



М.Е. Степанцов

**Моделирование системы
«власть–общество–экономика» для
одного случая изменения количества
регионов**

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Степанцов М.Е. Моделирование системы «власть–общество–экономика» для одного случая изменения количества регионов // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 6-й Международной конференции (2-3 февраля 2023 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2023. — С. 199-204. — <https://keldysh.ru/future/2023/14.pdf>
<https://doi.org/10.20948/future-2023-14>

Размещено также [видео выступления](#)

Моделирование системы «власть–общество–экономика» для одного случая изменения количества регионов

М.Е. Степанцов

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Аннотация. Проведено исследование динамики системы «власть–общество–экономика», основанной на соответствующей модели А.П. Михайлова в случае изменения числа входящих в нее регионов. Для этого соответствующим образом была модифицирована дискретная модель такой системы, ранее разработанная автором, основанная на клеточном автомате. Проведены вычислительные эксперименты, получены результаты, касающиеся как негативного влияния изменения числа регионов на социально-экономическую ситуацию, так и возможных мер по предотвращению такого влияния.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационное моделирование, клеточные автоматы, модель «власть–общество–экономика»

Simulation of the Power–Society–Economics system for one case of change in the number of regions

M.E. Stepantsov

Keldysh Institute of Applied Mathematics, RAS

Abstract. A study of the dynamics of a Mikhailov model-based Power–Society–Economics system was conducted, considering the case of changing the included regions number. A discrete model based on a cellular automaton, previously developed by the author, was modified with this purpose. Computational experiments were conducted, obtained results concerning both by the negative impact of changes on the social-economic situation and possible measures to prevent this.

Keywords: mathematical modeling, simulation, cellular automata, Power–Society–Economics model

Классическая непрерывная модель «Власть–общество» А.П. Михайлова [1], модифицированная для случая трехуровневой иерар-

хической структуры власти [2], характерной для России и ряда других государств, и пополненная экономическими и социальными факторами, адекватно описывает систему в целом [3], но не может быть использована в предлагаемом виде для исследования региональной динамики в случае различия социально-экономических, географических и иных особенностей регионов и муниципалитетов.

Дискретный вариант этой модели, основанный на клеточном автомате, предложенный автором, как показано в [4], порождает макродинамику, полностью соответствующую исходной непрерывной модели, и при этом позволяет рассмотреть различные дополнительные явления [5], среди которых – региональное разнообразие параметров системы.

Эта особенность дискретной модели наводит на мысль о возможности исследования с ее помощью такого явления, как изменение количества регионов в системе. В данной работе рассматривается случай добавления региона извне.

Построение имитационной системы

Вопрос о том, каковы должны быть параметры имитационной системы, при помощи которой будут проводиться вычислительные эксперименты, является непростым. С одной стороны, модель предполагает возможность довольно точного отображения географических особенностей моделируемой системы на поле клеточного автомата. Однако все результаты [6], показывающие эквивалентность макродинамики дискретной и непрерывной моделей были достигнуты уже в рамках системы из 100 муниципалитетов (клеток), распределенных по 8 регионам, и не изменялись при увеличении размеров поля автомата и количества регионов. Клетки автомата, имеющие примерно одинаковые параметры, при моделировании просто повторяют динамику друг друга и вполне могут быть заменены одной клеткой. Поэтому неочевидна необходимость, например, использования клеточного автомата с восемью десятками регионов и несколькими тысячами муниципалитетов для моделирования системы «власть–общество» в России. В то же время значения макроэкономических показателей, в том числе численности населения, должны в точности соответствовать параметрам моделируемой реальности, если мы хотим получить адекватные результаты моделирования.

Исходя из этих соображений, рассмотрим модель, представляющую собой клеточный автомат на поле размером 10×10 , то есть систему, состоящую из 100 муниципалитетов. Поле разобьем на семь регионов при помощи вспомогательного клеточного автомата «копируй со случайного соседа» [5], при этом принудительно выделим четыре лежащих рядом клетки в качестве восьмого, присоединяемого к системе, региона (рис. 1).

Численность населения системы была принята равной 153 млн чел, в том числе каждому из четырех муниципалитетов нового региона было

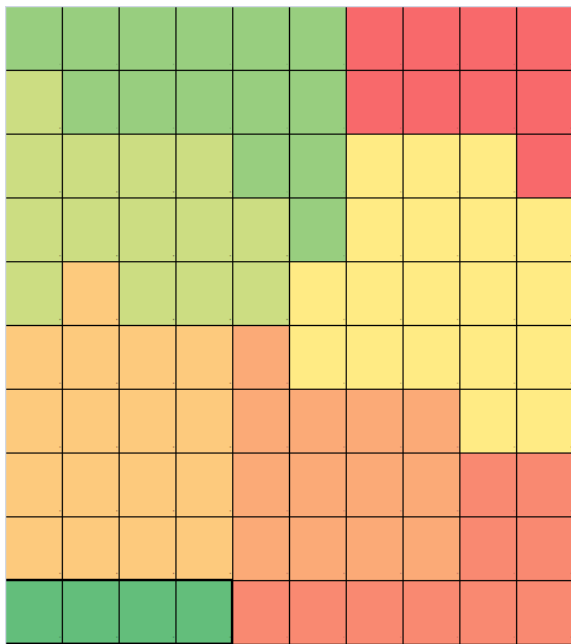


Рис. 1. Поле используемого клеточного автомата

приписано значение 2 млн. В семи других регионах 47 муниципалитетам также было приписано значение 2 млн, а остальным 49 – 1 млн, и эти муниципалитеты были равномерно распределены по регионам.

В экономическом блоке модели используется производственная функция Кобба–Дугласа (обобщенная). Из [7] были взяты значение эластичности по объему трудовых ресурсов, составляющее 0,246, и эластичности по объему основных производственных фондов – 0,886. Для нахождения параметра, традиционно называемого коэффициентом нейтрального технического прогресса (который, на самом деле, просто уравнивает размерности величин в двух частях

уравнения) необходимо было значение ВВП в масштабах всей системы, которое было принято равным 130 трлн (что соответствует ВВП России на 2021 г. в текущих ценах). Таким образом, производственная функция имеет вид $X = 0,189 K^{0,886} L^{0,246}$, где X – величина ВВП в триллионах денежных единиц, K – объем основных производственных фондов также в триллионах денежных единиц, L – население в миллионах человек.

«Количество власти» в модели в соответствии с [5] представляет собой целое число в промежутке $[0; 10]$. Начальное ее количество на всех уровнях системы было принято равным 7, то есть речь шла об авторитаристском профиле власти. Исключение составили новые муниципалитеты и регион, где эта величина была взята равной 0 (то есть мы рассматриваем ситуацию, отличную от присоединения территории с существующими на ней органами власти, интегрирующимися в исходную систему). Другие параметры модели взяты равными использовавшимся в [6].

Вычислительные эксперименты

Для заданных начальных параметров были проведены 100 вычислительных экспериментов. В каждом из них через максимум 60 шагов (на выбранном масштабе шаг соответствует 1 месяцу реального времени) в новых муниципалитетах и регионе количество власти стабилизировалось на уровне 7. При этом в 98 случаях из 100 в небольшом количестве других муниципалитетов он принимал значения 3, причем в большинстве случаев такие муниципалитеты концентрируются в рамках одного региона при

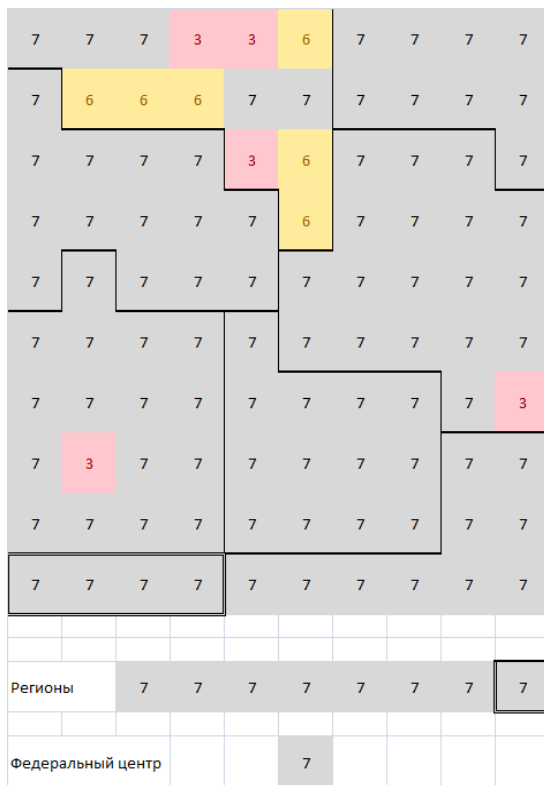


Рис. 2. Пример распределения количества власти по результатам 60 шагов в модели

этом количество власти на уровнях регионов и федеральном остается равным 7 (рис. 2).

Хотя формально это является лишь признаком перехода в данном регионе к партиципаторной модели власти, с точки зрения выбранного авторитаристского профиля власти это явление можно трактовать как частичную потерю управляемости муниципалитетами и, возможно, целым регионом.

Более значимым результатом расчетов является наблюдаемое в ходе моделирования падение уровня жизни населения, рассчитываемого как удельное потребление. За период моделирования оно снижается примерно на 23%. Следует отметить, что эта тенденция складывается в течение первых 12 шагов моделирования (года), а затем лишь сохраняется, поэтому можно рассмотреть подробнее ситуацию, складывающуюся за первые за 12 шагов.

Возникает вопрос, каким образом упомянутая выше тенденция может быть изменена. Единственным экзогенным фактором модели, способным повлиять на экономическую динамику в сторону увеличения производства являются дополнительные инвестиции.

И действительно, оказывается, что при введении в систему дополнительных инвестиций в объеме 8 трлн темпы падения за 12 шагов (год) снижаются до 2%, а в случае дополнительных инвестиций в объеме 13 трлн эффект снижения уровня потребления на масштабе 12 шагов исчезает. Эти наблюдения сделаны по результатам 100 вычислительных экспериментов для каждого случая; типичные результаты приведены на рис. 3.

Выводы

В результате имитационного моделирования системы «власть–общество–экономика» при помощи дискретной модели на основе клеточного автомата, можно сделать следующие наблюдения:

1. Добавление в состав системы региона, не имеющего на этот момент сформированной структуры власти, приводит к небольшой потере управляемости.

2. Более заметным эффектом является появляющаяся тенденция к снижению удельного потребления в системе. Следует иметь в виду, что

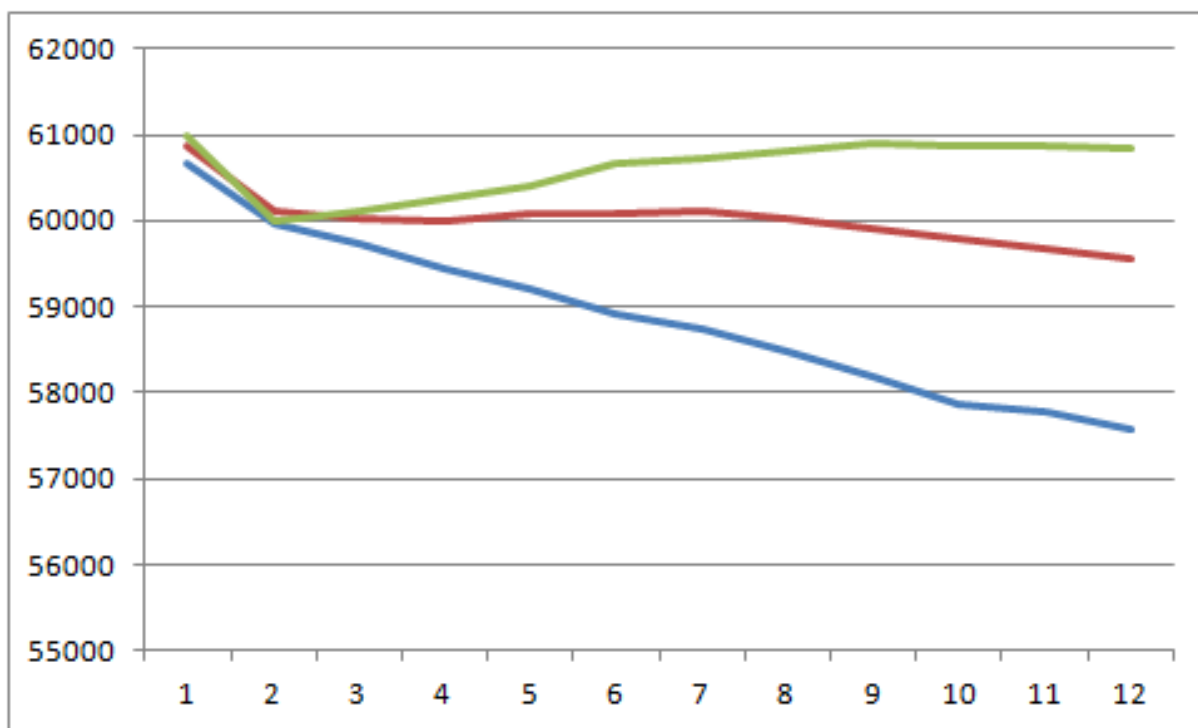


Рис. 3. Динамика удельного потребления при отсутствии дополнительных инвестиций (синяя кривая), 8 трлн инвестиций (красная кривая) и 13 трлн инвестиций (зеленая кривая)

здесь речь идет лишь о прямом влиянии присоединения региона. В реальной ситуации это снижение накладывается на другие процессы, происходящие в это время с экономикой, в то время как при моделировании предполагалось изначально стабильное развитие экономики.

3. Возможной мерой, предотвращающей эту негативную тенденцию, является дополнительное внешнее инвестирование в объеме 13 триллионов в течение первого года после присоединения региона. Здесь следует иметь в виду, что речь идет о привлечении дополнительных средств, не участвующих уже в обороте средств внутри системы. Использование внутренних средств, которые и так должны были участвовать в денежном обороте, например, государственного бюджета, не является такой внешней инвестицией.

Автор полагает, что результаты исследования можно несколько уточнить для конкретных случаев, приблизив структуру имитационной системы к структуре моделируемого объекта, но это не окажет существенного влияния на представленные выводы.

Литература

1. Михайлов А.П. Математическое моделирование власти в иерархических структурах // Математическое моделирование 6(6), 108-138 (1994).

2. *Дмитриев М.Г., Жукова Г.С., Петров А.П.* Асимптотический анализ модели «власть-общество» для случая двух устойчивых распределений власти // Математическое моделирование 16(5), 23-34 (2004).
3. *Дмитриев М.Г., Павлов А.А., Петров А.П.* Модель «власть-общество-экономика» для случая слабо коррумпированной дискретной иерархии // Математическое моделирование 24(2), 120-128 (2012).
4. *Петров А.П., Степанцов М.Е.* Моделирование трехуровневой системы «власть-общество» на основе клеточных автоматов // Математическое моделирование 28(3), 119-132 (2016).
5. *Степанцов М.Е.* Моделирование системы «власть-общество-экономика» с элементами коррупции на основе клеточных автоматов // Математическое моделирование 29(9), 101-109 (2017).
6. *Степанцов М.Е.* Моделирование системы «власть-общество-экономика» на основе клеточного автомата // Седьмая Всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015). Труды конференции. 21-23 октября 2015 г., Москва: в 2 т. – М.: ИПУ РАН, 2015. Т.1, с.168-172.
7. *Пшеничникова С.Н.* Анализ производственной функции Кобба-Дугласа для экономик России и ряда стран региона центральной и Восточной Европы // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2017, т.7. № 3(24), с.148-166.