

\*\*\*

*Қабыршақсыз көкбастың географиялық жекеленген популяцияларының биологиялық параметр өзгерістері зерттелген. Зайсан көлінің, Балқаш-Алакөл су алабының, Ыстық көлдің популяциялары өсу қарқыны, жас құрамы, ұрықшылдығы, уылдырықтау орыны мен уақыттарының маңызды ерекшеліктеріне қарамай бір гендік пулға жатады. Олардың өмір сүру жағдайларына қарай фенотиптік өзгерістері бар. Шу және Сырдария өзендерінің популяциялары ұқсас өмір сүру жағдайлары және ұқсас биологиялық параметрлеріне қарамай генотипте маңызды ерекшеліктері бар.*

\*\*\*

*Variations in biological parameters of naked osman specimens in geographically isolated populations have been studied. Populations in Zaysan, Balkhash-Alakol, and Issyk-kul lakes basin, in spite of great variability in growth rate, age composition, fertility, time and places of spawning are a common gene pool with phenotype implementations stemming from difference in environmental conditions. Naked osman populations in reservoirs of Shu and Syrdariya rivers basins are considerably different genetically while similar in environmental conditions of habitats and practically identical in biological parameters.*

УДК 612.014.1+613.1/16

**Т.С. ФРЯЗИНОВА**

## **ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУММАРНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*Исследуются возможности использования новых подходов к оценке динамики экологических и других иерархически устроенных больших систем. Показано, каким образом на данном этапе можно количественно решать данную проблему.*

В 30-х годах XX века, в организменной биологии, экологии и гештальтпсихологии возникли базовые понятия объектов живой природы - «целостность», «связность», «взаимоотношения» /1, 2/. Появился интерес к эволюции структур и динамическим системам. Стала понятна важность феноменов диссипации энергии, переработки информации /3-5/, и тот факт, что открытые системы в ряде случаев влияют на состояние окружающей их среды. Интерес и практическая надобность к созданию теории эволюции открытых систем привели к возникновению таких разделов современного естествознания, как синергетика, теория катастроф, организмика и т.п. /4,6-9/. К сожалению, до сих пор, такая находится лишь в процессе создания.

Остро стоит вопрос количественного описания открытых иерархических систем, к которым относятся **экологические системы и организмы**. По данным В.П. Казначеева, многоклеточные организмы являются специфическими экосистемами, являющимися *самоорганизующимися субпопуляционными образованиями* /10/. Как экологические системы, так и организмы характеризуются: набором базовых элементов, в количестве составляющем статистические ансамбли; иерархическим строением; ограниченными размерами; многопараметрическим внутренним пространством; изменяемой степенью открытости; множественными связями с окружающей средой /11/.

*В статье делается попытка рассмотреть подход, позволяющий компактно количественно описывать динамику открытых иерархических систем и показать ее пригодность, для решения некоторых задач в экологии.*

Как для многоклеточных организмов, так и для экологических систем характерны следующие свойства:

1. их основу составляют наборы элементов и взаимодействий;
2. количество элементов в отдельных группах таково, что в системах возникают устойчивые статистические эффекты;
3. они являются целостными образованиями;
4. их целью является самосохранение;
5. они и окружающая их среда имеют иерархическое строение;
6. каждый их иерархический уровень, определяется собственным набором характерных времен и расстояний, определяющих пространственно-временные параметры устойчивых структурных образований /11/.

Такое описание рассматриваемых систем не противоречит классическому определению систем в целом, - “под системой понимается множество элементов, находящихся в отношениях и связанных друг с другом, которые образуют определенную целостность, единство” и перекликается с определениями данными Р. Акоффом, П.К. Анохиным, Л. Берталанфи и другими /1, 2, 12-14/.

В литературе был найден единственный способ получения количественных оценок целостных реакций биологических систем как образований, способных к самоорганизации – способ корреляционной адаптометрии /15/. В нем базовым показателем является **суммарный корреляционный коэффициент (СКК)**. Е.В. Смирнова показала, что аналогичные показатели в биологии и медицине ранее применялись, но авторы, не осознавали их общесистемный характер и их связи с процессами, определяющими устойчивость систем. Ей было обнаружено, что в биологических системах существует повышенная чувствительность взаимосвязи параметров к нагрузкам, вызывающим их адаптационные реакции. Характер взаимосвязей параметров достоверно изменяется до того как их изменяются их абсолютные величины. При вариациях параметров окружающей среды, возрастают дисперсии и корреляции параметров, характеризующих популяции. В устойчивом состоянии уровень корреляций и дисперсий ниже, а статистические характеристики параметров отражают неспецифический, групповой характер реакций.

Объясняющая этот феномен модель была создана Горбанем А.Н.-Смирновой Е.В.. Она опирается на эколого-эволюционный принцип полифрактальности,- отбор и сукцессия ведут от моно- к полифрактальности, и от управления небольшим числом факторов к равнозначности многих факторов, что следует из наличия лимитирующих факторов. Результаты адаптации ими моделируются как следствие естественного отбора на заданном множестве возможностей /15,16/.

Общий вид их модель эволюционного отбора имеет следующий вид:

$$\frac{\partial m(t)}{\partial t} = k(X, m)m$$

где  $k(X)m$  – непрерывная функция по совокупности аргументов (коэффициент размножения),  $X$ - распределение адаптационного ресурса по факторам действующих параметров окружающей среды,  $m$ - неотрицательная мера набора параметров системы,  $t$ - время.

Исследуя ее Е.В. Смирнова доказала несколько теорем, значимых для количественной оценке напряженности процессов, поддерживающих целостность системы. В результате, были получены важные для нас выводы:

- ресурс суперпопуляции, распределяется так, что изменения всех внешних факторов для системы становится равнозначным;
- адаптация системы увеличивает число значимых факторов и происходит сдвиг в сторону монофакториальности;
- при нескольких ресурсах, адаптация ведет к полифакториальности;

- для синергичных групп факторов и нескольких ресурсов адаптация может приводить к уменьшению числа действующих факторов и сдвигать систему к монофакториальности.

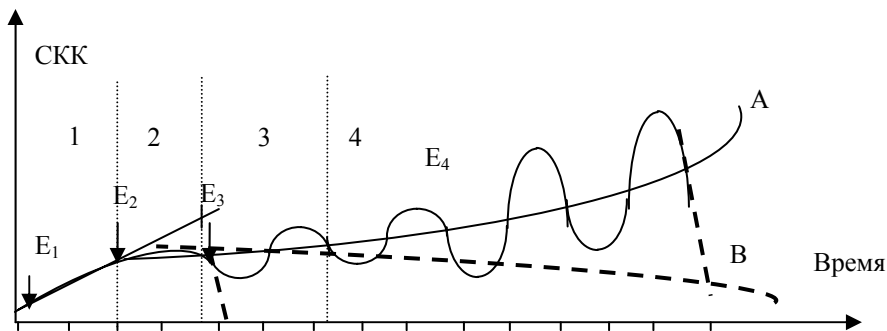
Это и позволило создать метод корреляционной адиптометрии. В основу, которого легла оценка скоррелированности (связности) биопараметров. Ее определяют через вес корреляционного графа, равный сумме весов ребер.

$$СКК = \sum_{|r_{i,j}| \geq a} |r_{i,j}|,$$

где  $r_{i,j}$  – коэффициент корреляции между  $i$ -м и  $j$ -м параметрами.

Применение ю этого показателя, показало, что СКК растет параллельно росту адаптационной напряженности, только *если воздействия, оказываемые на популяцию, не очень велики*. Характер внутренней регуляции системы Смирнова Е.В. оценивала по функциональным параметрам спектра корреляционной матрицы. Для оценки достоверности использовались общепринятые статистические процедуры.

Проведенные нами работы показали, что при росте внутренних или внешних возмущений, вызывающих реакцию системы, поведение СКК часто носит нелинейный характер (рис.1). При незначительном росте нагрузки СКК системы нарастает, и процесс мало зависит от набора выбранных параметров.



$E_i$  – энергии действующие на систему; А,Б- два типа трендов СКК;  
1,2,3,4- участки с различными типовыми реакциями СКК

**Рисунок. 1 Реконструкции динамики СКК при действии на живые системы нарастающих вариаций эндогенных или экзогенных факторов**

Если растет длительность или интенсивность возмущений, то СКК начинает падать, а далее может вновь нарастать. Такой процесс может повторяться, а его тренд может смещаться вверх или вниз. В устойчивом состоянии СКК постоянно и новые стационарные состояния не равнозначны по своему качеству первоначальным /17/.

Описанные эффекты наблюдались при исследовании человеческого организма и здоровья человеческой популяции при исследовании действия патогенных факторов, роста физических нагрузок, воздействия космических факторов /17-20/.

Приведем результаты исследований важные для понимания природы и поведения СКК.

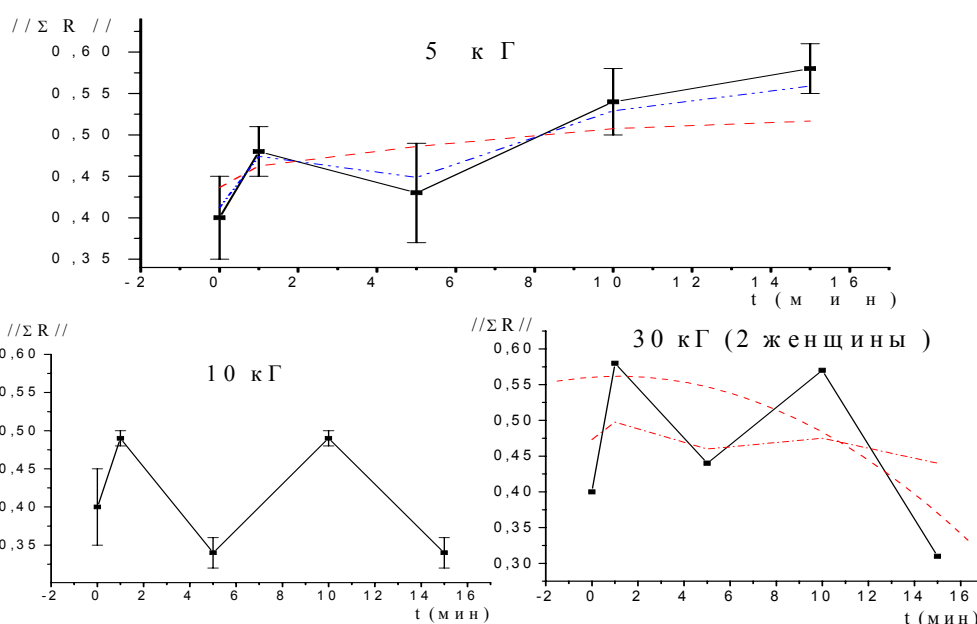
При изучении динамики микроэлементов и витаминов А, Е, С в эритроцитах больных раком пищевода были обнаружены *сезонные ритмы СКК* с максимумом приходящимся на весну, и вторым максимумом - на осень /17/.

СКК, рассчитанный по параметрам иммунной системы, больных раком молочной железы, возрастал с ростом тяжести заболевания до III-стадии (превышение нормы в 1, 6 раза), и падал на IV-стадии до уровня нормы. Анализ главных компонент показал, что развитие болезни происходило на фоне усложнения корреляционных (динамических)

структур иммунной системы. На IV-стадии параллельно со снижением уровня общего СКК, наблюдалось его усиление в группах параметров, не имевших связей в норме. Нормированный СКК гормональных и иммунологических параметров женщин составил: в норме - 0,215, при дисгормональных гиперплазиях молочной железы - 0,433, при раке молочной железы - 0,344. Видно, что переход системы в принципиально новое состояние, сопровождается падением СКК /17/.

Исследовалось поведение СКК при релаксации организма, после физической нагрузки. В эксперименте 15 женщин переносили тяжести по горизонтали (5,10,15кг) на 80 метров за 3 минуты. Наблюдали 38 физиологических параметров, отображающих состояние четырех систем, - опорно-двигательной, сердечнососудистой, нервной и энергообмена. Замеры проводили, до нагрузки и через 1, 5, 10 и 15 минут после ее прекращения /17/.

При весе 5 кг релаксация сопровождалась ростом СКК, а полная релаксация, - снижением скорости возрастания СКК. Процесс шел в колебательном режиме с постепенным затуханием амплитуды (рис. 2).



**Рисунок. 2** Динамика нормированного СКК, возникающая в организме женщины после того, как она выполнила работу по переносу тяжести, общий вид и аппроксимация.

Первоначальное отклонение по пульсу и дыханию составило 22 %, по артериальному давлению 2 %. К концу 15 минуты нормализовались гемодинамические параметры и частота пульса. Максимальный уровень СКК и минимальная скорость процессов его изменения совпали с моментом полной релаксации организма после нагрузки.

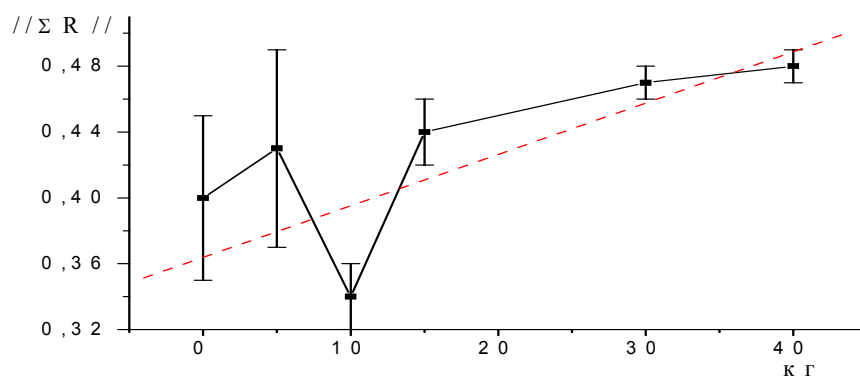
При весе в 10 кг наблюдался автоколебательный процесс, и снижение дисперсии. Максимальное отклонение пульса составило 25 %, дыхания 45 %, артериального давления 15 %. Через 15 минут все параметры максимально нормализовались, но показатели гемодинамики не достигали уровня нормы.

При больших нагрузках уровень СКК изменялся в колебательном режиме с постепенно увеличивающимся периодом и амплитудой. Тренд процесса имел несколько видов. При переносе 15 кг одной женщиной он чаще был возрастающим, при - 30 кг двумя женщинами он снижался, при - 40 кг двумя женщинами он возрастал. При грузе в 15 кг максимальное отклонение по пульсу составило 28 % (через 15 минут отдыха 4 %), по дыханию 68 % (5 %),

по артериальному давлению 28 % (8 %). Аналогичные процессы происходили и при переносе тяжести вдвоем

Отдельно исследовали изменение СКК в зависимости от величины нагрузки на 5 минуте релаксации (рис 3). Видно резкое снижение СКК в интервале от 8 до 12 кг. Факторный анализ показал, что это падение СКК сопровождается уменьшением числа линейно зависимых групп исследованных параметров. Хорошо известно, что перенос веса в 7 кг в России зарегистрировано как предельно допустимая нагрузка для женщин, а при нагрузке в 11 кг возникают гормональные и анатомические нарушения в репродуктивных женских органах /21/.

*Таким образом, достижение критической нагрузки для женского организма, т.е. момента формирования необратимых изменений в структуре иерархически устроенной открытой системы, сопровождается достоверным снижением СКК*



**Рисунок. 3** Нормированный СКК через пять минут после снятия нагрузки в зависимости от ее величины

Метод главных компонент, показал следующую картину перестроек групп синхронно изменяющихся параметров в организме (Рис.4). Груз в 5 кг вызывал повышение синхронизации параметров опорно-двигательного аппарата. Груз в 10 кг вызывал последовательный рост СКК в группах параметров опорно-двигательного аппарата, сердечнососудистой системы, и нервной системы. Максимальный вклад вносила нервная система, и ее роль усиливалась в ходе процесса релаксации. При поднятии 15 кг одной женщиной в ходе релаксации максимум синхронизации параметров регистрировался в подхватывающем режиме от опорно-двигательного аппарата к системе кровообращения, нервной системе, и системе обменных процессов.

*Итак, связность пространства параметров после прекращения нежелательной для здоровья нагрузки меняется в колебательном режиме, а последовательность вступления систем в фазу усиления корреляционных связей между их параметрами сохраняется, независимо от вида нагрузки. Добавление нагрузки после ее снятия увеличивает количество систем имеющих повышенный уровень самосогласованности параметров.*

Динамика СКК в формирующейся системе исследовалась на основе регистрации антропометрических показателей мальчиков в возрасте от 5-ти до 17 лет. Группы делились, по уровню благоприятности окружающей среды (различные районы проживания детей и их родителей), по степени адаптации к условиям данной местности (европейцы, азиаты) и по влиянию слабых факторов в момент рождения (магнитные бури) /17-20/.

Динамика СКК в формирующейся системе исследовалась на основе регистрации антропометрических показателей мальчиков в возрасте от 5-ти до 17 лет. Группы делились, по уровню благоприятности окружающей среды (различные районы проживания детей и их

родителей), по степени адаптации к условиям данной местности (европейцы, азиаты) и по влиянию слабых факторов в момент рождения (магнитные бури) /17-20/.

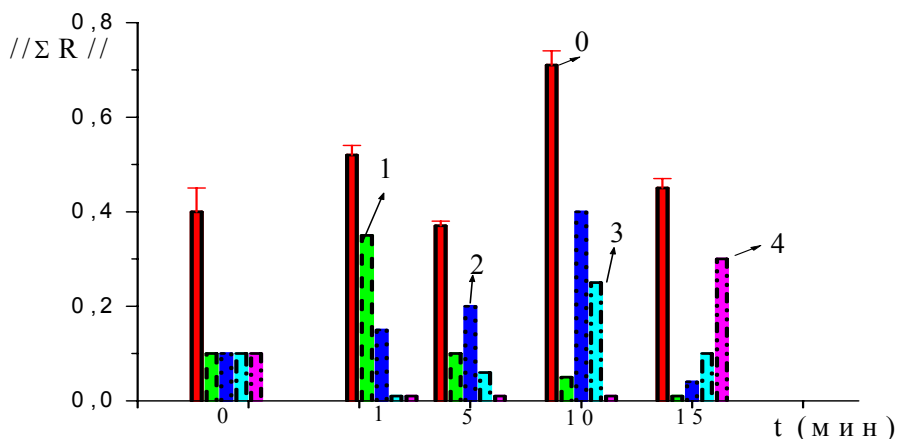


Рисунок. 4 Веса СКК параметров, характеризующих различные функциональные системы организма в период его релаксации после поднятия веса в 15 кг. ( 0-общий СКК, 1- СКК опорно-двигательной системы, 2- сердечно-сосудистой системы, 3- нервной системы, 4- системы энергообмена.)

Загрязнение окружающей среды в группе азиатов сопровождалось увеличением СКК в 2 раз, а у европейцев,- падением в 1,6 раза ( $P < 0,05$ ).

В одинаковой окружающей среде динамика СКК у популяции детей азиатов и у европейцев имели различный вид (рис. 5).

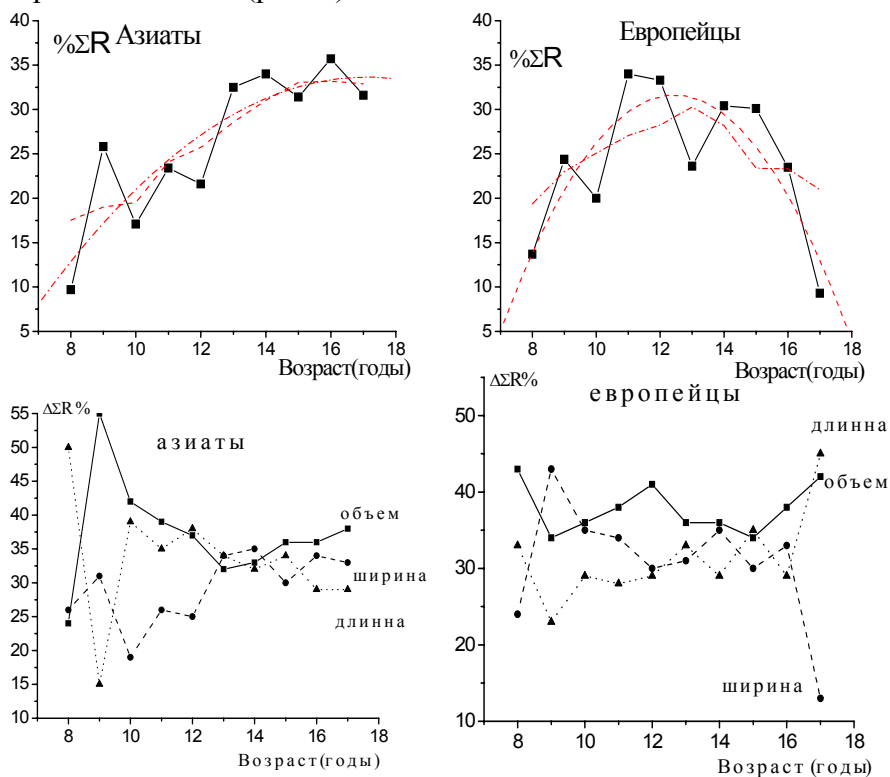
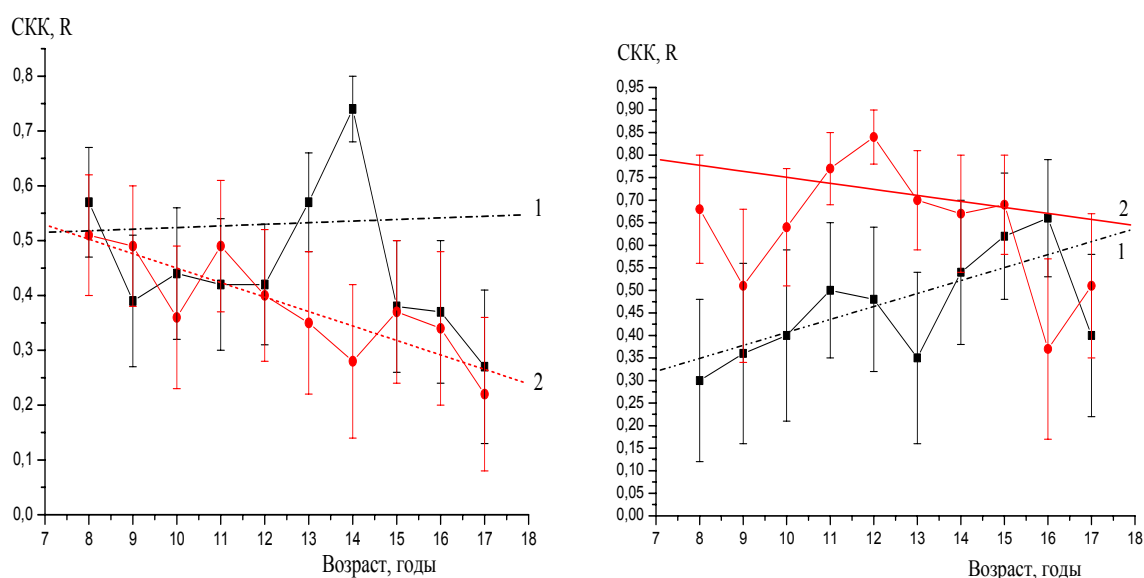


Рисунок. 5 Динамика СКК, рассчитанных по антропометрическим признакам детей, отображающая рост и развитие детских популяций, с различной степенью приспособления к условиям данной местности.

У азиатов, наблюдался рост СКК и постепенная стабилизация в период от 13 до 18 лет. У европейцев максимум СКК достигается в 11 лет, т.е. к началу переходного периода, после чего СКК начинает падать. СКК, рассчитанные по параметрам продольных и поперечных размеров, изменяются довольно синхронно. Наибольшие достоверные различия СКК ( $P \leq 0,05$ ) приходятся на последний год развития. У азиатов с 16 до 17 лет СКК продольных и поперечных размеров изменялся мало и имел средний уровень, по отношению ко всему периоду наблюдений. У европейцев в этот период СКК продольных размеров резко увеличивался, а поперечных снижался. Во всех группах СКК поперечных и продольных параметров изменяются в противофазе. Степень синхронизации объемных параметров наблюдалась до 12 лет.

Влияние сверхслабых факторов (магнитных бурь) в момент рождения на развитие детского организма показано на рисунке 6.



**Рисунок. 6** Динамика СКК антропометрических показателей у мальчиков казахов-1 и русских-2, родившихся в условиях спокойного (слева) и активного (б) геомагнитного фона

СКК у мальчиков казахов, можно назвать очень слабо возрастающим, В условиях спокойного геомагнитного фона в момент рождения тренд СКК у мальчиков казахов был слабо возрастающим. Магнитная буря в момент рождения, снижала уровень синхронизации антропометрических параметров в ранних возрастных группах, тренд линейно возрастал и достигает уровня характерного для “нормы” к 17 годам. У русских детей тренд СКК снижался с возрастом. Возмущение геомагнитного фона, несколько тормозило скорость снижения СКК с возрастом, но достоверно повышает уровень СКК в течение всего периода наблюдения.

Возрастные особенности выражалась в том, что при отсутствии возмущения в момент рождения уровень синхронизации у казахов и русских менялся в противофазе до 15 лет, после чего изменения шли синхронно, а при его наличии изменения шли синхронно до 13 лет, а затем в противофазе.

Все изложенное показывает, что теоретические и экспериментальные результаты, полученные в работах Горбаня А.Н. и Смирновой Е.В./15, 16/, справедливы только в том случае если:

- исследуется один иерархический уровень системы,
- система имеет ресурсы (достаточное количество энергии и веществ),
- реализованные в системе динамические подсистемы позволяют согласовывать мощности протекания деструктивных процессов с мощностью восстановительных процессов.

Этот вывод подтверждает теоретические работы Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. /4/ и Арманд А.Д., Люри Д.И. и др /8/. Модель Смирновой Е.В применима, если возмущения внутренней или окружающей среды, вызывают у системы реакции, которые можно считать нормальными, тренировочными или спокойной активации по классификации Гаркави Л.Х. /22/. Их СКК возрастают медленно, линейно и постепенно переходят к некоторому новому постоянному уровню.

Исследование большого количества иерархически устроенных больших биологических систем, подвергавшихся воздействию различных по характеру и мощности эндогенных и экзогенных факторов, показали, что при возрастании мощности действующих факторов или флуктуаций, существует два вида реакции СКК.

- Первый,- медленное снижение СКК, свидетельствующее либо о наличии “свободных” энергоресурсов на низших иерархических уровнях, либо о ресурсе управления, оптимизирующего процесс интегральной реакции системы. Такая реакция *совпадает с моментом* возникновения медленно восстанавливаемых структурных перестроек и активацией динамических систем, изменяющих структуру окружающей среды.

- Второй,- резкое падение СКК, при невозможности включения резервов системы ее низших иерархических уровней или при отсутствии необходимых регуляторных циклов высших иерархических уровней, перераспределяющих резервы и регулирующих получение энергии из окружающей среды. Такие реакции совпадают с моментом возникновения необратимых структурных перестроек, направленных на сохранение системы.

Колебания СКК возникали, если поддержание устойчивости системы проходило при изменений со стороны нескольких иерархических уровней. Скорее всего, здесь управляющие системы перераспределяют нагрузку между ними, на основе принципа минимума энергии.

Если тренд СКК возрастает или падает, то скорее всего это говорит о потере устойчивости системы. Данные эффекты наблюдаются либо на фоне деструкции окружающей среды, либо собственных структур системы. Иными словами связаны с протеканием энергетически не выгодных процессов.

Сказанное, позволяет предполагать, что динамика СКК отображает развитие системы и показывает направление процессов поддерживающих ее устойчивость, а ее динамику можно исследовать количественно, строя фазовые портреты процесса изменения СКК. Узкое место системы, возникающее при потере устойчивого развития, может быть выявлено в ходе структурного анализа матрицы корреляционных связей.

Итак, при расширении исследований в этом направлении, открывается возможность построения технологии краткосрочных и долгосрочных прогнозов устойчивого функционирования иерархически устроенных больших систем (экологических, организмов и т.п.). Однако, для полноценного использования данного подхода его необходимо дополнить регистрацией и описанием мощности потоков энергии и энтропии как внутри самих систем, так и окружающей их среде. Такое направление исследований подтверждает анализ работ Саркисова Д.С./24/, Гладышева Г.П. /25/.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крайнюченко И.В., Попов В.П. Определение понятия «система»/ <http://holizm.narod.ru/Systems/3htm> – 2005 – 8с.
2. Системный анализ в управлении: Учебн. пособие. / Под ред. А.А. Емельянова - М: Финансы и статистика, 2003. – 368 с.



3. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой - М: Едиториал УРСС, 2003. – 288с.
4. Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни в развитии природных систем.// Л.:Наука, 1993. – 275с
5. Небрат В.В. Термодинамическая модель водной самоорганизации человека /Журнал проблем эволюции открытых систем. – Алматы: 2008. – Вып. 10. – Т.1. – С. 118-122.
6. Школьник В.С. Исследования в области самоорганизации открытых систем и задачи обеспечения устойчивого развития / Сб. Проблемы эволюции открытых систем – Алматы: Дайн-Пресс, 1999. – С. 3-7
7. Тюняев А.А. Организмика - фундаментальная основа всех наук– М:Ин, Т.1. – 2004. – 368с.; Т.2. – 2006. – 435с. ; Т.3. – 2006. – 345с.
8. Арманд А.Д., Люри Д.И., Жерихин В.В., Раутиан А.С., Кайданова О.В., Козлова Е.В., Стрелецкий В.Н., Буданов В.Г. Анатомия кризисов. // М., 1999.
9. Хадарцев А.А. Медицинские технологии и организмика–“Organizmica” №1[5] 2006
10. Казначеев В.П. Психобиология Запада и Востока //Традиционная медицина Восток и запад 2003, № 1, С. 5-9.
11. Фрязинова Т.С. Пространственно-временные представления и методология исследования биологических объектов/ Журнал проблем эволюции открытых систем. – Алматы: Принт-S, 2005. – Вып. 7. – Т.1. – С. 95-105.
12. Садовский В.Н. Система / БСЭ – М: Наука, 1976. – Т. 23С. 463-464
13. Филосовский словарь. – М.: Политиздат, 1980
14. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем. - М.: Наука, 1980. – 526 с.
15. Смирнова Е.В. Моделирование адаптации к экстремальным условиям, эффект группового стресса и корреляционная адаптометрия.// АР докт. Диссертации, Красноярск, 2000
16. Горбань А.Н., Смирнова Е.В., Чеусова Е.П. Динамика корреляций при адаптации и организация систем экологических факторов. // Тез. Докладов первого Всероссийского семинара «Моделирование неравновесных систем-98», - Красноярск, 1998. - С.51-52.
17. Фрязинова Т.С., Количественная патофизиология или физические меры макросистемных состояний многоклеточных организмов и их подсистем. – Алматы: Бико, 2002. – 330 с.
18. Фрязинова Т.С., Мусагалиева Г.М., Маханова А.И. Изменение устойчивости динамики роста детей в зависимости от колебаний солнечной активности./ Алматы, 2000, Вестник КазГНУ им Аль-Фараби, серия биологическая: № 2, - С. 69-73.
19. Фрязинова Т.С., Мусагалиева Г.М., Маханова А.И. Методы количественной оценки влияния экзогенных и эндогенных фактов на адаптационные возможности организма в условиях циклической активности внешней среды. / Алматы, 2000, Вестник КазГНУ им Аль-Фараби, серия биологическая, № 2, - С. 73-78.
20. Фрязинова Т.С., Природа изменений динамики антропометрических характеристик растущего организма, возникающих при вариациях параметров околоземного космического пространства / - Новосибирск, 2003. Вестник МНИИКА : Выпуск 10. – С. 70-75.
21. Иманалиев Ш.И., Караалин С.К., Усенов С.М. и др. Особенности методического подхода при изучении труда женщин в ведущих отраслях экономики. \ \ Методические рекомендации, МОКЗ РК. - Алматы, 1998. - 36 с.
22. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия /Москва ИМЕДИС, 1998. - 654 с.
23. Fritjof Capra The tao of physics. – Boston: Shambhala, 1991. – 351 с.
24. Саркисов Д.С., Пальцин А.А., Втюрин Б.В. Приспособительная перестройка биоритмов. - М. Медицина, 1975. - 245 с.
25. Гладышев Г.П. Термодинамическая теория эволюции живых существ. - М. Наука, 1996. - 125 с.

\*\*\*

*Экологиялық және басқа сатылай түзілген үлкен жүйелер динамикасын бағалаудың жаңа әдістерін пайдалану мүмкіндігі зерттеледі. Бұл кезеңде аталмыш мәселені сандық тұрғыдан қалай шешуге болатындығы көрсетілген.*

\*\*\*

*Researching the possibilities to use new approaches to the estimation of ecological and other hierarchically organized large systems. The method of solving this problem quantitatively is shown at this stage.*