ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЕЙ В СВЕТЕ ПРИНЦИПА ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ БОРА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.65.279

Дементьев Василий Александрович
Доктор физ.-мат. наук, профессор,
внс ГЕОХИ РАН им. В.И. Вернадского

АННОТАЦИЯ

Прослежены аналогии между сложной экологической системой и политико-экономическими системами. Для управления такими системами необходим прогноз откликов на внешние воздействия. Подходящей моделью для формирования прогноза является модель Хищники-Жертвы. Однако, рассмотрение поведения этой модели с позиций принципа дополнительности приводит к отрицательному результату: при усложнении модели она даёт всё более правдоподобное описание системы и при этом ухудшает ясность понимания откликов на внешние воздействия. Это кладёт естественный предел возможности централизованного управления глобальными политическими и экономическими системами.

ABSTRACT

Analogies are traced between a complex ecological system and political and economic systems. To control such systems, it is necessary to forecast responses to external influences. A suitable model for forecasting is the Predator-Victim model. Analysis of the behavior of this model from the standpoint of the principle of complementarity leads to a negative result. When the model is complicated, it gives an increasingly plausible description of the system, but at the same time it worsens the clarity of understanding of responses to external influences. This puts a natural limit on the possibility of centralized management of global political and economic systems.

Ключевые слова: экологические и политические аналогии, модель Хищники-Жертвы, прогноз поведения, возможности управления.

Keywords: environmental and political analogies, Predators-Victims model, behavior forecast, management capabilities.

Постановка задачи

Политологам и широкой публике хорошо известны попытки заинтересованных лиц управлять политическими процессами как локально в своих странах, так и глобально в чужих странах и в их альянсах. Замечено, что эти попытки далеко не всегда удаются. Возникает вопрос – почему не удаются. Виноваты управляемые, упрямо противившиеся усилиям Советского Союза нести в мир опыт реализации социалистических идей? Виноваты управляемые, сопротивляющиеся усилиям США нести в мир опыт установления демократии в своей и в чужих странах? Или виноваты управляющие, плохо понимающие – как воздействовать на управляемых с пользой для дела управляющих?

Для того, чтобы содержательно ответить на данные вопросы, необходимо располагать работоспособной моделью политических систем. Искомая модель должна давать количественные оценки динамических изменений в двух случаях – в состоянии естественного саморазвития и под внешними управляющими воздействиями. К сожалению, для политических систем адекватная математическая модель пока не развита. Поэтому приходится пользоваться качественными аналогиями с иными, хорошо изученными системами.

Известно, что аналогии достаточно хорошо работают только тогда, когда объекты различной физической природы описываются одинаковыми по форме системами дифференциальных уравнений. Предлагаем воспользоваться аналогией между политической системой и сложной экологической системой. Приведём здесь качественные соображения в пользу того, что такая аналогия вообще возможна. Затем перейдём на количественный уровень описания процессов в экологической системе с целью получения оценки перспектив централизованного управления, как экологией, так и политическими процессами.

Альфред Лотка исследовал периодические химические реакции. Это привело его в 1925 году к математической модели, описывающей некую химическую реакцию, продукты которой «поедаются» реагентами другого химического процесса. Обратим внимание на то, что Лотка был не только химиком, но также физиком, демографом, статистиком. И не случайно его модель по форме используемых дифференциальных уравнений буквально совпала с моделью, которую создал годом позже Вито Вольтерра, изучавший процессы в экологической системе, где Хищники поедают травоядных Жертв. В дальнейшем объединённая математическая модель Хищники-Жертвы была многократно усложнена многочисленными исследователями. Обзоры таких исследований можно легко найти в Интернете.

Представляется возможным качественно сопоставить процессы в сложных химических и экологических системах с процессами в

политических системах. Суть процессов состоит в борьбе за существование. Все эти системы допускают возможность внешних управляющих воздействий и возможность изменений физических условий протекания процессов, в том числе и случайных изменений. Отсюда цель настоящего исследования – проследить динамику процессов в модели Хищники-Жертвы при усложнении реалистичной модели до определённого предела. А затем на основе наблюдений за результатами численных экспериментов оценим перспективы осмысленных усилий по управлению реальными сложными системами. Проанализировать результаты поможет принцип дополнительности Бора [1], устанавливающий соотношение между истинностью модели и ясностью прогнозируемых в рамках модели результатов воздействия.

Количественное рассмотрение вариантов поведения модели Хищники-Жертвы

Тестирование работоспособности избранной для исследования математической модели предполагает её наполнение неким предметным содержанием и сравнением получаемых предсказаний с реальной действительностью. В качестве предмета численных расчётов выберем экологическую систему, лесное охотничье хозяйство. Нам, и другим исследователям работоспособности модели, крупно повезло. Канадское охотничье хозяйство в течение 100 лет собирало статистику популяций лис F (Foxes)и кроликов R (Rabbits) на своих лесных просторах. Кролики питаются запасами травы и весело размножаются, а лисы едят кроликов и размножаются. Но не так весело, поскольку охотники живут за счёт лисьих шкур. Поэтому ни кролики, ни лисы не умирают тихо в своих постельках. На рис. 1 показана динамика популяций кроликов R и лис F за 100 лет наблюдений. С этой динамикой мы будем сравнивать предсказания, получаемые в модели Хищники-Жертвы.

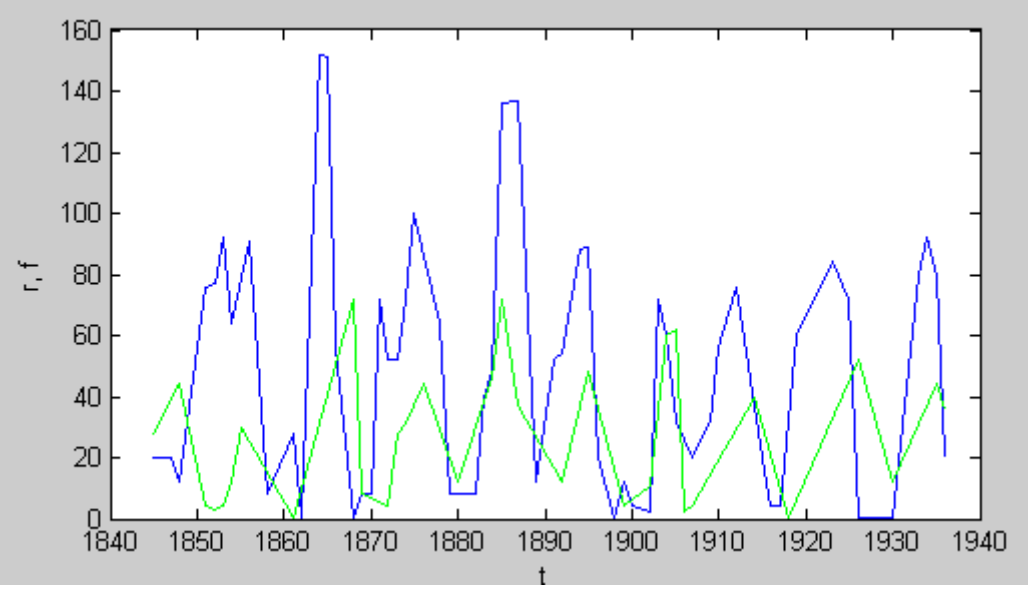

Рисунок 1. Динамика жертв (R, синий график) и хищников (F, зеленый график) в Канаде

.

Заметим лишь главные причудливые черты картины – колебания обоих популяций и отставание популяции хищников по фазе. Это отставание бывает большим или меньшим, но всегда популяция хищников растет после роста популяции жертв. Исключение наблюдается только вблизи 1885 года.

Теперь перейдём к теории, выражаемой на языке моделей. Заметим при этом, что иного способа мыслить о сложных явлениях человечество не нашло. Мы мыслим моделями явлений, а не самими фактами явлений.

Сочиним, следуя методике создателей модели (Лотка и Вольтерра), систему дифференциальных уравнений, описывающую элементарные события в системе Трава-Кролики-Лисы-Охотники. Площадь, занятую травой, будем измерять в процентах от общей площади леса, и обозначать переменной G (Grass). Модель выглядит как система из двух уравнений

$$dR/dt = k_{rb}GR - k_{rd}RF, \quad (1)$$

$$dF/dt = k_{fb}RF - k_{fd}F, \quad (2)$$

где k_{rb} - коэффициент рождаемости кроликов (rabbits birth), k_{rd} - коэффициент смертности кроликов (rabbits death), k_{fb} - коэффициент рождаемости лис (foxes birth), k_{fd} - коэффициент смертности лис (foxes death) в результате деятельности Охотников. Для получения количественного прогноза поведения популяций R и F во времени необходимо задать начальные значения этих популяций R_0 и F_0, реалистичные значения всех коэффициентов и подходящий временной шаг dt для интегрирования системы уравнений. Различные наборы всех параметров системы дают различные сценарии развития процессов. При этом все прогнозы получаются настолько ясными, что их можно вывести «на пальцах», без интегрирования.

Например, если $F_0 = 0$, то популяция R растёт экспоненциально до момента, когда параметр G начинает заметно уменьшаться. Так случилось в Австралии, где завезённые туда кролики съели почти весь травяной покров континента. Экологическая катастрофа была предотвращена, когда Охотники переключились на кроликов. Если $R_0 = 0$, то популяция F экспоненциально падает до нуля. Аналогичные сценарии реализовались в глобальной популяции Человека, которая росла экспоненциально до определённого момента из-за отсутствия у Человека могущественного врага, и в локальных популяциях, где Завоеватели сталкивались с тотальным бегством завоёванных племён. Так случилось с частью монгольской Орды, когда население Киевской Руси массово мигрировало на север. Киев был разрушен и полностью опустел.

При определённом сочетании параметров системы (1, 2) в ней может реализоваться стационарное состояние, когда численности R и F во времени не меняются. Малое изменение какого-то параметра приводит к появлению в системе гармонических колебаний малой амплитуды. Сильное отклонение состояния системы от стационарного приводит к появлению широких ангармонических колебаний R и F, что может привести к описанным выше сценариям экологической катастрофы. На рис. 2 показана картина такого колебательного процесса.

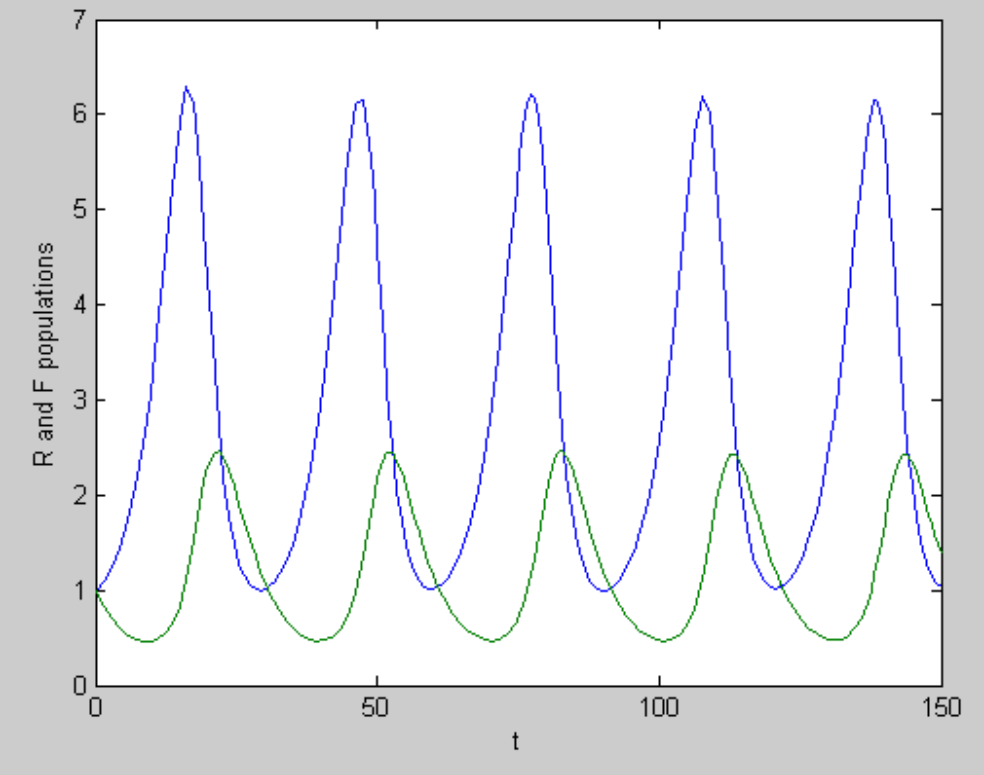

Рисунок 2. Нелинейные колебания при большом удалении модели от стационарного состояния.

Мы не приводим в данной работе конкретных параметров системы (1, 2) и текстов программ её численного интегрирования. Эти данные приведены на сайте ГЕОХИ в разделе Натурфилософия [2]. Здесь мы приводим готовые результаты численных экспериментов как примеры качественного поведения модели.

Сравним рисунки 1 и 2. Поведение модели вчерне напоминает то, что изображено на рисунке 1. Но только вчерне. Наша модель слишком бедна по сравнению с реальностью, чтобы помочь Охотникам решить какие-то сложные проблемы, когда они возникают. В частности, в нашу модель совершенно не заложены случайные события, а в реальной действительности они происходят одно за другим. Кроме того, у нас в модели очень мало действующих лиц.

Обратим внимание на ценное свойство модели генерировать ясные прогнозы поведения системы при варьировании её параметров. И на слабую степень истинности получаемой картины, раз эта картина не способна воспроизвести на качественном уровне все подробности событий в реальных условиях конкретной экосистемы. Принцип дополнительности Бора именно так управляет соотношением характеристик Истинность и Ясность в сложном суждении о сложной природной системе.

Попробуем так усовершенствовать модель, чтобы она стала более реалистичной. Сначала попытаемся промоделировать случайности и посмотрим, приблизится ли динамика модели к реалистической динамике популяций. Затем попробуем расширить список действующих лиц.

Введем небольшие колебания в значения параметра G. Это промоделирует чередование засушливых и дождливых сезонов. Теперь модель предсказывает такое поведение популяций, как показано на рисунке 3.

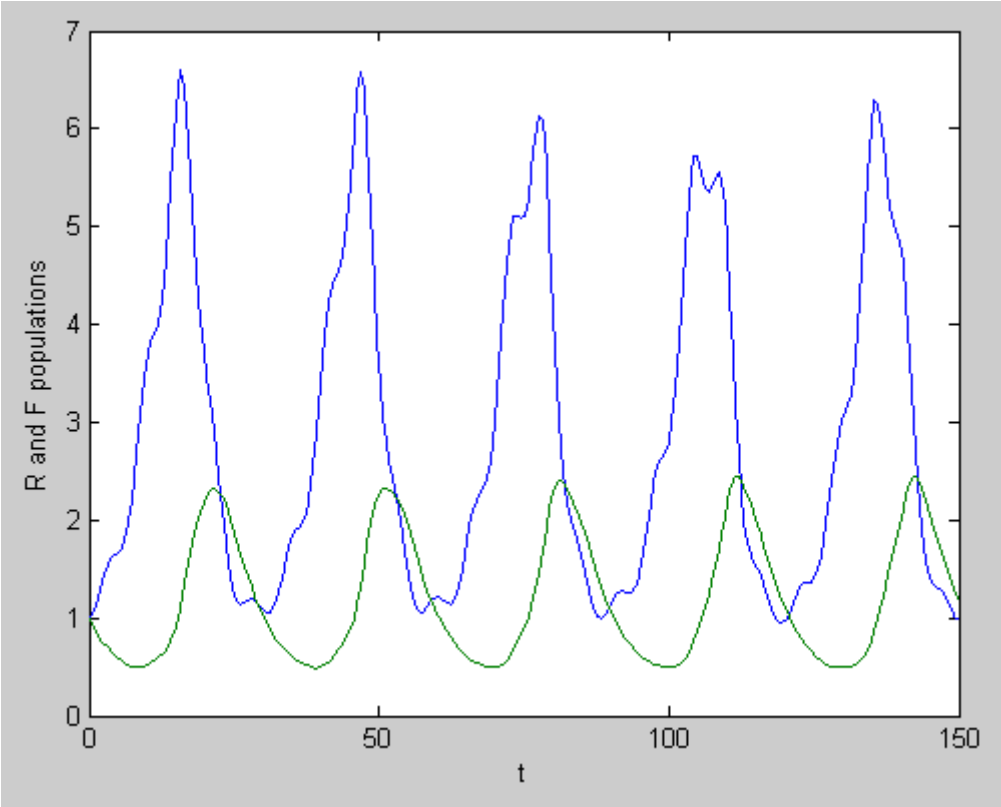

Рисунок 3. Нелинейные колебания при большом удалении модели от стационарного состояния и при псевдослучайном изменении площади, занятой травой

Модель явно улучшилась. Теперь рост и падение популяции кроликов уже не происходит по гладким экспонентам. Один пик даже получился зубчатым, как на рисунке 1. Но нет главного. Мы не получили случайного сдвига фаз а также заметного изменения со временем амплитуд колебаний.

Учтем, что лисы с аппетитом едят мышей (Mice), популяция которых M в лесу обычно очень велика. Подумаем и скажем себе, как изменится поведение модели, если мы введем в нее популяцию мышей. Нам ясно, что с появлением в лесу мышей лисы начнут питаться лучше и станут давать охотникам больше шкурок. А как появление мышей скажется на кроликах? Проверим, насколько это нам ясно, усложнив систему уравнений. К системе (1, 2) добавится новое уравнение

$$dM/dt = k_{mb}GM - k_{md}FM. \qquad (3)$$

Здесь учтено, что мыши питаются семенами трав, а потому скорость прироста их популяции зависит от параметра G. Далее, в уравнении для популяции лис введем сумму R + M как лисий пищевой ресурс. Получится такое уравнение

$$dF/dt = k_{fb}(R + M) F - k_{fd}F. \qquad (2+)$$

Мы не стали здесь учитывать колебания параметра G, чтобы прочувствовать влияние только одного нового фактора. Включение в модель нескольких новых факторов грозит сильным ухудшением ясности. На рис 4 показано, какой прогноз дает измененная модель.

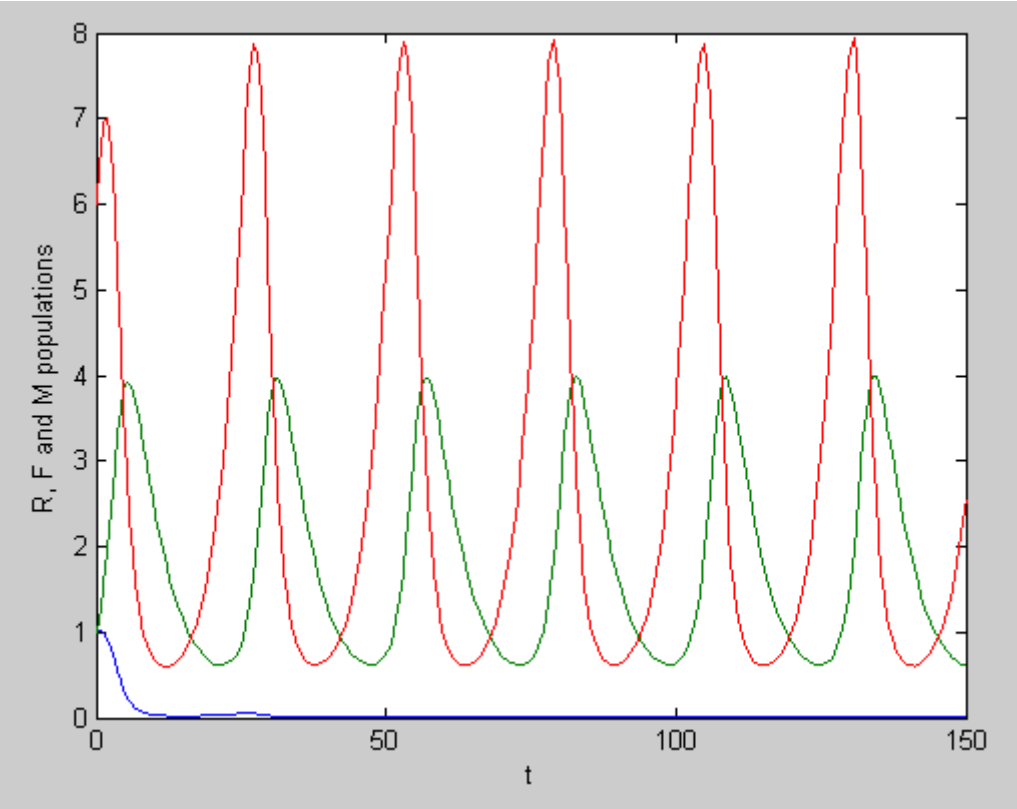

Рисунок 4. Динамика системы популяций Кроликов (синий график), Лис (зеленый график) и Мышей (красный график).

Мы видим, что предсказательная мощь модели заметно увеличилась. Мы в расчете получили следствие, до которого вряд ли кто-то мог бы додуматься заранее. Появление в лесу полчищ мышей подкрепило популяцию лис, и те съели начисто всех кроликов. Усиление прогностических качеств модели радует. А как с ясностью? Можно ли было до выполнения численного эксперимента прогнозировать для кроликов экологическую катастрофу из-за появления в лесу полчищ мышей?

Попытаемся спасти популяцию кроликов. Для этого надо ввести еще одно действующее лицо. Это сова (Owl), которая способна за ночь съесть несколько мышей. Динамику популяции сов O опишем уравнением

$$dO/dt = k_{ob}MO - k_{od}FO. \quad (4)$$

Здесь учтено, что кто-то уничтожает и сов (ястребы?). Уравнение для популяции мышей приобретет такой вид

$$dM/dt = k_{mb}GM - kmd(F + O)M. \quad (3+)$$

Теперь мы учли все доступные нам факторы, включая случайные. Получаем прогноз поведения системы на рис. 5.

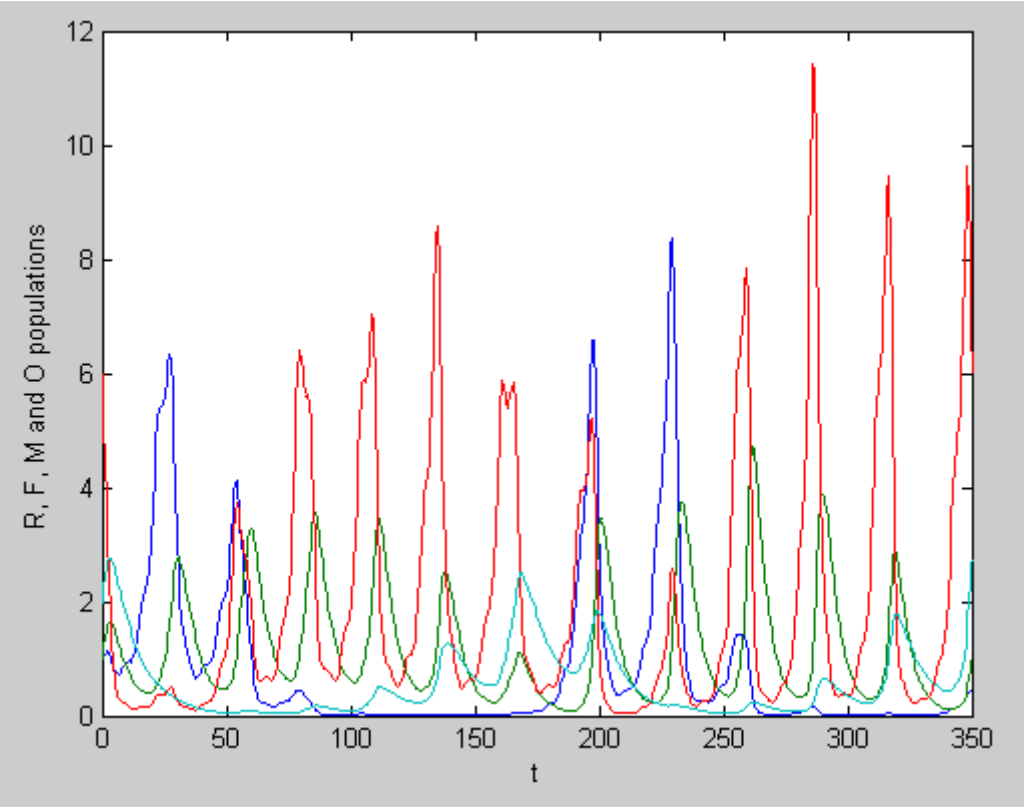

Рисунок 5. Динамика системы популяций Кроликов (синий график), Лис (зеленый график), Мышей (красный график) и Сов (циановый график). Урожайность травы в лесу подвержена колебаниям.

Прогнозируема картина поведения экологической системы теперь весьма сложна. Поэтому выделим из нее графики популяций лис и кроликов. Получим более прозрачную картину на рис. 6.

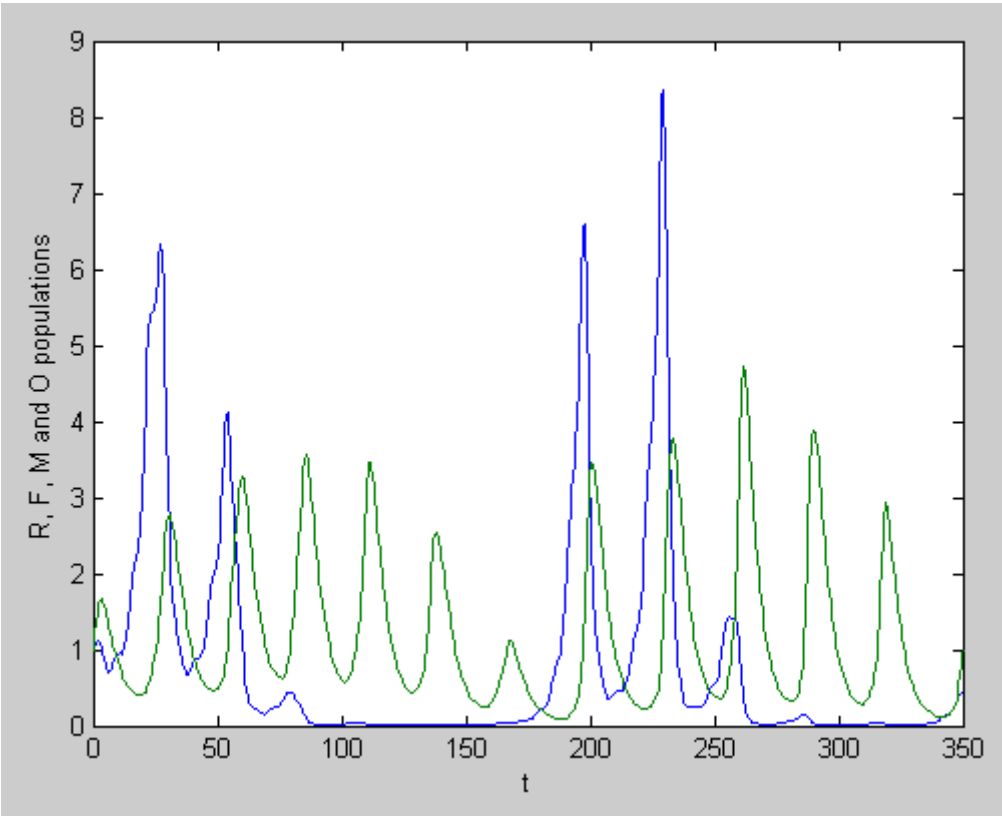

Рисунок 6. Динамика системы популяций Кроликов (синий график), Лис (зеленый график) в системе, где действуют еще и невидимки - Мыши и Совы, дожди и засухи.

Сравним с рисунком 1. Конечно, мы не можем ожидать количественного совпадения. Но качественные особенности реальной системы прекрасно воспроизводятся. В этом смысле можно говорить о возросшей точности прогноза поведения сложной. Становится понятно, что на рисунке 1 не отражены многие факторы, влияющие на динамику системы. Там тоже есть какие-то невидимки. Понятно, что эти невидимки не так влиятельны, как в нашей модели. Так что степень истинности наших рассуждений заметно возросла. А как с ясностью? Ясно ли, за какие ниточки надо подергать модель, чтобы деятельность невидимок ощущалась, но не была такой яростной? Мы видим, что Боровская пара **истинность-ясность** работает безукоризненно.

Заключение

На рассмотренном примере борьбы с формируемой моделью можно понять механизм потери ясности или истинности. Если отдавать предпочтение ясности прогнозируемой картины сложного явления, то истинность суждений о явлении и точность прогнозов оказывается весьма низкой. В погоне за точностью прогноза мы усложняем модель, вводим в нее новых действующих лиц и сложные связи между ними. При этом мы теряем ясность и возможность прослеживать эти связи, не прибегая к дополнительному анализу самой модели. Сложная модель, хорошо воспроизводящая реальную действительность, требует не менее внимательного анализа, чем сама действительность, если мы хотим понять, с чем связаны конкретные проявления модели или реальной системы. Наблюдатель, желающий проинтерпретировать результаты своих наблюдений, создает модель и в своем сознании сам становится частью наблюдаемой системы.

Бор считал, что открытый им принцип есть следствие невозможности полностью отделить наблюдателя от наблюдаемого им сложного явления. В квантовой физике это проявляется очень ярко – там процесс измерения с помощью макроскопического прибора всегда влияет на измеряемые характеристики микроскопического объекта. Заслуга Бора состоит в догадке, что такая же закономерность проявляется в любых исследованиях Природы.

Проведенное исследование поведения модели показало, что динамическая устойчивость реальной экологической системы существенно зависит от степени разнообразия действующих в системе объектов. При большом разнообразии объектов поведение системы во времени может быть очень прихотливым из-за действия случайных факторов, но система с высокой вероятностью остаётся динамически устойчивой. Система с малым разнообразием действующих лиц может легко свалиться в экологическую катастрофу. Отсюда можно сделать следующий важный вывод.

Если верно предположение, что совокупность стран, политических и экономических систем на планете ведёт себя в истории аналогично поведению природных экологических систем, то стремление некоторых действующих лиц к централизованному управлению этой исторической системой является очень опасной тенденцией, способной приводить к геополитическим катастрофам. Особенно опасны усилия, ведущие к глобальной унификации политических формаций различных стран.

Что спасает человечество от таких усилий? В первую очередь, это непонимание идеологами и стратегами глобальной демократизации или всемирного халифата возможных последствий своих практических действий. Будучи лишены ясности функционирования сложной системы, такие стратеги и тактики не понимают, на какие кнопки следует нажимать для получения желаемого результата. Поэтому они с неизбежностью совершают ошибочные действия, приводящие к нежелательным для них результатам. Для безошибочных действий необходимо обладать всесторонним описанием процессов, происходящих в сложной системе. Но идеолог и стратег, сам принадлежащий сложной системе, не способен отразить в своём сознании всю систему в целом. Это утверждение полностью согласуется с мнением Нильса Бора [1, стр. 58]:

«**Мы должны вообще быть готовы к тому, что всестороннее освещение одного и того же предмета может потребовать различных точек зрения, препятствующих однозначному описанию. Строго говоря, глубокий анализ любого понятия и его непосредственное применение взаимно исключают друг друга**».

Далее, мы видели, что в сложной системе взаимодействующих объектов практически невозможно предсказать результаты внешних воздействий на объекты системы и на систему в целом. Сложная система сопротивляется таким воздействиям, стремясь к сохранению своей динамической стабильности.

И наконец, указанным разрушительным идеологиям человечество способно противопоставить спасительную идеологию эволюционного развития. Процесс эволюционного развития даёт в любой сложной системе более благоприятные результаты, чем линейный процесс количественных изменений. Идеология эволюционного развития стихийно сформировалась и действовала в долгом историческом процессе Руси, России, Российской и Советской империй, Российской федерации [3].

Напомним, что сущность эволюции сводится к объединению весьма отличающихся по своей природе объектов в новый природный объект, в котором свойства исходных объектов не подавляются, но дают во взаимодействии новые мощные свойства, благоприятные для взаимодействия с внешним миром [4].

Ярким примером такого нового эволюционного объекта на политической арене является недавнее образование альянса Иран-Турция-Россия ради борьбы за освобождение Сирии от сил Исламского Государства. Альянс трёх стран с совершенно ясным механизмом

внутреннего взаимодействия дал результат, на который в силу сложности внутренней структуры был принципиально неспособен альянс под эгидой США, куда входили несколько десятков стран, включая могучею страну Джибути. Отметим однако, после изгнания сил ИГ процесс конституционного преобразования Сирии почему-то затормозился, несмотря на усилия альянса Иран-Турция-Россия.

Другим примером, более печальным, является альянс стран Варшавского договора. В начале своей истории он демонстрировал заметные успехи в противодействии НАТО. Но затем внутренние связи между членами альянса испортились, и альянс распался. Да, эволюционные природные объекты в случае обнаружения своей непригодности способны распадаться на исходные компоненты.

Теперь сделаем главный вывод из проведенного исследования. У централизованного управления всеми странами нашей планеты нет никаких ясных перспектив. Природа не позволяет осмысленно воздействовать на столь сложную природную систему, как Человечество. Природа грозно предупреждает – Нельзя, получится скверно.

Литература

Бор Н. Избранные труды. М., 1971. Т. 2

http://www.geokhi.ru

Дементьев В.А. Сценарий эволюционного развития как часть идеологии. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. – № 12 (57) / 2018, 6 часть. – С. 32-38. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.6.57.32-38. - URL: http://euroasia-science.ru/wp-content/uploads/2019/01/Euroasia_journal_6_part_10.pdf

Галимов Э.М. Феномен жизни. Между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. М. URSS, 2001.