

### III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2024-1-44-55

#### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Т.В. ВОРОНЮК, И.С. САМОЙЛЕНКО, К.А. ШАМОВ, И.А. БАЙТУЕВ

*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут,  
Россия, 628400*

**Аннотация.** В зависимости от того, какая деятельность превалирует (умственная или физическая), то по-разному проявляются и параметры психофизиологических функций. Соотношение между физическими и умственными нагрузками, их влияние на параметры функциональных систем организма человека на Севере и составило основу настоящего исследования. У работников физического труда выявлены существенные разбросы в параметрах психофизиологических функций, что описывается математической моделью.

**Ключевые слова:** *компарментно – кластерные модели, память, психофизиология.*

#### MATHEMATICAL MODELS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL FUNCTIONS IN PERSONS WITH DIFFERENT WORK ACTIVITIES

T.V. VORONYUK, I.S. SAMOILENKO, K.A. SHAMOV, I.A. BAITUEV

*Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408*

**Abstract.** Depending on which activity prevails (mental or physical), the parameters of psychophysiological functions manifest themselves differently. The relationship between physical and mental stress and their influence on the parameters of the functional systems of the human body in the North formed the basis of this study. Among manual workers, significant variations in the parameters of psychophysiological functions were revealed, which is described by a mathematical model.

**Key words:** *compartment-cluster models, memory, psychophysiology.*

**Введение.** В основе физического труда в зависимости от особенностей профессии лежит активная целенаправленная двигательная деятельность человека. Мобилизация физиологических механизмов для выполнения физического труда происходит в соответствии с закономерностями работы функциональных систем (П. К. Анохин). Результаты труда оцениваются высшими отделами мозга на основе обратных связей.

Характер физического труда человека весьма разнообразен и специфичен. Систематические занятия одним и тем же видом труда формируют в коре больших полушарий трудовой динамический стереотип, включающий рабочие двигательные навыки. Преобладание двигательного компонента при физической

работе над информационным определяет большие энергетические затраты организма на ее выполнение.

Особенно большие энерготраты возникают при тяжелой физической работе с участием почти всех скелетных мышц. Такие виды физического труда встречаются в сельском хозяйстве, монтажных работах на высоте, литейных цехах, во время занятий спортом, связанным с метательными движениями, и др. При такой работе в ЦНС возникает мощный поток афферентных импульсов, рефлекторно активизирующих системы жизнеобеспечения и усиливающих корригирующих и трофических влияния ЦНС на органы и ткани.

**1. Специфика работы на Севере РФ.** Технизация производственных процессов в

современных условиях во многом освободила человека от больших энергетических затрат и перевела его на операторскую деятельность, связанную с управлением машинами и механизмами. Соблюдение стандартных норм и режимов физического труда оздоравливает человека. Одной из причин этого является удовлетворение генетической потребности организма человека в движениях, которая может реализоваться в виде спонтанной двигательной активности или в физическом труде.

Физический труд способствует накоплению биоэнергетического потенциала организма, повышает умственную и физическую работоспособность за счет увеличения мощности и экономичности деятельности внутренних органов, оптимизации нервных и гормональных регуляций, координированного взаимодействия различных функциональных систем. Умеренный физический труд способствует функциональному и физическому совершенствованию организма, по существу оздоравливает человека.

Функциональное и физическое совершенствование обеспечивает высокую физическую и умственную работоспособность, нормальную осанку, высокую двигательную культуру за счет образования различных моторных координации, адекватное развитие физических качеств (силы, быстроты, выносливости и ловкости), необходимых для оптимальной адаптации человека к условиям труда и среды обитания. Разностороннее совершенствование повышает иммунную устойчивость, активность систем жизнеобеспечения, приспособление их деятельности в различных, в том числе в экстремальных, стрессовых ситуациях.

Чрезмерный физический труд или монотонный труд, наоборот, истощает биоэнергетический потенциал организма и физиологические регуляторные механизмы, обеспечивающие биологическую и социальную адаптацию человека, ухудшает состояние основных психофизиологических параметров.

Информационный (творческий) компонент наиболее выражен при умственном труде. При чтении, генерировании и обдумывании идей, творчестве он составляет 100%.

Умственная работа связана с деятельностью целостного мозга, участием новой, старой и древней коры, особенно сенсорного центра речи, префронтальной области, лимбической системы, а также зрительного бугра, гипоталамуса, ретикулярной формации ствола мозга, всех сенсорных систем, преимущественно зрительной. В состоянии покоя энерготраты головного мозга не велики и составляют 3 % от общего обмена. Степень увеличения энерготрат зависит от характера нервно-эмоционального напряжения при умственной работе. При чтении вслух сидя прирост составляет 48%, при чтении лекции, стоя— 94% [1].

Особенностью умственного труда является переработка и интеграция огромного объема информации в условиях ограничения двигательной активности (гиподинамия), что обусловлено спецификой рабочей позы, небольшими объемами рабочих движений. Преобладание позной активности над фазной, связанной с рабочими движениями преимущественно рук, ног или их сочетания, отрицательно влияет на функциональное состояние организма.

Основной причиной, снижающей уровень функционального состояния при локальной работе, является ограничение потока рефлекторной стимуляции внутренних органов, желез внутренней секреции, симпатико-адреналовой системы со стороны проприоцепторов мышц. Нельзя исключить ослабление стимулирующих влияний на внутренние органы со стороны интероцепторов, воспринимающих механические толчки при фазной активности мышц. Соответствующие механизмы снижают все виды обмена веществ.

Интенсификация умственного (творческого) труда в эпоху научно-технического прогресса сопровождается большим нервно-эмоциональным напряжением, как правило, связанным с необходимостью переработки большого

количества информации в условиях дефицита времени. Большая нагрузка на зрительную сенсорную систему вызывает ее более быстрое по сравнению с другими системами утомление. Нервно-эмоциональное напряжение в сочетании с гипокинезией прежде всего (через 1/2-2ч.) приводит к снижению функциональной активности нервной, мышечной и сердечно-сосудистой систем. Уменьшается тонус не принимающих участие в работе мышечных групп.

Вследствие снижения мышечной активности ослабляются тонус сосудов, понижается АД, резко снижается скорость кровотока, уменьшается венозный возврат крови к сердцу – все это приводит к застою крови в области нижних конечностей и в брюшной полости. Аналогичная картина развивается при переутомлении. Но в тоже время занятия умственным трудом в течение жизни является фактором, снижающие темпы старения умственной работоспособности [2-9].

**2. Материалы и методы исследований.** Всего было обследовано 40 работников ООО «Сургутгазпром» с разной трудовой направленностью, которых разделили на 2 группы. В первую группу в количестве 20 вошли люди, занятые умственным трудом, а во вторую группу в количестве 20, занятые физическим трудом.

Для того чтобы получить объективные данные о состоянии анализаторов и двигательных функций у испытуемых проводились следующие группы методов. Для регистрации сенсомоторных латентных периодов различных анализаторов, использовались психофизиологические тесты на базе ЭВМ (с автоматической обработкой получаемых статистических данных), с помощью которой исследовались главным образом психомоторные реакции с вовлечением мыслительной деятельности. Обследуемым предъявлялся набор из 7 тестов (блок), под общим названием «Р» - тест (от англ. Psychological test) для выявления особенностей сенсомоторных показателей и качественной оценки ряда психофизиологических показателей. Это блок включал в себя следующие, ниже

перечисленные задания, которые были реализованы на ЭВМ.

Тест 1 (P<sub>1</sub>) – направлен на исследование простой психомоторной реакции на включение красного квадрата в одном постоянном месте экрана.

Тест 2 (P<sub>2</sub>) – это исследование простой психомоторной реакции в виде реакции на звуковой раздражитель (простой звуковой сигнал из компьютера).

Тест 3 (P<sub>3</sub>) отличался от первого только тем, что квадрат появлялся в произвольных областях экрана.

Тест 4 (P<sub>4</sub>) связан с усложнением задания. Через произвольные промежутки времени загорались (появлялись) на мониторе (попеременно) квадрат красного или зеленого цвета (каждый цвет имел свой номер в рефлексии). Кроме того, происходило это в произвольных областях экрана. Выполнение задания (как и в тестах 1 и 2) оценивалось по среднему времени реакции (латентный период), но здесь ещё происходил подсчет неправильных ответов в процентах.

Тест 5 (P<sub>5</sub>) заключался в распознавание четных и нечетных чисел. В этом опыте также происходил подсчет неправильных ответов в процентах.

Тест 6 (P<sub>6</sub>) представлял собой более сложное задание (из выше перечисленных). В нем испытуемый должен был нажимать цифру на клавиатуре компьютера от 1 до 9 в соответствии с символом, появляющимся на экране. При этом на мониторе по очереди появлялся один из 9-ти разных символов (знаков) в произвольном порядке, каждому из которых соответствовала какая-то цифра, которую и должен был нажать испытуемый. Испытуемому ничего не требовалось запоминать, т.к. таблица с символами и соответствующими им цифрами постоянно была на экране монитора. Выполнение задания оценивалось также по средним латентным периодам (в секундах) и количеством неправильных ответов (в процентах).

Тест 7 (P<sub>7</sub>) представлял собой наиболее энергоемкое (в психическом плане) задание, т.к. был направлен на сосредоточенность внимания и занимал относительно большой промежуток

времени (несмотря на достаточно простое задание). Выполнение оценивалось по числу символов, идентифицируемых в одну секунду, а также определялась с помощью ЭВМ точность выполнения (процент неправильных (ошибочных) ответов) задания.

Задания 1 – 4 выполнялись при появлении раздражителей на экране монитора или звукового сигнала в произвольном порядке (ЭВМ генерировала случайные цифры - время, т.е. через разные промежутки времени после предыдущего появления). Этим исключалась возможность предвосхищения (угадывания) момента следующего появления раздражителя, о чем заранее был проинформирован каждый тестируемый.

Эта серия опытов позволяла получать объективные данные о состоянии анализаторов и двигательных функций у работников двух испытуемых групп.

### 3. Результаты исследований.

Изменения показателей ФСО работников соответствуют динамике изменений вектора состояний организма человека (ВСОЧ)  $x=x(t)$ , который описывает динамику изменения многих БДС организма. В рамках компартментно-кластерного подхода общая динамика таких БДС описывается системой дифференциальных уравнений (ДУ) вида:

$$dx/dt = Ax - bx + ud \quad (1)$$

где  $A$  - матрица межкомпаратментных или межкластерных связей,  $-bx$  представляет диссипативные процессы (старение, смерть

для человека) в исследуемых БДС, а  $ud$  описывает внешние управляющие воздействия ( $d$  – вектор влияния этих внешних процессов на компоненты вектора состояния  $x=x(t)$ ) [10-19].

Существенно, что для процесса производства переменные  $ud$  представляются самым производственным процессом, т.е. физическими или умственными усилиями организма, смотря какие задачи поставлены перед человеком. При этом могут существенно изменяться компоненты вектора  $x$ .

Регулярные усилия по совершенствованию показателей мышления, памяти, необходимость переработки большого количества информации у работников умственного труда (группа 1) приводит к существенным изменениям в показателях  $P_1, P_2$  и  $P_3$  (рис. 1), по сравнению с работниками физического труда (группа 2). Последние описывают параметры психомоторной реакции на зрительный и звуковой стимул. У испытуемых 1 группы они значительно ниже см. рис. 1.

Для систем с непрерывным затуханием (снижением показателей БДС), характерно снижение латентных периодов сенсомоторных реакций или уменьшение времени выполнения мыслительных операций, имеется меньший процент ошибок при выполнении данных операций на рисунке 1 и таблице характерна убывающая динамика (наличие  $-bx$ ) для 1 группы.

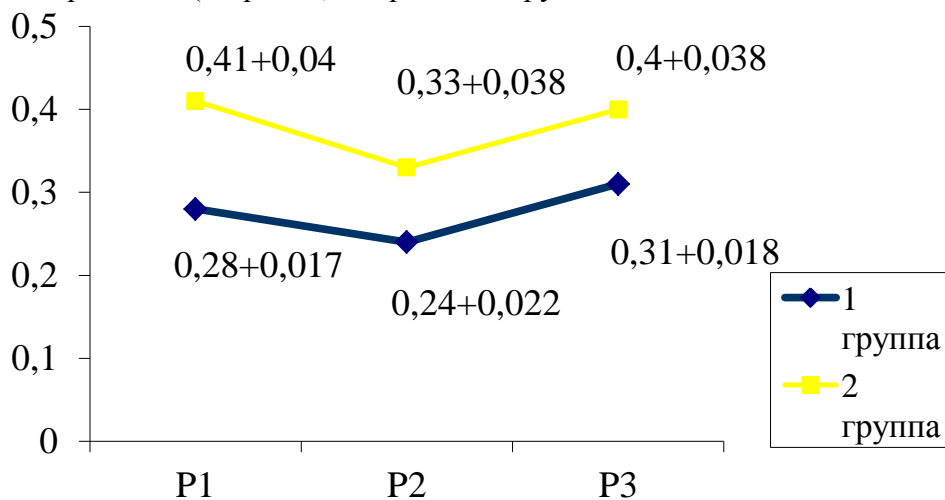


Рис. 1. Результаты измерения показателей  $P_1, P_2, P_3$  средних латентных периодов психомоторных реакций на зрительный и звуковой стимулы у испытуемых 1 и 2 групп в зимний период 2008 года

Подобные процессы характерны и для других физиологических функций человека (показателей ФСО, памяти, мышления), которые с возрастом затухают. Однако, это затухание протекает у всех различным образом. Например, память у одаренных людей, талантливых и гениальных, а также людей занятых умственным трудом изменяется не так, как у остальной части населения (см. рисунок и таблицу).

В 1 группу (умственный труд) вошли рабочие в возрасте  $41,9 \pm 3,3$  лет, средний период проживания на территории Ханты-Мансийского автономного округа  $26,7 \pm 2,8$  лет. Во 2 группу (физический труд) вошли рабочие в возрасте  $41 \pm 4,9$ , средний период проживания на территории Ханты-Мансийского автономного округа  $24,7 \pm 3,7$ . Как мы видим, одинаковые возрастные

группы, в то же время более низкие значения латентных периодов психомоторных реакций на звуковые и зрительные раздражители, а также показатели выполнения мыслительных операций отмечены у работников умственного труда (см. рис. 1 и таблицу).

Рассмотрим эту проблему более подробно в рамках компартиментно-кластерного подхода на примере моделирования психофизиологических функций одаренных (талантливых) людей и обычных людей, с обычными показателями памяти, мышления, двигательных функций и продолжительности жизни (как результат высокой творческой и двигательной активности столь характерной творческим личностям) [20-29].

*Таблица*

**Результаты измерения показателей  $P_4, P_5, P_6, P_7$  у испытуемых 1 и 2 групп в зимний период 2008 года**

группа	$P_4$		$P_5$		$P_6$		$P_7$	
	ср.ск-сть выпол-ия(сек)	ошибки,%	ср.ск-сть выпол-ия(сек)	ошибки,%	ср.ск-сть выпол-ия(сек)	ошибки,%	ср.ск-сть выпол-ия(сек)	точность,%
1	$0,6 \pm 0,05$	$6,4 \pm 3,27$	$0,83 \pm 0,08$	$2,2 \pm 2,097$	$1,85 \pm 0,12$	$2,65 \pm 2,18$	$2,49 \pm 0,09$	$99,59 \pm 0,37$
2	$0,71 \pm 0,054$	$12,25 \pm 3,07$	$0,88 \pm 0,06$	$5,7 \pm 2,816$	$1,94 \pm 0,08$	$0,9 \pm 1,21$	$2,35 \pm 0,124$	$97,25 \pm 1,39$

Общеизвестно, что высокообразованный человек потенциально может создавать новые знания. Однако этот процесс невозможен без творчества. Чем больше творческих достижений, тем выше самосознание, самооценка и возможности творить большее. А. Маслоу определял креативность, как творческую направленность, врожденную всем людям, но теряемую большинством из них под воздействием среды. Это утверждение верно частично, поскольку оно базируется на известных аксиомах о больших когнитивных способностях ребенка от рождения (иначе ребенок будет отставать в умственном развитии из-за недостатка знаний и навыков).

Действительно, если бы познавательная способность ребенка была низкой, то такой ребенок испытывал бы задержку в развитии, отставала бы и 2-я сигнальная система, память, мышление, внимание и

мотивация к когнитивной деятельности. Наоборот, у детей с задержкой умственного развития (олигофрения, например) всегда снижены когнитивные способности, плохая память, мышление, внимание, наблюдается задержка развития других психофизиологических функций.

Отметим, что когнитивные способности присущи любому животному, но только человек достиг вершины в развитии выше перечисленных психофизиологических функций и именно благодаря взаимодействию познавательной деятельности с одновременным и синхронным развитием высших психических функций. Без преувеличения можно сказать, что и когнитивная деятельность, и психические, психофизиологические функции организма человека могут быть во многих случаях описаны в рамках компартиментно – кластерных простейших математических

моделей (т.е. в рамках компартментно – кластерного подхода (ККП)) вида (1) [4-15].

Допустим  $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  представляет количественные характеристики показателей, например, когнитивной деятельности (пусть это будет компонент  $x_1$ ) и ряда психических, психофизиологических функций. Например, обозначим через  $x_2$  показатели памяти (П),  $x_3$  – мышления (М),  $x_4$  – внимания (В) и т.д. Легко видеть, что для человека, занимающегося монотонным физическим трудом, параметры когнитивной деятельности (значение функции  $x_1 = x_1(t)$ ) будут наивысшие в раннем онтогенезе и у многих даже уже в школе  $x_1$  начинает уменьшаться.

Такое утверждение базируется на количестве информации, которую ребенок получает в первые месяцы и годы жизни

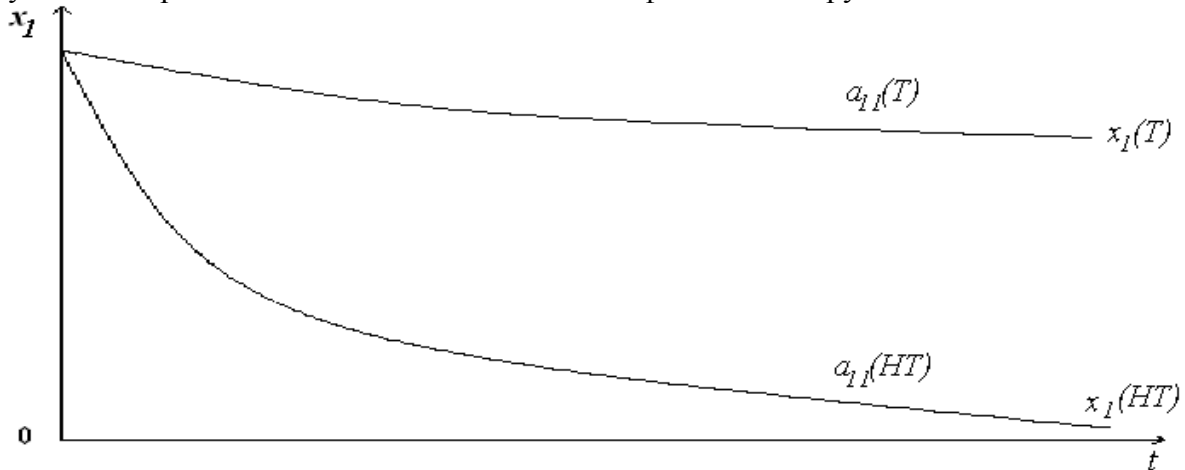


Рис. 2. График зависимости показателя творческого потенциала у творческой личности  $x_1(T)$  и нетворческой личности  $x_1(HT)$ .

Мы считаем, что у творческих личностей (работников умственного труда) ( $a_{11}(T)$ ) значительно меньше, чем у нетворческих личностей, т.н. исполнителей ( $a_{11}(HT)$ ). По нашим оценкам для людей творческих или связанных с переработкой большого количества информации и человека не занимающегося творчеством (т.е. тот, кто теряет свой творческий потенциал с возрастом по А. Маслоу) мы получаем два характерных графика динамики изменения  $x_1$  с возрастом (временем  $t$ ), которые изображены на рис.2.

Интересно отметить, что работники умственного труда вырабатывали для себя и определенные стратегии поведения,

(она огромна!). Затем это количество информации в единицу времени (например, за год) снижается и к старости вообще минимизируется. Многие пожилые люди вообще живут воспоминаниями, совершенно не фиксируя текущую информацию (как бы отключаются от внешнего мира). Во многих случаях в наших исследованиях мы получали для  $x_1$  классическую отрицательную экспоненту, т.е.:

$$x_1 = x_{10} \exp(-a_{11}t). \quad (2)$$

Это значит, что познавательная способность новорожденного ( $x_{10}$ ) будет наибольшей и далее этот показатель ( $x_1(t)$ ) будет экспоненциально уменьшаться. Индивидуальный параметр  $a_{11}$  может иметь разные значения для умственных работников и, занятого монотонным физическим трудом.

которые бы обеспечивали удержания параметра  $x_1$  на высоком уровне. Так, например, А. Эйнштейн сам практиковал и рекомендовал другим менять вид деятельности (входить в новые области знаний и пытаться добиться успехов в этих новых областях, т.е. доказывать эффективность творчества) каждые 5 лет. Именно поэтому, по его собственному мнению, он совершил столько открытий и построил столько различных теорий (фотоэффекта, общей и специальной теории относительности, теоретическое обоснование индуцированного излучения, т.е. лазеров и т.д.) в различных областях

физики, техники, создал новые научные направления [20-29].

С позиций математического компарментно-кластерного описания творчества и индивидуального развития личности в рамках модели (1) это можно трактовать следующим образом. Представим, что матрица  $A$  из уравнения (1) состоит не из постоянных элементов  $a_{ij}$ , а из функций, т.е. является матричной функцией. Подобные модели в рамках компарментно – кластерного подхода были подробно изучены В.М. Еськовым для случая иерархических кластерных биосистем (например, нейросетей мозга). Именно для них были получены различные динамики поведения от стационарных режимов (что может быть на коротких интервалах жизни отдельного индивидуума) до периодических и хаотических режимов [4-10].

Очевидно, что даже в рамках простейшей экспериментальной зависимости вида (2) можно смоделировать

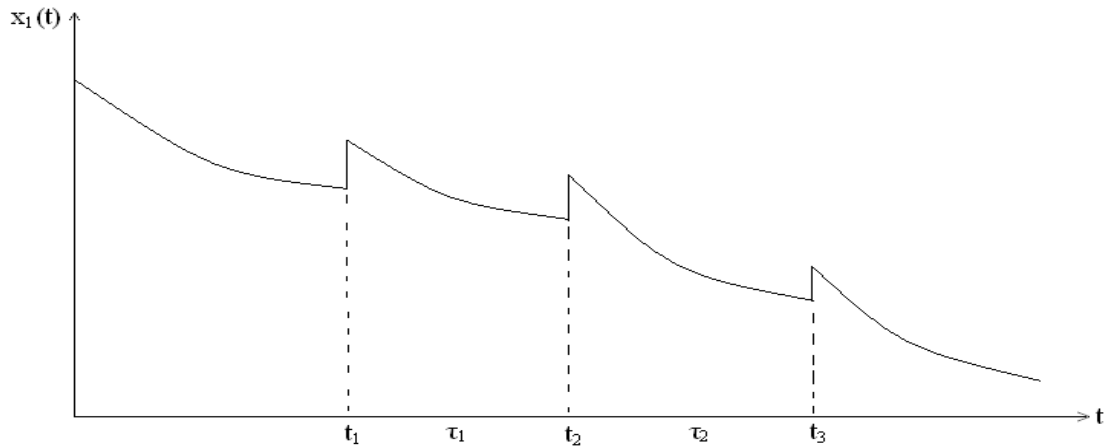


Рис. 3. График зависимости параметров творческой деятельности (по результатам креативной деятельности) у активно работающего ученого. Здесь для А. Эйнштейна  $\tau_1 = t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \dots$ , а для непериодического творчества  $\tau_1 \neq \tau_2$ .

**Обсуждение.** У творческого человека при переходе в новую сферу знаний и деятельности обновляется не только процесс  $x_1(t)$ , но и параметр  $a_{11}$  (он может уменьшаться). Графически это может быть представлено так, что экспоненты на рис. 3. не так круто падают после интервала  $t_1$ , или  $t_2$ , или  $t_3$ . Одновременно и скоррелировано изменяются и показатели П, М, В у таких творческих личностей, т.е. динамика изменения  $x_2(t), x_3(t), x_4(t)$  носит характер,

когнитивную деятельность людей, подобных А. Эйнштейну, которые периодически (или спонтанно) меняют вид своей деятельности. Такая замена однозначно приводит к всплеску параметра когнитивной деятельности  $x_1(t)$  в момент времени  $t_i$ , когда ученый начинает заниматься новой проблемой [4-10].

Действительно, в этом случае человек начинает как бы с нуля, он возвращается в псеводетство (высокий эмоциональный статус, ожидание получения нового, жажда открытий) и  $x_1$  резко повышается в этот момент  $t_i$ . На графике это можно представить в виде ступенчатых затухающих экспонент, если эти интервалы будут повторяться. У Эйнштейна это периодический процесс (с периодом 5 лет), у других людей такой периодичности может и не быть, т.е. интервалы  $\tau_i$  будут различны. Однако общая закономерность все равно будет подобна графикам на рис. 3.

который подобен процессу, представленному на рис. 3. Однако здесь представлен более реальный процесс, когда с возрастом (несмотря на смену областей знаний) параметр  $a_{11}$  все-таки возрастает, а креативная деятельность все равно затухает интенсивней, чем в молодости [4-10].

Отметим, что поскольку показатели умственной деятельности  $x_1(t)$  и другие координаты вектора состояния творческой (или обыкновенной) личности  $x_2, \dots, x_m$

могут взаимно влиять друг на друга, то и недиагональные элементы матрицы  $A$  тоже будут иметь ненулевые значения. Однако и они с возрастом должны постепенно изменяться, т.е. мы имеем матричную функцию  $A$  в модели (1). Если, например,  $a_{12}$  и  $a_{21}$  могут быть больше нуля, это означает, что память может влиять на показатели творчества (креативную деятельность) и, наоборот, творческая деятельность влияет на память (улучшая ее показатели) [4-10].

Аналогичные взаимодействия могут быть и для показателей всех параметров личности, т.е. ТД, П, М, В. Тогда коэффициенты взаимовлияний  $a_{ij}$  между  $x_1, x_2, x_3, x_4$  компонент вектора состояния  $x$  творческих (умственных) и психофизиологических показателей личности могут быть зависимы друг от друга. Иными словами  $a_{ij}$  и  $a_{ji}$  могут скоррелированно изменяться с возрастом (память влияет на мышление, мышление влияет на память, соответственно взаимодействуют мышление и внимание и т.д.). При этом несомненно то, что креативная деятельность требует высоких когнитивных способностей и наоборот.

**Выводы.** В рамках ККП и моделирования динамики развития творческих и других психофизиологических способностей человека с использованием компартментно – кластерных моделей вида (1) можно описывать и прогнозировать различные творческие и психофизиологические показатели отдельной личности в онтогенезе и моделировать, прогнозировать эти творческие и другие способности каждого человека. Очевидно, что модели должны иметь вид разрывных функций, что представлено на рис. 3. В рамках ККП мы можем использовать матричные функции  $A=A(y)$  в моделях (1).

### Литература

- Бузунов, В.А., Капщук, А.П., Деркач, В. С. К вопросу о физиологических основах умственной и физической работы. // Физиология труда: Тезисы докл.7-й Всесоюз. Конф. – Л., 1978. – С. 68 – 69.
- Горшков, С.И. Физиологическая рационализация режимов труда и отдыха. / М.: Медицина, 1983 – 445 с.
- Еськов, В.М. Компартментно-кластерный подход в исследованиях биологических динамических систем (БДС) / Самара: изд-во «НТЦ», 2003. – 198с.
- Смирнов К.М. Биоритмы и труд. / Л.: Наука, 1986. – 144с.
- Твердислов В.А, Манина Е.А. Возможны ли причинно-следственные связи в науках о биосистемах? // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.64-68.
- Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
- Eskov V.V., Gazyu G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
- Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // AIP Conference Proceedings 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>
- Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
- Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
- Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
- Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren



- Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
13. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
  14. Еськов В.В., Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Филатова О.Е., Веденева Т.С. Понятие сложности у W. Weaver и I.R. Prigogine // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 4. – С. 45-57.
  15. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
  16. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
  17. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
  18. Кухарева А.Ю., Еськов В.В., Газя Н.Ф. Гипотеза Эверетта и квантовая теория сознания // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(1). – Стр. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
  19. Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
  20. Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11
  21. Еськов В.М., Филатов М.А., Газя Г.В., Стратан Н.Ф. Возможности создания искусственного интеллекта на базе искусственных нейросетей // Успехи кибернетики. – 2021. – 2(3). – Стр. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
  22. Газя Г. В., Кухарева А. Ю., Мельникова Е. Г., Газя Н. Ф. Проблема эргодичности — фундаментальная проблема всех наук о живых системах. // Успехи кибернетики. – 2023. – Т. 4, №3. – С. 55–64. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-06
  23. Кухарева А. Ю., Мельникова Е. Г., Байтуев И. А., Филатов М. А. Существует ли связь между «many-worlds interpretation» и «many-minds interpretation» в биокибернетике? // Успехи кибернетики. – 2023.– Т. 4, №3. – С. 101–108. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-11
  24. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Волохова М.А., Самойленко И.С. Динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазового комплекса в условиях действия электромагнитных полей. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 5-11. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-5-15
  25. Воронюк Т. В., Музиева М. И., Гриценко И. А., Галимзянова А. Д. Стохастический анализ параметров кардиоинтервалов женщин, проживающих в разных климатических условиях / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 12-27. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-16-24
  26. Коннов, П. Е., Мельникова Е. Г., Кухарева А. Три парадигмы естествознания / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 28-37. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-25-29
  27. Филатова, О. Е. Наука и религия в настоящем и будущем России // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 38-46. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-30-37
  28. Филатов, М. А., Розенберг Г. С., Акопов Г. В. Типы регуляции (управления) в системах природы и общества //

Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 47-55. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-38-44

29. Кухарева А. Ю., Еськов В. В., Еськов В. М., Воронюк Т.В, Самойленко И.С. Энтروпийный подход в биомеханике // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30, № 4. – С. 122-126. – DOI 10.24412/1609-2163-2023-4-122-126

### References

1. Buzunov, V.A., Kapshchuk, A.P., Derkach, V. S. K voprosu o fiziologicheskikh osnovah umstvennoj i fizicheskoy raboty. // Fiziologiya truda: Tezisy dokl.7-j Vsesoyuz. Konf. – L., 1978. – S. 68 – 69.
2. Gorshkov, S.I. Fiziologicheskaya racionalizaciya rezhimov truda i otdyha. / M.: Medicina, 1983– 445 s.
3. Es'kov, V.M. Kompartmentno-klasternyj podhod v issledovaniyah biologicheskikh dinamicheskikh sistem (BDS) / Samara: izd-vo «NTC», 2003. –198s.
4. Smirnov K.M. Bioritmy i trud. / L.: Nauka, 1986. – 144s.
5. Tverdislov V.A, Manina E.A. Vozmozhny li prichinno-sledstvennyye svyazi v naukah o biosistemah? // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28. – № 1. – S.64-68.
6. Pyatin V. F., Eskov V. V., Filatova O. E., Bashkatova Yu. V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyucii gomeostaza // Arhiv klinicheskoy i eksperimental'noj mediciny [Archive of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – Т. 28, № 1. – S. 21-27.
7. Eskov V.V., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
8. Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // AIP Conference Proceedings 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>
9. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
10. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Haos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
11. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii // Arhiv klinicheskoy mediciny. – 2020. – Т. 29, № 3. – S. 211-216.
12. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
13. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Mel'nikova E.G. Rol' haosa v regulyacii fiziologicheskikh funkciy organizma / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
14. Eskov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Filatova O.E., Vedeneeva T.S. Ponyatie slozhnosti u W. Weaver i I.R. Prigogine // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2021. – № 4. – S. 45-57.
15. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.

16. Gazyza G.V., Gazyza N.F., Es'kov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
17. Es'kov V.V., Gazyza G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
18. Kuhareva A.YU., Es'kov V.V., Gazyza N.F. Gipoteza Everetta i kvantovaya teoriya soznaniya // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(1). – Str. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
19. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
20. Es'kov V.V., Gazyza G.V., Kuhareva A.YU. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya «velikaya» problema biomeditsiny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11
21. Es'kov V.M., Filatov M.A., Gazyza G.V., Stratan N.F. Vozmozhnosti sozdaniya iskusstvennogo intellekta na baze iskusstvennyh nejrosetej // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – 2(3). – Str. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
22. Gazyza G. V., Kuhareva A. YU., Mel'nikova E. G., Gazyza N. F. Problema ergodichnosti — fundamental'naya problema vseh nauk o zhivyh sistemah. // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – T. 4, №3. – S. 55–64. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-06
23. Kuhareva A. YU., Mel'nikova E. G., Bajtuev I. A., Filatov M. A. Sushchestvuet li svyaz' mezhdru «many-worlds interpretation» i «many-minds interpretation» v biokibernetike? // Uspekhi kibernetiki. – 2023.– T. 4, №3. – S. 101–108. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-11
24. Gazyza G.V., Gazyza N.F., Volohova M.A., Samojlenko I.S. Dinamika povedeniya parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovogo kompleksa v usloviyah dejstviya elektromagnitnyh polej. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 5-11. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-5-15
25. Voronyuk T. V., Muzieva M. I., Gricenko I. A., Galimzyanova A. D. Stohasticheskij analiz parametrov kardiointervalov zhenshchin, prozhivayushchih v raznyh klimaticheskikh usloviyah / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 12-27. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-16-24
26. Konnov, P. E., Mel'nikova E. G., Kuhareva A. Tri paradigmy estestvoznaniya / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 28-37. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-25-29
27. Filatova, O. E. Nauka i religiya v nastoyashchem i budushchem Rossii // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 38-46. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-30-37
28. Filatov, M. A., Rozenberg G. S., Akopov G. V. Tipy regulyacii (upravleniya) v sistemah prirody i obshchestva // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 47-55. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-38-44
29. Kuhareva A. YU., Es'kov V. V., Es'kov V. M., Voronyuk T.V, Samojlenko I.S. Entropijnyj podhod v biomekhanike // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2023. – T. 30, № 4. – S. 122-126. – DOI 10.24412/1609-2163-2023-4-122-126