

С.К. Лямин

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОМ
РЕГИОНЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА:
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СРЕДСТВАМИ
ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ «Урбанизационные процессы в русском провинциальном городе второй половины XIX – начале XX в.: сравнительный анализ Центрально-Чернозёмного и Западно-Сибирского региона» №05-01-01290а, № 07-01-94702м/М

На протяжении второй половины XIX – начала XX в. правительственная политика в области образования в различных её проявлениях носила в целом модернизационный характер. Однако предпринимаемые усилия были недостаточны. Вплоть до 1917 года русская школа оставалась многотипной. Различие уставов школ и учебных программ, разный уровень преподавания учителей и неравные технические возможности школ, различная ведомственная принадлежность – всё это и многое другое препятствовало осуществлению государством крупного модернизационного проекта в сфере общегосударственной системы образования [1].

Тем не менее, на локальном уровне на протяжении всего исследуемого периода регулярно предпринимались модернизационные усилия, направленные на совершенствование системы образования, на расширение сети образовательных учреждений. Об этом свидетельствуют, в частности, материалы обзоров губерний, в которых отражены как статистические данные, так и описание комплексов мероприятий, организованных государственными учреждениями и органами местного самоуправления и направленных на совершенствование образовательной системы всей губернии [2].

В этой связи возникает вопрос: насколько модернизационные преобразования на уровне отдельных городов качественно трансформировали систему образования всей губернии? Насколько модернизационные инициативы государства и органов самоуправления отвечали модернизационным запросам общества?

Любой сегмент социальной среды – в частности, система образования конкретного города – может быть представлен как единство микросреды и макросреды. Это соответствует представлениям о субтекст-контекстном характере социальной реальности. Анализируемый социальный срез позволяет нам получить представления о срезах большего (контекста, макросреды) и меньшего (субтекста, микросреды) порядка.

Так, рассматривая систему образования конкретного города, мы можем судить, как о городской системе образования в губернии в целом, так и о специфике функционирования системы образования в отдельной городской школе.

При этом далеко не всегда качественная характеристика изучаемого социального среза автоматически распространяется на микросреду и макросреду. Иначе говоря, если мы, например, исследуем городскую систему образования и выясняем, что в ней происходят те или иные модернизационные процессы, то это не

всегда значит (не в каждом случае), что аналогичные процессы протекают на уровне макросреды (городская система образования всей губернии) или микросреды (конкретные городские учебные заведения). Так модернизация городской образовательной системы может полностью соответствовать духу модернизационных инноваций, проводимых на уровне общегубернской политики в сфере образования и, в то же время, совершенно не соответствовать реальному положению дел в конкретных учебных заведениях города.

Возможен и противоположный вариант, когда модернизация городской системы образования связана с модернизацией конкретных учебных заведений города и не соответствует в целом традиционной по своему характеру городской системе образования губернии.

Таким образом, мы можем иметь дело как с соответствием направления и динамики модернизационных процессов на уровне макросреды и микросреды, так и с несоответствием. Второй вариант развития событий легко представить, если вспомнить, что в истории России второй половины XIX – начале XX вв. нередко модернизационный нажим государства наталкивался на местах на инерцию традиционных социальных структур и традиционного менталитета, а модернизационные инициативы органов местного самоуправления не находили поддержки у государства.

В ходе наших исследований была разработана математическая модель, описывающая средствами фрактальной геометрии процессы модернизации инфраструктуры городской системы образования в пореформенной России (по материалам губерний Центрально-Черноземного региона) [3].

Рассмотрим участок плоскости комплексных чисел – квадрат с координатами диагонали $(-2; -2)$ и $(2; 2)$, на котором по оси x располагается диапазон значений уровня модернизованности макросреды (d), а на оси y – диапазон значений уровня модернизованности микросреды (k) (см. рисунок 1). Неразрывность действительной и мнимой частей комплексного числа может быть уподоблено неразрывности макросреды и микросреды, которые определяют содержание анализируемого социального среза.

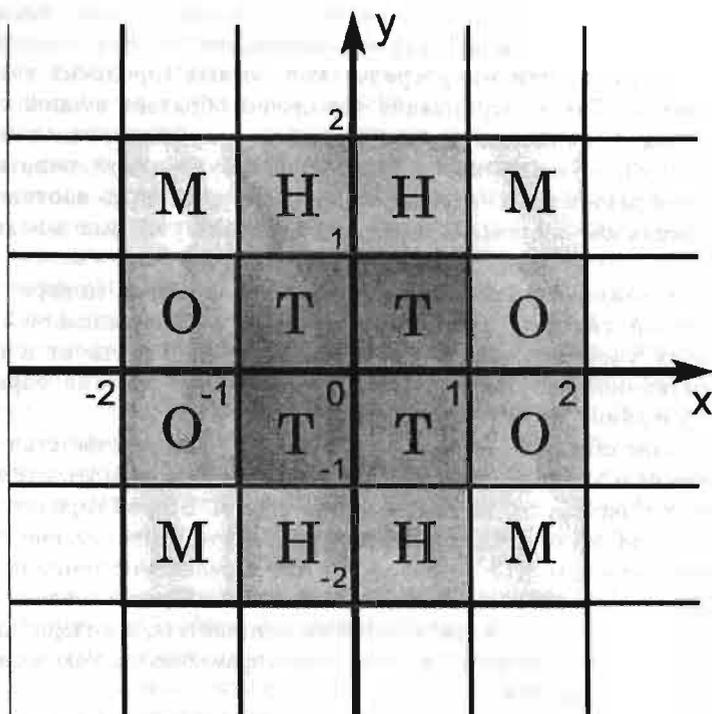


Рис. 1. Участок комплексной плоскости

Значение равное -1 и 1 (и для k , и для d) является границей, отделяющей диапазон значений, характерных для традиционной среды ($-1 \leq k \leq 1$ и $-1 \leq d \leq 1$), от диапазона значений, характерных для модернизированной среды ($k < -1$, $k > 1$ и $d < -1$, $d > 1$).

На данной комплексной плоскости каждая точка (Z_n) – сегмент исследуемой социальной реальности, который выступает как единство макросреды и микросреды. Степень модернизированности макросреды и микросреды выражена определёнными значениями по оси x и по оси y – соответственно.

Таким образом, на данной комплексной плоскости мы можем отметить четыре типа зон:

Зона Т – зона соответствия незначительных степеней модернизации микросреды и макросреды ($-1 \leq k \leq 1$ и $-1 \leq d \leq 1$).

Зона М – зона соответствия значительных степеней модернизации микросреды и макросреды ($k < -1$, $k > 1$ и $d < -1$, $d > 1$).

Зона О – Зона несоответствия степеней модернизации микросреды и макросреды: значительная степень модернизации макросреды при незначительной степени модернизации микросреды ($-1 \leq k \leq 1$ и $d < -1$, $d > 1$).

Зона Н – Зона несоответствия степеней модернизации микросреды и макросреды: значительная степень модернизации микросреды при незначительной степени модернизации макросреды ($k < -1$, $k > 1$ и $-1 \leq d \leq 1$).

В данной модели очень важно чётко разграничивать понятия «макросреда» и «микросреда». Под «микросредой» (d) мы подразумеваем учебные заведения в рамках системы образования конкретного города (в данной статье мы ограничились лишь губернскими центрами: Тамбов, Орёл, Курск и Воронеж); под «макросредой» (k) – городскую систему образования в губернии в целом.

В рамках данного исследования перед нами стоит задача математически выразить динамику модернизации системы образования (социальной среды) в городах Центрально-Чернозёмного региона во второй половине XIX – начале XX века. Нам необходимо выявить те факторы, которые влияли на характер и направление модернизационных изменений социальной среды.

Прежде всего, любая система имеет внутренний потенциал развития: она стремится воспроизвестись, сохраниться, усилить свои характерные черты, обеспечить (как минимум) гомеостазис, идентичность и т.п. В связи с этим для обозначения внутренней логики самодовлеющего развития социальной системы вполне допустимо применять операцию возведения в квадрат (Z_n^2). Реализация внутреннего потенциала социальной системы (Z_n^2) далеко не всегда носит прямолинейный и равномерный характер. Внутренние факторы самовоспроизводства и самосохранения системы могут приводить в процессе перехода (каковым и является процесс модернизации) к множественным нелинейным эффектам (откатам, рывкам, пробуксовкам и т.п.). Таким образом эффект изменения социальной системы в процессе модернизации под воздействием внутреннего потенциала системы вполне корректно может быть выражен формулой $Z_{n+1} = Z_n^2$.

Здесь индексы n и $n+1$ выражают разное состояние одной и той же социальной системы – соответственно, до и после реализации своего внутреннего потенциала. Например, состояние системы Z_1 после реализации внутреннего потенциала Z_1^2 приобретает новые характеристики Z_2 . На следующем этапе система Z_2 вновь реализует внутренний потенциал. Результат такой реализации $Z_3 = Z_2^2$. В итоге мы получим последовательность точек в комплексной плоскости. Эта последовательность

будет отражать динамику изменения социальной системы под воздействием одного из факторов, а именно под влиянием внутреннего потенциала данной социальной системы.

Кроме внутреннего потенциала развития системы мы должны учесть в формуле факторы, влияющие на анализируемый сегмент социальной среды извне. В нашем случае это образовательная политика (совокупность действий, определяющих характер и направления модернизационных процессов в системе образования), проводимая государством и органами местного самоуправления в городской системе образования той или иной губернии в целом. В данной математической модели влияние внешних сил – C (комплексное число) выступает как двуединство dc (политика в сфере образования на уровне всей губернии) и kc (политика в сфере образования на уровне конкретного города).

В формуле мы должны также учесть противовес, возможность сопротивления фактору C (политике в сфере образования государственных институтов губернии и органов городского самоуправления). Этот фактор – A – коэффициент аномальной диффузии. Иначе говоря, под A следует подразумевать некий фактор отчасти компенсирующий воздействие фактора C .

Окончательная формула для итерации, принимая во внимание геометрический смысл операций с комплексными числами, выглядит следующим образом:

$$Z_{n+1} = Z_n^2 A + C \quad (1)$$

Подставляя в формулу 1 всё новые и новые значения по принципу петлеобратной связи (то есть, проводя итерации), мы сможем наблюдать изменение значений уровня модернизованности микросреды и макросреды (анализируемого сегмента социальной среды) в комплексной плоскости, разные области которой обладают разным качественным смыслом. Причём, исходные условия существования анализируемого сегмента социальной среды (Z_1) под воздействием факторов, отражённых в итерируемой формуле, порождают некое конечное состояние анализируемого сегмента социальной среды – например, Z_{300} .

С помощью итерируемой формулы 1, предварительно подставив конкретное значение параметров, протестируем всю совокупность точек избранного участка комплексной плоскости, взятых с определённым шагом сетки. Таким образом, мы можем выявить

аттракторы (и их бассейны) всех возможных сегментов анализируемой социальной среды.

На основании разработанной математической модели программист Ю.И. Мовчко создала программу «Модернизационный переход», которая генерирует фрактальные изображения аттракторов, бассейнов аттракторов, фазовых переходов изучаемых систем в зависимости от вводимых пользователем численных значений тех или иных факторов.

Программа в соответствии с заданным шагом сетки тестирует совокупность значений точек комплексной плоскости в квадрате с координатами диагонали $(2;2)$ и $(-2;-2)$ или задаваемых пользователем. Иначе говоря, значение каждой точки подставляется в итерируемую формулу в качестве начального значения Z_1 . Затем программа осуществляет определённое пользователем количество итераций и анализирует конечный результат, то есть, например, координаты Z_{300} , если пользователь потребовал провести 300 итераций. Опыт, накопленный при изучении алгебраических фракталов, показывает, что 300 итераций вполне достаточно для приблизительного определения аттрактора движения точки, то есть типа поведения системы.

Если после определённого числа итераций конечная точка находится за пределами участка комплексной плоскости, ограниченного квадратом с вершинами по диагонали $(2;2)$ и $(-2;-2)$, то начальная точка закрашивается в фиолетовый цвет. Это бассейн аттракторов, стремящихся в бесконечность.

Если после определённого числа итераций конечная точка находится в пределах участка комплексной плоскости, ограниченного квадратом с вершинами по диагонали $(2;2)$ и $(-2;-2)$, то начальная точка закрашивается в другие цвета. Черный цвет начальных точек означает, что конечные точки стремятся к нулю; красные точки – в область «О»; желтые точки – в область «Н»; зеленые точки – в область «Т»; голубые точки – в область «М» (см. рис. 1).

Таким образом, мы сможем выяснить, какие характеристики анализируемого сегмента социальной среды имеют аттрактор внутри границ исследуемой области комплексной плоскости и могут быть интегрированными в конкретный социум. Процесс итерации здесь выражает взаимодействие факторов системы, а конечная точка даёт приблизительное представление об аттракторе.

При работе с программой исследователь имеет возможность вводить значения A и C , число итераций, шаг числовой сетки исследуемой области, координаты самой исследуемой области, а также устанавливать режим

работы программы. Результатом работы программы является вывод на экран бассейна (начальные точки) аттракторов, лежащих в пределах $x \in [-2;2]$, $y \in [-2;2]$, а также изображение самих аттракторов.

В данном исследовании мы поставили перед собой задачу проследить динамику процессов модернизации городской образовательной инфраструктуры Центрально-Чернозёмного региона во второй половине XIX – начале XX века по материалам Воронежской, Орловской, Курской и Тамбовской губерний.

В качестве хронологических срезов были избраны 1881, 1897 и 1913 гг. Такой отбор представляется весьма обоснованным. Данные 1881 года фактически подводят итоги интенсивной модернизации 1860 – 1870-х гг., которая затронула, в том числе, городскую систему образования. Результаты трансформации системы образования в конце века наиболее полно отражены в многочисленных статистических материалах 1897 года. И, наконец, в последний предвоенный год мы наблюдаем итог динамики процессов модернизации системы образования за обозначенный в исследовании период.

Расширение сети образовательных учреждений в течении второй половины XIX – начала XX века являлось результатом модернизационных усилий, предпринимаемых как государством (министерством народного просвещения и другими государственными ведомствами), так и обществом (частными лицами и органами местного самоуправления). В рамках нашей модели мы рассматриваем таковые усилия (параметр C) в двух направлениях:

- 1) расширение инфраструктуры образовательных учреждений в рамках всей системы образования, рассматриваемой губернии (макросреда – D_c);
- 2) расширение инфраструктуры образовательных учреждений в рамках конкретного города (микросреда – K_c).

В рамках поставленной проблемы нас интересует не столько количественные изменения, происходившие в сети образовательных учреждений на уровне макросреды и микросреды, сколько трансформация качественного состояния инфраструктуры. Сам по себе рост числа учебных заведений мало о чём свидетельствует, поскольку вместе с ростом числа школ росло и народонаселение, и его модернизационные потребности. Необходимо выявить на каждом хронологическом этапе процент вовлечённости в систему образования населения в возрасте от 8 до 20 лет. Иначе говоря, качественная трансформация в данном случае тесно связана с тем, насколько принимаемые модернизационные усилия удовлетворяли модернизационные запросы губернии и города. Лишь вычислив степень охвата населения

образовательной инфраструктурой, мы можем делать выводы о количественных данных (достаточности или недостаточности числа учебных заведений в губернии в целом и в конкретном городе) Таким образом, для расчёта параметра *C* нам были необходима следующая информация:

- количество учебных заведений (в городах губернии и губернском центре),
- количество учащихся (в городах губернии и губернском центре),
- общее количество населения в возрасте от 8 до 20 лет (в городах губернии и губернском центре) (см. таблицу 1).

Таблица 1

Расчёт параметров модели в процентах

		Воронежская губерния		Орловская губерния		Курская губерния		Тамбовская губерния	
		города губернии	Воронеж	города губернии	Орёл	города губернии	Курск	города губернии	Тамбов
1881 год	кол-во учеб. заведений	72	38	91	29	112	38	87	20
	кол-во учащихся	6992	3913	11835	4429	9709	3360	9860	4068
	население от 8 до 20 лет	75422	36310	90579	31040	78006	27175	105778	20585
	% охвата	9%	11%	13%	14%	12%	12%	9%	20%
1897 год	кол-во учеб. заведений	137	73	102	37	146	43	174	46
	кол-во учащихся	15182	7478	14942	5230	14417	5100	16558	6209
	население от 8 до 20 лет	88312	42073	117753	35657	101408	26428	116356	24311
	% охвата	17%	18%	12,5%	14,5%	14%	19%	14%	26,5%
1913 год	кол-во учеб. заведений	198	115	275	75	247	73	112	34
	кол-во учащихся	28758	15957	32793	10842	31160	9955	16872	4751
	население от 8 до 20 лет	81456	40871	155291	45810	135160	41955	98233	26145
	% охвата	35,5%	39%	21%	23,5%	23%	24%	17%	18%

Источник: Обзоры Воронежской, Орловской, Курской, Тамбовской губернии за 1881, 1897, 1913 годы.

Мы получили данные за три хронологических среза по четырём губерниям – проценты охвата образовательной инфраструктуры населения от 8 до 20 лет в рамках городской системы образования всей губернии и губернского центра. На следующем этапе обработки данных перед нами стоит задача перевести эти данные в шкалу модели.

В соответствии с условиями модели шкала измерения модернизационных усилий заключена в числовом интервале от 0 до 2, где 0 – 0% модернизации социальной среды (минимальный результат модернизацион-

ных усилий), а 2 – 100% модернизации социальной среды (максимальный результат модернизационных усилий). В результате перевода полученных данных в шкалу от 0 до 2 мы получим следующие значения параметра C (см. таблицу 2).

Таблица 2

Расчёт параметров модели в шкале (0;2)

	Воронежская губерния		Орловская губерния		Курская губерния		Тамбовская губерния	
	Города губернии (D_c, D_{2c})	Воронеж (K_c, K_{2c})	Города губернии (D_c, D_{2c})	Орёл (K_c, K_{2c})	Города губернии (D_c, D_{2c})	Курск (K_c, K_{2c})	Города губернии (D_c, D_{2c})	Тамбов (K_c, K_{2c})
1881 год	0,18	0,22	0,26	0,28	0,24	0,24	0,18	0,4
1897 год	0,34	0,36	0,25	0,29	0,28	0,38	0,28	0,53
1913 год	0,71	0,78	0,42	0,47	0,46	0,48	0,34	0,36

Математическая модель, используемая в этой статье, моделирует нелинейные процессы. Поэтому необходимо ввести коэффициент аномальной диффузии – A . Именно параметр A придаёт модернизационному процессу нелинейный характер. Модернизационные инициативы государства и местного самоуправления реализовывались преимущественно в традиционной социальной среде, в которой, помимо прочего, господствовало традиционное сознание. Эти обстоятельства порождали целый комплекс условий общего и частного характера, которые на разных уровнях социальной среды вызывали эффект противодействия модернизационным импульсам. При вычисленных значениях C приблизительный коэффициент аномальной диффузии будет следующим (см. таблицу 3):

Таблица 3

Значение параметра A

	Воронежская губерния	Орловская губерния	Курская губерния	Тамбовская губерния
1881 год	0,894	0,687	0,775	0,578
1897 год	0,521	0,669	0,557	0,437
1913 год	0,247	0,41	0,397	0,535

В результате работы компьютерной программы мы получили целый ряд фрактальных изображений (бассейнов и аттракторов), моделирующих динамику модернизации городской образовательной инфраструктуры в губерниях Центрально-Чернозёмного региона (см. рис. 2).

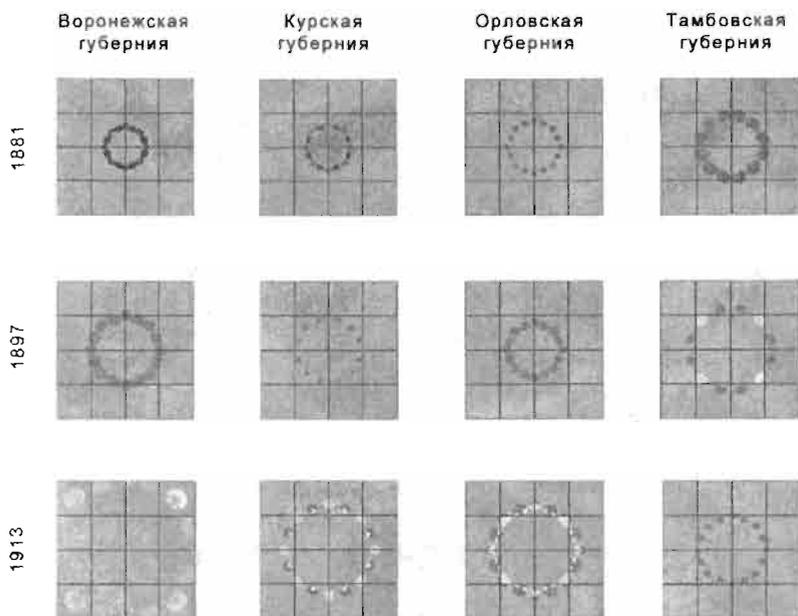


Рис 2. Результаты работы программы «Модернизационный переход»

Образовавшиеся в результате работы программы фрактальные структуры – итог итерационного тестирования всей совокупности точек избранного участка комплексной плоскости. Иначе говоря, представленные фракталы демонстрируют все возможные сочетания значений модернизированности микросреды и макросреды. Однако перед нами стоит частная проблема – исследовать модернизацию системы образования конкретного города и конкретной губернии. То есть нам необходимо определить тот участок комплексной плоскости, значения которого по оси x и по оси y соответствовали бы реалистичным значениям соотношения макросреды и микросреды (губернии и губернского центра).

Индикаторами для определения предметной области выступают значения параметра C (см. таблицу 2). Эти значения образуют в комплексной плоскости точку, окрестности которой в диапазоне $0,5$ по осям x и y будут являться предметной областью исследования (см. рисунок 3).



Рис 3. Предметные области

Необходимо отметить, что данные фрактальные построения характеризуют потенциал развития образовательной инфраструктуры применительно к рассматриваемым губерниям и хронологическим срезам при учёте вводимых в программу параметров. Анализ результатов работы программы «Модернизационный переход» позволяет сделать следующие выводы:

1. Отсутствие красных бассейнов (аттракторов в зоне М) указывает на то обстоятельство, что образовательная инфраструктура рассматриваемых губерний, несмотря на своё постоянное расширение, не обладала потенциалом, способным осуществить качественный модернизационный скачок одновременно на уровне города и городской системы образования всей губернии на каждом из рассмотренных хронологических срезов.

2. Отсутствие голубых бассейнов (аттракторов в зоне О) указывает на то, что не существовал потенциал роста показателей модернизации общегубернской городской системы образования при незначительных показателях модернизации городской системы образования.

3. Появление ярко выраженных жёлтых бассейнов в Орловской и Курской губернии в 1913 г., и в Тамбовской – в 1897 (аттракторов в зоне Н) указывает на характерный для всего региона сценарий модернизации: рост образовательной инфраструктуры в городах, не приводящий к качественному модернизационному скачку городской системы образования всей губернии в целом.

4. В течении всего XIX века (о чём свидетельствуют хронологические срезы 1881 и 1897 гг.) рост образовательной инфраструктуры не создавал необходимых условий для реализации качественного модернизационного скачка как на уровне отдельного города, так и на уровне системы образования всей губернии в целом. Исключение составляет лишь Тамбовская область, где сложились благоприятные условия для модернизации городской среды в 1897 г. Однако уже в 1913 г. соотношение количества учебных заведений, количества учащихся и количества людей соответствующего возраста в Тамбовской губернии обозначило перспективу развития, которая была характерна для других губерний в 1881 и в 1897 годах – таким образом можно наблюдать определённую деградацию потенциала развития Тамбовской губернской образовательной инфраструктуры к 1913 г.

Таким образом, направление и динамика развития образовательной инфраструктуры в Центрально-Чернозёмном регионе во второй половине XIX – начале XX вв. указывают на неравномерность и асинхронность модернизационных процессов в сфере образования на общегубернском и внутригородском уровне. Модернизационные инициативы, предпринимаемые в конкретных городах с одной стороны, качественно трансформировали образовательную инфраструктуру внутри города, но, с другой стороны, – не удовлетворяли модернизационных потребностей городской системы образования всей губернии.

Примечания

1. См.: Очерки истории школы и педагогической мысли народов СССР конец XIX – начало XX веков. М., 1991. С. 100-150.

2. См. применительно к предмету данной статьи: Обзоры Воронежской, Курской, Орловской и Тамбовской губернии за 1881, 1897 и 1913 годы, раздел «Народное просвещение».

3. Подробнее о методологии фрактального моделирования в исторических исследованиях см.: Жуков Д.С., Лямин С.К. Живые модели ушедшего мира: фрактальная геометрия истории. Тамбов, 2007; а также на сайте www.ineternum.ru.