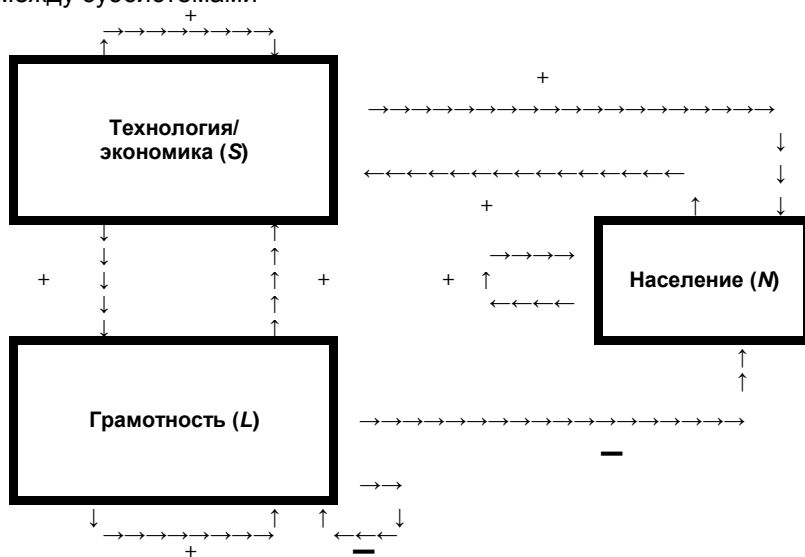


Глава 6

Специальная расширенная математическая макро модель технико-экономического, культурного и демографического роста Мир-Системы

В данной модели мы вводим следующие дополнительные допущения: (1) Грамотное население делает больше технологических инноваций, чем неграмотное. Следовательно, рост грамотности ведет к ускорению темпов технологического развития. (2) В современную эпоху уровень экономического развития Мир-Системы определяется, прежде всего, уровнем развития человеческого капитала, который мы считаем возможным оценочно измерить через показатель мировой грамотности. Данные допущения в сочетании с допущениями первых двух компактных макромоделей предполагают следующую функциональную схему отношений между моделируемыми подсистемами (см. Диаграмму 6.1):

Диаграмма 6.1. Функциональная схема моделируемых отношений между подсистемами



Таким образом, сочетание вышеописанных допущений с допущениями компактных макромоделей может быть смоделировано при помощи следующей системы дифференциальных уравнений:

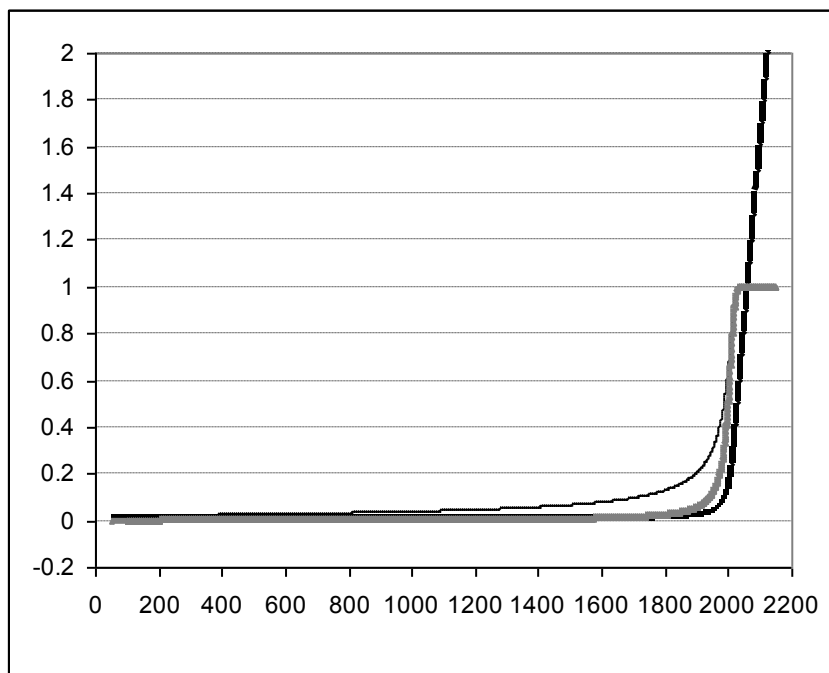
$$\frac{dN}{dt} = aS(1-L)N, \quad (6.1)$$

$$\frac{dS}{dt} = bLN, \quad (6.2)$$

$$\frac{dL}{dt} = cS(1-L)L, \quad (6.3)$$

Данная модель генерирует следующую динамику (см. Диаграмму 6.2):

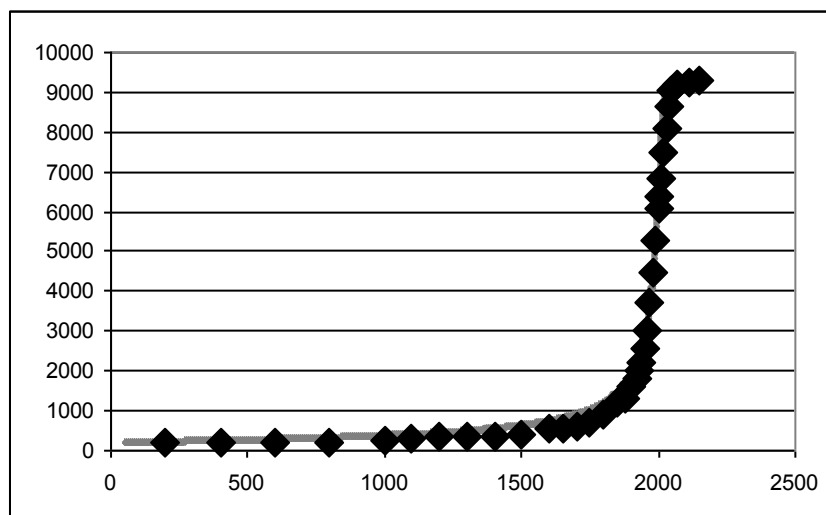
Диаграмма 6.2. Динамика, генерируемая специальной расширенной макромоделью



Толстая серая кривая – население мира, исчисляемое как пропорция от его численности на уровне стабилизации. *Черная тонкая кривая* – грамотность. *Толстая черная кривая* – уровень технико-экономического развития Мир-Системы (S), измеряемый как пропорция от уровня в точке стабилизации мирового населения.

Компьютерная симуляция с использованием данной модели¹ (с началом в 50 г. н.э.) дала следующие результаты (см. Диаграмму 6.3):

Диаграмма 6.3. Предсказанная расширенной макромоделью и наблюдаемая актуально динамика роста населения мира, в миллионах человек



ПРИМЕЧАНИЕ: Сплошная серая линия была сгенерирована моделью; черные маркеры соответствуют оценкам численности населения мира по М. Кремеру (Kremer 1993) для периода до 1950 г., данным Бюро переписей США (US Bureau of the Census 2006) для 1950–2003 гг. и экстраполяции тренда 1990–2003 гг. (см. выше Главу 1).

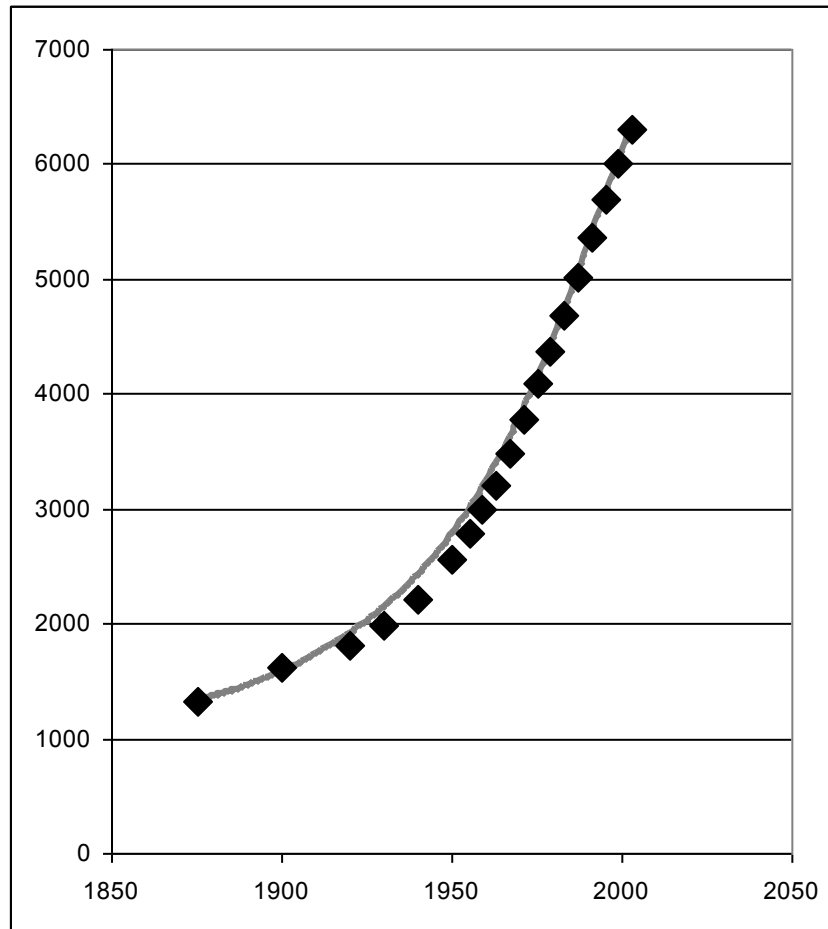
Корреляция между предсказанными и наблюдаемыми значениями для данной симуляции имеет следующие характеристики: $R = 0,997$; $R^2 = 0,993$; $\alpha \ll 0,0001$.

Еще более высокий уровень корреляции между предсказанными моделью и актуально наблюдаемыми значениями переменных был получен при компьютерной симуляции с началом в 1875 г. При этом были выбраны следующие значения констант и начальных условий: $N_0 = 1325$ (в миллионах); $S_0 = 1$; $L_0 = 0,22^2$; $a = 0,008$ (что соответствует относительной годовой скорости роста населения в начале симулируемого периода и равно средней скорости роста населения в 1875–1900 гг. по оценкам М. Кремера [1993]); $b = 0,00005$; $c = 0,007$. Результаты симуляции представлены на Диаграмме 6.4:

¹ Симуляции производились при помощи годичных итераций с использованием разностных уравнений, выведенных из вышеприведенных дифференциальных уравнений.

² Вычислено на основе оценок В. А. Мельянцева (1996, 2003, 2004; Meliantsev 2004).

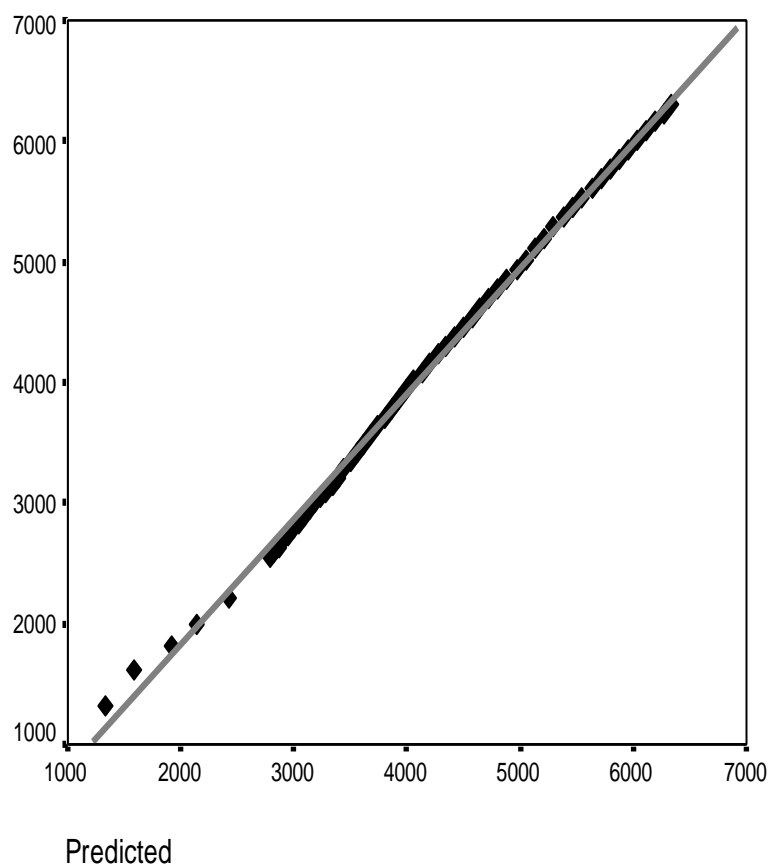
Диаграмма 6.4. Предсказанная расширенной макромоделью и наблюдаемая актуально динамика роста населения мира, в миллионах человек, 1875–2003 гг.



ПРИМЕЧАНИЕ: Сплошная серая линия была сгенерирована моделью; черные маркеры соответствуют оценкам численности населения мира по М. Кремеру (Kremer 1993) для периода до 1950 г. и данным Бюро переписей США (US Bureau of the Census 2006) для 1950–2003 гг.

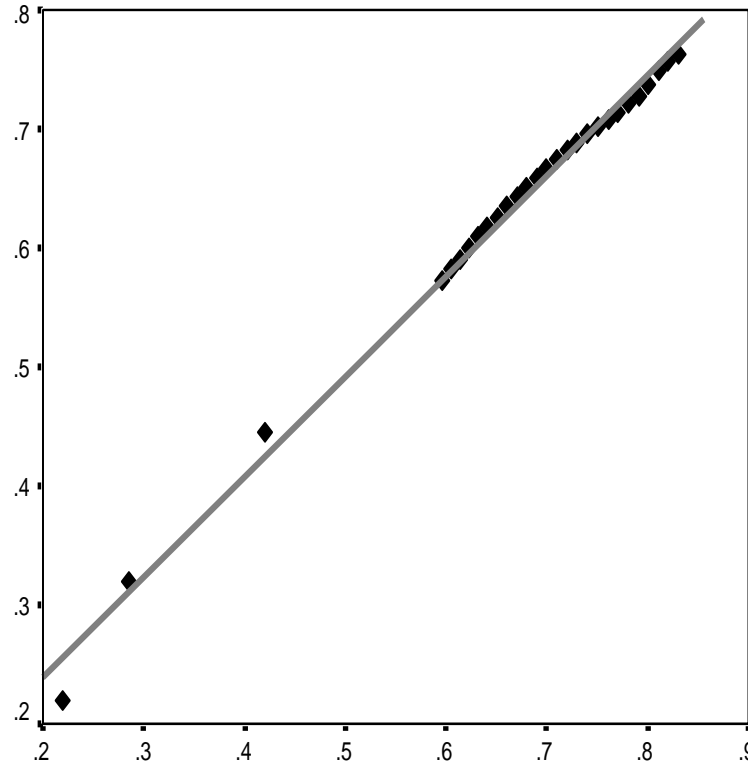
Корреляция между предсказанными макромоделью и актуально наблюдаемыми значениями для этой симуляции выглядит следующим образом: $R = 0,9989$, $R^2 = 0,9978$, $\alpha \ll 0,0001$ (Диаграмма 6.5):

Диаграмма 6.5. Население мира:
корреляция между предсказанными
макромоделлю и актуально наблюдаемыми
значениями



Корреляция между предсказанными макромоделлю и актуально наблюдаемыми значениями грамотности населения мира также оказалась исключительно высокой (см. Диаграмму 6.6):

Диаграмма 6.6. Грамотность населения мира (пропорция грамотного взрослого населения): корреляция между предсказанными макромоделью и актуально наблюдаемыми значениями



World Literacy, Proportion of Literate Adult Population: Predicted

$$R = 0,997, R^2 = 0,994, \alpha \ll 0,0001$$

Генерируемая моделью динамика имеет точные параллели в реальном мире – относительные темпы роста населения мира увеличивались с наибольшей скоростью, когда уровень мировой грамотности приближался к 50% (ибо как в модели, так и в реальности участок между 30% и 70% был пройден миром всего лишь за несколько десятилетий, что находится в сильнейшем контрасте с тысячелетиями, ушедшими на прохождение пер-

вых 10%), эти темпы достигли своих максимальных значений при уровнях мировой грамотности, близких 50%, и они стали снижаться со все большей скоростью почти сразу же после того, как уровень мировой грамотности превысил 50% (ср. Kremer 1993: 683; US Census Bureau 2006; World Bank 2006).

Конечно же, специальная макромоделли имеет заметно более узкий диапазон действия, чем общие макромоделли. Так она совершенно не работает для дописьменного периода истории человечества, ибо согласно этой модели нулевому уровню грамотности соответствовали бы нулевые темпы технологического, экономического и демографического роста, что совершенно не соответствует действительности. Вместе с тем, она неплохо работает для эпохи модернизации, что, возможно, отражает то обстоятельство, что решающим фактором экономического развития в эту эпоху стало развитие именно человеческого капитала (см., например: Мельянцев 1996; Добрынин, Дятлов, Курганский 1999; Denison 1962; Schultz 1963; Scholing and Timmermann 1988; Lucas 1988 и т.д.). При этом, как мы увидим ниже (см. Главу 8), уровень грамотности может выступать в качестве очень чувствительного индикатора уровня развития человеческого капитала. Отметим также, что в нашем распоряжении имеются и определенные данные, заставляющие предполагать, что рост грамотности мог и сам по себе выступать в качестве мощного фактора экономического развития, о чем и пойдет речь в следующей главе.