильной — голубь будет свободен. В точке оптимума по Нэшу $H = D$.

Применительно к оценке эффективности регулирующих мероприятий мы будем придерживаться такой же логики. Пусть H является линией предотвращенного в результате регулирующих воздействий ущерба от пандемии, D — линией затрат на предотвращение ущерба от пандемии. Имеются две стратегии — стратегия отказа от активных регулирующих воздействий и стратегия активных воздействий. Составим матрицу затрат и результатов регулирующих воздействий.

**Матрица затрат и результатов регулирующих воздействий
на течение пандемии**

		Стратегия минимальных регулирующих воздействий	Стратегия максимальных регулирующих воздействий
		Линия предотвращения ущерба	Линия затрат на предотвращение ущерба от пандемии
Стратегия минимальных регулирующих воздействий	Линия предотвращения ущерба	0/0	0/0
Стратегия максимальных регулирующих воздействий	Линия затрат на предотвращение ущерба от пандемии	max/max	max/max

Разница между результатами стратегии максимальных регулирующих воздействий и стратегии минимальных регулирующих воздействий даст эффект от регулирующих воздействий. Эффект, отнесенный к затратам, даст нам эффективность регулирующих воздействий:

$$\mathcal{E}_{\phi} = \frac{B_{\text{макс}} - B_0}{C_{\text{макс}} - C_0}, \quad (9)$$

где $\mathcal{E}_{\phi}$ — эффективность регулирующих воздействий; $B_{\text{макс}}$ — эффект от регулирующих воздействий; $B_{\text{макс}}$ — ущерб от эпидемии при отсутствии регулирующих воздействий; $C_{\text{макс}}$ — затраты на регулирующие мероприятия; C_0 — нулевые затраты на регулирующие мероприятия.

Снижение ущерба после регулирующих мероприятий по отношению к ущербу в условиях отсутствия регулирующих мероприятий выявляет эффект регулирующих мероприятий. Эффект от действия регулирующих мероприятий, отнесенный к затратам на ре-

гулирующие мероприятия, показывает эффективность регулирующих мероприятий.

Придадим экономический смысл затратам и результатам регулирующих мероприятий. Под ущербом от эпидемии мы будем понимать стоимость жизни умерших от пандемии. Под затратами на регулирующие мероприятия мы будем понимать только прямые и очевидные затраты на сдерживание эпидемии. К ним относятся затраты на покупку тестов. Стоимость каждого из них 1,5 тыс. рублей. Всего закуплено 10 тыс. Итого затраты 15 млн руб.

Количество умерших в результате эпидемии олицетворяет собой потенциально предотвращенный ущерб при равенстве точек на линиях затрат и ущерба. Рассчитаем стоимость жизни умерших в результате эпидемии.

Валовой региональный продукт Республики Коми в 2018 г. составляет 66,5 млрд руб. Численность населения на 1 января 2020 г. в Республике Коми составляет 820,4 тыс. чел. Отсюда определяем стоимость жизни одного жителя Республики Коми 66,5 млрд руб.: $820,4 \text{ тыс. руб.} = 810589 \text{ руб.}$, или 82,05 тыс. руб.

Количество умерших от коронавируса на 14.04.2020 оставляет 3 человека.

Ущерб от эпидемии составляет $81,05 \text{ тыс. руб.} \times 3 = 2431500 \text{ руб.}$, или 2,4 млн руб.

Величина нереализованного показателя ожидаемой продолжительности жизни. Продолжительность предстоящей жизни умерших, предположим, составляет 10 лет. Величина стоимости жизни умерших от коронавируса составляет $2,4 \text{ млн. руб.} \times 10 = 24,05 \text{ млн руб.}$

Эта сумма могла бы быть суммой предотвращенного ущерба. Отсюда эффект от регулирующих мероприятий равен $24,05 \text{ млн руб.} : 15,0 \text{ млн руб.} = 1,6$.

При снижении затрат на регулирующие мероприятия и прочих равных условиях коэффициент эффективности регулирующих мероприятий будет повышаться. Увеличение стоимости жизни умерших от коронавируса при прочих равных условиях даст повышение коэффициента эффективности регулирующих мероприятий.

Сохранение жизни заболевших коронавирусом является фактором, увеличивающим эффективность регулирующих пандемию мер. Поэтому к одной из эффективных мер регулирования эффек-

тивности мер по предотвращению распространения эпидемии можно отнести укомплектованность ЛПУ аппаратами искусственной вентиляции легких. Разобщение населения (карантин), хотя и не имеет денежной оценки, дает также хорошие результаты от регулирующих мероприятий при пандемии коронавируса.

Важно рассчитывать эффект от мероприятий по предотвращению распространения коронавируса, при этом социальные последствия регулирующих мероприятий можно трансформировать в стоимостные величины. Более существенное значение имеет не абсолютная величина эффективности, а ее динамика.

Заключение. Медицинская селекция пациентов (триаж) является способом реализации этического принципа «не навреди».

Триаж конкретизируется в физических и экономико-математических моделях оценки эффективности мероприятий по сдерживанию распространения COVID-19.

Эффективными мерами по сдерживанию распространения COVID-19 являются разобщение населения и вакцинация. Продление жизни пациентов путем применения аппаратов искусственной вентиляции легких снижает эффективность регулирующих мер, но создает существенно значимый социальный эффект в виде включения переболевших пациентов в число здоровых людей.

Расчеты эффективности мероприятий по сдерживанию пандемии COVID-19 расширяют методологическую основу для обоснования их применения. Важна не их абсолютная величина, а тенденция.

В контексте триажа этика и экономика не подчинены друг другу, а имеют равно существенное значение.

Библиографический список

1. Эпштейн М. Как спасти. Если нельзя спасти всех. Экстремальная этика в условиях коронавируса. URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/04/13/84885-kogo-spasat-esli-nelzya-spasti-vseh> (дата обращения: 18.04.2020).
2. Сорокин П. Человек. Цивилизация. Общество. М.: Политиздат, 1992. 543 с.
3. Манахова И. В. Поведенческая экономика : учебное пособие. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. 120 с.

4. Найденов Н. Д. Совершенствование экономических отношений медицины в России // Витязь. 2011. № 2(7). С. 37—42. URL: <http://www.vityas-journal.ru/arhiv.html>. (дата обращения: 14.04.2020).
5. Гуманитарное образование в высшей школе для негуманитарных специальностей: традиции и современные проблемы : коллективная монография / под ред. Б. М. Завьялова. Киров: Изд-во КОГУЗ «МИНЦ», 2012. 190 с.
6. Баталыгина Ю. А. Концептуализация социальной этики в современном этическом дискурсе // Russian Journal of Education and Psychology. 2015. № 7 (51), pp. 152—162. DOI: 10.Р731/2218/17105/2015—7—11] (дата обращения: 18.04.2020).
7. Жарова М. Принципы биоэтики и модели взаимоотношений медицины работников с пациентами // RELGA: научно-культурологический журнал. Ростов н/Д, 2010. № 6 (204). URL: <http://www.relga.ru/tgu-www.woa/wa/Main?eучешв=2618&level2=article> (дата обращения: 18.04.2020).
8. Sulmasy L. S., Bledsoe T. A. American College of Physicians Ethics Manual: Seventh Edition. Philadelphia. ACP Ethics, Professionalism and Human Rights Committee// Annals of Internal Medicine. 2019. January15;170 (2_(Supl), S1—S32. DOI: 10.7326/M18—2160.
9. Шмерлина И. А. Социальность и проблема смысла: к выработке междисциплинарного понятия // Эпистемология и философия науки. 2009. Vol. 21, Issue 3, pp.137—151.
10. Прокофьев А. В. Мораль индивидуального совершенствования и общественная мораль: исследование неоднородности нравственных феноменов. Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2006. 284 с.
11. Апресян Р. Г. Перфекционистский и дисциплинарный языки морали // Оправдание морали : сб. научн. статей к 70-летию проф. Ю. В. Согомонова / отв. ред. В. И. Бакштановский, Ю. В. Согомонов. М.; Тюмень: Тюменский ГНГУ, Центр прикладной этики, НИИ прикладной этики Тюменского нефтегазового университета, 2000. С. 24—33.
12. Welsh D.D. Social Ethics Overview // Encyclopedia of Applied Ethics. Second Edition. RUTH Chadwick. Cardiff. University. Chadwick, UK. Academic Press is in an Imprint of Elsevier.2012, pp. 134—141.
13. Чемоданова К. Убыточный период: сколько может потерять мировая экономика из-за коронавируса. URL: <https://russian.rt.com/business/article/725315=-ekonomia poteri-koronavirus> (дата обращения: 05.03.2020).
14. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. М.: Мир, 1970. 320 с.
15. Awad E., Dsouza S., Shariff A., Rahwan I., Bonnefon J. Universals and variations in moral decisions made in 42 countries by 70,000 participants // PNAS. February 4.2020. 117 (5), 2332—2337, first published January 21. 2020. Princ-

eton, Princeton University. Edited Susan T. Fiska. URL: <https://doi.org/10.1073/pnaas191517117> (дата обращения: 18.04.2020).

16. Gros C., Valenty R., Schnaider L., Valenti K., Gros D. Containment efficiency and control strategies for Corona pandemic cost. URL: [arxiv.org>physics](https://arxiv.org/physics). 1 April 2020 (дата обращения: 18.04.2020).

17. Каледина А. Как карантин ляжет: общий ущерб от пандемии может составить почти 18 трлн рублей. URL: <https://iz.ru/1000399/anna-kaledina/kak-karantin-liazh-et-obschii-uscherb-ot-pandemii-mozhet-sostavit-pochti-18-trln> (дата обращения: 18.04.2020).

References

1. Epschtejn M. *Kak spasat'. Esli nel'zya spasti vseh. Ekstremal'naya etika v usloviyah koronavirusa* [How to save. If you can't save everyone. Extreme ethics in the face of coronavirus]. (In Russian). Available at: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/04/13/84885-kogo-spasat-esli-nelzya-spasti-vseh> (accessed 18.04.2020).

2. Sorokin P. *Chelovek. Civilizaciya. Obshchestvo* [Person. Civilization. Society]. Moscow, Politizdat, 1992, 543p. (In Russian)

3. Manahova I. V. *Povedencheskaya ekonomika* [Behavioral Economics]. Saratov, Saratov Socio-Economic Institute (branch) of the PRUE G. V. Plekhanov, 2017. 120 p. (In Russian)

4. Naydenov N. D. Sovershenstvovanie ekonomicheskikh otnoshenij mediciny v Rossii [Improving the economic relations of medicine in Russia]. *Vityaz'*. 2011, no. 2(7), pp. 37—42. (In Russian) Available at: <http://www.vityas-journal.ru/arhiv.html> (accessed 14.04.2020)

5. *Gumanitarnoe obrazovanie v vysshej shkole dlya negumanitarnykh special'nostej: tradicii i sovremennye problem* [Humanities education in higher education for non-humanitarian specialties: traditions and modern problems]. Kirov, KOGUZ «MINC» Publ., 2012. 190 p. (In Russian)

6. Batalygina Yu. A. Konceptualizaciya social'noj etiki v sovremenном eticheskom diskurse [Conceptualizing Social Ethics in Contemporary Ethical Discourse]. *Russian Journal of Education and Psychology*, 2015, no.7 (51), pp. 152—162. DOI: 10.731/2218/17105/2015-7-11]

7. Zharova M. Principy bioetiki i modeli vzaimootnoshenij mediciny rabotnikov s pacientami. *RELGA: Nauchno-kul'turologicheskij zhurnal* [RELGA: научно-культурологический журнал], Rostov-na-Donu, 2010, no. 6(204) (In Russian). Available at: <http://www.relga.ru/tgu-www.woa/wa/Main?eucheshv=2618&level2=article> (accessed 18.04.2020).

8. Sulmasy L. S., Bledsoe T. A. American College of Physicians Ethics Manual: Seventh Edition. Philadelphia. ACP Ethics, Professionalism and Human Rights Committee. *Annals of Internal Medicine*, 2019.15 January 15;170(2_(Supl), S1—S32. DOI: 10.7326/M18—2160

9. Shmerlina I. A. Social'nost' i problema smysla: k vyrobotke mezhdisciplinarnogo ponyatiya [Sociality and the problem of meaning: towards the development of an interdisciplinary concept]. *Epistemologiya i filosofiya nauki* [Epistemology and philosophy of science], 2009, vol. 21, Issue 3, pp.137—151]. (In Russian)

10. Prokof'ev A. V. *Moral' individual'nogo sovershenstvovaniya i obshchestvennaya moral': issledovanie neodnorodnosti npravstvennyh fenomenov* [Morality of Individual Improvement and Public Morality: A Study of the Heterogeneity of Moral Phenomena]. Velikij Novgorod, Yaroslav the Wise Novgorod State University, 2006. 284 p. (In Russian)

11. Apresyan R. G. Perfekcionistkij i disciplinarnyj yazyki morali [Perfectionist and disciplinary moral languages]. *Opravdanie morali* [Justifying Morality]. *Sb. nauchnyh statej k 70-letiyu professora YU.V. Sogomonova* / otv. red. V. I. Bakshtanovskij, Yu.V. Sogomonov, Moscow;Tyumen', Tyumenskij GNGU, Centr prikladnoj etiki, NII prikladnoj etiki Tyumenskogo neftegazovogo universiteta, 2000, pp. 24—33 (In Russian)

12. Welsh D. D. Social Overview. *Encyclopedia of Applied Ethics*. Second Edition. RUTH Chadwick. Cardiff. University. Chadwick, UK. Academic Press is in an Imprint of Elsevier.2012, pp.134—141.

13. Chemoanova K. *Ubytochnyj period: skol'ko mozhet poteryat' mirovaya ekonomika iz-za koronavirusa* [Loss period: how much the world economy can lose due to coronavirus] (In Russian) Available at: <https://russian.rt.com/business/article/725315=-ekonomia-poteri-koronavirus>. (accessed 05.03.2020)

14. Bejli N. *Matematika v biologii i medicine* [Mathematics in biology and medicine]. Moscow, Mir, 1970. 320p. (In Russian)

15. Awad E., Dsouza S., Shariff A., Rahwan I., Bonnefon J. Universals and variations in moral decisions made in 42 countries by 70,000 participants // PNAS. February 4.2020.117 (5), 2332—2337, first published January 21.2020. Princeton, Princeton University. Edited Susan T. Fiska. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnaas191517117> (accessed 18.04.2020).

16. Gros C., Valenty R., Schnaider L., Valenti K., Gros D. Containment efficiency and control strategies for Corona pandemic cost. Available at: [arxiv.org>physics](https://arxiv.org/abs/2004.01111). 1 April 2020. (accessed 18.04.2020).

17. Kaledina A. *Kak karantin lyazhet: obshchij ushcherb ot pandemii mozhet sostavit' pochti 18 trln rublej* [How the quarantine will fall: the total damage from the pandemic could be almost 18 trillion rubles]. Available at: <https://iz.ru/1000399/anna-kaledina/kak-karantin-liazhet-obschii-uscherb-ot-pandemii-mozhet-sostavit-pochti-18-trln> (accessed 14.04.2020).