

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП

В.В. Коробицын, Ю.В. Фролова

The mathematical model of evolution of ethnic group is presented. The model is described by stochastic process. The parameters of ethnos are changed in time and in space. The interaction of ethnic groups is realized on the network of landscapes. The mosaic structure of ethnos is presented as a combination of ethnic group that are united on base of ethnic nearness. The realization of various ethnic contacts is shown on the base of analysis of mathematical model.

1. Введение

Моделирование социальных систем получило интенсивное развитие в конце XX века, когда появилась возможность воспроизводить на компьютере поведение большого количества независимых элементов. В частности, подход агентно-базового моделирования позволил воспроизводить взаимодействие индивидов в группах. Исследованию социальных систем посвящено много научных публикаций и конференций по всему миру [4, 5]. Интерес к данной тематике обусловлен наличием уникального инструмента для изучения социальных процессов — компьютерного моделирования. Никакой другой метод изучения не позволяет исследовать динамику сложных социальных процессов и получать результаты о поведении групп индивидов в искусственной моделируемой среде, давая возможность неоднократно воспроизводить эксперимент, меняя параметры модели.

Данная статья посвящена одному из самых загадочных уровней социальной системы — этническому. Этнические процессы, протекающие в обществе, определяют степень интеграции общества, взаимодействия этноса и ландшафта, сосуществование разных этнических групп. Моделирование этнических процессов — область довольно новая и мало изученная, тем не менее, имеются публикации [1, 3, 6–15]. Эти работы затрагивают различные аспекты развития этнических систем. В данной же статье речь пойдет о моделировании процесса формирования (возникновения) этносов на основе развития и объединения этнических групп. Такая трактовка формирования этносов является авторской

и выдвигается в качестве гипотезы о возникновении этносов. Процесс возникновения этносов очень расплывчато и неоднозначно описан в литературе, нет единой точки зрения на описание этого процесса. Поэтому авторы предлагают свою формально (математически) описанную трактовку процесса возникновения этносов.

Предполагается, что этнос является мозаичной структурой, составленной из субэтносов, живущих каждый в своем ландшафте. Под ландшафтом понимается достаточно однородный участок территории. Субэтноты являются в данном случае некой уникальной единицей этнической структуры, объединяющей семьи людей, ведущих достаточно близкий образ жизни, схожий быт. Этноты формируются из субэтносов на основе понятия близости (комплиментарности) этнических групп. Таким образом, два субэтноты могут быть объединены в один этнос, если поведение и жизненный уклад индивидов этих субэтносов довольно схож. Получается, что объединение в этноты является понятием относительным, в том смысле, что два субэтноты объединяются в один этнос в противоположность к третьему субэтноту, члены которого значительно сильнее отличаются в поведении от членов двух предыдущих субэтносов. И кроме того, если рассматривать процесс формирования этносов в динамике, то вполне вероятны ситуации, когда некоторые субэтноты могут то входить в один этнос, то не входить в зависимости от текущего состояния субэтноты. Существует также понятие суперэтноты как объединения нескольких этносов в противоположность к другим некомплементарным этносам (суперэтнотам). Объединение в суперэтноты можно организовать по тому же принципу, как и для этносов, учитывая лишь большую «удаленность» укладов этносов.

Как было указано выше, субэтнос ограничивается ареалом ландшафта, в котором проживает. Считаем, что это вполне оправданно, поскольку люди, живущие в разных ландшафтах даже в достаточной близости будут иметь различный уклад в семье и быту. Именно поэтому ландшафтом можно определять границы распространения субэтносов, но не этносов. Поскольку этнос — это объединение нескольких субэтносов, живущих в разных ландшафтах.

Довольно сложным является вопрос о том, как возникают этноты. Мы высказываем гипотезу о том, что этноты возникают в результате объединения нескольких комплементарных субэтносов. А сами субэтноты формируются в результате развития довольно нестойких групп людей — конвексий и консорций, которые возникают постоянно, но не все из них становятся субэтносами. Консорции и конвексии возникают в результате выделения некоторого лидера (пассионария), который объединяет людей вокруг себя. Как правило, эти группы людей мигрируют, меняя ландшафт пребывания, пока либо не распадаются, либо оседают на некотором месте. Если такая группа смогла просуществовать более одного поколения людей (больше 25 лет), то эту группу можно считать субэтносом со своим уникальным укладом жизни, который будет передаваться из поколения в поколение.

Как предсказать появление лидера группы? Это довольно сложно, поэтому в предлагаемой модели мы считаем, что это происходит в случайные моменты времени с определенной частотой появления. Для того чтобы научиться пред-

сказывать такие события, необходимо выявить предпосылки появления лидеров. Возможно, они есть, но авторы пока не могут однозначно их выделить, поэтому ограничились случайным процессом.

Движущей силой субэтнуса будем считать пассионарную энергию, которая, по всей видимости, зависит от взаимного влияния субэтнуса и ландшафта, в котором он обитает. Считаем, что чем лучше субэтнос приспособлен к существованию в ландшафте, тем выше его способность к развитию. Поэтому процесс миграции этнических групп направлен на поиск наиболее подходящего места обитания. Этническая группа возникает с некоторым начальным запасом энергии, который заимствует у этноса предка. Со временем пассионарная энергия убывает, и если нет достаточной подпитки от ландшафта, то этническая группа распадается, как неспособная к дальнейшему существованию.

Представленная ниже модель формирования этноса предназначена для формального описания этнических процессов, с точки зрения авторов.

2. Построение модели развития этнической группы

В основополагающей работе «Этногенез и биосфера Земли» Л.Н. Гумилёв так определяет понятие этноса. «Этносы — коллективы людей, возникающие и рассыпающиеся за относительно короткое время, но имеющие в каждом случае оригинальную структуру, неповторимый стереотип поведения и своеобразный ритм, имеющий в пределе гомеостаз» [2, с. 70]. Это определение наиболее точно описывает основные компоненты этноса как системы.

Каждый этнос имеет структуру, то есть некоторое внутреннее построение его элементов. «Принцип этнической структуры можно назвать иерархической соподчиненностью субэтнических групп, понимая под последними таксономические единицы, находящиеся внутри этноса как зримого целого и не нарушающие его единства» [2, с. 136]. Согласно этому определению при исследовании возникновения и развития этноса, необходимо исследовать поведение субэтнических групп, чему и посвящена статья.

Вторая составляющая этноса — неповторимый стереотип поведения его членов. «Структура этнического стереотипа поведения — это строго определенная норма отношений: а) между коллективом и индивидом; б) индивидов между собой; в) внутриэтнических групп между собой; г) между этносом и внутриэтническими группами» [2, с. 118]. Причем набор этих правил взаимодействия элементов этноса меняется со временем, что определяет различные фазы развития этноса.

Своеобразный ритм этноса — это и есть определенная схема изменения стереотипа поведения членов этноса, которая определяет динамику этноса. «Этногенез — инерционный процесс, где первоначальный заряд расходуется вследствие сопротивления среды, что ведет к гомеостазу — равновесию этноса с ландшафтным и человеческим окружением, то есть к превращению его в реликт, когда он находится в промежуточном (персистентном) состоянии, лишенном творческих сил» [2, с. 406]. В этом определении отмечается важная роль окружающего ландшафта, который во многом определяет поведение членов этноса.

2.1. Графовая модель ландшафтов

Для построения модели ландшафтов воспользуемся географическими картами: физическая, климатическая, ландшафтов. Исходные данные в этом случае представлены набором растровых изображений, характеризующих состояние ландшафта в некоторой точке на поверхности Земли. Кроме того, эти изображения привязаны к Мировым координатам, а также задан масштаб изображения на карте. Эти изображения подвергаются компьютерной обработке, в результате чего мы получаем разбиение суши на некоторые однородные участки земли, где состояние ландшафта меняется не сильно. После разбиения мы получаем множество ландшафтов на карте и, кроме того, можем определить соседние из них.

Модель ландшафтов опишем на языке теории графов. Построим взвешенный граф, вершины которого представляют ландшафт (однородный участок), а ребрами соединяем те из них, которые граничат друг с другом. При этом вес дуги задает усредненное время преодоления расстояния между ландшафтами. Будем считать, что граф неориентированный, в том смысле, что время, затрачиваемое для перехода из одного ландшафта в другой, такое же, как и в обратном направлении. Хотя это не всегда оправданно. В частности, при перемещении через море или по рекам. В узлах графа запишем параметры, характеризующие ландшафт. Список параметров должен характеризовать запасы ландшафта: природные ресурсы, систему коммуникаций, антропогенные изменения, потенциальные возможности по развитию ландшафта.

Необходимо отметить, что путь через море — это особая дуга между вершинами, которая может соединять не вполне близкие ландшафты, но и время перехода будет значительным. Тем не менее, считаем, что пренебрегать морскими путями нельзя.

2.2. Энергия этноса

Предположим, что граф ландшафтов построен. Теперь опишем модель этносов и их взаимодействия с ландшафтом.

Самобытность этноса характеризуется некоторым набором параметров, которые можно представить в виде n -мерного вектора e , нормированные координаты которого принадлежат отрезку $e_i \in [-1; 1]$, $e = (e_1, e_2, \dots, e_n)$.

Особенность ландшафта также можно определить некоторым набором параметров, значения которых показывают наиболее перспективное поведение членов этноса, проживающих на этой территории $l = (l_1, \dots, l_k)$, $l_i \in [-1; 1]$.

Эффективность взаимодействия этноса и ландшафта определяется некоторой функцией $V : E^n \times L^k \rightarrow \mathbb{R}$, определенной из произведения двух множеств всех возможных состояний этноса E^n и всех возможных состояний ландшафта L^k . Причем вид функции определяется исходя из необходимости отразить взаимовлияние этноса и ландшафта. Ее можно, например, определить так. Пусть $n \geq k$. Сопоставим первые k координат этноса с k координатами ландшафта и будем брать в рассмотрение только их при определении взаимодействия с ландшафтом $E^n \Rightarrow E^k$.

Каждому параметру ландшафта необходимо сопоставить значение, характерное для этого этноса. Таким образом, чтобы при умножении этих параметров получилось значение вклада этого параметра в развитие этноса. В итоге получим формулу

$$V(l, e) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i e_i, \quad (1)$$

где V – значение вклада, l_i – i -ый параметр ландшафта ($i = 1, 2, \dots, n$), e_i – соответствующий параметр этноса. Разумно использовать значения параметров из интервала $[-1; 1]$. Тогда результат V будет также лежать в интервале $[-1; 1]$.

Для того чтобы воспользоваться этим значением, введем показатель интенсивности действия этноса (пассионарное напряжение), который будет вычисляться как интегральная функция от V . Обозначим интенсивность действия как P и запишем дифференциальное уравнение

$$\frac{dP}{dt} = a \cdot V - b \cdot V^2 - c,$$

где a, b, c – коэффициенты, вид функции от V в правой части задается исходя из следующих предположений: постоянная естественная убыль $-c$; увеличение за счет взаимодействия этноса с ландшафтом $a \cdot V$; уменьшение за счет перенасыщения слагаемое $-b \cdot V^2$.

2.3. Этническая близость

Для построения модели формирования и развития этноса необходимо «расслоить» этнос на более мелкие группы индивидов. В качестве таких групп можно выделить нестойкие – конвексия и консорция и устойчивую – субэтнос, который возникает как их естественное продолжение. Предположительно, этнос формируется из таких элементов в результате их развития и осознания себя как общности по отношению к другим более крупным общностям. Это отношение основано на чувстве комплиментарности, которое построено на основе понятия этнической близости. Будем считать, что каждый субэтнос имеет свой уникальный набор параметров, тогда близость между ними будет определяться расстоянием ρ , измеренным между этими наборами (векторами) параметров

$$\rho(E_1, E_2) = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (e_i^1 - e_i^2)^2},$$

здесь $E_1 = (e_1^1, \dots, e_n^1)$, $E_2 = (e_1^2, \dots, e_n^2)$ – соответствующие наборы параметров для этносов. Значение расстояния будет принимать значения от 0 до 2, когда $e_i \in [-1; 1]$.

Теперь для объединения субэтносов в этнос мы должны установить пороговое значение ε , которое будет означать, что субэтносы, расстояния между которыми меньше ε , будут составлять один этнос: если $\rho(E_1, E_2) \leq \varepsilon$, то E_1 и E_2 принадлежат одному этносу.

Аналогично можно ввести параметр $\sigma > \varepsilon$, который будет служить для объединения этносов в суперэтносы. Тогда, если $\rho(E_1, E_2) > \sigma$, то эти этносы принадлежат разным суперэтносам (рис. 1).

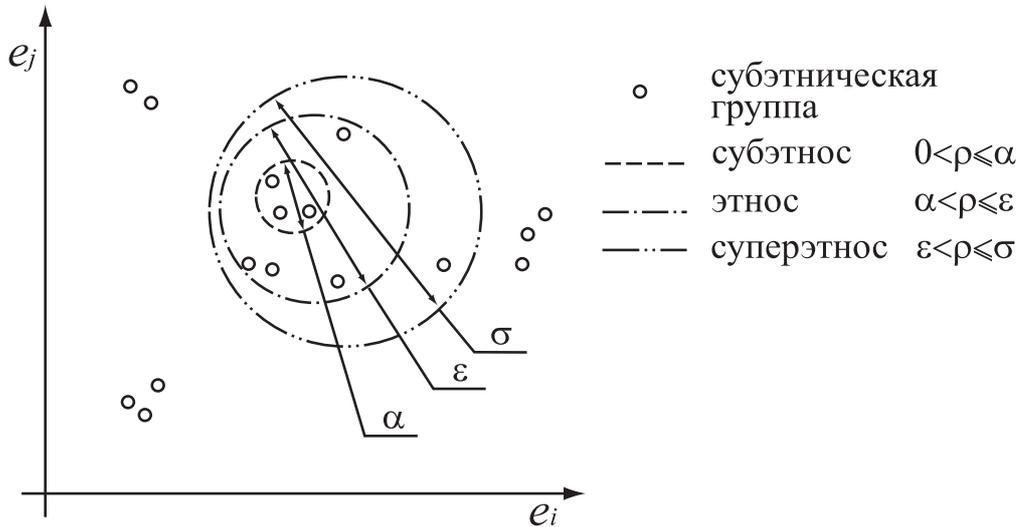


Рис. 1. Объединение субэтнических групп

Здесь также введен параметр α , который определяет принадлежность разных этнических групп к одному субэтносу. Значения параметров $\alpha, \varepsilon, \sigma$ необходимо определять экспериментально.

2.4. Рождение этнической группы

Возникновение новой этнической группы происходит спонтанно на территории некоторого этноса. Причем возникновение новой группы обусловлено достаточно высоким уровнем пассионарного напряжения. После возникновения этой группы часть пассионарной энергии переходит от этноса родителя к потомку. Тем самым понижается пассионарное напряжения самого этноса. Появившаяся новая этническая группа должна самореализоваться или погибнуть как нестойкое образование. При рождении параметры этноса передаются новой группе, но эти параметры слегка меняются — «мутируют». В результате получается немного другая группа. Параметры и начальные значения пассионарной энергии определяются по формулам:

$$e_i^D = [e_i^A + \delta_i], \quad P^D = P_0, \quad P^A \leftarrow P^A - P_0,$$

здесь e_i^D — параметр потомка (Descendant), e_i^A — родителя (Ascendant), δ_i — случайная величина из заданного интервала $(-\delta; \delta)$, операция $[\cdot]$ — означает нормировку внутри допустимого интервала параметров, P_0 — часть пассионарной энергии, передаваемой от родительского этноса P^A к потомку P^D .

2.5. Самореализация этнической группы

Три основных процесса помогают этнической группе самореализоваться: перемещение между ландшафтами, адаптация к ландшафту, перенимание опыта у других этнических групп.

Перемещение между ландшафтами позволяет этносу распространяться по территориям, находить новые более подходящие ландшафты. При перемещении часть этнической энергии теряется, причем эта потеря пропорциональна расстоянию между ландшафтами. Далее, если в этом ландшафте нет других этносов, то происходит постепенная адаптация этнической группы к ландшафту, выраженная в изменении некоторых параметров этноса в сторону достижения наилучшего увеличения вклада в развитие этноса V . Это можно смоделировать так. Реализуется случайный вектор $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_n)$, каждая компонента которого имеет случайное значение в заданном интервале $[-z; z]$, где число z должно быть сопоставлено с интервалами времени между такими операциями, но не должно быть очень большим. Далее этнос меняет свои параметры, если выполнено условие

$$e \leftarrow e + \delta \text{ при } V(l, e) < V(l, e + \delta). \quad (2)$$

Частота таких событий и сила вносимых изменений определяется экспериментально.

Перенимание опыта у других этнических групп — процесс неоднозначный, поскольку, с одной стороны, может улучшить состояние этнической группы, а с другой — эта группа может потерять свою индивидуальность. Кроме того, при перенимании опыта всегда происходят искажения, которые приводят к некоторым отклонениям от первоначального опыта.

Взаимодействие членов этноса определяется как передача способностей по адаптации к ландшафту. Члены этноса e^i живут в ландшафте l^i , члены этноса e^j живут в ландшафте l^j . Члены одного этноса e^i переходят в ландшафт l^j с целью получения новых знаний и приобретения способностей. При взаимодействии с членами этноса e^j происходит взаимное изменение параметров так, чтобы новые значения параметров обеспечивали более высокое значение функции V . Это определяется перенятием опыта:

$$\begin{aligned} e^i &\leftarrow e^i + \beta \cdot (e^j - e^i) + \delta & \text{при } V(e^i, l^j) > V(e^j, l^j), \\ e^j &\leftarrow e^j + \beta \cdot (e^i - e^j) + \delta & \text{при } V(e^i, l^j) < V(e^j, l^j). \end{aligned} \quad (3)$$

Затем член этноса может вернуться в ландшафт l^i и снова изменить свои параметры.

В приведенных формулах β — коэффициент перенятия опыта, значение которого, видимо, должно зависеть от величины расстояния $(e^2 - e^1)$ и предположительно обратно пропорционально, δ — случайный вектор, реализующий случайное отклонение от исходного опыта. Зависимость β выразим формулой

$$\beta(e^1; e^2) = \frac{1}{\|e^2 - e^1\|^2}.$$

Полагаем, что коэффициент β обратно пропорционален квадрату от длины вектора расстояния между e^1 и e^2 .

Взаимодействие этнических групп не сводится только к перениманию опыта друг у друга. Соперничество, вытеснение, объединение и уничтожение — вот не полный список процесса взаимодействия этнических групп.

Мы предполагаем, что на одном ландшафте могут одновременно находиться несколько этнических групп, а взаимодействие будем определять именно для находящихся на одной территории. Для начала определим их совместное использование ландшафта как разделение общих ресурсов, что можно выразить изменением формулы для V .

Предположим, на одном ландшафте находится k этнических групп, для каждой из них вычисляем V_j , $j = 1, \dots, k$ по формуле (1). Затем вычисляем суммарный вклад

$$\bar{V} = \left| \sum_{j=1}^k V_j \right|.$$

Если значение $\bar{V} > 1$, то необходимо пронормировать все V_j так:

$$V_j^* = \frac{V_j}{\bar{V}},$$

здесь V_j^* — нормированное значение вклада в развитие j -го этноса. Такое преобразование позволит ограничить рост этнических групп на одной территории из-за их соперничества.

Остальные процессы взаимодействия будем считать следствием описанного выше — соперничества.

2.6. Гибель этнической группы

Этническая группа гибнет, когда ее пассионарная энергия падает до нуля. Условие гибели запишем так: если $P_j \leq 0$, то считаем этническую группу j распавшейся. Ее члены становятся членами других этнических групп. И эта общность перестает существовать.

2.7. Изменение ландшафта

Нельзя не учитывать желание этноса модернизировать ландшафт, подстроить под свои нужды и потребности. Но поскольку этнических групп может быть несколько, то все они и будут делать изменения по своим потребностям. В некоторые случайные моменты времени происходит попытка изменения ландшафта:

$$l \leftarrow l + \gamma \left(\frac{\|e\|}{\|l\|} \cdot e - l \right) + \delta, \quad (4)$$

здесь выражение в скобках дает вектор поворота для l , чтобы приблизить к вектору e , коэффициент γ задает силу преобразований, который не может быть слишком большим, случайный вектор δ дает случайное отклонение от намеченного.

3. Исследование взаимодействия соседних этносов

В этой части под *этносом* мы будем понимать устойчивую этническую группу, занимающую один ландшафт. По сути дела, это субэтнос.

Самым важным процессом для формирования этносов является взаимодействие соседних этносов. Именно их взаимное влияние стимулирует процесс создания новых этнических групп и исчезновения старых. Хотя в истории встречаются этносы-изолянты, которые утратили контакты с соседними этносами. Но это лишь подтверждает гипотезу о том, что этнические контакты дают толчок для их развития. Поскольку этносы-изолянты не способны противодействовать другим этносам, которые могут появиться в любой момент.

3.1. Варианты взаимоотношений этносов

Л.Н. Гумилёв выделяет четыре варианта взаимоотношений контактирующих этносов [2, с. 111]:

- сосуществование, этносы не смешиваются и не подражают друг другу;
- ассимиляция, поглощение одного этноса другим;
- метисация, сохраняются и сочетаются традиции предков;
- слияние, забываются традиции обоих компонентов и возникает новый этнос.

В обозначениях нашей модели результат взаимоотношения этносов e^1 и e^2 можно описать выражениями для вычисления значений параметров этносов после длительного контакта. Как правило, возникает новый этнос e^3 с новыми значениями, а предыдущие этносы исчезают:

- сосуществование, параметры не меняются, новый этнос не появляется;
- ассимиляция $e^3 = e^1$ или $e^3 = e^2$, этнос-потомок принимает параметры одного из этносов-предков;
- метисация $e_i^3 = e_i^1$, $e_j^3 = e_j^2$, индексы i и j пробегают разные значения всех допустимых индексов, e^3 — этнос, состоящий из метисов этносов e^1 и e^2 ;
- слияние $e^3 \neq e^1$, $e^3 \neq e^2$, параметры нового этноса e^3 не совпадают ни с одним из этносов-предков e^1 и e^2 .

Для того чтобы проанализировать взаимодействие соседних этносов, необходимо указать причину и правило изменения параметров этносов. Оценить количество возможных вариантов развития контактирующих этносов. Указать минимальное количество параметров, определяющих самобытность этносов в их окружении.

Начнем с последнего вопроса. Для указания различий двух элементов в системе достаточно ввести один параметр, значение которого будет идентифицировать элемент. Так, для описания взаимодействия двух этносов, достаточно

каждому приписать по одному параметру. Получаем одномерный случай для векторов параметров этносов $e^1 = (e_1^1)$, $e^2 = (e_1^2)$. В случае описания взаимодействия трех этносов одного параметра оказывается не достаточно, необходимо использовать два параметра: $e^1 = (e_1^1, e_2^1)$, $e^2 = (e_1^2, e_2^2)$, $e^3 = (e_1^3, e_2^3)$. И так далее, для описания взаимодействия n этносов потребуется как минимум $n - 1$ параметров.

3.2. Предельные состояния этносов

В представленной модели описаны три процесса, влияющие на изменение состояния этноса и ландшафта:

- а) адаптация к ландшафту (2);
- б) перенятие опыта этносов (3);
- с) изменение ландшафта (4).

Перечисленные процессы изменяют параметры этноса и ландшафта, но каждый из них направлен на увеличение функции вклада $V(l, e)$. Подробнее разберем результаты этих процессов в различных ситуациях, которые отличаются количеством взаимодействующих этносов и ландшафтов.

1 этнос, 1 ландшафт. В этой ситуации этнос изолирован от других этносов и нет доступа к другим ландшафтам. Примером может служить некоторый этнос, существующий на острове, при условии неразвитого морского сообщения. Здесь участвуют только процессы а) и с). Процесс а) представляет собой случайное блуждание, но направление перемещения ограничено условием увеличения функции V . Так или иначе, при устремлении времени процесса в бесконечность параметры этноса будут стремиться к некоторой предельной точке $(\pm 1, \pm 1, \dots, \pm 1)$. Процесс с) описывает изменение ландшафта, которое, также при стремлении времени к бесконечности, приводит параметры ландшафта к той же предельной точке. Предельная точка определяется как одна из вершин гиперкуба $E^k = [-1; 1] \times \dots \times [-1; 1]$. Потому что именно в этих точках достигается максимальное значение функции $V(l, e)$, причем значения для e и для l должны совпадать.

2 этноса, 1 ландшафт. В этом случае процесс б) ускоряет стремление к предельной точке в случае, если e^1 , e^2 и l стремятся к одной предельной точке. А это означает, что в предельном случае из двух этносов остается только один, имеющий предельные значения для параметров.

1 этнос, 2 ландшафта. Эта ситуация описывает случай возможного влияния этноса одновременно на два ландшафта. Но поскольку предполагается, что этнос не блуждает, а лишь на начальном этапе выбирает наиболее подходящий ландшафт, то в пределе можно говорить только об одном ландшафте (случай 1 этнос, 1 ландшафт).

2 этноса, 2 ландшафта. Предполагается, что этносы находятся в разных ландшафтах, иначе мы приходим к случаю (2 этноса, 1 ландшафт). Когда два этноса находятся на соседних ландшафтах, то процессы а) и с) протекают независимо, а процесс б) может повлиять, только если предельные точки этносов совпадают.

N этносов, m ландшафтов. Этот случай можно рассматривать как следствие рассмотренных выше. Определяя взаимодействие этносов как попарное взаимовлияние.

3.3. Результаты анализа

В результате анализа этнических процессов, описанных в модели, можно сделать выводы о реализации вариантов взаимоотношений этносов:

- этнос стремится привести свои параметры и параметры ландшафта к одной предельной точке. Причем, при переходе через точку «нуль» одного из параметров, предельная точка меняется;
- конкурирующие этносы в одном ландшафте либо сливаются в один с предельными значениями параметров, либо происходит ассимиляция одного этноса другим;
- варианты сосуществования и метисации являются промежуточными (непредельными), которые тем не менее могут просуществовать довольно долго, но не являются устойчивыми.

4. Выводы и заключение

Результатом данной статьи можно считать формальное описание процесса формирования этносов, которое продемонстрировало возможность описания этноса как мозаичной структуры, состоящей из нескольких этнических групп, существующих по общим законам. Аналитическое исследование модели подтвердило возможность реализации четырех вариантов взаимодействия, указанных в литературе. Кроме того, показано, что лишь два из них являются устойчивыми.

Представленную математическую модель планируется реализовать в среде компьютерного моделирования, что позволит получить новые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аниконов Ю.Е. Математическое моделирование этнических процессов // Математические проблемы экологии. Новосибирск: Ин-т математики. 1994. С. 3–6.
2. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: Танаис ДИ-ДИК, 1994.
3. Гуц А. К. Глобальная этносоциология. Омск: Омск. гос. ун-т, 1997.
4. Гуц А.К., Коробицын В.В., Лаптев А.А., Паутова Л.А., Фролова Ю.В. Математические модели социальных систем: Учебное пособие. Омск: Омск. гос. ун-т, 2000.

5. Гуц А.К., Коробицын В.В., Лаптев А.А., Паутова Л.А., Фролова Ю.В. Компьютерное моделирование. Инструменты для исследования социальных систем: Учебное пособие. Омск: Омск. гос. ун-т, 2001.
6. Коробицын В.В. Модель территориального распределения пассионарной энергии этноса // Математические структуры и моделирование. Омск: Омский гос. ун-т. 2000. Вып. 5. С. 44–53.
7. Коробицын В.В., Фролова Ю.В. Математическое моделирование динамики этнических систем // Социальная политика и социология. 2006. N. 3. С. 205–221.
8. Bhavnani R., Miodownik D., Nart J. REscape: an Agent-Based Framework for Modeling Resources, Ethnicity, and Conflict [Electronic resource] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2008. Vol. 11, N. 2. – <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/2/7.html>.
9. Deffuant G., Amblard F., Weisbuch G., Faure T. How can extremism prevail? A study based on the relative agreement interaction model [Electronic resource] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2002. Vol. 5, N. 4. – <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/4/1.html>.
10. Fossett M. Ethnic Preferences, Social Distance Dynamics, and Residential Segregation: Theoretical Explorations Using Simulation Analysis // The Journal of Mathematical Sociology. 2006. Vol. 30, N. 3. P. 185–273.
11. Gatherer D. Identifying cases of social contagion using memetic isolation: comparison of the dynamics of a multisociety simulation with an ethnographic data set [Electronic resource] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2002. Vol. 5, N. 4. – <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/4/5.html>.
12. Korobitsin V.V., Frolova J.V. Mathematical Modelling the Ethnic System // Lecture Notes in Computer Science. Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. Vol. 2658. P. 629–635.
13. Korobitsin V.V., Frolova J.V. Landscape Delimitation between Ethnoses by Modelling // Proceedings of the 23th International Conference of the System Dynamics Society / John D. Sterman et al. Boston, 2005. P. 94
14. Neshchadim M.V. Dynamical model of the ethnic system. Formulas in direct and inverse problems // J. Inv. Ill-Posed Problems. 1998. Vol. 6, N. 6. P. 605–617.
15. Srbljinovic A., Penzar D., Rodik P., and Kardov K. An Agent-Based Model of Ethnic Mobilisation [Electronic resource] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2003. Vol. 6, N. 1. – <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/1/1.html>.