

Литература:

1. *Eldred S., Swiler T., Tang G.* Mixed aleatory-epistemic uncertainty quantification with stochastic expansions and optimization-based interval estimation//Reliability Engineering and System Safety. – 2011. – Vol. 96. № 9. – P. 1092-1113.
2. *Lockwood B., Anitescu M., Mavripilis D.* Mixed aleatory/epistemic uncertainty quantification for hypersonic flows via gradient-based optimization and surrogate models// 50th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition. – 2012 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/268471807_Mixed_AleatoryEpistemic_Uncertainty_Quantification_for_Hypersonic_Flows_via_Gradient-Based_Optimization_and_Surrogate_Models (дата обращения 20.10.2020).
3. *Язенин А.В.* Основные понятия теории возможностей. – М.: Физматлит, 2016. – 144 с.
4. *Liu B.* Uncertainty Theory. 4-nd edition. – Berlin: Springer-Verlag, 2015. – 487 p.
5. *Zhu Y.* Functions of uncertain variables and uncertain programming//Journal of Uncertain Systems. – 2012. – Vol. 6(4). – P. 278-288.

Кереселидзе Н.Г.

Модели распространения вируса SARS-CoV-2 и проблемы управления безопасностью

Аннотация: Предложены математические и компьютерные модели распространения вируса SARS-CoV-2 с учетом протокола борьбы с эпидемией принятой властями Грузии. Ставится задача управления борьбы с эпидемией.

Ключевые слова: математическая, компьютерная модель, SARS-Cov-2, управление, эпидемия

1. Введение. Пандемия COVID19, вызванная вирусом SARS-CoV-2, не обошла стороной и Грузию. Реакция властей Грузии на эпидемию SARS-Cov-2 была разной весной и осенью 2020 года. Так например, весной 2020, власти прислушались к советам экспертов из системы здравоохранения, и фактически ввели локдаун в стране.

Результат – минимальное число заболевших и скончавшихся новым коронно вирусом. Осенью 2020 г. власти изменили тактику и не ввели локдаун, предпочли бороться точечно с очагами заражения. Результат: тысяча заразившихся и сотни погибших. ВОЗ осенью 2020 г. перевела Грузию из зеленой зоны, благополучных стран в красную – неблагополучных, по числу заразившихся. Причина смены тактики борьбы с эпидемией – экономика, проведение тактики полного карантина в стране, т.е. локдаун оказался слишком дорогим мероприятием и бюджет страны с этим не стал справляться. Для оздоровления экономики был снят карантин, но в итоге увеличилось число заразившихся, которых лечат из бюджетных средств. И в этом случае дело касается экономических расходов.

Таким образом, стоит задача, в какой мере и как надо применять карантинные меры, чтобы не сильно страдало население и экономика страны. Фактически дело касается управления безопасности жизни населения и экономики государства. Эту задачу управления отчасти можно решить с помощи компьютерного эксперимента, при реализации задачи оптимального управления динамической системы – математических моделей распространения SARS-CoV-2.

За основу построения математической модели распространения SARS-Cov-2 принят протокол выработанный системой здравоохранения Грузии, обязательны для исполнения всеми властными органами страны. При построении модели были использованы идеи, изложенные в [1-3].

2. Бизнес-логика процесса борьбы с эпидемией. Пусть в момент времени t в стране находится $N(t)$ число граждан. В это же самое время в страну въезжает $N_e(t)$ число граждан. По протоколу всех их следует направлять в места, отведенные для карантина – гостиницы, санаторий, дома отдыха и т.д. Однако, допустим, что не все прибывшие граждане переводятся в карантин, некоторым удалось каким-то образом избежать этого. Т.е., из $N_e(t)$ граждан, $\alpha_{e1}(t)N_e(t)$ попали в карантин, а $\alpha_{e2}(t)N_e(t)$ удалось избежать карантина. Имеем $N_e(t) = \alpha_{e1}(t)N_e(t) + \alpha_{e2}(t)N_e(t)$. Или $1 = \alpha_{e1}(t) + \alpha_{e2}(t)$. Заметим, что стране имеется группа въезжающих

людей – E , группа, находящаяся в карантине – Q . Пусть в момент времени t на карантине находятся $N_q(t)$ число граждан. По прошествии некоторого времени определенное число людей, у которых тесты покажут положительный результат на наличие вируса SARS-Cov-2, переводят в стационар на лечение – они инфицированы, и об этом есть документальное подтверждение, эту группу людей обозначим через I . Пусть в момент времени t из карантина на лечение направляется $N_{qi}(t)$ число граждан, а $N_{qh}(t)$ число граждан отпускают из карантина, и они пополняют группу граждан – HS , конкретно в группы здоровых людей без иммунитета – H , их число составляет $N_{hs}(t)$. После лечения из группы I выздоровевшие пациенты пополняют группу здоровых людей с иммунитетом HI , их число составляет $N_{hi}(t)$, к сожалению, определенное число пациентов $N_{di}(t)$ не удается спасти. Группу скончавшихся от вируса обозначим через D . Заметим, что помимо заведомо инфицированных людей, в обществе имеется группа S больных людей, носящих вирус, но об этом не имеется документального подтверждения, число этих людей обозначим через $N_s(t)$. Как раз члены из группы S и являются основными распространителями вируса, они свободно контактируют с членами группы здоровых людей без иммунитета – H , в котором $N_h(t)$ граждан, заражая их. Сложность ситуации в том, что соответствующие органы не знают точно ни число этих людей, но и самих распространителей инфекции. Заметим, что группа HS является объединением групп H и S , $N_{hs}(t) = N_h(t) + N_s(t)$.

Эпидемиологические службы определяют из группы S инфицированных $N_{si}(t)$ людей и переводят их в стационары на лечение, пополняя тем самым группу I . Вместе с тем определяется круг их контактов, пусть в количестве $N_c(t)$ людей из группы HS и переводят их в карантин, пополняя группу Q , соответственно $N_{ch}(t)$ – из группы H , и $N_{cs}(t)$ из группы S ,

$N_c(t) = N_{ch}(t) + N_{cs}(t)$. К сожалению, в группе S также имеется случай кончины от вируса, обозначим их число через $N_{ds}(t)$, которые пополняют группу D . Мы будем предполагать, что люди переболевшие новым коронавирусом, приобретают иммунитет на время наблюдения и не заражаются вновь. Заметим, что количество членов групп E, Q, I, HI, D, HS известно в каждый момент времени t . Однако, точно неизвестно количество членов групп H и S соответственно. Между тем, контакты членов групп H и S могут ухудшить эпидемиологическую ситуацию, так как больные из S могут заразить здоровых из H .

Построим схему борьбы с эпидемией и ее бизнес-логику в виде ориентированного графа (рисунок 1):

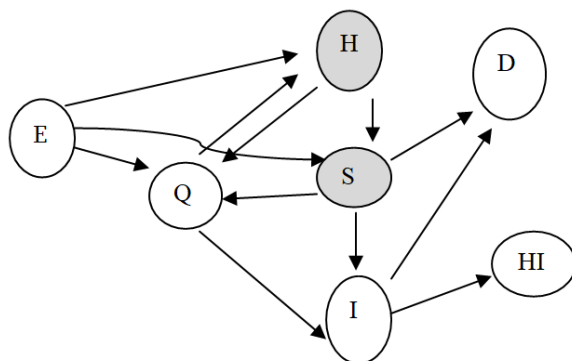


Рисунок 1 – Ориентированный граф борьба с эпидемией

3. Построение модели. В ориентированном графе на рисунке 1 дуга EH имеет вес $\alpha_{e21}(t)N_e(t)$ а дуга ES - $\alpha_{e22}(t)N_e(t)$. Дело в том, что некоторые граждане, въехавшие в страну и не попавшие в карантин, могут быть и здоровыми, и инфицированными – больными. Точно их число неизвестно, однако известно, что $\alpha_{e21}(t) + \alpha_{e22}(t) = \alpha_{e2}(t)$. Но вместе они пополняют $HS=HUS$ группу, объединение групп H и S .

Скорость изменения число группы здоровых людей без иммунитета – $N_h(t)$ из группы H зависит от интенсивности:

контактов между членами групп H и S; пополнения группы Q группы H $N_{ch}(t)$ людьми; пополнения группы H из группы Q $N_{qh}(t)$ людьми. Поэтому имеем:

$$\frac{dN_h(t)}{dt} = \alpha_{qh}N_{qh}(t) - \alpha_{ch}N_{ch}(t) - \alpha_{hs}N_h(t)N_s(t) \quad (1)$$

где $\alpha_{qh}, \alpha_{ch}, \alpha_{hs}$ соответствующие коэффициенты. Аналогично рассуждая можно выписать соотношения на подобие (1) и для скорости изменения численности групп Q, I, HI, S. В результате получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN_h(t)}{dt} = \alpha_{qh}(t)N_{qh}(t) + \alpha_{eh}(t)\alpha_{e21}(t)N_e(t) - \alpha_{ch}(t)N_{ch}(t) - \alpha_{hs}(t)N_h(t)N_s(t), \\ \frac{dN_q(t)}{dt} = \alpha_{ch}(t)N_{ch}(t) + \alpha_{eq}(t)\alpha_{e1}(t)N_e(t) + \alpha_{cs}(t)N_{cs}(t) - \alpha_{qh}(t)N_{qh}(t) - \\ \quad - \alpha_{qh}(t)N_{qh}(t) - \alpha_{cs}(t)N_{cs}(t), \\ \frac{dN_s(t)}{dt} = \alpha_{hs}(t)N_h(t)N_s(t) + \alpha_{cs}(t)\alpha_{e22}(t)N_e(t) - \alpha_{si}(t)N_{si}(t) - \\ \quad - \alpha_{cs}(t)N_{cs}(t) - \alpha_{ds}(t)N_{ds}(t), \\ \frac{dN_i(t)}{dt} = \alpha_{si}(t)N_{si}(t) + \alpha_{qi}(t)N_q(t) - \alpha_{hi}(t)N_i(t) - \alpha_{id}(t)N_i(t), \\ \frac{dN_d(t)}{dt} = \alpha_{id}(t)N_i(t) + \alpha_{ds}(t)N_{ds}(t). \end{array} \right. \quad (2)$$

где, коэффициенты в системе неотрицательны, наблюдение эпидемией происходит на отрезке времени $[t_0; T]$. В (2) функция $N_e(t)$ в принципе известна – количество въезжающих граждан. В начальный момент времени t_0 известны:

$$N_q(t_0) = N_{q0}, \quad N_i(t_0) = N_{i0}, \quad N_d(t_0) = N_{d0}, \quad N_h(t_0) + N_s(t_0) = N_{00}. \quad (3)$$

Система (2) с начальными условиями (3) составляя математическую модель эпидемии SARS-Cov-2 вируса.

4. Задача управления эпидемией. Анализируя протокол борьбы с эпидемией и ее математическую модель, следует отметить, что контроль за распространением инфекций имеет особые рычаги управления. Так например, совершенствуя контроль за прибывшими гражданами, можно практически исключить проникновение больных граждан в общество, минуя карантин. В

модели, например, следует уменьшить значения коэффициентов $\alpha_{e21}(t), \alpha_{e22}(t)$. Также подбирая значения коэффициента $\alpha_{hs}(t)$, фактически можно достичь жесткого локдауна, или либеральную политику сдерживания эпидемии. Пусть при подборе $\alpha_{e21}(t)$ – воздействие на бюджетные расходы составляют $B: \alpha_{e21}(t) \rightarrow R$, а расходы при лечении инфицированных можно выразить через $W: \int_{t_0}^T N_i(\tau) d\tau X \alpha_{hs}(t) \rightarrow R$, то общие расходы и их минимизацию можно выразить так:

$$J(\alpha_{e21}(t), \alpha_{hs}(t)) = B(\alpha_{e21}(t)) + W\left(\int_{t_0}^T N_i(\tau) d\tau, \alpha_{hs}(t)\right) \rightarrow \inf. \quad (4)$$

Минимизация функционала (4) нужно достичь при условиях (2),(3) и ограничении:

$$B(\alpha_{e21}(t)) \geq L > 0. \quad (5)$$

Ограничение (5) означает, что бюджетные расходы не могут быть меньше определенной величины.

Для управления безопасности жизни населения и экономики государства рассматривается экстремальную задачу типа (4),(5),(2),(3).

Компьютерная реализация модели (2),(3) и экстремальной задачи (4),(5) была проведена в среде MatLab для различных значениях постоянных коэффициентов системы (2), начальных условиях (3) и конкретных функционалов B, W .

5. Выводы. Вычислительный эксперимент, проведенный на компьютерной модели, построенной на основе математической модели (2), (3) при постоянных коэффициентах позволяет заключить, что при помощи подбора значения параметров α_{e21} и α_{is} можно подобрать такое число инфицированных граждан, $N_i(t)$, при котором экономика не нуждается в локдауне, и прогноз выздоровления заразившихся вирусом SARS-CoV-2 благоприятен.

Литература:

1. *Kermack W.O., McKendrick A.G.* A contribution to the mathematical theory of epidemics [Электронный ресурс]. – URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1927.0118> (дата обращения 20.10.2020).

2. *Kereselidze N.* Combined continuous nonlinear mathematical and computer models of the Information Warfare//International journal of circuits, systems and signal processing. – 2018. – Volume 12. – P. 220-228.

3. *Кереселидзе Н.Г.* Модели распространения ложной информации / Материалы XXVII Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (ПУБСС 2019), 18 декабря 2019 г. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 167-172.

Кротова М.В.

**Прикладные вопросы применения менеджмента
в российских интегрированных компаниях:
факторы риска и неопределенности**

Аннотация: Результатом изменения национальной экономики РФ должно стать возникновение управленческих концепций, методов, моделей и традиций, на уровне вертикально-интегрированных компаний, соответствующих как текущим задачам развития экономики страны, так и ее цивилизационным корням. Адаптация менеджерских решений, заимствованных из чуждых России практик и цивилизаций связана со специфической угрозой трансформационных потерь и потребностью в оценке «цены отказа» от традиционных практик.

Ключевые слова: менеджмент, угрозы, стратегические риски, концептуальная независимость, ЛУКОЙЛ, Газпром

Термин «менеджмент» – европейского происхождения от итальянского слова *maneggiare*, т.е. занятия верховой ездой. К управленческим практикам он применяется в переносном значении, заведомо приводящем к двусмысленным толкованиям и произвольно оцениваемым результатам. В переводных источниках существуют десятки трактовок термина «менеджмент», все разнообразие их сводится в группы [1]:

1. Процесс, разделяющийся на блоки: планирование – организация – мотивация – контроль. Ресурсы и их распределение