Наука и Образование
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Сетевое научное издание
ISSN 1994-0408

Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 03. С. 241–255.

DOI: **10.7463/0315.0760688**

Представлена в редакцию: 17.02.2015
Исправлена: 17.03.2015

© МГТУ им. Н.Э. Баумана

УДК 303.725.36

Моделирование самоорганизации малых научных групп на основе когнитивных динамических моделей с учетом человеческого фактора

Мухамедрахимова Л. Н.[1,*] *Liliya.Muhamedrahimova@gmail.com

[1]Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

В статье рассматривается проблема повышения эффективности управления самоорганизацией малых научных групп (МНГ) в процессе выполнения научного проекта. С целью выявления наиболее эффективных способов самоорганизации МНГ и исследования ее свойств построены когнитивные динамические модели. Свойства моделей были проанализированы методом компьютерного моделирования в среде MATLAB и, таким образом, сформированы различные алгоритмы самоорганизации членов МНГ. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности и производительности МНГ и установлении и формировании подходящей самоорганизации личности в составе МНГ.

Ключевые слова: система, малая группа, математическая модель, когнитивная динамическая модель, человеческий фактор

Введение

Тенденцией современной науки в силу сложности и мультидисциплинарности проблем является проведение групповых исследований по выполнению научных проектов, а основную роль в развитии, продвижении науки (проведении научных исследований) и повышении ее эффективности играют малые научные группы (МНГ).

С точки зрения теории управления МНГ представляет собой сложную открытую динамическую систему, основными элементами которой выступают члены группы и возникающие между ними отношения в процессе решения научной задачи. Одним из отличительных свойств, характерным для МНГ, является способность к самоорганизации.

Несмотря на большое количество публикаций в отечественной и зарубежной научной литературе [1-10], некоторые актуальные стороны проблемы управления МНГ остались не полностью раскрыты, а именно не предложена математическая формализация МНГ в процессе научной деятельности с учетом человеческого фактора, которая позволила бы изучить закономерности функционирования МНГ, выявить ее латентные

состояния и спрогнозировать будущие, а также эффективно управлять группой, повышая ее производительность.

В данной статье предлагается провести разработку и анализ модели МНГ на основе использования когнитивных моделей, применение которых показало высокую эффективность при исследований сложных слабоструктурированных систем, объектов и ситуаций. На основе когнитивных моделей делается попытка раскрытя механизма функционирования МНГ в процессе ее деятельности [11].

Таким образом, ставится задача исследования процессов самоорганизации и управления МНГ как социальных объектов с точки зрения синергетического и системного подходов, предназначенных для выявления возможных форм движения малых коллективов при выполнении научного проекта. С целью выявления наиболее эффективных способов самоорганизации МНГ и исследования ее свойств строятся когнитивные динамические модели, в основу которых положены линейные и нелинейные отношения.

В статье предлагается подход, согласно которому МНГ представляется в виде системы, выходной координатой (параметром) которой является темп и ритм деятельности, сформированный в процессе взаимодействия членов группы. При этом природа взаимодействия такова, что один член группы (активный элемент, агент) стимулирует или тормозит деятельность другого(-их) члена(-ов) группы. Ведущим принципом, лежащим в основе взаимодействия, является положительная или отрицательная обратные связи.

В п.1 проводится разработка трехуровневой когнитивной динамической модели управления МНГ, состоящей из 13 человек. В п.2 проводится разработка когнитивной динамической модели управления МНГ из трех человек, основанной на системной модели личности и способной учитывать, например, психофизиологическую совместимость членов группы. В п.3 проводится моделирование разработанных моделей, анализ различных состояний МНГ и разработка алгоритмов устойчивой и ритмичной работы МНГ. В заключении приводятся результаты и выводы численного эксперимента.

1. Трехуровневая когнитивная динамическая модель малой научной группы

На основе вышеописанного подхода была разработана трехуровневая когнитивная динамическая модель управления МНГ (рис. 1), состоящая из трех уровней управления: три научные темы, во главе каждой из которых стоит свой научный руководитель темы (НРТ), в подчинении у которого находятся по три научных сотрудника (НС), объединены в научный проект (НП) во главе с научным руководителем проекта (НРП) .

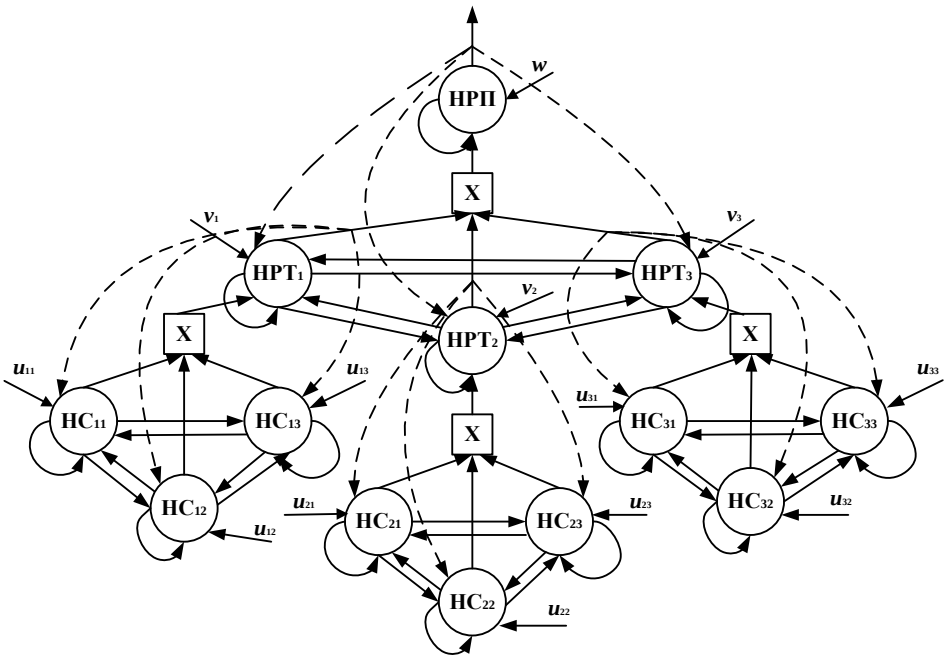


Рис.1. Когнитивная трехуровневая модель управления МНГ

Трехуровневая модель (рис. 1) также описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{X}_{pq} = -a_{pq}X_{pq} + \sum\limits_{m\in\{1,2,3\}\setminus\{p\}} k_{pm}^{pq}X_{pm} - c_{pq}Y_p + u_{pq}, & p,q=\overline{1,3}, \\ \dot{Y}_p = -b_pY_p + \sum\limits_{m\in\{1,2,3\}\setminus\{p\}} l_{pm}Y_p + \prod\limits_{m=1}^{3} X_{pm} - d_pZ + v_p, & p=\overline{1,3}, \\ \dot{Z} = -\alpha_0 Z + Y_1Y_2Y_3 + w, \end{cases} \qquad (1)$$

где $\dot{X}_{pq}, X_{pq}$ - скорость темпа и темп работы НС, p,q =1,2,3;

$\dot{Y}_p, Y_p$ - скорость темпа и темп работы НРТ, определяемые произведением темпов работы НС, т.е. $X_1X_2X_3$; p,q =1,2,3;

$\dot{Z}$, Z – скорость темпа и темп выполнения НП, определяемые произведением темпов работы НРТ, т.е. $Y_1Y_2Y_3$;

α_0, a_{pq}, b_p, – параметры саморегуляции темпов выполнения проекта НС, НРТ и НРП соответственно;

k_{pm}^{pq} - параметры взаимного влияния НС друг на друга;

l_{pm} - параметры взаимного влияния НРТ друг на друга;

c_{pq}, d_p – параметры обратной связи, идущей от НРТ к НС и от НРП к НРТ соответственно;

u_{pq}, v_p, w – параметры индивидуальных вкладов НС, НРТ и НРП в темп выполнения проекта соответственно.

Построение когнитивной модели МНГ основывается на так называемом целостном подходе, рассматривающем личность как «материальную точку» и отражающим связь ритма, темпа и саморегуляции личности в процессе деятельности. Этот подход используется в большей степени для выявления основных закономерностей функционирования МНГ и исследования больших по численности групп.

Достижение общих целей МНГ основано на мультипликативном эффекте достижения подцелей, т.е. получения результатов по темам проекта, которые образуются в итоге интеграции результатов решений конкретных задач рядовыми сотрудниками проекта. Прямое линейное воздействие, направленное от руководителей к подчиненным, является обратной связью, получаемой от соответствующих руководителей НС и НРТ и обеспечивающей рекурсивный характер взаимодействия в группе.

Важно отметить, что

- НС разных тем не взаимодействуют между собой;
- коммуникация в МНГ не может происходить через уровень, т.е. НРП общается только с НРТ и не может общаться с НС;
- каждый активный элемент системы является самоорганизующимся в силу наличия индивидуальных параметров саморегулирования α_0, a_{pq}, b_p, а также за счет формирования связей между агентами на каждом уровне (k_{pm}^{pq}, l_{pm}).

2. Когнитивная динамическая модель малой научной группы с учетом человеческого фактора

В предыдущем разделе была разработана модель достаточно большой численности из 13 человек, в которой человеческий фактор достаточно было учитывать на уровне саморегуляции и взаимоотношений между членами группы. При управлении самоорганизацией микрогрупп, например, деятельностью трех НС, в модели (1), необходимо учитывать человеческий фактор, т.е. индивидуальные особенности каждого члена группы (темперамент, психофизиологические характеристики, работоспособность и т.д.), характеризующие постоянство проявления отдельных особенностей деятельности, поведения и отношений.

Для учета индивидуальных особенностей предлагается рассматривать каждого члена группы (личность) как систему (системный подход) трех концептов [11]:

- интеллектуальная деятельность (ИД) - это умственная деятельность направленная на решение интеллектуальных задач, разработку планов, идеи, моделей и т.д.

- организационно-трудовая деятельность (ОТД) – это деятельность, направленная на реализацию в физической (материальной) форме результатов интеллектуальной деятельности и эффективную организацию этой деятельности при выполнении научного проекта;
- психофизиологическое состояние (ПС) – это психическое (ощущения, активность, восприятие, воля, тонус, воображение, внимание, познавательная деятельность, память, эмоции, мышление, речь) и физическое (совокупность морфологических и функциональных свойств организма, состояние здоровья) состояния личности.

Математическая модель личности может быть представлена в виде когнитивного орграфа или выражена в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений, в которой влияние концептов друг на друга происходит в мультипликативной форме, т.е. предполагается совместное влияние концептов - два концепта влияют на третий («два-на-один»), а саморегуляция осуществляется с помощью линейных отрицательных обратных связей:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = -a_1 X_1 + b_1 X_2 X_3 + u_1, \\ \dot{X}_2 = -a_2 X_2 + b_2 X_1 X_3 + u_2, \\ \dot{X}_3 = -a_3 X_3 + b_3 X_1 X_2 + u_3, \end{cases} \qquad (2)$$

Здесь X_1, X_2, X_3 – темпы интеллектуальной деятельности (ИД), организационно-трудовой деятельности (ОТД) и темп изменения психологического состояния (ПС) личности соответственно;

$\dot{X}_1, \dot{X}_2, \dot{X}_3$ - скорости изменения темпов ИД, ОТД и ПС соответственно;

a_1, a_2, a_3 – параметры саморегуляции ИД, ОТД и ПС соответственно;

b_1, b_2, b_3- параметры, отражающие коллективное (интегральное) положительное влияние двух концептов личности на третий в мультипликативной форме;

u_1, u_2, u_3 – параметры, отражающие индивидуальный вклад каждого концепта в состояние личности.

Сила и характер влияния каждого концепта друг на друга у каждой личности сугубо индивидуальны. Валидация модели оценивается качественным сравнением реакции модели на входные сигналы и реакции реальной личности.

На основе системной модели личности (2) формируется модель МНГ (рис. 2) из трех личностей, находящихся на одном иерархическом уровне (занимающих одну и ту же должность или выполняющих близкие по содержанию функции) и объединенных общей целью – выполнением какого-либо научного проекта (НП).

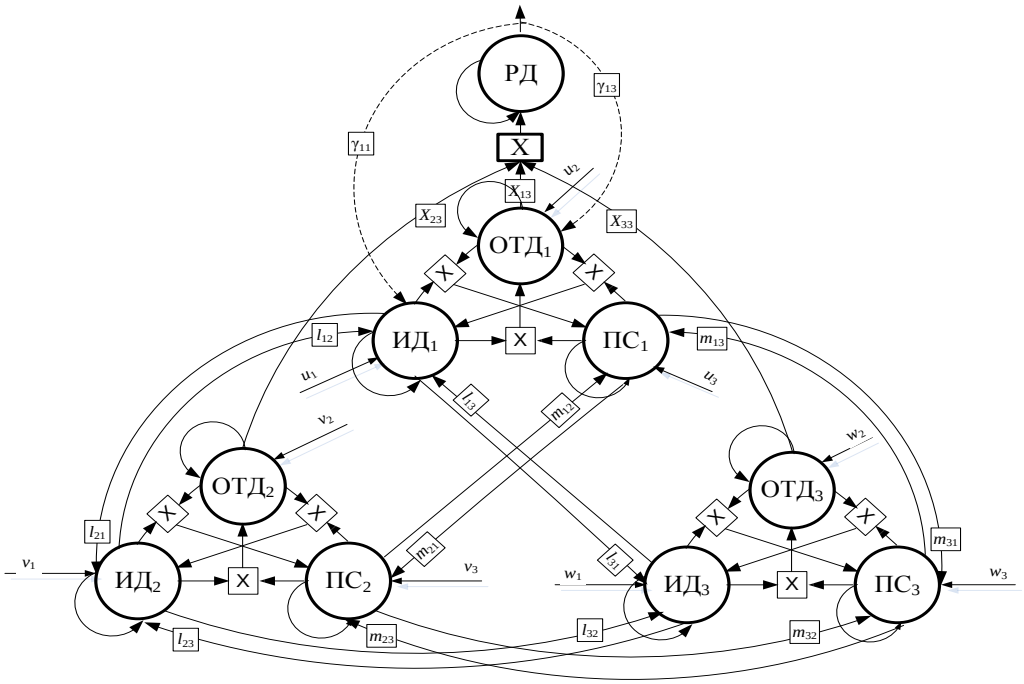


Рис. 2. Когнитивная модель МНГ с нелинейной формой взаимосвязи концептов личности

Модель МНГ на рис. 2 описывается системой дифференциальных уравнений

$$
\begin{cases}
\dot{Z} = -\alpha Z + X_3^1 X_3^2 X_3^3, \\
\dot{X}_1^1 = -a_1^1 X_1^1 + k_1^1 X_2^1 X_3^1 + u_1^1 + l^{12} X_1^2 + l^{13} X_1^3 - \gamma_1^1 Z, \\
\dot{X}_2^1 = -a_2^1 X_2^1 + k_2^1 X_1^1 X_3^1 + u_2^1 + m^{12} X_2^2 + m^{13} X_2^3, \\
\dot{X}_3^1 = -a_3^1 X_3^1 + k_3^1 X_1^1 X_2^1 + u_3^1 - \gamma_3^1 Z, \\
\\
\dot{X}_1^2 = -a_1^2 X_1^2 + k_1^2 X_2^2 X_3^2 + u_1^2 + l^{21} X_1^1 + l^{23} X_1^3, \\
\dot{X}_2^2 = -a_2^2 X_2^2 + k_2^2 X_1^2 X_3^2 + u_2^2 + m^{21} X_2^1 + m^{23} X_2^3, \\
\dot{X}_3^2 = -a_3^2 X_3^2 + k_3^2 X_1^2 X_2^2 + u_3^2, \\
\\
\dot{X}_1^3 = -a_1^3 X_1^3 + k_1^3 X_2^3 X_3^3 + u_1^3 + l^{31} X_1^1 + l^{32} X_1^3, \\
\dot{X}_2^3 = -a_2^3 X_2^3 + k_2^3 X_1^3 X_3^3 + u_2^3 + m^{31} X_2^1 + m^{32} X_2^3, \\
\dot{X}_3^3 = -a_3^3 X_3^3 + k_3^3 X_1^3 X_2^3 + u_3^3,
\end{cases}
\tag{3}
$$

где $\dot{Z}$, Z – скорость темпа и темп работы МНГ, определяемые произведением темпов ОТД личностей ($X_3^1 X_3^2 X_3^3$);

$\dot{X}_j^i, X_j^i$ – скорость темпа и темп каждого концепта личности *i*;

a_j^i – параметры, отражающие стабилизирующие факторы изменения темпа ИД, ОТД и ПС личности *i;*

k_j^i – коэффициенты нелинейного взаимодействия, отражающие степень влияния на концепт *j* личности *i* двух остальных концептов;

u_j^i – параметры, отражающие индивидуальный вклад каждого концепта в состояние личности *i;*

l_{ij} – коэффициенты взаимодействия, отражающие степень влияния *j*-ой личности на *i*-ую на интеллектуальном уровне;

m_{ij} – коэффициенты взаимодействия, отражающие степень влияния *j*-ой личности на *i*-ую на психофизиологическом уровне;

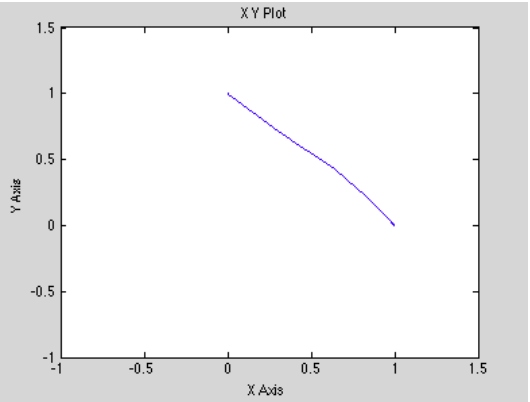
γ_{11}, γ_{13} – коэффициенты, отражающие восприятие лидером темпов деятельности на интеллектуальном и организационно-трудовом уровнях.

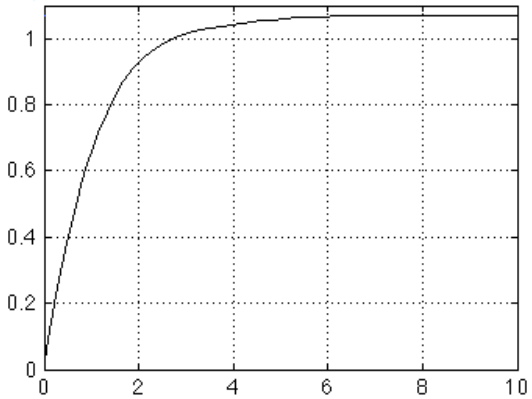
3. Вычислительный эксперимент

Свойства представленных моделей были проанализированы методом компьютерного моделирования в среде MATLAB. Время, параметры взаимодействия и индивидуальных вкладов взяты безразмерными от 0 до 1, т.е. от очень слабого до очень сильного, и заданы экспертным путем в зависимости от рассматриваемой ситуации и цели моделирования. В процессе анализа производились изменения отдельных параметров модели, и оценивалось влияние этих параметров на конечный темп деятельности, его устойчивость или неустойчивость. Также изучалось влияние изменения значений входных воздействий на работу системы.

3.1. Анализ трехуровневой когнитивной динамической модели малой научной группы

Стандартным состоянием трехуровневой системы управления НП (1), относительно которого будут анализироваться все последующие ситуации, считается состояние, при котором саморегуляция всех агентов (a_{pq}, b_p, α_0), их индивидуальный вклад (u_{pq}, v_p,, w) и воздействия руководителей на своих подчиненных (c_{pq}, d_p) максимальны, т.е. равны 1, взаимодействия между сотрудниками минимальны (k_{pm}^{pq} =0,1, l_{pm}=0,1), а темп выполнения проекта достигает Z=1,07 (рис. 3). Далее рассмотрим ситуации отклонения от стандартного состояния, приводящие МНГ к различным темпам выполнения темы проекта.





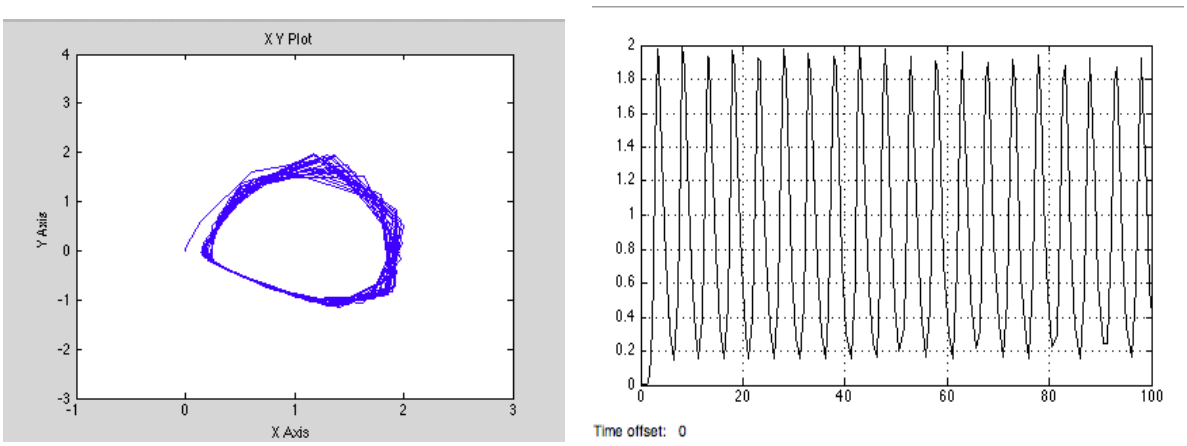
а) **б)**

Рис.3. Стандартное состояние трехуровневой модели МНГ

Уменьшение параметра саморегуляции агентов по отношению к стандартной ситуации, например в два раза, повышает темп выполнения проекта:

- при саморегуляции НС a_{pq}=0,5 – темп выполнения проекта Z=1,36;
- при саморегуляции НРТ b_p=0,5 – темп выполнения проекта Z=1,12;
- при саморегуляции НРП α_0=0,5 – темп выполнения проекта Z=2;
- при саморегуляции всех агентов (a_{pq}=0,5, b_p=0,5, α_0=0,5) – темп выполнения проекта Z=2,5.
- Усиление взаимосвязей между
- НС (k_{pm}^{pq} =0,5) увеличивает темп выполнения проекта до Z=2;
- НРТ (l_{pm}=0,5) увеличивает темп лишь до Z=1,17;
- на обоих уровнях (k_{pm}^{pq} =0,5, l_{pm}=0,5) также повысит темп выполнения НП до Z = 2, т.е. увеличение силы взаимосвязей на уровне НРТ (l_{pm}) не скажется на темпе деятельности.

С другой стороны, увеличение значений параметров взаимосвязей между НРТ, с одной стороны, и НС, с другой, (k_{pm}^{pq}, l_{pm}) близкое к максимальному, т.е. при стремлении их к 1, приводит к динамической или статической неустойчивости системы. Так, увеличение значений параметров взаимного влияния (взаимоотношений, взаимосвязей) между НРТ (l_{pm}) близкое к 1 приводит к хаотическому предельному циклу на фазовой плоскости, характеризующемуся множеством пересекающихся замкнутых траекторий, т.е. к возникновению хаотических автоколебаний (рис. 4). Увеличение значений параметров взаимного влияния между НС (k_{pm}^{pq}) близкое к 1 приводит к статической неустойчивости функционирования МНГ. Следовательно, для устойчивой деятельности МНГ необходимо ограниченное взаимодействие агентов друг с другом.

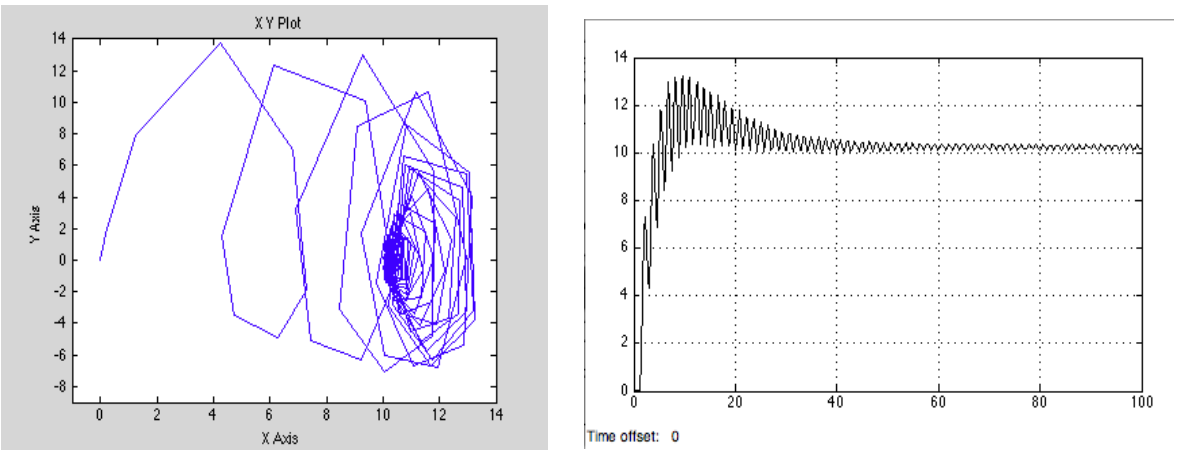


а) **б)**

Рис.4. Увеличение параметров взаимного влияния НРТ друг на друга

В ситуации, когда отношения между НС умеренны (k_{pm}^{pq} =0,5), уменьшение влияния на них со стороны НРТ даже в два раза (c_p=0,5) в 9 раз увеличивает темп выполнения проекта (Z=9). Если одновременно в этой ситуации снизить параметры обратных связей от НРП до НРТ (d_p=0,5), это никак не скажется на темпах выполнения проекта, поскольку микрогруппы будут достаточно самоорганизованы для самостоятельного поддержания темпов своей работы, что говорит о возможности реализации кооперативной модели руководства проектом.

Если процесс самоорганизации совместной деятельности НС и НРТ построен неэффективно и дисгармонично, то в системе могут наблюдаться хаотические колебания в поддержании темпа реализации НП, как, например, на рис. 5. Такие формы движения могут быть ликвидированы при восстановлении процессов самоорганизации.



а) **б)**

Рис.5. Хаотические сходящиеся колебания

3.2. Анализ когнитивной динамической модели малой научной группы, учитывающей человеческий фактор

На основе модели (3) проанализируем психофизиологическую совместимость членов группы, т.е. определенное сочетание темпераментов, таких как сангвиник–флегматик–меланхолик. Типы личности были промоделированы в соответствии с их свойствами, описанными в литературе по психологии и управлению персоналом. Таким образом, типы личности, классифицированные по темпераменту, описываются следующими параметрами индивидуальных вкладов (u_i), саморегуляции (a_i) и взимодействия между концептами (b_i) (табл.1).

Таблица 1. Параметры типов личности

	u_1	u_2	u_3	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3
Сангвиник	1	1	1	1	1	1	0,25	0,2	0,25
Флегматик	1	0,5	1	1	1	1	0,22	0,12	0,18
Меланхолик	0,5	1	0,5	0,8	1	0,8	0,2	0,3	0,2

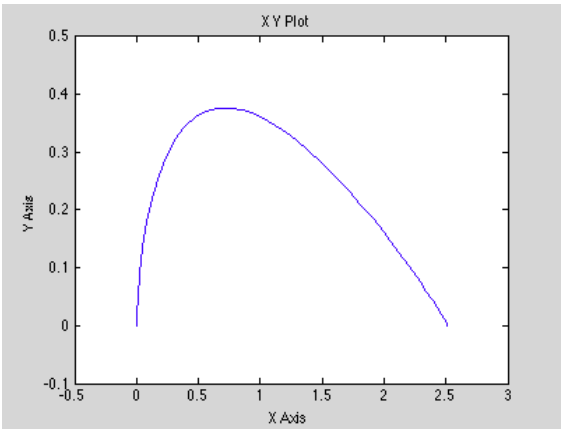
Лидером в МНГ является сангвиник, поскольку ни меланхолик, ни флегматик не имеют склонности к лидерству и чаще всего занимают ведомые позиции, сангвиник же часто бывает неформальным лидером в группе.

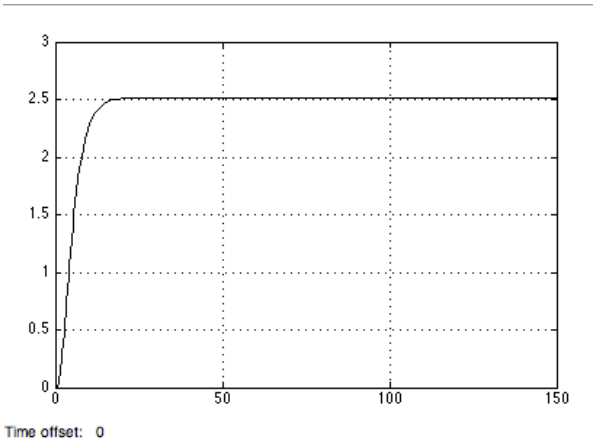
На интеллектуальном уровне отношения характеризуются положительными обратными связями, предполагая, что все члены МНГ благоприятно влияют друг на друга, обмениваются идеями и сотрудничают. Отношения между меланхоликом и флегматиком средние $l_{23}=l_{32}=0{,}2$, а между сангвиником–флегматиком и сангвиником–меланхоликом они выше, поскольку лидер оказывает на своих коллег большее влияние, и они больше обмениваются идеями с лидером, чем друг с другом ($l_{21}=0{,}3$, $l_{31}=0{,}4$, $l_{12}=l_{13}=0{,}3$).

Коэффициенты взаимоотношения на уровне ПС меньше по значениям, чем коэффициенты взаимоотношений на уровне ИД, т.к. рассматриваются деловые отношения. К тому же в данном случае существуют некоторые особенности:

- меланхолик в общении характеризуется замкнутостью, необщительностью и трудностями в установлении контактов с другими людьми ($m_{12}=0{,}1$, $m_{32}=0{,}1$), но зависит от них и особенно нуждается в поддержке со стороны руководителя или лидера ($m_{21}=-0{,}3$, $m_{23}=-0{,}1$);
- флегматик не проявляет особого интереса к неформальным отношениям в компании и строит уравновешенные отношения с людьми, т.е. коэффициенты взаимоотношений на уровне ПС следующие ($m_{13}=0{,}1$, $m_{23}=-0{,}1$, $m_{31}=0{,}2$).

При полученных значениях коэффициентов темп деятельности МНГ достигает следующих значений $Z=2{,}5$ при устойчивой и ритмичной работе (рис.6).





а) **б)**

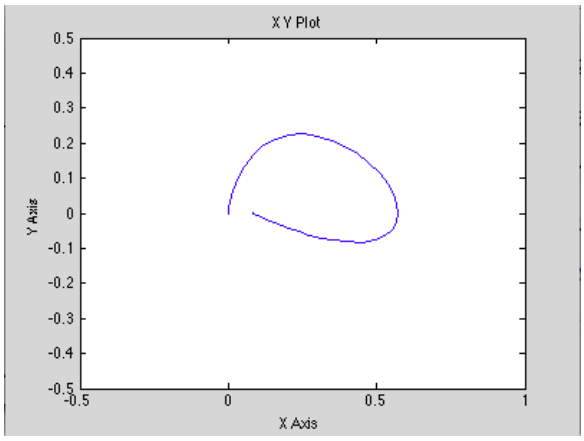
Рис.6. Устойчивый темп деятельности микрогруппы

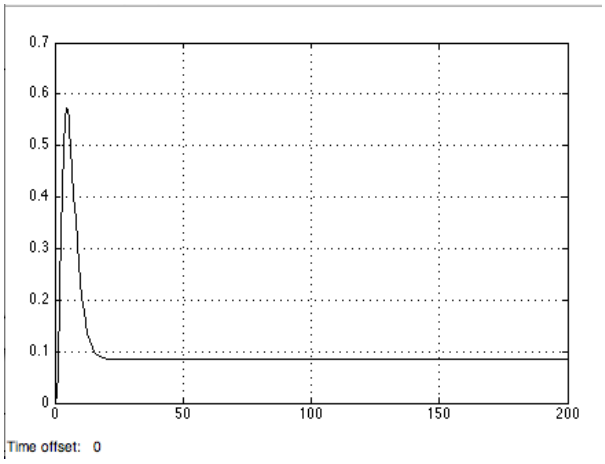
Увеличение воздействия лидера на флегматика на уровне ИД до l_{31}=0,5 повысит темп деятельности МНГ до Z=3. Повышение аналогичного воздействия на уровне ПС до m_{31}=0,5 также увеличит темп деятельности МНГ до Z=3,3. Одновременное изменение коэффициентов взаимодействия (l_{31}=0,4, m_{31}=0,4) приведет к темпу деятельности группы Z=3,62. Дальнейшее увеличение давления лидером на флегматика приводит к неустойчивости системы.

Взаимодействие между лидером и меланхоликом возможно повысить на уровне ИД лишь до значения l_{21}=0,25 – темп деятельности МНГ при этом значении параметра равен Z=3,2, а на уровне ПС понизить до значения m_{21}=-0,05 – темп деятельности МНГ при этом значении параметра равен Z=2,9. Одновременное изменение коэффициентов взаимодействия допустимо до следующий значений коэффициентов l_{21}=0,3, m_{21}=-0,05, что повышает темп деятельности группы до Z=2,77. Дальнейшее увеличение значений коэффициентов взаимодействия на уровне ИД приводит к неустойчивости в работе группы.

Для повышения производительности МНГ более чем в два раза, т.е. до Z=5,23, необходимо повышение сплоченности членов группы, а именно увеличения эмоциональных взаимосвязей между ними (m_{12}=0,2, m_{13}=0,1, m_{21}=-0,05, m_{23}=-0,05, m_{31}=0,3, m_{32}=0,3). Особенно способствует повышению темпа усиление отношений между меланхоликом и флегматиком.

При дисгармоничных отношениях между членами группы, а именно в случае, если сангвиник неадекватно воспринимает темпы работы группы ($\gamma_{11}=\gamma_{13}$ =-0,3, b_{13}=-0,1), вследствие чего сильнее воздействует на своих коллег на уровнях ИД и ПС ($l_{12}=l_{13}$=0,15, l_{21}=0,2, l_{31}=0,25, $l_{23}=l_{32}$=0,1, $m_{12}=m_{13}$=0,05, m_{21}=-1, m_{23}=-0,9, $m_{31}=m_{32}$=-0,1), в результате такого давления снижается саморегуляция меланхолика ($a_{21}=a_{22}=a_{32}$=0,7) и флегматика (a_{31}=1, a_{32}=0,9, a_{33}=0,9, b_{31}=0,12, b_{32}=0,12, b_{33}=-0,05), производительность МНГ снижается почти до 0 (Z=0,1) (рис.7) .





а) **б)**

Рис.7. Темп и ритм деятельности МНГ при дисгармоничных отношениях между личностями

Заключение

Таким образом, разработаны когнитивные динамические модели МНГ, основанные на целостном и системном подходах рассмотрения личности. Выходная координата разработанных моделей МНГ – темп деятельности выполнения научного проекта – образуется из произведения темпов деятельности сотрудников.

Результаты проведенного исследования позволяют выявить, что изменяя параметры самоорганизации, можно целенаправленно влиять на темп выполнения НП, достигая при этом желаемого характера движения (переходных процессов). Нарушение законов (правил, порядка) самоорганизации в МНГ приводит к возникновению статической и динамической неустойчивости, предельных циклов, неритмичного характера движения.

Значимость исследования заключается в разработке теоретических оснований анализа МНГ с учетом самоорганизации и саморегуляции членов группы, а также взаимоотношений между ними; полученные результаты могут быть использованы в прикладном плане для повышения эффективности и производительности малых групп в целом, так и в установлении и формировании подходящей самоорганизации личности в составе МНГ.

Список литературы

1. Аллахвердян А.Г., Мошкова Г.Ю., Юревич А.В., Ярошевский М.Г. Психология науки: учеб. пособие / Московский психолого-социальный институт. М.: Флинта, 1998. 312 с.
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 584 с.
3. Taylor F.W. The Principles of Scientific Management. Book Jungle, 2009. 96 p.
4. Егоршин А.П. Основы управления персоналом: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 352 с.

5. Price A. Human Resource Management. 4th revised ed. Cengage Learning EMEA, 2011. 640 p.
6. Человеческий фактор в управлении / под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. М.: Ком Книга, 2006. 496 с.
7. Wagner J.A., Hollenbeck J.R. Organizational Behavior: Securing Competitive Advantage. York: Routledge, 2010. 400 p.
8. Лукичева Л.И., Егорычев Д.Н. Управленческие решения: учебник / под ред. Ю.П. Анискина. М.: «Омега-Л», 2007. 383 с.
9. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы. М.: ПМ СОФТ, 2007. 140 с.
10. Гузаиров М.Б., Ильясов Б.Г., Герасимова И.Б. Системный подход к анализу сложных систем и процессов на основе триад // Проблемы управления. 2007. № 5. С. 32-38.
11. Ильясов Б.Г., Герасимова И.Б., Мухамедрахимова Л.Н. Когнитивная модель творческой личности // XV Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах»: тр. Самара: СамНЦ РАН, 2013. С. 147-152.

Science & Education of the Bauman MSTU
Electronic journal
ISSN 1994-0408

Science and Education of the Bauman MSTU, 2015, no. 03, pp. 241–255.

DOI: **10.7463/0315.0760688**

Received: 17.02.2015
Revised: 17.03.2015

© Bauman Moscow State Technical Unversity

The Cognitive Dynamic Model-based Simulation of Small Research Group Self-Organisation Taking into Account a Human Factor

L.N. Mukhamedrakhimova[1,*]

*Liliya.Muhamedrahimova@gmail.com

[1]Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

Keywords: system, small group, mathematical modeling, cognitive dynamic model, human factor

The article considers the problem of improving the managerial effectiveness of self-organization processes of small research groups (SRG) while implementing a research project. To identify the most effective ways of SRG self-organization and study its properties, cognitive dynamic models based on linear and nonlinear relationships are built.

The paper offers an approach, according to which a SRG is represented as a system with a pace and rate of activity being the output parameters, reached in the course of interaction of group members. The nature of the interaction is such that one member of the group stimulates or inhibits the activity of another member(s). The guiding principle underlying the interaction is a positive or negative feedback.

On the basis of this principle, two cognitive dynamic SRG models were developed which use integral and system approaches to the person and take into account a human factor. The cognitive dynamic SRG model uses a holistic approach. It is represented by the three-level hierarchical system of 13 people, consisting of three scientific themes which are joined in a common project. The holistic approach considers a person as a "material point" and reflects the relationship between pace, rate and self-regulation of the person. The cognitive dynamic SRG model using the system approach to a person is represented by the three individuals at the same hierarchical level who are involved in research project. The model allows taking into account personal compatibility and other socio-psychological phenomena that increase the reliability and efficiency of the group management and self-organization. The system approach considers a person as a system of three concepts: intellectual activity, organizational and work activity, and psychophysiological state.

Model properties were analyzed using computer simulation in MATLAB. Thus, different algorithms of SRG member self-organization were formulated.

The research results can be used to increase SRG efficiency and productivity and establish and build an appropriate self-organisation of SRG member.

References

1. Allakhverdyan A.G., Moshkova G.Yu., Yurevich A.V., Yaroshevskii M.G. *Psikhologiya nauki* [Psychology of Science]. Moscow, Flinta Publ., 1998. 312 p. (in Russian).
2. Novikov D.A. *Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami* [Organizational systems control theory]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2007. 584 p. (in Russian).
3. Taylor F.W. *The Principles of Scientific Management*. Book Jungle, 2009. 96 p.
4. Egorshin A.P. *Osnovy upravleniya personalom* [Fundamentals of human resourse management]. Moscow, NITs INFRA-M Publ., 2015. 352 p. (in Russian).
5. Price A. *Human Resource Management*. 4th revised ed. Cengage Learning EMEA, 2011. 640 p.
6. Abramova N.A., Ginsberg K.S., Novikov D.A., eds. *Chelovecheskii faktor v upravlenii* [Human factor in management]. Moscow, Kom Kniga Publ., 2006. 496 p. (in Russian).
7. Wagner J.A., Hollenbeck J.R. *Organizational Behavior: Securing Competitive Advantage*. New York, Routledge, 2010. 400 p.
8. Lukicheva L.I., Egorychev D.N. *Upravlencheskie resheniya* [Management Decisions]. Moscow, Omega-L Publ., 2007. 383 p. (in Russian).
9. Novikov D.A. *Upravlenie proektami: organizatsionnye mekhanizmy* [Project management: organizational arrangements]. Moscow, PM SOFT Publ., 2007. 140 p. (in Russian).
10. Guzairov M.B., Il'yasov B.G., Gerasimova I.B. System approach to triads-based analysis of complex systems and processes. *Problemy upravleniya = Control Sciences*, 2007, no. 5, pp. 32-38. (in Russian).
11. Il'yasov B.G., Gerasimova I.B., Mukhamedrakhimova L.N. Cognitive model of a creative personality. *15 Mezhdunarodnaya konferentsiya „Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh“: tr*. [Proc. of the 15th Int. Conf. “Control and Modeling Problems in complex systems”]. Samara, SamRS RAS Publ., 2013, pp. 147-152. (in Russian).