



Вихри новых рисков требуют пересмотра стратегий развития

Организаторы X Глобального стратегического форума придумали для него хорошее название — «Вихри глобальных рисков и стратегия развития России».

Именно физические (механические) аналогии, в частности вихри, позволяют понять, что происходит в областях, далеких от естественных наук, и на основе научного понимания соответствующих процессов выработать возможные ответы на новые вызовы.

Упреждая обвинения в механицизме, заметим, что речь идет не о перенесении законов физики и механики в экономическую науку, политологию и так далее, а о признании эффективности математического описания и анализа рассматриваемых систем и подборе адекватного аппарата, пользуясь положительным опытом, апробированным в физике и механике.

Нурғалиев Ильдус Саетғалиевич — доцент РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кандидат физико-математических наук.

Вихрь как адекватный образ

Итак, какие хорошо зарекомендовавшие себя математические образы можно привлечь для анализа развития России и уточнения стратегии ее развития? Немного математики. Ровно тот минимум, без которого смысл сказанного унесло бы ветром. Состояние системы можно описать вектором R — набором показателей развития (потенциал человеческого развития, показатели социального самочувствия народа, степень доверия людей друг к другу и к власти и другие экономические показатели). Далее нам, чтобы понять процесс развития, нужно ввести величину, характеризующую изменение положения в пространстве, то есть скорость, описываемую вектором V . Компоненты векторов R и V связаны соотношением

$$V_{\alpha} = H_{\alpha\beta} R^{\beta}. \quad (1)$$

Набор коэффициентов H с индексами α и β принято называть тензором, математической величиной, обобщающей понятие «число», и по повторяющимся индексам производить суммирование. Антисимметричная часть тензора H и есть вихрь (завихренность), если говорить об этом феномене с математической строгостью. Благодаря вихрям кризисы ограничиваются в том смысле, что именно вихри разводят траектории, предотвращая их еще более зловещее сближение. Этот феномен описан автором применительно к другой важной системе — Вселенной [1, 2].

Оказывается, Вселенная вовсе не сингулярная, и она вовсе не темная, то есть мистически темная энергия — это энергия вихря. Напоминаю, все системы объективной природы объединены причинно-следственными связями, представленными в данной геометрической парадигме. Эти связи в контексте, допускающем еще более глубокие абстракции, мы бы назвали отношениями и подвергли бы сомнению то, что

они такие уж явно причинно-следственные. В том смысле, например, что если после *A* *обязательно* следует *B*, это вовсе не означает, что *B* — следствие *A*. Допустим, что есть некое *C*, которое вызывает сначала *A*, а потом *B*. Полезность приведенной компактной математической конструкции *H* далеко не исчерпывается математизацией вихря.

Сумма диагональных компонентов (называемая в математике следом) описывает накачку пузыря (экономического, политического — актуально, не правда ли?), то есть того образования, которое должно будет либо лопнуть (это случается чаще), либо сдуться, либо стабилизироваться. Более тесная аналогия с механикой требовала бы того же порядка (второго по координатам, первого по *H*) у динамических уравнений и привела бы к следующему уравнению $\dot{H}_{\alpha\beta} - H_{\alpha\gamma}H_{\gamma\beta} = -\phi_{\alpha\beta}$ развития самого объекта *H*, содержащего вихрь, пузырь и прочие дисторсии. (Точка — это дифференцирование по времени, $\phi_{\alpha\beta}$ — внешний фактор, аналог силы.)

Однако не будем перегружать читателя математикой и всего лишь скажем, что для описания все более сложных систем, обладающих более высоким динамическим порядком, чем механические системы, последнее уравнение нужно продолжать дифференцировать и низшие производные заменять из предыдущих уравнений, образующих эволюционную динамическую цепочку. Далее следует конкретизировать характер $\phi_{\alpha\beta}$. Это делается, как правило, эмпирически.

На Форуме прозвучало: «Я убежден, что эти противоречия (в современном российском обществе. — *Авт.*) настолько велики, что их уже нельзя преодолеть иначе как через силовую сценарий». Я не разделяю эту точку зрения. Такие заявления льют масло в огонь, повышая вероятность реализации прогноза. Мы должны «развести» импульсы,

устремляющиеся навстречу друг другу в рамках «силового сценария». Вместо очередного разграбления награбленного следовало бы договориться о современной общепринятой модели справедливости и ежедневно и ежесекундно блюсти ее принципы.

Аналоги дурных альтернатив можно усмотреть и в физике. Начнем с разоблачения старого софизма «материальная точка», который сто лет назад дал потомство в виде «точки-события». Увы! Ловкое прищипывание пред-

Среднестатистический человек уходит из жизни по тому же вероятностному закону, по которому распадается неустойчивое атомное ядро.

ката «точка» к существующим понятиям не превращает их в точки. Например, «материальная точка» как была телом, так телом и остается. В точку не превращается (строитель коммунизма не перестает быть человеком со всеми вытекающими последствиями, человек человеку при капитализме не становится волком). Заметим, что феномен демагогии и софизма не разработан и разоблачен в должной мере. Понятно, откуда взяться заказу?

И с материальной точкой нужно обращаться как с телом, а не как с точкой. Тело (всякое) характеризуется ориентацией по отно-



шению к другим телам. Это его видообразующий признак, как сказал бы биолог. То же самое можно сказать о событии. Если вас не интересует, каков вектор рассматриваемого события по отношению к другим событиям, например к финансовому кризису, к коллапсу, то так и говорите: кризис, коллапс или гармоническое развитие — мне все едино, у меня такое мировоззрение, а потому такие модели. Или надо перестать в событии видеть точку и увидеть процесс, ориентированный ко всему многообразию всех остальных

возможных событий и исходов. Тогда на сцену выходит вихрь. Мы уже заметили, что он не обязательно враждебен.

В качестве еще одного примера эффективности применения математических методов к анализу стратегий планирования будущего приведем развитие модели демографического процесса. Она была представлена автором впервые на Глобальном стратегическом форуме в 2009 г. и опубликована в [3, 4].

Нелинейность как еще один адекватный образ
От феноменологического уравнения демографии [5] перешли к вводимому кинетическому

$$\dot{n} = \alpha n^2 - \beta n. \quad (2)$$

Здесь α — одна вторая вероятности рождения ребенка того или иного пола у одной потенциальной пары в течение года; β — вероятность смерти одного человека в течение года.

Для социологов выдвигаю гипотезу: значение α зависит в первую очередь от оптимизма, от уверенности, что дети будут жить лучше, чем их родители. Трудно удер-



жаться от еще одной конструктивной аналогии. Как в случае материальной точки скорость — важная координата состояния, так и состояние человека, его субъективные ощущения включают не только моментальные значения статических параметров, но и динамику их изменения. Точка над символом обозначает дифференцирование по времени. Член, отвечающий за смертность, появившийся, как ни странно, впервые, имеет ясный и четкий смысл — в среднем постоянное распределение смертности по возрастам в данной до предела агрегированной модели. Младенцы рискуют при рождении, люди среднего возраста получают травмы, старики болеют. Демографам известно, например, что вероятность смерти в течение первого года жизни точно такая же, как на 55-м году жизни. Тем самым в данной достаточно простой модели среднестатистический человек уходит из жизни по тому же вероятностному закону, по которому распадается неустойчивое атомное ядро. Решение (2) имеет вид:

$$n = \frac{\beta}{\alpha - (\alpha - \frac{\beta}{n_0})e^{\beta t}} \quad (3)$$

Равновесное значение (база для устойчивого развития челове-

Почему материнский капитал не находится изначально в распоряжении матери? Как вышло так, что им распоряжается государство?

ства) существует в отличие от известных моделей с бессмертными людьми:

$$n_{\text{равновесн.}} = \beta/\alpha. \quad (4)$$

И этот вывод принципиален. Например, при смертностях 10, 20, 50, 100 (на тысячу живых) при выполнении закона одной сто миллиардной [3] соответственно получим 2, 4, 10 и 20 миллиардов. Это вполне согласуется с выводами, следующими из феноменологических моделей. Простота и характер закономерности (4) впечатляют. Таким образом, идею устойчивого развития и соответствующую роль ООН в продвижении этой концепции в современном мире следует всячески поддерживать как реалистическую, а не принижать как утопическую. А авторитет ООН надо использовать для внедрения в жизнь идей устойчивого развития, демографической политики, а также идеи, которую на уровне одного государства принято называть гражданским обществом. Строго говоря (в приближении постоянных α и β), обнаруженное равновесное значе-

ние численности населения планеты (4) неустойчиво: n всегда, хотя и очень медленно при малых отклонениях в меньшую сторону от β/α будет убывать и уменьшаться асимптотически до нуля, а при малых превышениях β/α начнет сначала очень медленно возрастать, а далее, ускорившись, в взрывном режиме возрастет до бесконечности за конечное время (снова следствие упрощенности приближения постоянных α и β) при

$$t = t_{\infty} = \frac{1}{\beta} \ln \frac{\alpha}{\alpha - \frac{\beta}{n_0}}. \quad (5)$$

Из-за слабой неустойчивости равновесия (4) к малым возмущениям хочется назвать ее мягкой неустойчивостью или даже квази-

устойчивостью, несмотря на то, что глобальная неустойчивость взрывная, с режимом обострения. При численности населения, близкой к равновесному значению, малейшее изменение параметров или возмущение текущего значения в n нужном направлении приводит к качественной смене одного режима на другой (бифуркация). Это является основанием для механизма эффективной регулируемой обратной связи тонкой демографической настройки (до сих пор — природой) для решения демографической проблемы (рис. 1).

Легко заметить, что демографическое уравнение (2) является нольмерной квадратичной версией уравнения реакция-диффузия:

$$\frac{\partial x_i}{\partial t} = f(\{x_i\}) + \nabla D_i(\{x_i\}) \nabla x_i. \quad (6)$$

Вышесказанное применимо и к государству при условии дополнительного математически тривиального учета миграции и иммиграции как неоднородных членов в динамической системе, а также,

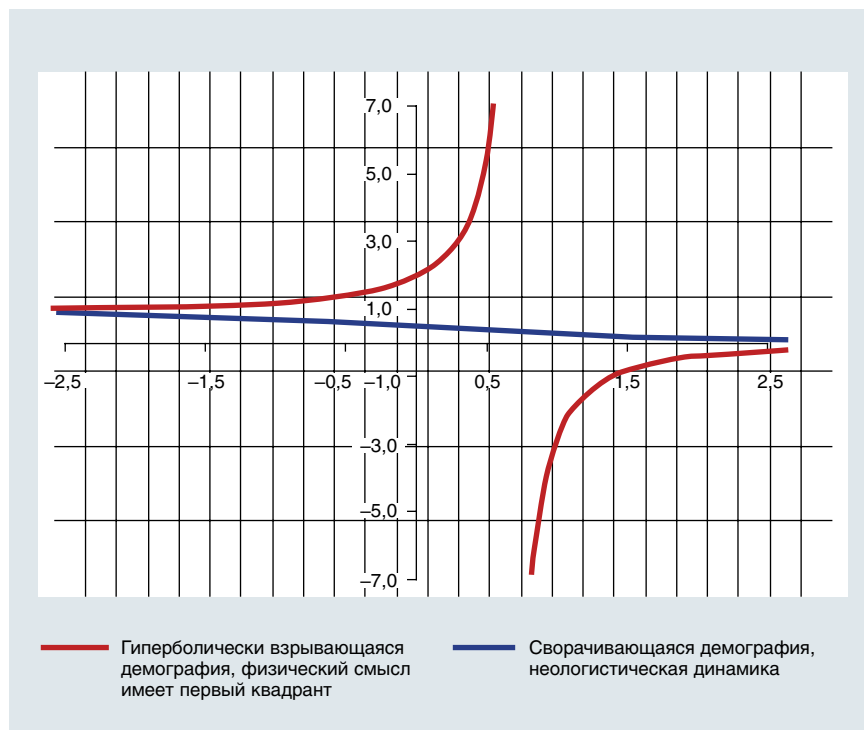
например, к конкретному сельскохозяйственному региону. Эти выводы дают основания надеяться на положительный долгосрочный эффект от внедрения демографической инициативы бывшего президента В.В. Путина в сочетании с осмысленной социальной политикой и другими компонентами стратегии развития. Это является не просто утверждением, а выводом рассмотрения конкретного объективно-нелинейного характера процесса.

Данная модель, показав чисто демографическую обоснованность обсуждаемой инициативы, раскрывает платформу для более отчетливого обсуждения иной — политической — неустойчивости программируемого развития, когда увеличивается именно та часть населения, которая решается на такой ответственный шаг, как деторождение под воздействием государственной помощи. Хочу поделиться любопытным наблюдением: неожиданным характером реакции на данный результат в разных институтах, особенно в Администрации Президента РФ.

Такое демографическое программирование происходит, когда и в государственном, и в глобальном масштабе увеличивающий-



Рисунок 1



ся разрыв между богатыми и бедными — основная опасность. Возникает также вопрос о характере построенной политэкономической модели: почему материнский капитал не находится изначально в распоряжении матери? Как вышло так, что им распоряжается государство, как в восточной деспотии: «Женщина, вот тебе тенге, роди мне солдата»? В каком направлении мы развиваемся?

Вывод о возможности равновесия с вычисляемыми параметрами свидетельствует о том, что критикуемая в последнее время концепция глобального устойчивого развития имеет теоретическую демографическую базу и может дальше развиваться в качестве канвы как международной, так и национальной демографической политики, равно как и платформа для реалистических концепций устойчивого развития более локальных систем, в частности сельских территорий. Приобретает актуальность более четкая трактовка понятий, перекочевавших из математики и механики в общую лексикону и политику.

Теорию горячо обсуждаемого демографического перехода можно представить на еще более наглядном языке нелинейного механического потенциала. Нетрудно показать, что системе (2) соответствует динамическое уравнение второго порядка:

$$\ddot{m} = -\frac{\partial}{\partial m} V(m), V = -\frac{1}{2} m^2 (m-1)^2, (7)$$

где произведены масштабные преобразования $t \rightarrow \beta t$, $n \rightarrow \beta m / \alpha$.

Если вспомнить, что профиль потенциала (7) (назовем его демографическим потенциалом) в действительности переменен, то есть α и β зависят от времени, а предложенная модель строится на фоне пока неизвестной модели более медленных изменений α и β , то можно провести аналогию между демографическим переходом и физикой серфинга. На рисунке показано проваливание серфингиста (это одновременно и численность населения планеты) за гребень оседланной волны и прекращение скатывания с крутого склона. Заметим, что склон (он же механический и демогра-

фический потенциал) движется в том же направлении, что и серфингист, и обгоняет серфингиста. В этот момент скатывание прекращается (говоря на сленге серфингистов, происходит *wipe out*; рис. 2).

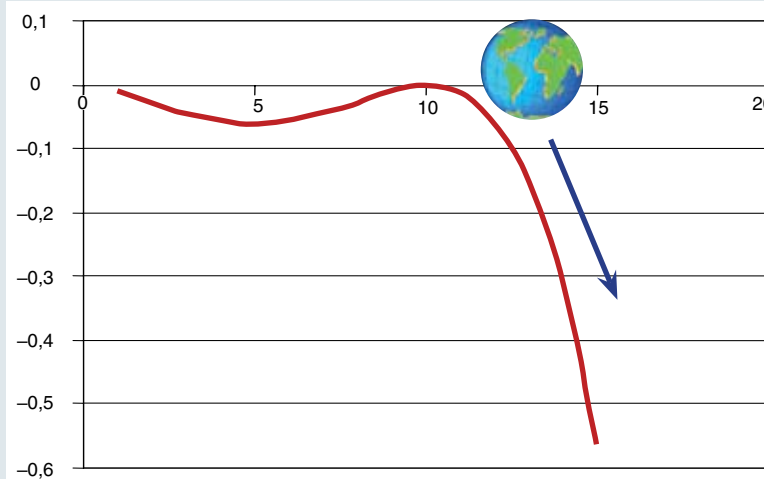
Можно закон (2) назвать антилогистическим (6). Таким образом, математическая популяционная и демографическая теория в течение почти ста лет, начиная с Мальгуса и Раймона Пирла, исследовала нижнюю область динамической системы от бифуркационной границы первого рисунка. Как видим, таким традиционным инструментом, как логистическая зависимость, нужно пользоваться, «беря его за другой конец», то есть поменяв закономерности смертности и рождаемости. Оказывается, следует изучать верхнюю полуплоскость от бифуркационной границы, а не нижнюю, как это делалось в предшествующие примерно 100 лет. Следующим этапом развития модели является учет несимметрической кинетической роли полов в демографическом процессе. Вводим два коэффициента γ_1 и γ_2 , отвечающие эффекту «насыщения спроса» аналогично механизму Михаэлиса — Ментена в кинетике ферментативных реакций:

$$\begin{aligned} \dot{n}_1 &= \alpha_1 n_1 n_2 (1 + \gamma_1 n_1 + \gamma_2 n_2)^{-1} - \beta_1 n_1, \\ \dot{n}_2 &= \alpha_2 n_2 n_1 (1 + \gamma_2 n_2 + \gamma_1 n_1)^{-1} - \beta_2 n_2. \end{aligned}$$



Рисунок 2

Wipe out человечества



— Демографический «потенциал»

Приведем также соответствующие модифицированные уравнения Лотки — Вольтерра с традиционными обозначениями: x — количество жертв, y — количество хищников, где учтены обнаруженные в данной работе закономерности:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \alpha x^2 - \beta xy, \\ \dot{y} &= \delta xy^2 - \gamma y. \end{aligned}$$

Обозначения общепринятые.

Стратегии будущего следует анализировать, используя инструментарий, предоставляемый современной наукой. На примере данной работы продемонстрированы учет нелинейности и высококоранговости (тензорности) вовлекаемых в анализ величин. Результатом оказывается выявляемые новые ключевые связи, а как следствие — переосмысление рубежей. Анализ рисков, порождаемых не без участия науки и современных технологий, требует компетенций не меньших, чем компетенции представителей самой науки, не говоря о требованиях к компетенциям политиков, призванных эти риски предотвращать. Эффективность научного анализа стратегий наталкивается на недоразвитость конструктивного диалога, точнее говоря, мно-

госторонней платформы для открытой борьбы идей, с участием представителей власти. Счастливым исключением является наш форум.

ПЭС 11024/04.03.2011

Литература

1. Nurgaliev I.S. Singularities Are Averted by Vortices. Gravitation and Cosmology, 2010. Vol. 16. № 4. P. 313–315.
2. Nurgaliev I.S. Singularities Are Averted by Vortex. 13th Gravitational Conference — International Conference on Gravitation, Cosmology and Astrophysics. June 23–28, 2008. Peoples Friendship University of Russia (PFUR), Moscow, Russia. Abstracts. Published by PFUR, ISBN 978-5-209-03274-8. P. 117–118.
3. Нурғалиев И.С. Физическая кинетика демографии // Прогнозы и стратегии. 01/2008–01/2009. С. 170–175.
4. Нурғалиев И.С. Физическая кинетика демографии. Президиум АН РФ. Пленарный доклад. Материалы Второй научной конференции «Национальная идентичность России и демографический кризис» (15 ноября 2007 г.). С. 150–161.
5. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: УРСС, 2003.