

УДК 378.1

УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАК МНОГОСВЯЗНЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Н. К. Криони¹, Б. Г. Ильясов², И. Б. Герасимова³, А. Г. Карамзина⁴

¹ rector@ugatu.su, ² ilyasov@tc.ugatu.ac.ru, ³ tarot_gera@mail.ru, ⁴ karamzina@tc.ugatu.ac.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 22.12.2016

Аннотация. Приведены результаты анализа процессов управления деятельностью научной школы. Основными рассматриваемыми видами деятельности научной школы являются подготовка научных кадров, выпуск научной продукции и выполнение научных проектов. Представлены две модели описания функционирования научной школы: как линейной, так и нелинейной системы. Показано что в качестве ресурсов управления используются интеллект коллектива, его практические способности, а также его творческие возможности. В качестве управляемых параметров рассматриваются темпы выполнения указанных видов деятельности.

Ключевые слова: научная школа; динамический объект; математическое моделирование, нелинейная многосвязная система управления.

ВВЕДЕНИЕ

В современном научном мире существует большое количество определений научной школы [1–4]. В этих определениях научная школа фигурирует как важнейший фактор развития современной науки, как существенный активный элемент гражданского общества, как инструмент воспитания исследовательского стиля мышления и определенного способ решения проблемы, как социальный феномен, как организация неформального общения ученых, обмена идеями и коллективного обсуждения результатов. В работе [3] предлагается классификация научных школ по восьми критериям, а другие исследователи отмечают либо признаки, либо функции, либо множество характеристик научных школ.

В данной статье возьмем в основу следующее определение: «Научная школа – это интеллектуальная, эмоционально-ценностная, неформальная, открытая общность ученых разных статусов, разрабатывающих под руководством лидера, выдвинутую им исследовательскую программу» [2]. Это определение наиболее подходит к взгляду на научную школу (НШ) как объект управления. Многие исследователи считают, что один из признаков НШ заключается в том, что в них одновременно решаются три задачи:

- подготовка молодых научных кадров;

- разработка и защита научных идей в форме статей, докладов, патентов и монографий;

- комплексное, коллективное выполнение или решение крупномасштабной проблемы, задачи, проекта.

Этот признак свидетельствует о том, что НШ как сложный динамический объект функционирует и развивается благодаря организационной и самоорганизационной деятельности всего коллектива. Однако в современном науковедении нигде не рассматривается проблема управления деятельностью научной школы как сложным динамическим объектом. Восполнить этот пробел в какой-то степени и предназначена данная статья.

НАУЧНАЯ ШКОЛА КАК ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

На современном этапе развития теории управления наиболее распространен (но нигде в литературе конкретно к НШ не отражен) взгляд на управление НШ как на процесс организационно-функционального управления, осуществляемый научным руководителем (НР) в различных проблемных, критических, нестандартных и прочих ситуациях [5, 6]. Структура такой орг-системы управления НШ представлена на рис. 1.

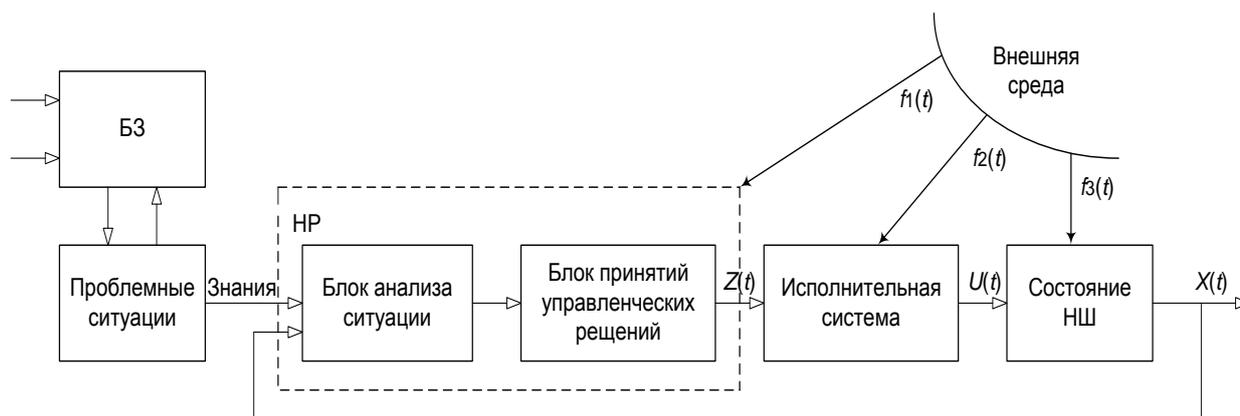


Рис. 1. Структура оргсистемы управления НШ

Здесь $X(t)$ есть переменная, характеризующая то или иное состояние НШ (финансовое, кадровое, ресурсное, организационное, конкурсное, конфликтное и т.д.) и, отражающая проблемную ситуацию (ПС), которая изменяется во времени, переходя в критическую, нештатную и даже в катастрофическую ситуацию, если своевременно не принять необходимых управленческих решений.

Управленческую деятельность НР поддерживают знания, которые находятся в базе знаний (БЗ) в виде множества возможных различных ситуаций в состоянии НШ и желаемых управленческих действий в этих ситуациях. Кроме этих знаний НР получает информацию о текущем состоянии $X(t)$ НШ, возникшей в результате действия как внутренних, так и внешних $f(t)$ факторов.

НР как лицо, принимающее решение, выполняет следующие функции:

- анализирует возникшую ПС и классифицирует ее;
- подбирает из БЗ тот прецедент (случай), который близок к возникшей проблемной ситуации;
- анализирует возможность применения управленческого решения для прецедента из БЗ к возникшей ситуации;
- соглашается с этим решением, либо его корректирует с учетом характера возникшей ситуации и направляет принятое управленческое решение коллективу для исполнения (реализации).

Далее исполнительная система, в качестве которой выступает коллектив или ее часть, реализует принятое решение в виде управляющего воздействия $U(t)$, которое изменяет состояние $X(t)$ НШ в желаемом направлении. Затем цикл управления повторяется снова до тех пор, пока состояние НШ не придет в норму, т. е. в желаемое состояние.

Отметим, что, учитывая инерционность оргпроцессов, на устойчивость данной оргсистемы управления сильное влияние оказывают чистые запаздывания, возникающие как в процессе принятия управленческого решения, так и в процессе исполнения этого решения. Здесь следует соблюдать следующее системное правило: управляющее воздействие $U(t)$ должно действовать на любом отрезке Δt_i таким образом, чтобы на этом отрезке Δt_i произошли допустимые качественные и количественные изменения состояния $X(t)$ в желаемом направлении. Тогда можно ожидать устойчивость процесса управления.

Однако, следует отметить, что никто в научной литературе по науковедению, по социологии не рассматривал с точки зрения кибернетики процесс управления НШ как многоцелевым многосвязным динамическим объектом, в котором весь коллектив на основе своих знаний принимает участие как в принятии управленческих решений, так и в реализации этих решений. Далее рассмотрим проблему многосвязного управления НШ как многомерным динамическим объектом.

МНОГОСВЯЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАК МНОГОМЕРНЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ (ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ)

Как было отмечено выше, НШ с участием всего коллектива согласно исследовательской программе лидера решает три задачи:

- подготовка научных кадров (ПНК) (X_1);
- выпуск научной продукции (X_2) в виде статей, докладов, патентов, монографий, технологий, методик и т. д., которые отражают и в правовом плане защищают, полученные новые идеи, знания, научные результаты;
- количество и качество выполняемых научно-прикладных проектов (X_3) на основе полученных знаний и научных результатов.

В дальнейшем плановые значения этих переменных X_i рассмотрим в качестве целей многосвязной системы управления НШ. В качестве управляющих переменных U_i рассмотрим следующие ресурсы, которые формируются коллективом в целом:

- знания (U_1), характеризующие интеллект коллектива НШ, в том числе знания инновационных технологий и методов, алгоритмов принятия решений, а также умение их своевременно применять при управлении;

- умения и навыки своевременно и эффективно применять эти знания (U_2) на основе накопленной практики и опыта при решении задач управления;

- творческая (креативная) способность (U_3), которая на основе системных, синергетических, физических, кибернетических и прочих принципов может создавать инновационные знания и использовать психологические факторы (эмоцию, интуицию, образное мышление и т. п.) для получения оригинальных нестандартных управленческих решений.

Полагаем, что все три управляющих фактора (в виде агентов коллектива) участвуют одновременно в определенной степени в достижении всех трех целей в аддитивной форме.

Пусть каждый управляющий фактор U_i ($i=1, 2, 3$) участвует с долей α_{ij} в формировании X_i и их производных \dot{X}_i . При этом $\sum_{j=1}^3 \alpha_{ij} = 1$

для каждого U_i в силу ограниченного значения его величины, а α_{ij} выступает как коэффициент распределения U_i ресурса.

Следует отметить, что $\sum_{i=1}^3 \alpha_{ij}$ при этом может быть равна, больше или меньше 1. Если, например, $\sum_{i=1}^3 \alpha_{ij} > 1$ для X_j , то это значит, что коллектив направляет больше своих усилий ($\sum \alpha_{ij} U_i$) на увеличение скорости (темпа) движения параметра \dot{X}_j .

С учетом вышесказанного составим уравнение движения НШ как многомерного объекта управления с переменными X_i и запишем его в следующем виде:

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = -\beta_1 X_1 + \alpha_{11} U_1 + \alpha_{21} U_2 + \alpha_{31} U_3 \\ \dot{X}_2 = -\beta_2 X_2 + \alpha_{12} U_1 + \alpha_{22} U_2 + \alpha_{32} U_3 \\ \dot{X}_3 = -\beta_3 X_3 + \alpha_{13} U_1 + \alpha_{23} U_2 + \alpha_{33} U_3 \end{cases}, \quad (1)$$

где β_i – коэффициент отрицательной обратной связи по переменной X_i , характеризующий уменьшение ее темпа \dot{X}_i движения в виду ограничения физических возможностей агентов коллектива.

Отметим, что с одной стороны, β_i определяет постоянную времени $T_{i0}=1/\beta_i$ (инерционность) процесса достижения i -ой цели в свободном движении. С другой стороны, β_i определяет коэффициент $T_{i0}=1/\beta_i$ восприятия переменной X_i всего множества управляющих воздействий. Если все $\beta_i > 1$, то инерционность переменных мала, а восприятие управляющих воздействий слабое. Если $\beta_i < 1$, то инерционность процессов велика, и восприятие управлений сильное. Для простоты возьмем все $\beta_i = 1$, что не влияет на качество конечного результата.

Особенностью управления НШ как многосвязной системой является то, что каждая переменная X_i имеет свою управляющую часть, за которую отвечают агенты коллектива, и она же образует свою отдельную подсистему управления, которая осуществляет достижение планового значения X_i^0 этой переменной. Управляющая часть подсистемы формирует управление U_i в функции от отклонения (ошибки) ε_i текущего значения переменной X_i от ее планового значения X_i^0 . Пусть, например, формирование управляющего сигнала U_i осуществляется пропорционально отклонению (ошибке) ε_i и интегралу по этой ошибке $\int \varepsilon_i dt$, т. е. управление каждой подсистемой осуществляется по пропорционально-интегральному закону (алгоритму).

При этом следует учесть как инерционность управляющей части, так и наличие чистого запаздывания в принятии решения в каждой подсистеме.

Тогда управляющая часть многосвязной системы в операторной форме будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} \varepsilon_i(s) = X_i^0(s) - X_i(s) + \gamma_i \dot{X}_i \\ U_i(s) = k_{ii} \frac{(T_{ii}s + 1)}{(\tau_{ii}s + 1)s} \cdot e^{-\tau_i s} \cdot \varepsilon_i, \end{cases} \quad (2)$$

где $i=1, 2, 3$; k_{ii} – коэффициент передачи управляющей части, τ_{ii} – постоянная времени определяющая инерционность управляющей части, T_{ii} – постоянная времени, определяющая форсирующие свойства управляющей части, τ_i – величина чистого запаздывания в принятии решения, γ_i – обратная связь по скорости \dot{X}_i , координаты X_i .

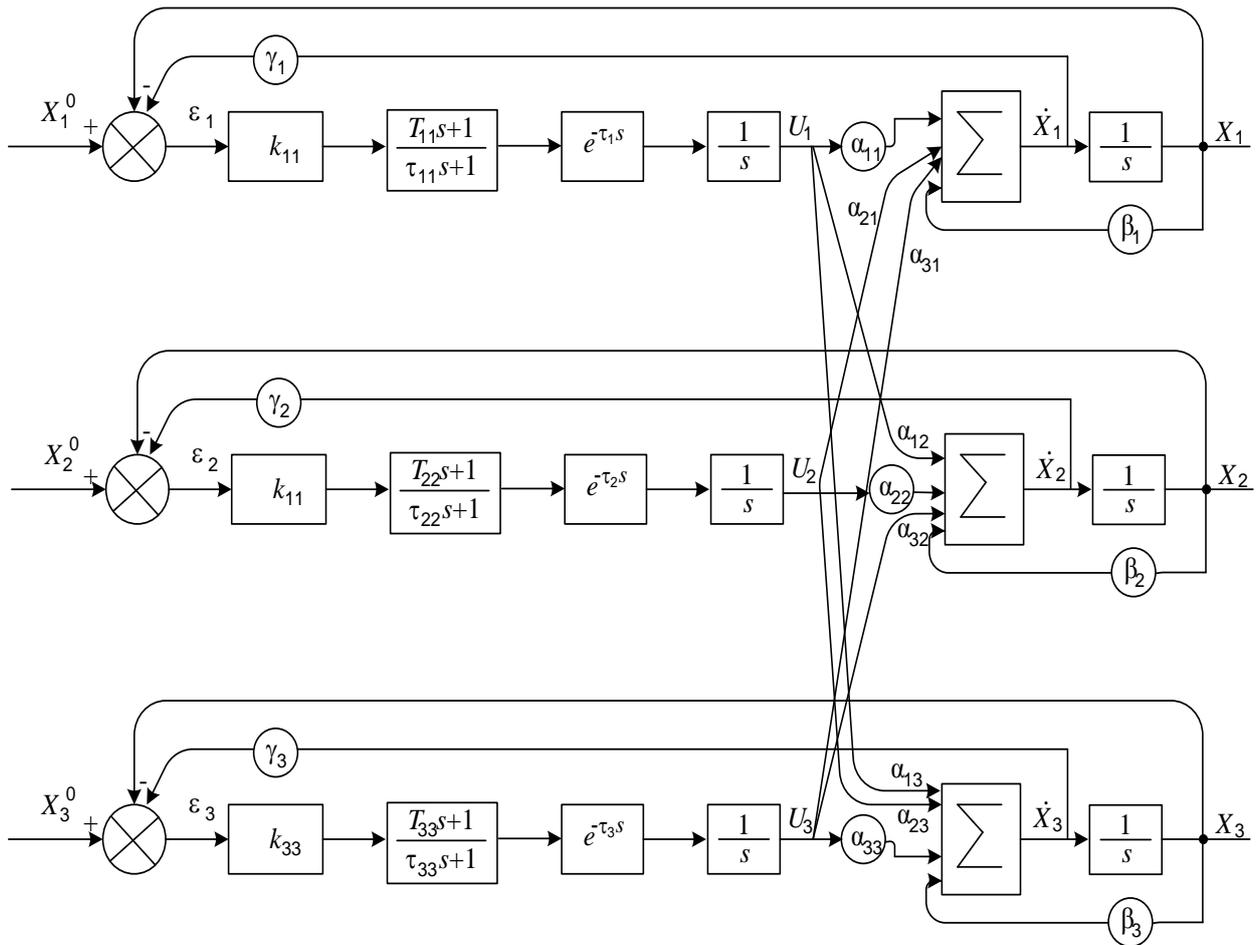


Рис. 2. Структура многосвязной многоцелевой оргсистемы управления деятельностью НШ как динамическим объектом

Структурная схема многосвязной системы управления деятельностью научной школы представлена на рис. 2.

Далее методом математического моделирования проведем анализ динамических свойств данной системы.

При моделировании данной системы сделаем ряд допущений. Во-первых, все плановые значения X_i^0 будем считать равными единице, которая в относительной форме выражает плановое значение подготовки научных кадров (X_1^0), план выполнения запланированных публикаций (X_2^0) в виде статей, монографий, методик, а также план выполнения количества проектов (X_3^0) или плановые объемы работ по проектам, которые должны быть выполнены к намеченному сроку.

Во-вторых, в каждой i -ой подсистеме управления координатой X_i осуществляется в основном за счет ресурса U_i , а остальные ресурсы играют как дополнительную, так и необходимую

роль. По этой причине все коэффициенты $\alpha_{ii} > \alpha_{ij}$. Например, возьмем, $\alpha_{11} = \alpha_{22} = \alpha_{33} = 0,6$, а все $\alpha_{ij} = 0,2$ ($i=1, 2, 3, j=1, 2, 3, i \neq j$). Будем считать $\gamma_i = 0$.

Далее положим, что коэффициент $\beta_i = 1$ ($i=1, 2, 3$), тогда $T_{i0} = 1/\beta_i = 1$ с. в системе управления возможны три ситуации:

- все $T_{ii} = T_{i0} = 1$ с – режим компенсации;
- все $T_{ii} < T_{i0} = 1$ с – режим недокомпенсации;
- все $T_{ii} > T_{i0} = 1$ с – режим перекомпенсации.

Потребуем, чтобы произведение $k_{ii} \times \alpha_{ii} \times 1/\beta_i$ было равно 3 из условия требуемого быстродействия для всех подсистем. Отсюда следует, что все $k_{ii} = 5$ ($i=1, 2, 3$). Тогда время достижения конечного значения у всех подсистем будет не более $2с$ при $\tau_i = 0$ ($i=1, 2, 3$), т.е. отсутствия чистого запаздывания.

Далее решим задачу оценки влияния значений коэффициентов k_{ii} и чистого запаздывания τ_i на устойчивость всей системы при ее работе в трех вышеуказанных режимах. На рис. 3 представлены результаты исследований.

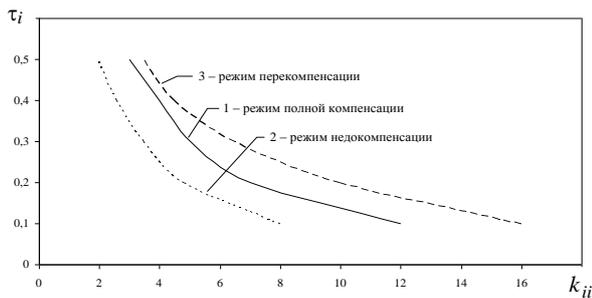


Рис. 3. Области устойчивости линейной многосвязной системы

Переходные процессы протекают монотонно при приближении к цели.

Отметим, что изменение коэффициента β_i влияет на формирование режима компенсации. Например, уменьшение β_i в два раза увеличивает постоянную T_{i0} в два раза, формируя режим перекомпенсации при $T_{i0} = \text{const}$ и тем самым увеличивая время достижения цели. Как показали исследования, подключение обратной связи γ_i по скорости \dot{X} увеличивает запасы устойчивости системы, уменьшает амплитуду возникших колебаний.

Таким образом, линейная модель многосвязной системы управления деятельностью НШ как динамическим объектом показывает, что в «малом» линейная организация деятельности коллектива способна достичь по-

ставленных целей особенно при малых запаздываниях на принятие управленческих решений.

МНОГОСВЯЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАК ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ (НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ)

При анализе деятельности НШ необходимо учитывать и нелинейные факторы, которые оказывают существенное влияние на динамические свойства целей системы.

К таким факторам можно отнести:

- ограничение по уровню темпов \dot{U}_i выработки управляющих факторов, что моделируется нелинейной функцией $f_i(\dot{U}_i)$ в виде ограничения физических возможностей быстрой выработки необходимых знаний;

- ограничение $\psi_i(\dot{X}_i)$ по скорости \dot{X}_i изменения управляемых переменных X_i в виду ограничения физических возможностей человека по темпу выполнения запланированной работы.

Кроме того, приходится при анализе деятельности НШ учитывать и действие неблагоприятных факторов в виде возмущений $\varphi_i(t)$, снижающих значение скорости \dot{X}_i управляемых переменных $X_i(t)$.

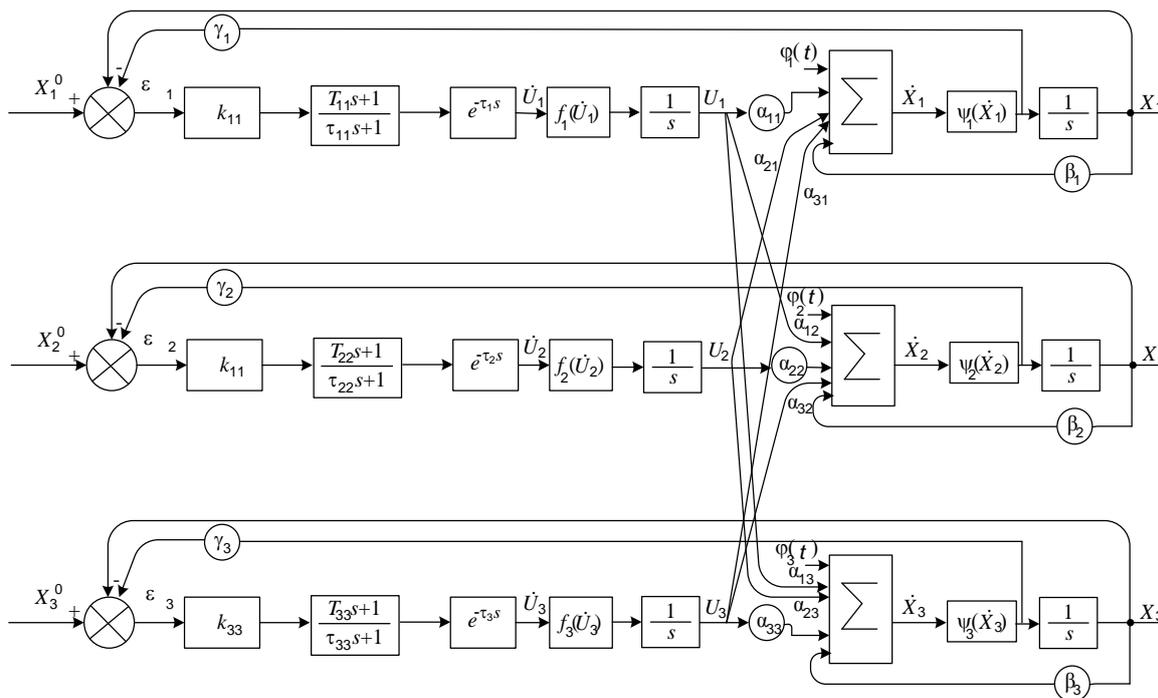


Рис. 4. Нелинейная многосвязная система управления деятельностью НШ как динамическим объектом

С учетом перечисленных факторов общая структура многосвязной нелинейной системы управления деятельностью НШ будет иметь вид, представленный на рис. 4.

Исследования показали, что наличие нелинейностей в многосвязной системе управления деятельностью НШ приводит к возникновению в системе автоколебательных (устойчивых) периодических движений (рис. 5).

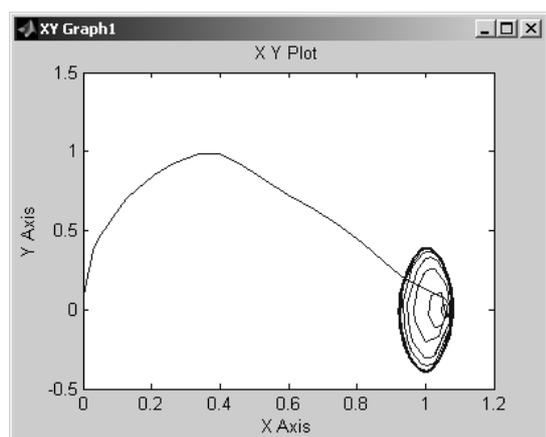


Рис. 5. Фазовый портрет и переходные процессы

Физически это соответствует возникновению в деятельности НШ неритмичных движений, что сказывается на качестве конечной продукции и производительности всей деятельности:

- аспирант должен проходить несколько раз предзащиту, исправляя ошибки в работе;
- сотрудники должны много раз переписывать статьи, отчеты и т.д., доводя их до качественного уровня;
- проект необходимо многократно доделывать, доводя до требований заказчика.

Следовательно, при управлении деятельностью НШ нельзя допускать возникновения автоколебательных режимов.

При хорошей самоорганизации управление деятельностью НШ все управляемые процессы протекают монотонно (рис. 6).

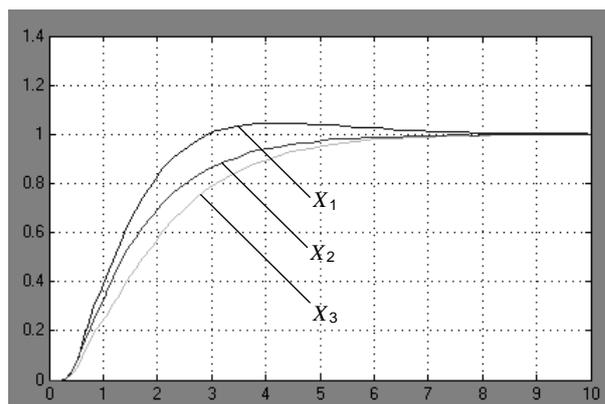


Рис. 6. Переходные процессы управления основными видами деятельности НШ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены результаты исследований многосвязной системы управления деятельностью научной школы как динамическим линейным, так и нелинейным объектом.

Разработанные математические модели многосвязной системы управления деятельностью научной школы *отличаются* тем, что в качестве ресурса использован интеллект коллектива, его практические способности и творческие возможности, т.е. управление осуществляется на основании знаний коллектива.

Проведенное исследование на разработанных моделях показало, что наличие запаздывания в принятии управленческих решений приводит в линейной системе к потере устойчивости, а в нелинейной системе к появлению устойчивых периодических движений темпов выполнения основных видов деятельности научной школы. К сожалению, на практике это явление проявляется достаточно часто.

Дальнейшие исследования предполагается продолжить в направлении исследования влияния несимметричности изменения параметров отдельных подсистем на устойчивость всей системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В. И. Труды по истории науки в России. М.: Наука, 1988. 464 с. [V.I. Vernadskij, *Works on the history of science in Russia*, (in Russian). Moscow: Nauka Publ., 1988.]
2. Школы в науке / под ред. С. Р. Микулинского, М. Г. Ярошевского, Г. Креба, Г. Штейнера. М.: Наука, 1977. 523 с. [S.R. Mikulinskij (ed.), *School of science*, (in Russian). Moscow: Nauka Publ., 1977.]
3. Грезнева О. Ю. Научные школы: принципы классификации // Высшее образование в России. 2004. № 5. С. 42–43. [O.Ju. Grezneva, "Scientific schools: principles of classification", (in Russian), in *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, no. 5, pp. 42-43, 2004.]
4. Логинова Н. А. Феномен ученичества: приобщение к научной школе // Психологический журнал. 2000. Т. 21,

№ 5. С. 106–111. [N.A. Loginova, “The phenomenon of discipleship: introduction to the scientific school”, (in Russian), in *Psychological Journal*, vol. 21, no. 5, pp. 106-111, 2000.]

5. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2007. 584 с. [D.A. Novikov, *The theory of control of organizational systems*, (in Russian). Moscow: Fizmatlit Publ., 2007.]

6. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с. [A.M. Novikov, D.A. Novikov, *Methodology*, (in Russian). Moscow: SINTEG Publ., 2007.]

ОБ АВТОРАХ

КРИОНИ Николай Константинович, проф., ректор УГАТУ. Д-р техн. наук (РГУНИГ им. акад. И.М. Губкина, 2005). Иссл. в обл. трибологии, контактного взаимодействия твердых тел.

ИЛЬЯСОВ Барый Галеевич, проф. каф. технической кибернетики. Дипл. инж.-электромех. (МАИ, 1962). Д-р техн. наук по упр. в техн. системах (ЦИАМ, 1983), проф. Иссл. в обл. сист. анализа и упр. сложн. техн., соц. и экон. системами.

ГЕРАСИМОВА Ильмира Барыевна, проф. каф. автоматизированных систем управления. Дипл. инж.-системотехн. (УАИ, 1985). Д-р техн. наук по упр. в соц. и экон. системах (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. анализа и управл. науч.-образ. системами.

КАРАМЗИНА Анастасия Геннадьевна, доцент каф. технической кибернетики. Дипл. инж.-системотехник (УГАТУ, 1999). Канд. техн. наук по упр. в техн. системах (УГАТУ, 2003), доц. Иссл. в обл. сист. анализа и упр. сложн. организац. системами.

METADATA

Title: Control of scientific school as multivariable dynamic object.

Authors: N. K. Krioni¹, B. G. Ilyasov², I. B. Gerasimova³, and A. G. Karamzina⁴.

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ⁴karamzina@tc.ugatu.ac.ru.

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 21, no. 1 (75), pp. 160-166, 2017. ISSN 2225- 2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: Presents results of the analysis of control process by activities of the scientific school. The main activities of scientific school are the training of scientific personnel, the release of the scientific products and the implementation of scientific projects. We present two models describing the functioning of scientific schools: linear and nonlinear systems. It is shown that as a control resource use collective intelligence, his practical ability and its creative possibilities. As control parameters are considered pace of execution these activities of scientific school.

Key words: scientific school; dynamic object; mathematical modeling, nonlinear multivariable control system.

About authors:

KRIONI, Nikolai Konstantinovich, Prof., Rector USATU. Dr. of Techn. Sci. (RGUNIG them. Acad. Gubkin, 2005). Research in the field of tribology, contact interaction of solids.

ILYASOV, Barii Galeevich, Prof., Dept. of Technical Cybernetics, Dipl. Eng.- Electromechanic (MAI, 1962). Dr. (Habil.) Tech. Sci. (1983).

GERASIMOVA, Ilmira Barievna, Prof. of Automated Systems. Dipl. System Engineer. (UAI, 1985). Dr. of Tech. Sci. on Control in Social and Econ. Systems (USATU, 2011).

KARAMZINA, Anastasia Gennadievna, Associate Prof., Dept. of Technical Cybernetics. Dipl. Eng. of System Engineerings (UGATU, 1999). Cand. of Tech. Sci. (UGATU, 2003).