

УДК 930+911.37+316.324.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ И ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА СРЕДСТВАМИ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ: ЭКОФРАКТАЛ-2<sup>1</sup>

© **Дмитрий Сергеевич ЖУКОВ**

кандидат исторических наук, доцент кафедры международных отношений и политологии  
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина  
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33  
E-mail: ineternatum@mail.ru

© **Валерий Владимирович КАНИЩЕВ**

доктор исторических наук, профессор кафедры всеобщей и российской истории  
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина  
E-mail: valcan@mail.ru

© **Сергей Константинович ЛЯМИН**

кандидат исторических наук, доцент кафедры всеобщей и российской истории  
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина  
E-mail: laomin@mail.ru

Представлены результаты моделирования взаимодействия аграрного общества и природной среды. Данная научная проблематика является актуальной в контексте социоестественной истории. Объектом исследования являются восемь земледельческих губерний Европейской части России: Тамбовская, Рязанская, Пензенская, Воронежская, Курская, Орловская, Тульская, Саратовская. Хронологические рамки работы – вторая половина XIX века. Использована технология фрактального моделирования для реконструкции сценария развития и стратегии природопользования. Для формализации управляющих факторов модели использовался набор индикаторов. Индикаторы рассчитывались на основе объективных данных и экспертных оценок. Моделирование позволило сделать следующие выводы. Исследованные регионы отличались друг от друга только тем, что находились на разных этапах в рамках одной и той же закономерности. Разные губернии отличны лишь по степени приближения к границам выживания. Исследованные аграрные социумы находились в ловушке: ни один из вариантов изменений, приемлемых для данного типа систем, не вел к позитивному результату. Теоретически позитивные сценарии развития (в частности, сокращение нагрузки на природную среду) представлены исторически маловероятными в силу внутренних свойств аграрных обществ. Поэтому среди всех возможных стратегий социумы избрали сохранение статус-кво. Дальнейшее развитие возможно было только как качественное переформатирование всей системы отношений общество-природа, при условии внедрения современных агротехнологий и рационального природопользования.

*Ключевые слова:* социоестественная история; фрактальное моделирование; человек и природа; аграрное общество

DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-12(164)-151-167

### **Задачи и литература**

Одной из ключевых задач социоестественной истории является изучение взаимодействия социума и природы [1–6]. Для целей данного исследования на базе созданной авторами общей фрактальной модели перехода (ОФМП) была разработана модель Экофрактал. Ранее мы использовали Экофрактал для анализа сценариев взаимодействия общества и природы в двух российских регионах в конце XVIII – первой половине

XIX века [7]. Эта статья содержит результаты моделирования для восьми губерний во второй половине XIX века.

ОФМП основывается на подходах фрактальной геометрии [8]. Детальное описание математического аппарата модели и методологии фрактального моделирования сделано в ряде наших статей [9–11]. ОФМП позволяет имитировать ряд нелинейных эффектов, которые оказывают существенное влияние на течение исторических процессов [12; 13]. Основная цель компьютерных экспериментов с Экофракталом – построение гипотез и выявление потенциальных сценариев развития системы, которые могут быть сопостав-

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках проектной части гос. задания в сфере научной деятельности Минобрнауки РФ (задание 33.956.2014/К).

лены с историческими фактами. Кроме того, в ряде случаев можно поставить обратную задачу: нам известны возникавшие в историческом прошлом типы взаимоотношений общества с природой (аттракторы системы) и нас интересует, какие факторы привели к формированию таких типов.

#### Описание модели

В центре нашего внимания – моделирование двух тенденций, свойственных социуму и определяющих его стратегию в отношении природной среды:

1) стремление к использованию природы, степень заполнения социумом экологической ниши (степень развития практик природопользования) –  $H_x$ ;

2) стремление к сохранению природы, степень развития природоохранных (природосберегающих/природовосстановительных) практик –  $H_y$ .

Мы полагаем, что данные тенденции не обязательно разнонаправлены и обратно пропорциональны.

Точку в фазовом пространстве модели можно представить как некое качественное состояние системы, возникшее из сочетания различных величин двух ее ключевых характеристик. Координаты точки соответствуют значениям  $H_x$  (по оси  $x$ ) и  $H_y$  (по оси  $y$ ).

Траектория точки в фазовом пространстве – то есть сценарий эволюции системы – зависит от нескольких управляющих факторов.

*Фактор  $A$*  – уровень зависимости/независимости общества от природы. Это наиболее обобщенный параметр модели. Он указывает на степень развития общества в совокупности со степенью воздействия природы на жизнь человека. Этот фактор нельзя представлять как линейно зависимый от прогресса технологий, которые якобы освобождают человека от «власти стихий». Степень воздействия природы на общество может (порой скачкообразно) возрастать или убывать в зависимости от состояния самой природы. Развитое аграрное общество более независимо от природы, нежели первобытное, – люди аграрного социума менее страдают от холода зимой или диких животных, но наводнения или засухи могут существенно повысить зависимость такого общества от природы. Общество, всецело зависимое от природы, характеризуется почти нулевым значением фактора  $A$ . Это способствует ослаблению

тенденций и к использованию природы, и к ее сбережению. Если  $A > 1$ , то мы имеем дело с обществом, которое в большей мере не зависит от природы, нежели зависит. Фактор  $A$  в этом случае будет поощрять обе исследуемые тенденции.

$D_c$  – совокупность объективных факторов, поощряющих использование природных ресурсов (например, рост населения в совокупности с ростом ресурсозатратных производств, товарной экономики);

$K_c$  – совокупность объективных факторов, ограничивающих использование природных ресурсов (сокращение населения, переход к ресурсосберегающим технологиям – таким как оставление земли под паром и пр.).

Программа-фракталопостроитель может генерировать изображения аттракторов системы и бассейнов. Бассейны (начальные точки) указывают на потенциальные сценарии эволюции. Аттракторы (конечные точки) дают представление о перспективах системы – о наиболее вероятных и комфортных исходах развития под воздействием управляющих факторов.

Получаемые изображения симметричны относительно  $x$  и  $y$ . Поэтому качественный смысл изображений заключен в любой одной четверти пространства, ограниченной полуосями.

Разные зоны фазового пространства Экофрактала выражают разные экологические стратегии. Каждая из этих двух тенденций –  $H_x$  и  $H_y$  в самом общем виде имеет две градации: сильную и слабую. Сочетание двух градаций двух тенденций дает четыре «идеальных» типа поведения системы (рис. 1).

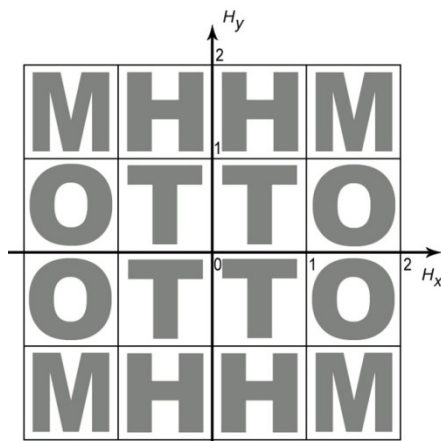


Рис. 1. Разметка фазового пространства Экофрактала

**Т** – «Стратегия первобытного стада»: слабое стремление к использованию природы и слабое стремление к сохранению природы. Эта самая ранняя стратегия. Для развитых обществ она возможна лишь гипотетически. Длительное время человечество находилось именно в таких отношениях с внешней средой, хотя атрибутом человеческого общества является преобразование природы. Аграрный социум наследует такую стратегию.

**О** – «Стратегия невозвратного потребления природы»: сильное стремление к использованию природы и слабое стремление к сохранению природы. Последствия такой стратегии – антропоизация среды и даже экологические катастрофы, вызванные тотальной распашкой, истощением почв и т. д. Однако катастрофичность этой стратегии может быть не очевидна в краткосрочной перспективе – особенно на территории России, где долгое время небольшие популяции обитали в окружении громадных природных ресурсов.

**М** – «Стратегия рационального природопользования»: сильное стремление к использованию природы и сильное стремление к сохранению природы. Реализация этой стратегии в глобальном масштабе для современного общества является мечтой. В локальных временных и географических рамках она вполне возможна.

**Н** – «Стратегия созерцания природы»: слабое стремление к использованию природы и сильное стремление к сохранению природы. Это гипотетическая стратегия для аграрного социума. В современном обществе такие явления представлены, например, поселениями в заповедниках. Историкам известны сознательно сохраненные островки «дикой» природы (заповедные рощи, например) даже в перенаселенных аграрных сообществах.

В целях повышения эвристической продуктивности анализа результирующих изображений мы провели в пространстве Экофрактала дополнительное инструментальное построение – линию гомеостазиса – лучи, выходящие из центра координат, делящие на равные углы каждую четверть рабочего пространства. На этой линии гармонизированы, уравновешены стремление использовать природу и стремление сохранить природу.

### Индикаторы для расчета управляющих факторов

Для формализации управляющих факторов Экофрактала мы создали базу данных (см. Приложение), содержащую сведения по ряду центральных земледельческих губерний за 1850 и 1890 гг. по следующим позициям: численность и прирост населения, состояние земель (количество пашни, лугов и лесов), чистый сбор хлебов, уровень плодородия почв, возможности самовосстановления почв, температура (в долях от оптимума) и динамика температуры, количество осадков (в долях от оптимума) и динамика осадков. Представленные данные являются либо эмпирическими, извлеченными из исторических источников, либо экспертными оценками.

В качестве индикаторов для вычисления фактора  $A$  примем:

- 1) уровень плодородия земель ( $p$ );
- 2) состояние климата ( $m$  – отклонение осадков от оптимума;  $n$  – отклонение температуры от оптимума).

Мы исходим из того, что уровень независимости общества от природы определяется, в частности, уровнем плодородия почв и величиной отклонения климата от оптимальных условий хозяйствования в данном регионе. Поскольку аграрное общество характеризуется преимущественной зависимостью от природных условий по сравнению с индустриальным,  $A$  следует взять в диапазоне от 0 до 0,5.

В исходной БД уровень плодородия и состояние климата исчислены в шкале от 0 до 1. Поэтому конвертируем величины, в которых измерены индикаторы, в единицы шкалы, принятой для фактора  $A$ .

После конвертации шкал и «усреднения» индикаторов получаем:

$$A = 0,5(p + (m + n)/2)/2. \quad (1)$$

Индикаторами для  $d_c$  (совокупность объективных факторов, поощряющих использование природных ресурсов) выступают:

- 1) прирост объемов урожая (увеличение «чистого сбора хлебов») ( $h$ );
- 2) прирост населения ( $l$ ).

И тот и другой индикатор представлены как среднегодовой прирост (в процентах):

$$h = ((P_t/P_0)^{1/t} - 1)100, \quad (2)$$

$$l = ((P_t/P_0)^{1/t} - 1)100, \quad (2')$$

где  $t$  – число лет в хронологическом периоде;  $P_0$  – значение численности населения (или объема производства зерновых) на начало указанного периода;  $P_t$  – численности населения на конец указанного периода.

Период, за который рассчитывается прирост, относительно большой, и мы можем игнорировать влияние относительно мелких годовых колебаний на среднюю величину прироста.

Математический аппарат модели предусматривает, что шкала для  $d_c$  заключена в пределах  $[0; 2]$ . Необходимо конвертировать шкалы. Для этого отождествим максимумы и минимумы на шкале  $d_c$  с некоторыми критическими точками на шкалах прироста населения и урожая. Естественно предположить, что  $d_c$  упадет до нуля в случае одномоментного всеобщего вымирания, то есть если  $d_c = 0$ , то  $h = -100$  и  $l = -100$ .

И прирост населения, и прирост объемов производства зерновых теоретически могут быть сколь угодно большими, но для аграрного общества есть определенный максимум прироста, преодолеть который общество может лишь перестав быть аграрным. Нормальным приростом населения для классического аграрного общества считается  $l = 1,5$  % в год. Это значение можно приравнять к среднему значению  $d_c = 1$ .

Относительно прироста урожая хлебов трудно установить норму для традиционного общества, поскольку эта величина оказалась чрезвычайно вариативна. Однако средним

значением для преимущественно натурального хозяйства можно считать также 1,5 % в год, что соответствует простому приросту числа потребителей продуктов питания. Для конвертации шкал и усреднения индикаторов получаем:

$$d_c = ((h + 100)/101,5 + (l + 100)/101,5)/2. \quad (3)$$

Направление воздействия  $d_c$  на систему примем «вовне», так как этот комплексный фактор воздействует на систему преимущественно вдоль оси  $x$ , и указанное направление означает характерное для исследуемого социума стремление к увеличению использования природы в хозяйственной деятельности.

В качестве индикатора для  $k_c$  (совокупность объективных факторов, ограничивающих использование природных ресурсов) избран уровень развития агротехнологий, направленных на восстановление плодородия земли (залужение, лесовосстановление и пр.). Этот уровень установлен на основании экспертных оценок.

Направление воздействия  $k_c$  на систему примем «вовне», так как этот комплексный фактор воздействует на систему преимущественно вдоль оси  $y$ , и указанное направление означает стремление социума к сохранению природы.

Таким образом, были получены вводные данные (табл. 1) для проведения компьютерных экспериментов в программе Модерно-фрактал 5.1, которая осуществляет расчеты для ОФМП.

Таблица 1

Вводные данные экспериментов, 1850–1890 гг.

Губернии	$A$	$d_c$		$k_c$	
Тамбовская	0,380	0,995	вовне	0,2	вовне
Рязанская	0,330	0,989	вовне	0,3	вовне
Пензенская	0,368	0,995	вовне	0,2	вовне
Воронежская	0,380	0,996	вовне	0,2	вовне
Курская	0,381	0,991	вовне	0,2	вовне
Орловская	0,380	0,992	вовне	0,2	вовне
Тульская	0,330	0,985	вовне	0,3	вовне
Саратовская	0,368	0,996	вовне	0,1	вовне

### Результаты экспериментов

Мы стремились получить модельные результаты, которые позволили бы более четко представить типы и этапы эволюции региональных обществ в плане их взаимодействия с природной средой. Мы также поставили цель рассмотреть гипотетические варианты развития этих регионов при тех или иных исходных управляющих величинах, отличных от реальных. Построение гипотетических сценариев используется для выявления потенциалов и разъяснения закономерностей осуществившихся сценариев.

Результаты моделирования с реальными данными по губерниям представлены на рис. 2–9. Результаты экспериментов с гипотетическими сценариями представлены на рис. 10–12.

Первый гипотетический сценарий (рис. 10) предусматривает рост  $k_c$  (внедрение более развитых природосберегающих технологий) в группе «старых» губерний. Величины факторов взяты по Рязанской губернии, но  $k_c$  увеличен с 0,3 до 0,4. В этом сценарии бассейны и аттракторы не наблюдаются, что может означать потенциальную катастрофу.

При высоком уровне  $d_c$  (то есть при значительной заполненности экологической ниши и при сильной эксплуатации природных ресурсов) общество просто не имеет возможности безболезненно для себя развивать природоохранные практики выше некоторого критического уровня.

Второй гипотетический сценарий (рис. 11) предусматривает снижение фактора  $A$  (то есть, в частности, снижение плодородия почв и/или увеличение отклонения климатических параметров от оптимумов) в «молодых» губерниях «тамбовской» группы. Все величины факторов взяты по Тамбовской губернии, но величина  $A$  снижена с 0,38 до 0,33. В этом сценарии (например, при истощении почв) Тамбовская губерния переходит в ту же фазу развития, что и Рязанская и Тульская губернии (рис. 11 схож с рис. 3 и 8). Это означает, что при дальнейшем снижении плодородия почв (что и происходило во второй половине XIX века) Тамбовская губерния развивалась в сторону экологической катастрофы, признаки которой в Рязанской и Тульской губерниях наметились на несколько десятилетий раньше [14].

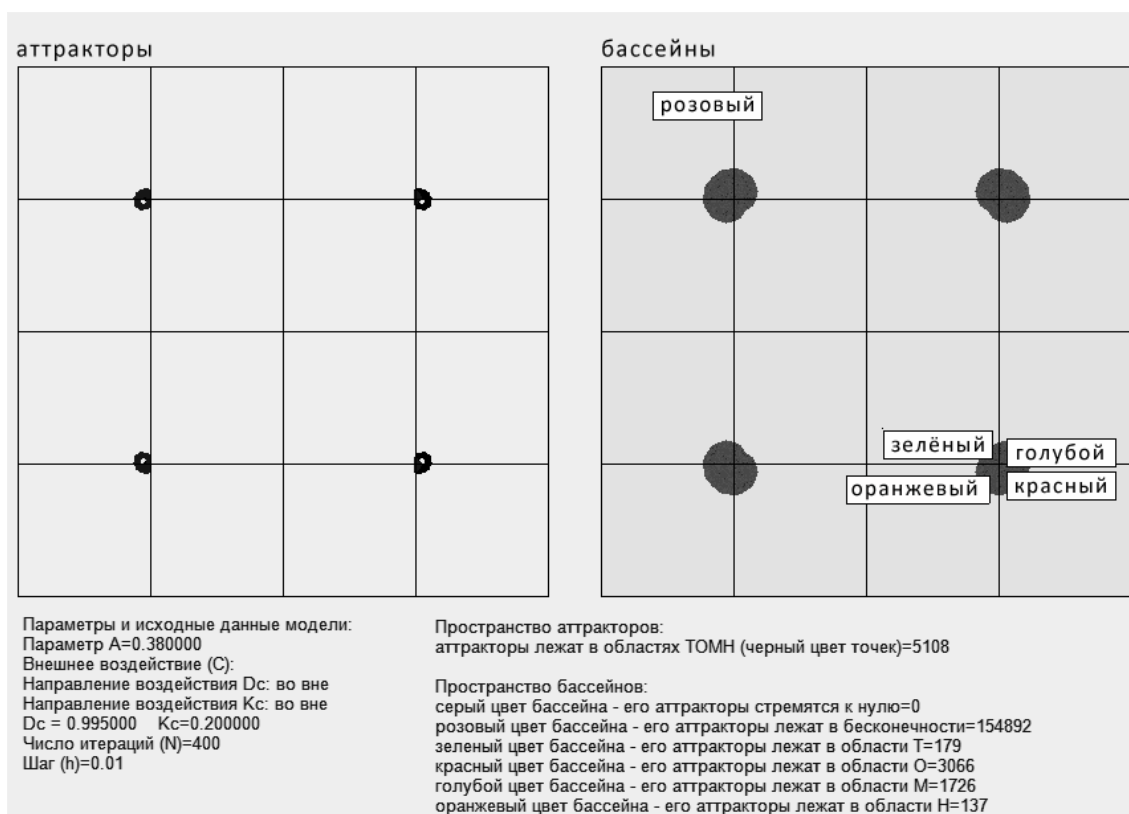


Рис. 2. Результат эксперимента для Тамбовской губернии, 1850–1890 гг.

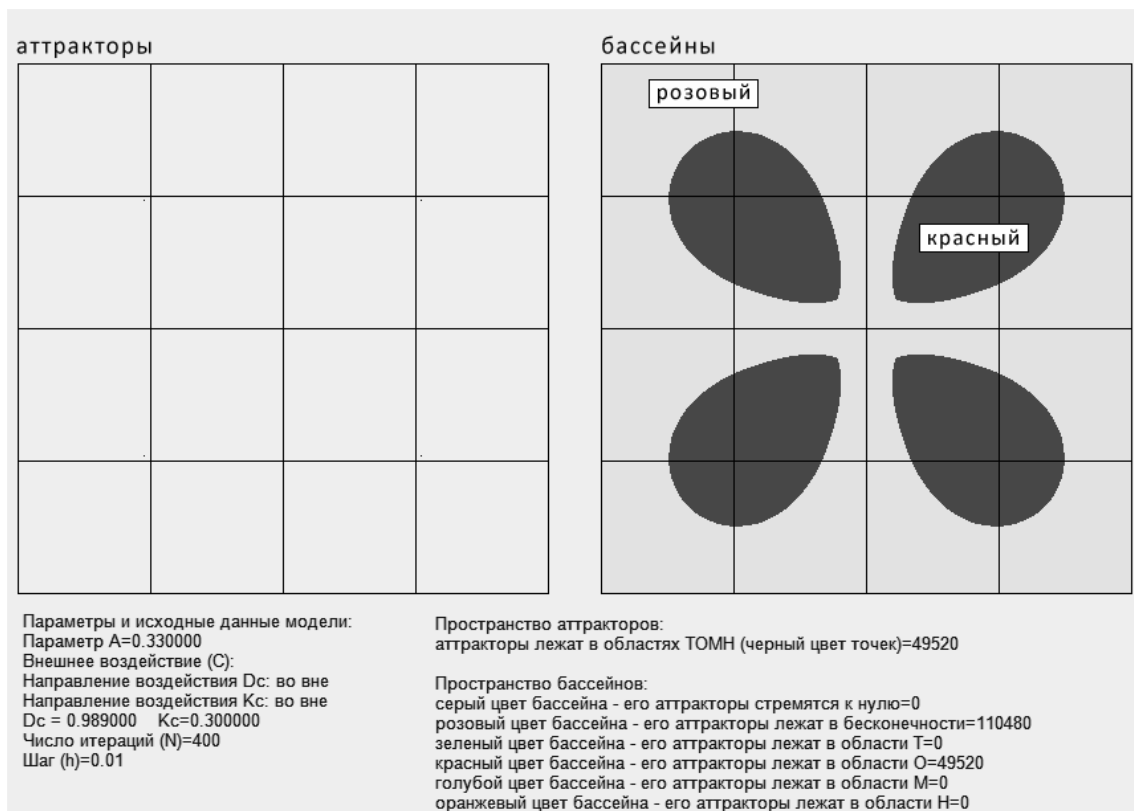


Рис. 3. Результат эксперимента для Рязанской губернии, 1850–1890 гг.

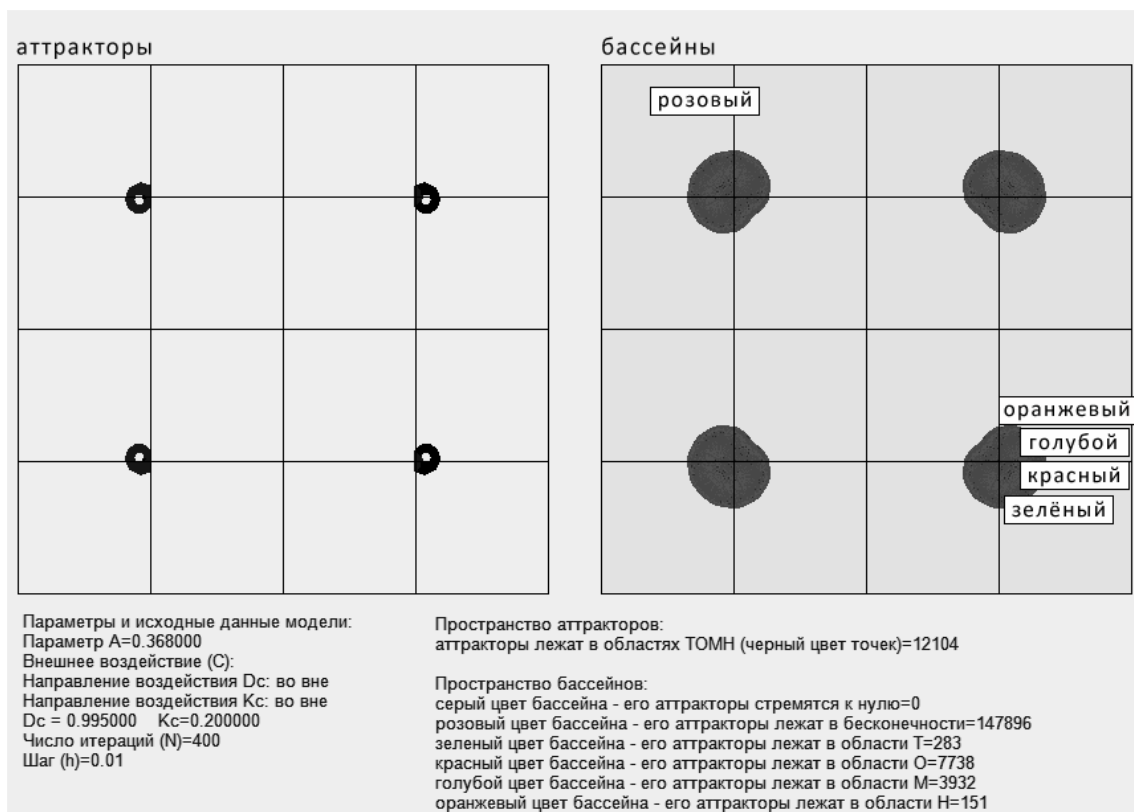


Рис. 4. Результат эксперимента для Пензенской губернии, 1850–1890 гг.

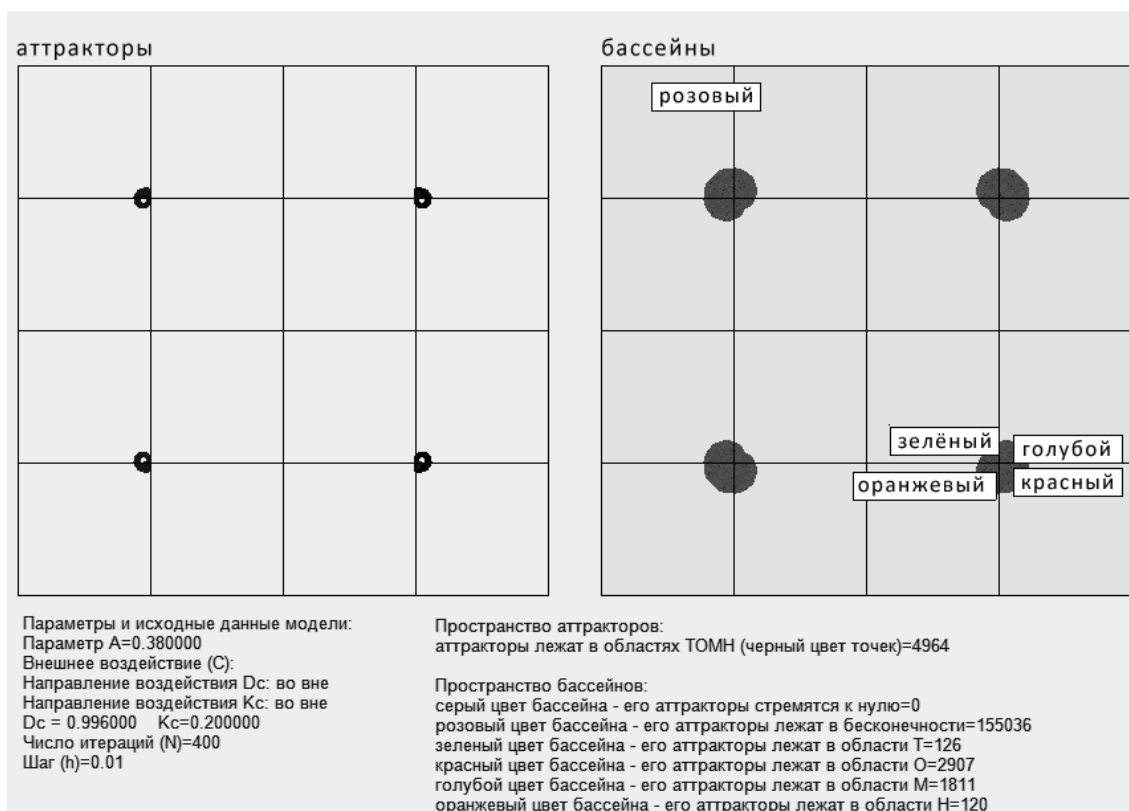


Рис. 5. Результат эксперимента для Воронежской губернии, 1850–1890 гг.

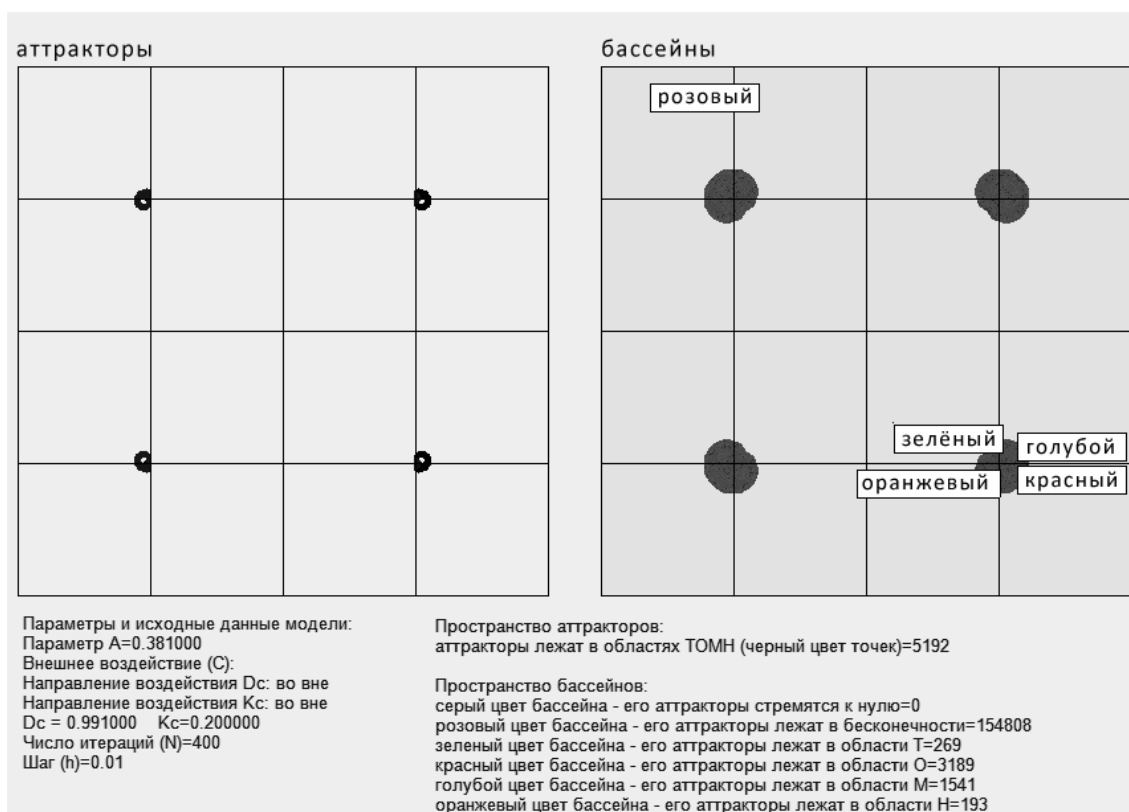


Рис. 6. Результат эксперимента для Курской губернии, 1850–1890 гг.

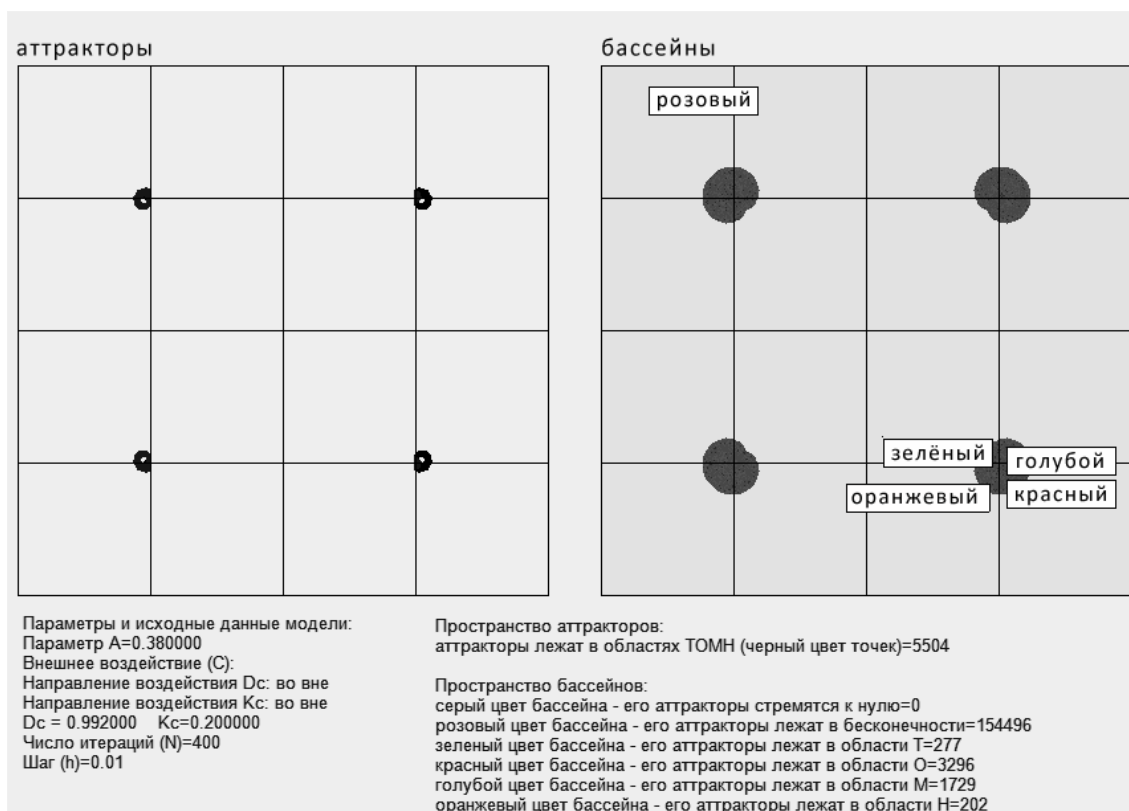


Рис. 7. Результат эксперимента для Орловской губернии, 1850–1890 гг.

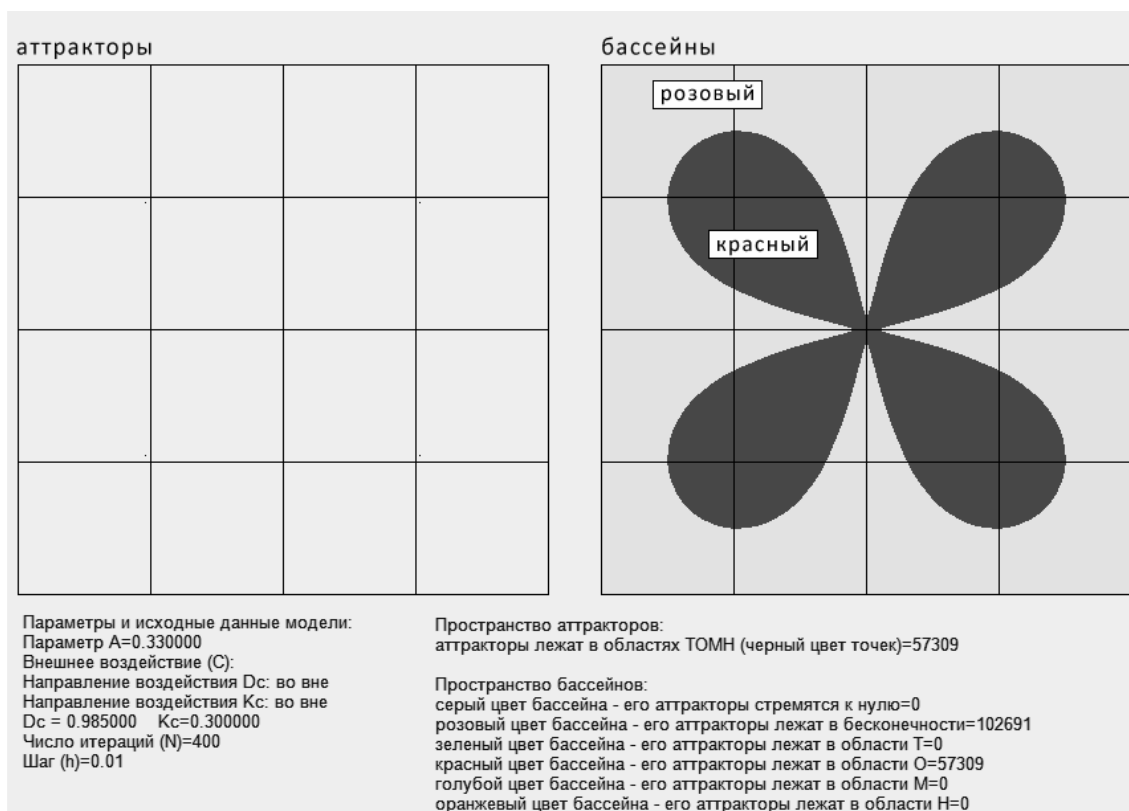


Рис. 8. Результат эксперимента для Тульской губернии, 1850–1890 гг.



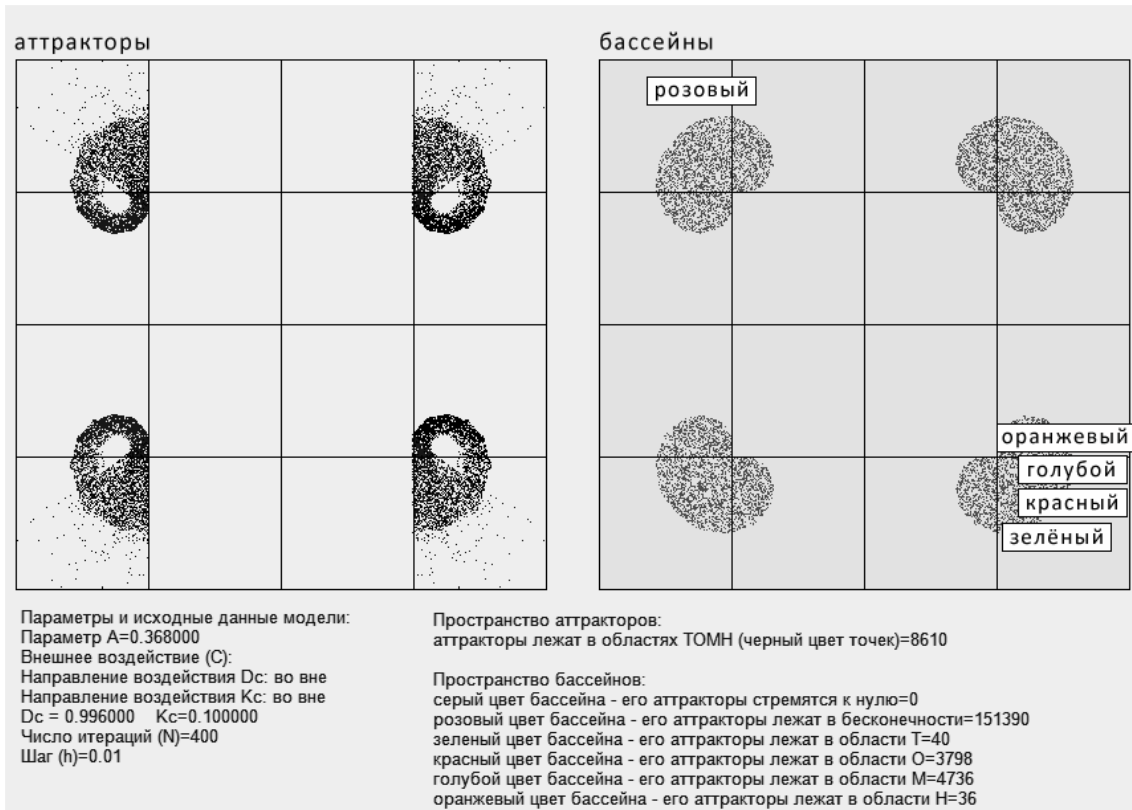


Рис. 9. Результат эксперимента для Саратовской губернии, 1850–1890 гг.

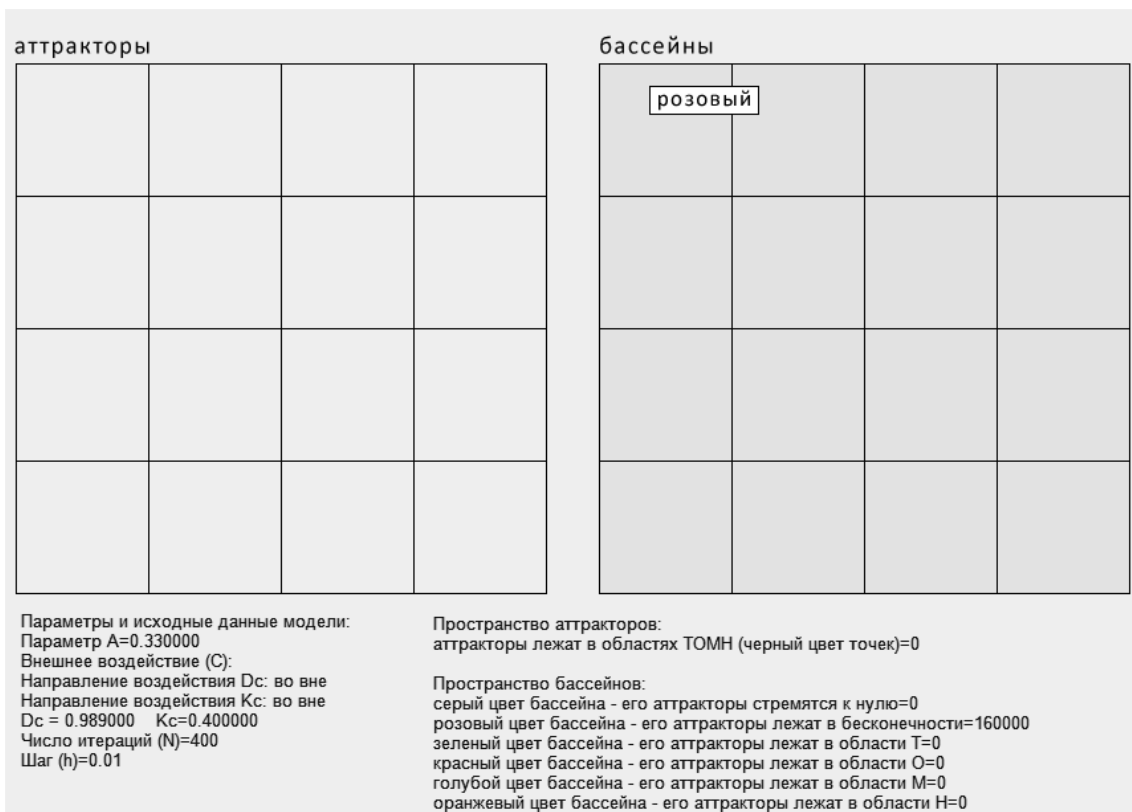


Рис. 10. Гипотетический сценарий 1

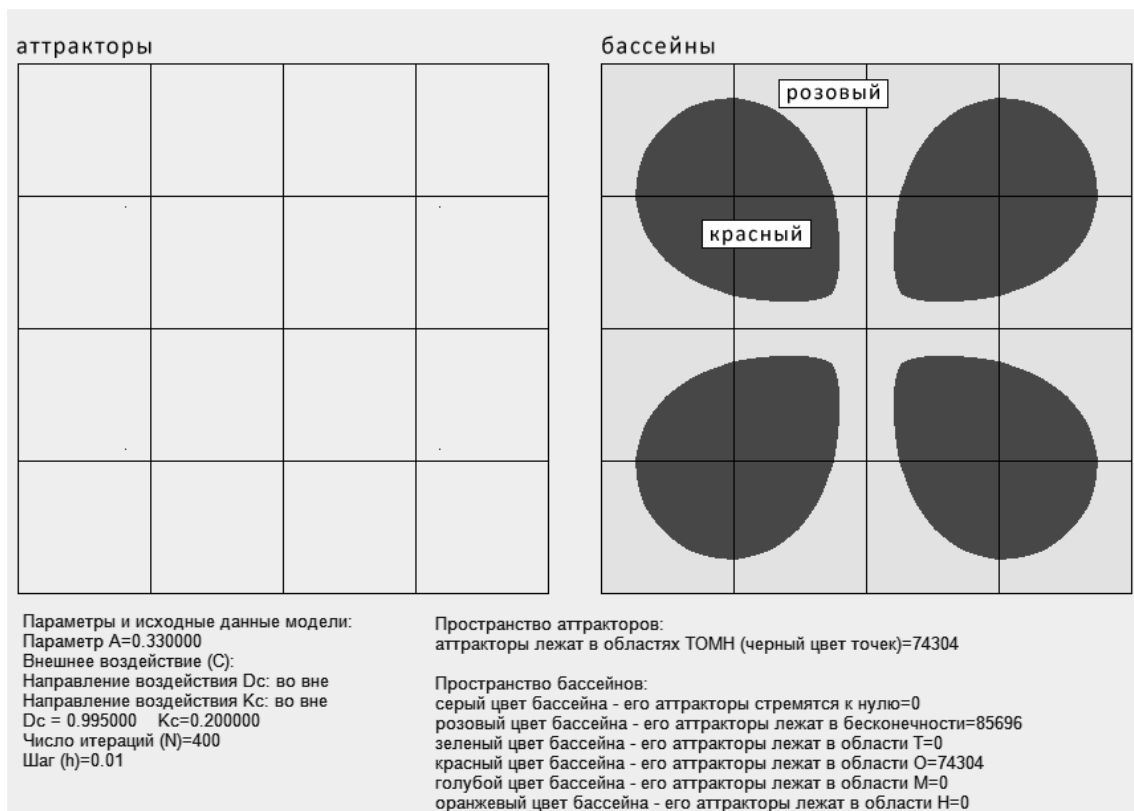


Рис. 11. Гипотетический сценарий 2

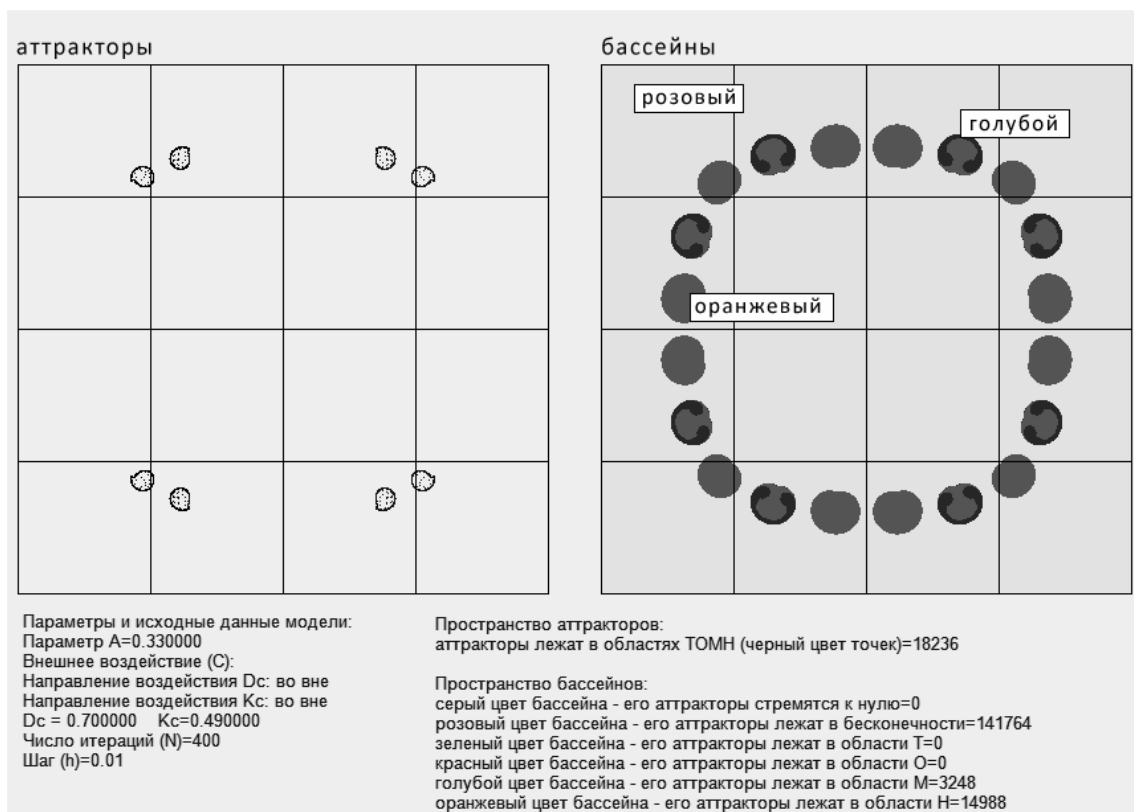


Рис. 12. Гипотетический сценарий 3

Третий гипотетический сценарий (рис. 12) предусматривает «идеальное» развитие Рязанской губернии. Фактор  $A$  (плодородие почв и климатические показатели) сохраняется реальным.  $d_c$  (мера заполнения экологической ниши) снижается с 0,988 до 0,7, что дает возможность увеличить  $k_c$  (практики по сохранению природных ресурсов) с 0,3 до 0,49.

В этом сценарии выделяются два плотных облака аттракторов – в зоне «созерцания природы» (Н) и в зоне рационального природопользования (М). Это, условно говоря, сочетание заброшенных земель с немногочисленными хозяйствами, интенсивно использующими и природные ресурсы, и практики по их восстановлению. Следует заметить, что этот сценарий существует в узком диапазоне величин управляющих факторов.

Данный сценарий для классического традиционного аграрного общества представляется «противоестественным», искусственным. Во-первых, такое общество не склонно сокращать свое место в экологической нише. Во-вторых, если такое сокращение и происходит (как правило, под воздействием катастрофических обстоятельств – голод, война, эпидемия и т. п.), то в таких случаях общество не переходит к культивированию природосберегающих технологий. Увеличение величины  $k_c$  при сокращении  $d_c$  не характерно для классического традиционного общества.

Третий сценарий – и другие родственные ему варианты – интересен тем, что в нем формирование аттрактора в зоне рационального природопользования сопровождается формированием другого аттрактора в зоне «созерцания природы», то есть оставлением земель, выводом их из оборота. Эти два процесса идут в паре, неизбежно сопровождают друг друга. Для традиционного общества это опять-таки неестественно: зачем использовать развитые технологии природопользования и природовосстановления, если есть масса неиспользуемой земли. Для современного общества такой сценарий достаточно характерен.

#### **Интерпретация результатов**

Совпадение бассейнов и аттракторов практически во всех экспериментах показывает, что единственной перспективой и интенцией моделируемого общества было сохранение статус-кво. Условно говоря, социум

пытался «в конце пути» остаться таким, каким был «в начале» (левые и правые изображения на рис. 2–9).

Аттракторы, как правило, концентрируются около линии гомеостазиса, на которой сбережение и использование природных ресурсов равносильны или равнослабы. Более того, значительная часть аттракторов близка к точке равновесия всех тенденций (перекрестие зон Т, О, М, Н). Если аттракторы и отклоняются от этой точки в зону какого-либо типа, то незначительно. Моделируемое общество стремилось к достижению идеального баланса. Причем, чем «старше» земледельческий социум (Рязанская, Тульская губернии), тем ближе и кучнее аттракторы стягиваются к точке баланса (рис. 3, 8). Чем «моложе» (Тамбовская и, что более заметно, Саратовская губернии), тем более выражен разброс аттракторов, вариативность развития.

Моделируемое общество существовало на границе выживания (то есть в относительно узком диапазоне величин управляющих факторов). По нашим наблюдениям, причина этого кроется в большой величине фактора  $d_c$  (индикаторы этого фактора – прирост населения и увеличение распашки).

Этот результат моделирования почти полностью совпадает с полученными традиционными историческими методами наблюдения о нарастании экологического кризиса аграрного общества в земледельческих регионах Центральной России к концу XIX века [3; 15; 16].

При столь большой величине  $d_c$  любое незначительное отклонение прочих управляющих факторов вело к катастрофе. Под катастрофой мы, в данном случае, подразумеваем такую ситуацию, когда, при некоторых комбинациях факторов, бассейны и аттракторы просто не обнаруживаются в пространствах потенциалов и перспектив – гипотетический сценарий 1 на рис. 10.

Об узком диапазоне выживания свидетельствует и относительно небольшая область бассейнов в некоторых экспериментах. Это указывает на то, что далеко не все мыслимые стартовые точки ведут к стабилизации системы в пригодных для выживания параметрах.

Моделирование ситуации в «старых» – развитых – Рязанской и Тульской губерниях (гипотетический сценарий 1 на рис. 10) пока-

зало, что даже незначительный рост  $k_c$  (в частности, развитие природосберегающих технологий) ведет к катастрофе. А ведь именно в таких технологиях, казалось бы, должно было нуждаться общество, которое весьма интенсивно использовало имеющиеся природные ресурсы. И, тем не менее, очевидно, что в условиях сверхвысокой нагрузки на природу имели место некоторые нелинейные эффекты, которые вели к разбалансированию системы общество–природа при усилении природосберегающей стратегии.

Единственное направление, в котором возможны были значительные изменения управляющих факторов (при условии стабильного выживания социума), – это сокращение  $d_c$ , то есть сокращение темпов прироста населения и распахки (гипотетический сценарий 3, рис. 12). Но именно к такой стратегии аграрное общество было склонно менее всего.

Поэтому можно сказать, что общество находилось в ловушке: ни один из вариантов изменений, приемлемых для данного типа системы, не вел к позитивному результату. Теоретически позитивные (то есть формирующие стабильный аттрактор) варианты изменений (в частности, сокращение нагрузки на природную среду) представляются практически – и исторически – маловероятными для данной системы в силу ее внутренних свойств.

Исследованные регионы отличаются друг от друга не тем, что имеют различные закономерности развития, а тем, что находятся на разных этапах в рамках одной и той же закономерности. Модели разных губерний отличны лишь по степени приближения к границам диапазона приемлемых величин управляющих факторов – то есть к границам выживания.

«Старые» регионы, входившие в Русское государство до XVII века и, соответственно, пахавшиеся более 300 лет, вплотную подошли к этим границам. Аттракторы Тульской и Рязанской губерний лежат в зоне «невозвратного потребления природы» и, как упоминалось, изменение управляющих факторов ведет к катастрофе.

Тамбовская губерния и группа типологически схожих «молодых» земледельческих регионов, которые стали существенно пахать в середине XVII века, в конце XIX

века, имели некоторую (хотя и незначительную) вариативность перспектив – аттракторы разбросаны в плотном облаке рядом с точкой равновесия преимущественно в зонах «невозвратного потребления природы» и «рационального природопользования». (Имеются аттракторы и в других зонах, но их число незначительно, и они лежат на границе упомянутых выше двух зон – рис. 2, 4–7).

Хотя это «молодые» общества (в плане природопользования), тем не менее, очевидно, их перспектива такая же, как и у группы «старых» губерний: они просто немного отстают на этом пути (гипотетический сценарий 2 на рис. 11).

Наиболее «молодая» территория – Саратовская губерния (рис. 9) – имеет наибольший разброс аттракторов, то есть наиболее различные перспективы развития. Но типологически она довольно близка к губерниям «тамбовской» группы.

#### Заключение

Можно сказать, что модель воспроизводит конец аграрного общества – состояние безысходности. Веер перспектив для одних территорий уже сжался, для других – постепенно сжимается до одной единственной перспективы выживания. Сущность этой перспективы – сохранение статус-кво. Дальнейшее развитие возможно только в случае реформирования всей системы отношений «общество – природа», при условии внедрения современных агротехнологий и рационального природопользования.

#### Список литературы

1. Борисова Е.А., Кульпин-Губайдуллин Э.С. Человек и природа. Проблемы социоестественной истории // Восток. Афро-Азиатские общества: история и современность. 2014. № 1. С. 163-166.
2. Гринин Л.Е., Коротаев А.В., Марков А.В. Макроэволюция в живой природе и обществе. М.: УРСС, 2008. 248 с.
3. Канищев В.В. Экономика, демография, экология в контексте модернизации аграрного общества (Тамбовская губерния в XIX – начале XX в.) // Экономическая история. М.: РОССПЭН, 2003. № 2002. С. 513-529.
4. Малков С.Ю. Роль природной среды в российском развитии в первой половине XXI в. // Человек и природа в пространстве и времени. Серия «Социоестественная история. Генезис кризисов природы и общества в России» / под

- ред. Э.С. Кульпина-Губайдуллина. М.: ИАЦ-Энергия, 2012. Вып. 36. С. 197-201.
5. *Нефедов С.А.* Демографически-структурный анализ социально-экономической истории России. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горного ун-та, 2005. 543 с.
  6. *Цинцадзе Н.С.* Демографические и экологические проблемы развития аграрного общества России во второй половине XIX – начале XX в. в восприятии современников. Тамбов: Изд. дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2012. 286 с.
  7. *Жуков Д.С., Канищев В.В., Лямин С.К.* Моделирование взаимодействия российского аграрного общества и природы средствами фрактальной геометрии: первые результаты эксперимента // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 2012. № 38. С. 74-75.
  8. *Mandelbrot B.B.* The Fractal Geometry of Nature. San Francisco: Freeman, 1982. 460 p.
  9. *Жуков Д.С., Канищев В.В., Лямин С.К.* Исторические приложения фрактального моделирования // Историческая информатика. 2013. № 1 (3). С. 71-82.
  10. *Zhukov D.S., Lyamin S.K.* The Modeling of Institutional Modernization by Means of Fractal Geometry // Sage Open. 2016. Vol. 6. Issue 2. DOI: 10.1177/2158244016640858.
  11. *Zhukov D., Kanishchev V., Lyamin S.* Fractal Modeling of Historical Demographic Processes // Historical Social Research. 2013. Vol. 38. Issue 2. P. 271-287.
  12. *Бородкин Л.И.* Концепции синергетики в исследованиях неустойчивых исторических процессов: современные дискуссии // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 2008. № 35. С. 28-29.
  13. *Бородкин Л.И.* Фрактальные измерения Клио // Историческая информатика. 2012. № 1. С. 104-110.
  14. *Канищев В.В.* Особенности демоэкологических процессов XIX века в Рязанской губернии как части юга Центральной России // 19 Державинские чтения. Тамбов: Изд. дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2014. С. 19-23.
  15. *Канищев В.В., Мизис Ю.А.* Историко-геоэкологическое развитие Тамбовского региона в XVII–XX вв. Современные методы изучения // Население и территория Центрального Черноземья и Запада России в прошлом и настоящем. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. С. 127-129.
  16. *Канищев В.В.* Экологические аспекты кризиса аграрного общества. Тамбовская губерния XIX – первая треть XX в. // Региональные тенденции взаимодействия человека и природы в процессе перехода от аграрного к индустриальному обществу. Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 2003. С. 14-17.
- ### References
1. *Borisova E.A., Kulpin-Gubaidullin E.S.* Chelovek i priroda. Problemy sotsioyestestvennoy istorii [Human and nature. Problems of socio-natural history]. *Vostok. Afro-Aziatskiye obshchestva: istoriya i sovremennost* [East. Afro-Asian Society: Past and Present], 2014, no. 1, pp. 163-166. (In Russian).
  2. *Grinin L.E., Korotayev A.V., Markov A.V.* Makroevolyutsiya v zhivoy prirode i obshchestve [Macroevolution in nature and society]. Moscow, Editorial URSS, 2008, 248 p. (In Russian).
  3. *Kanishchev V.V.* Ekonomika, demografiya, ekologiya v kontekste modernizatsii agrarnogo obshchestva (Tambovskaya guberniya v XIX – nachale XX v.) [Economy, demography, ecology in the context of the modernization of the agricultural society (Tambov province in XIX – early XX century)]. *Ekonomicheskaya istoriya* [Economic History]. Moscow, ROSSPEN Publ., 2003, no. 2002, pp. 513-529. (In Russian).
  4. *Malkov S.U.* Rol' prirodnoy sredy v rossiyskom razvitii v pervoy polovine XXI v. [The role of the environment in Russia's development in the first half of XXI century]. *Chelovek i priroda v prostranstve i vremeni. Seriya «Sotsioestvennaya istoriya. Genezis krizisov prirody i obshchestva v Rossii»* [Man and nature in space and time. Series “Socionatural history. Genesis of society and nature crises in Russia”], ed. E.S. Kulpin-Gubaydullin. Moscow, IATS-Energiya Publ., 2012, no. 36, pp. 197-201. (In Russian).
  5. *Nefedov S.A.* *Demograficheski-strukturnyy analiz sotsial'no-ekonomicheskoy istorii Rossii.* [Demographic and structural analysis of the socio-economic history of Russia]. Yekaterinburg, Ural State Mining University Publ., 2005. 543 p. (In Russian).
  6. *Tsintsadze N.S.* *Demograficheskiye i ekologicheskiye problemy razvitiya agrarnogo obshchestva Rossii vo vtoroy polovine XIX – nachale XX veka v vospriyatii sovremennikov* [Demographic and environmental problems of development of agrarian society in Russia in the second half of XIX – early XX century in the perception of contemporaries]. Tambov, Publ. House of Tambov State University named after G.R. Derzhavin, 2012. 286 p. (In Russian).
  7. *Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K.* Modelirovaniye vzaimodeystviya rossiyskogo agrarnogo obshchestva i prirody sredstvami fraktal'noy geometrii: pervyye rezul'taty eksperimenta [Modeling the interaction of the Russian agrarian society and nature by means of fractal geometry: the first results of the experiment]. *Informatsionnyy byulleten' Assotsiatsii «Istoriya i komp'yuter»* [Information Newsletter Association]

- tion “History and Computing”], 2012, no. 38, pp. 74-75. (In Russian).
8. Mandelbrot B.B. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco, Freeman Publ., 1982. 460 p. (In Russian).
  9. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. Istoricheskiye prilozheniya fraktal'nogo modelirovaniya [Historical applications of fractal simulation]. *Istoricheskaya informatika – Historical Information Science*, 2013, no. 1 (3), pp. 71-82. (In Russian).
  10. Zhukov D.S., Lyamin S.K. The Modeling of Institutional Modernization by Means of Fractal Geometry. *Sage Open*, 2016, vol. 6, no. 2. doi: 10.1177/2158244016640858.
  11. Zhukov D., Kanishchev V., Lyamin S. Fractal Modeling of Historical Demographic Processes. *Historical Social Research*, 2013, vol. 38, no. 2, pp. 271-287.
  12. Borodkin L.I. Kontseptsii sinergetiki v issledovaniyakh neustoychivyykh istoricheskikh protsessov: sovremennyye diskussii [Concept of synergy in research of unstable historical processes: contemporary debates]. *Informatsionnyy byulleten' Assotsiatsii «Istoriya i komp'yuter»* [Information Newsletter Association “History and Computing”], 2008, no. 35, pp. 28-29. (In Russian).
  13. Borodkin L.I. Fraktal'nyye izmereniya Klio [Fractal Dimension of Clio]. *Istoricheskaya informatika – Historical Information Science*, 2012, no. 1, pp. 104-110. (In Russian).
  14. Kanishchev V.V. Osobennosti demoekologicheskikh protsessov XIX v. v Ryazanskoy gubernii kak chasti yuga Tsentral'noy Rossii [Features of demographic and ecological processes of the XIX century in the Ryazan province as part of the south of Central Russia]. *19 Derzhavinskiye chteniya* [19 Derzhavin reading]. Tambov, Publ. House of Tambov State University named after G.R. Derzhavin, 2014, pp. 19-23. (In Russian).
  15. Kanishchev V.V., Mizis U.A. Istoriko-geoekologicheskoye razvitiye Tambovskogo regiona v XVII–XX vv. Sovremennyye metody izucheniya [Historical and geo-environmental development of the Tambov region in the XVII–XX centuries. Modern methods of studying]. *Naseleniye i territoriya Tsentral'nogo Chernozem'ya i Zapada Rossii v proshlom i nastoyashchem* [Population and territory of the Central Black Soil Region and West Russia in the past and present]. Voronezh, Voronezh State University Publ., 2000, pp. 127-129. (In Russian).
  16. Kanishchev V.V. Ekologicheskiye aspekty krizisa agrarnogo obshchestva. Tambovskaya guberniya XIX – pervaya tret' XX v. [Environmental aspects of the crisis of the agrarian society. Tambov province XIX – the first third of the XX century]. *Regional'nyye tendentsii vzaimodeystviya cheloveka i prirody v protsesse perekhoda ot agrarnogo k industrial'nomu obshchestvu* [Regional trends of interaction of man and nature in the process of transition from an agrarian to an industrial society]. Tver, Tver State University Publ., 2003, pp. 14-17. (In Russian).

Поступила в редакцию 02.09.2016 г.  
Received 2 September 2016

ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для моделирования

Таблица 1

Площадь и население губерний

Губернии	Площадь, кв. десятины	Население, человек		
		1850 г.	1890 г.	Прирост средний ежегодный, %
Тамбовская	6058030	1849686	2684030	0,9
Рязанская	3690015	1294475	1802196	0,8
Пензенская	3555115	973136	1480665	1,1
Воронежская	6031458	1878010	2531253	0,7
Курская	4063678	1651394	2371012	0,9
Орловская	4324320	1470000	2033798	0,8
Тульская	2758480	1264399	1419456	0,3
Саратовская	7536574	1427422	2405829	1,3

Таблица 2

Природные ресурсы губерний

Губернии	Природные ресурсы, в десятинах			Природные ресурсы, % к общей территории			Природные ресурсы, в десятинах			Природные ресурсы, % к общей территории		
	1850			1850 г.			1890 г.			1890 г.		
	Пашня	Луга	Леса	Пашня	Луга	Леса	Пашня	Луга	Леса	Пашня	Луга	Леса
Тамбовская	2252000	1699000	1683000	37,2	28,0	27,8	3890000	775000	1100000	64,2123	12,793	18,16
Рязанская	1708159	277482	1418690	46,3	7,5	38,4	2195000	193000	722000	59,4849	5,2303	19,57
Пензенская	1760726	421559	780611	49,5	11,9	22,0	2251322	291901	572430	63,3263	8,2107	16,1
Воронежская	3574226	2770036	547372	59,3	45,9	9,1	4046024	1218426	577033	67,082	20,201	9,567
Курская	2502533	612552	641441	61,6	15,1	15,8	3032853	494733	405579	74,6332	12,175	9,981
Орловская	2263298	472868	846194	52,3	10,9	19,6	2421708	511121	819994	56,0021	11,82	18,96
Тульская	1955066	283900	264610	70,9	10,3	9,6	2068000	175000	250000	74,9688	6,3441	9,063
Саратовская	2265262	2676993	1028020	30,0569	35,5	13,64	4263000	1407000	986000	56,5642	18,669	13,08

Таблица 3

## Природные ресурсы и климат губерний

Губернии	Природные ресурсы, % прирост за 40 лет			Чистый сбор хлебов, тыс. четвертей		Рост хлебов средний ежегодный, %	Плодородие, доля от 1	Индекс восстановления природы, доля от 1	Температура от оптимума, доля от 1	Осадки от оптимума, доля от 1
	1890 г.			1850 г.	1890 г.					
	Пашня	Луга	Леса							
Тамбовская	72,735	-54,385	-34,641	4,33	6,32	0,950	0,55	0,2	0,98	0,96
Рязанская	28,501	-30,446	-49,108	4,36	4,16	-0,117	0,35	0,3	0,97	0,97
Пензенская	27,863	-30,757	-26,669	4,83	6,72	0,829	0,5	0,2	0,98	0,96
Воронежская	13,200	-56,014	5,419	4,43	7,99	1,485	0,55	0,2	0,98	0,96
Курская	21,191	-19,234	-36,771	4,62	5,34	0,363	0,55	0,2	0,99	0,96
Орловская	6,999	8,0896	-3,097	4,89	6,23	0,607	0,55	0,2	0,98	0,96
Тульская	5,777	-38,359	-5,521	4,29	3,64	-0,410	0,35	0,3	0,97	0,97
Саратовская	88,190	-47,441	-4,087	5,23	7,25	0,820	0,5	0,1	0,99	0,95



UDC 930+911.37+316.324.5

## ECOFRACTAL-2: MODELING THE INTERACTION BETWEEN NATURE AND SOCIETY OF AGRICULTURAL REGIONS BY MEANS OF FRACTAL GEOMETRY IN THE SECOND HALF OF THE XIX CENTURY

Dmitriy Sergeevich ZHUKOV

Candidate of History, Associate Professor of Public Relations and Politology Department

Tambov State University named after G.R. Derzhavin

33 Internatsionalnaya St., Tambov, Russian Federation, 392000

E-mail: ineternatum@mail.ru

Valeriy Vladimirovich KANISCHEV

Doctor of History, Professor of General and Russian History Department

Tambov State University named after G.R. Derzhavin

E-mail: valcan@mail.ru

Sergey Konstantinovich LYAMIN

Candidate of History, Associate Professor of General and Russian History Department

Tambov State University named after G.R. Derzhavin

E-mail: laomin@mail.ru

The results of modeling the interaction of an agrarian society and natural environment are discussed. This scientific perspective is relevant in the context of socio-natural history. The objects of the study are eight agricultural provinces of the European part of Russia: Tambov, Ryazan, Penza, Voronezh, Kursk, Orel, Tula, Saratov. The chronological scope of work is the second half of the XIX century. The fractal simulation technology to reconstruct the scenario of development and environmental management strategies is used. The set of indicators used to formalize the controlling factors are considered. The indicator is calculated on the basis of objective data and expert judgment. Modeling led to the following conclusions. Regions differed, as they were at different stages within the same pattern. Different provinces differ only in the degree of approximation to the survival borders. Studied agrarian societies were in a trap: not one of the following changes have led to a positive result. Theoretically, the positive development scenarios (e. g. reducing pressure on the environment) are represented historically unlikely due to the intrinsic properties of agrarian societies. Therefore, societies have chosen to maintain the status quo as the only possible strategy. Further development was possible only as a qualitative reformat the whole system of society-nature relations. This included the introduction of modern agricultural technologies and environmental management.

*Key words:* socio-natural history; fractal simulation; man and nature; agrarian society

DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-12(164)-151-167

**Информация для цитирования:**

*Жуков Д.С., Канищев В.В., Лямин С.К.* Моделирование взаимодействия природы и общества земледельческих регионов и во второй половине XIX века средствами фрактальной геометрии: Экофрактал-2 // Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2016. Т. 21. Вып. 12 (164). С. 151-167. DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-12(164)-151-167.

Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. Modelirovanie vzaimodeystviya prirody i obshchestva zemledel'cheskikh regionov i vo vtoroy polovine XIX veka sredstvami fraktal'noy geometrii: Ekofraktal-2 [Ecofractal-2: modeling the interaction between nature and society of agricultural regions by means of fractal geometry in the second half of the XIX century]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Gumanitarnye nauki – Tambov University Review. Series: Humanities*, 2016, vol. 21, no. 12 (164), pp. 151-167. DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-12(164)-151-167. (In Russian).