

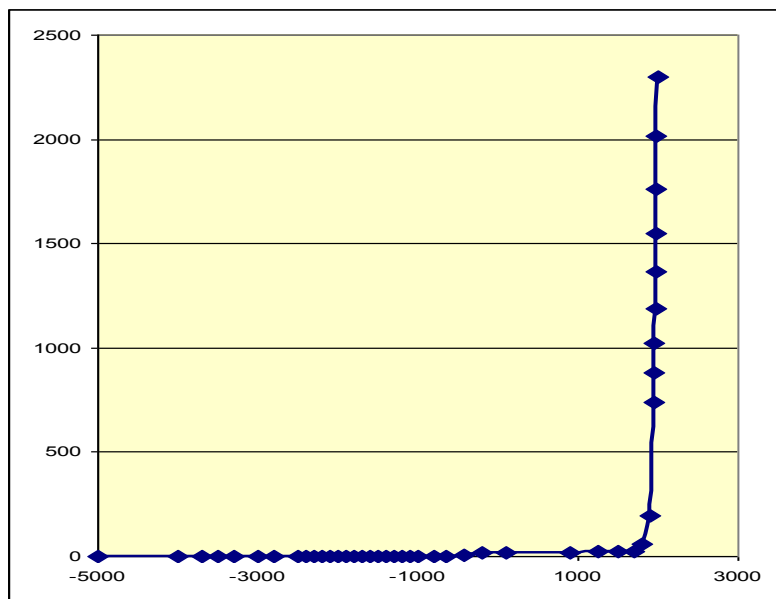
Коротаев А. В., Малков А. С., Халтурина Д. А. 2007. *Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура*. М.: КомКнига/URSS. С. 122–127.

Глава 10

Макродинамика урбанизации Мир-Системы

Оценки динамики роста численности городского населения Мир-Системы до 1990 г. могут быть графически представлены следующим образом (см. Диаграмму 1):

Диаграмма 10.1. Динамика численности городского населения мира, в млн. чел., для городов с населением > 10000 чел (5000 г. до н.э. – 1990 г. н.э.)



ПРИМЕЧАНИЯ. Источники данных: Modelski 2003; Gruebler 2006; UN Population Division 2006. Дж. Моделски приводит свои оценки численности городского населения мира (для городов с не менее, чем 10.000 обитателей) до 1000 г. до н.э., А. Грюблер – с 900 г. н.э. по 1950 г., Отдел народонаселения ООН – с 1950 г. Оценка численности городского населения мира за период 1000 г. до н.э. – 900 г. н.э. произведена нами на основе данных Т. Чэндлера (Chandler 1987) по численности городского населения мира, обитавшего в крупных городах (>40.000 жителей).

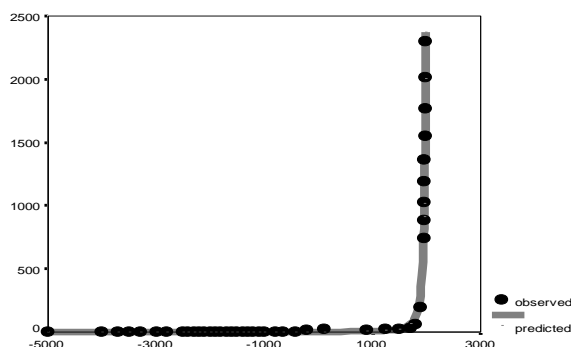
Общая динамика численности городского населения мира вплоть до 90-х гг. XX в. (и в особенности до 1960 г.) хорошо описывается квадратично-гиперболическим уравнением

$$U_t = \frac{C}{(t_0 - t)^2}, \quad (10.1)$$

где U_t – городское население мира в момент времени t , а C и t_0 – константы; при этом t_0 соответствует абсолютному пределу ("сингулярности"), когда численность городского населения мира стала бы бесконечной, если бы наблюдавшаяся вплоть до 60-х (или, скажем, 90-х) гг. прошлого века тенденция продолжилась бы и далее.

Так для периода 5000 г. до н.э. – 1990 г. н.э. корреляция между генерируемой уравнением (10.1) динамикой и эмпирическими оценками выглядит следующим образом (см. Диаграмму 10.2):

Диаграмма 10.2. Динамика численности городского населения мира, в млн. чел., для городов с населением > 10000 чел (5000 г. до н.э. – 1990 г. н.э.): соответствие предикций КВАДРАТИЧНОЙ гиперболической модели эмпирическим оценкам



ПРИМЕЧАНИЯ: $R = 0,998$, $R^2 = 0,996$, $\alpha \ll 0,0001$. Черные маркеры соответствуют эмпирическим оценкам Моделски (Modelski 2003), Грюблера (Gruebler 2006) и Отдела народонаселения ООН (UN Population Division 2006). Сплошная серая кривая сгенерирована следующим уравнением:

$$U_t = \frac{7705000}{(2047 - t)^2}.$$

Параметры C (7705000) и t_0 (2047) определены методом наименьших квадратов.

Наблюдаемый высокий уровень соответствия долгосрочной макродинамики численности городского населения мира квадратичной гиперболической модели не представляется случайным и объясняется наличием нелинейной положительной обратной связи второго порядка между демографическим ростом и технологическим развитием Мир-Системы, при этом вплоть до 70-х гг. прошлого века вышеописанный механизм вел в тенденции не только к гиперболическому росту численности населения Мир-Системы, но и к гиперболическому росту производства относительно избыточного¹ продукта на душу населения, а также к квадратично-гиперболическому росту мирового ВВП (см. выше Главу 4).

Тенденция к гиперболическому росту производства избыточного продукта на душу населения (в сочетании с гиперболически ускоряющимися темпами технологического роста) долгое время вела и к тенденции к гиперболическому росту мировой урбанизации (т.е. пропорции городского населения в общей численности населения мира), что в сочетании с гиперболическим ростом населения мира и создавало долгосрочную тенденцию к квадратично-гиперболическому росту численности городского населения мира (см. Диаграмму 10.3):

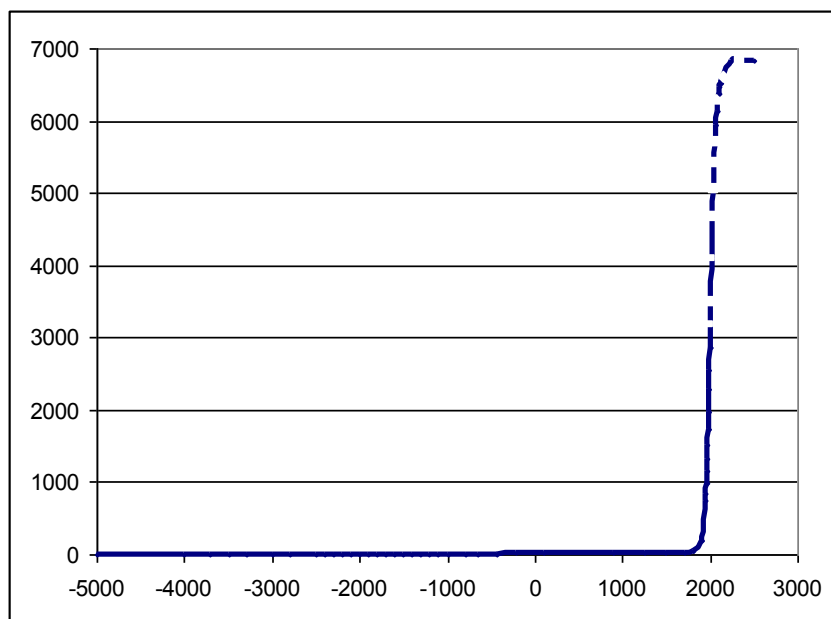
¹ То есть продукта, производимого сверх необходимого, который здесь понимается как продукт, абсолютно необходимый в мальтузианской системе для выживания населения на уровне голодного минимума, соответствующему нулевым темпам воспроизводства населения, когда уровень смертности сравнивается с уровнем рождаемости.

Диаграмма 10.3. Блок-схема нелинейной положительной обратной связи, генерирующей тенденцию к квадратично-гиперболическому росту численности городского населения Мир-Системы



Наибольшее соответствие динамики, генерируемой квадратично-гиперболическим уравнением (10.1), эмпирическим оценкам численности городского населения мира наблюдается для периода до 1965 г. Для этого периода уравнение (10.1) описывает более 99,88% всей макроставариации данного показателя ($R = 0.9994$, $R^2 = 0.9988$, при следующих значениях параметров: $C = 2610000$ [млн. чел.], $t_0 = 2010$). Между прочим, приведенное выше значение параметра ($t_0 = 2010$ [г. н.э.]) показывает, что если бы наблюдавшаяся вплоть до середины 60-х гг. прошлого века тенденция роста городского населения мира продолжилась бы и дальше, то численность городского населения нашей планеты стало бы бесконечной уже в 2010 г. Поэтому неудивительно, что с середины 60-х гг. прошлого века начинается выход развития Мир-Системы по этому параметру из режима с обострением. С 60-х гг. начинается снижение относительных темпов роста городского населения мира, и по прогнозам (см., например: Gruebler 2006) в ближайшие десятилетия начнется снижение и абсолютных темпов прироста городского населения, с последующей стабилизацией численности городского населения мира в ХХII в. на уровне порядка семи миллиардов человек (см. Диаграмму 10.4):

Диаграмма 10.4. Динамика численности городского населения мира, в млн. чел., для городов с населением > 10000 чел (5000 г. до н.э. – 2005 г. н.э.), с прогнозом до 2350 г.



ПРИМЕЧАНИЯ. Источники данных: Modelski 2003; Gruebler 2006; UN Population Division 2006. Кривая на 2006–2350 гг. рассчитана на основании среднего варианта прогноза А. Грюблера по динамике пропорции городского населения и нашего прогноза динамики численности населения мира на этот период (см. ниже Экскурс 1).

Общая макродинамика урбанизации Мир-Системы может быть математически описана при помощи следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{du}{dt} = aSu(u_{\text{lim}} - u), \quad (10.2)$$

где u – доля городского населения ("индекс урбанизации"), S – "избыточный" продукт, производимый при данном уровне технологического развития Мир-Системы на одного человека, a – константа, а u_{lim} – предельно возможная доля городского населения (которая может быть оценена, как находящаяся в пределах 0,8–0,9, и может рассматриваться в данном контексте как "уровень насыщения").

При низких значениях u ($< 0,3$) его динамика определяется прежде всего описанным в Главе 4 гиперболическим ростом S , в результате чего и динамика урбанизации оказывается близкой к гиперболической, что в сочетании с гиперболическим ростом населения Мир-Системы (закономерно наблюдающимся как раз для эпохи, соответствующей низким значениям мировой урбанизации) и ведет к тому, что общая макродинамика численности городского населения мира для этой эпохи, хорошо описывается квадратично-гиперболическим уравнением. При более высоких значениях индекса урбанизации начинает сказываться эффект насыщения, и при приближении к уровню насыщения темпы роста мировой урбанизации начинают все более замедляться, что и наблюдается в настоящее время – Мир-Система начинает выходить из режима с обострением и по этому показателю.