

## МОНИТОРИНГ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА

**В.В. Колос, канд. техн. наук**

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем Министерства образования и науки Украины и Академии наук Украины*

**В.А. Любчак, канд. физ-мат. наук, доцент; А.Г. Пивень**

*Сумский государственный университет*

*В статье представлена методика мониторинга телекоммуникационной информационно-образовательной среды (ТИОС) на основе обобщенной информационной модели (ОИМ), представляющей собой автономную динамическую систему первого порядка. Сформулированы показатели качества ТИОС. Апробация методики проводилась для ТИОС Сумского государственного университета, что позволило провести прогностический и сравнительный анализ, а также сформулировать рекомендации относительно благоприятных значений коэффициентов ОИМ.*

### ВВЕДЕНИЕ

Сегодня, в формирующемся информационном обществе телекоммуникационные информационно-образовательные среды (ТИОС) [1] являются одним из основных средств доступа к информации и образованию. Всестороннее использование всех возможностей, предоставляемых ТИОС, для продуцирования и распространения информационных ресурсов предопределяет качественно новые условия развития общественного, социально-экономического и научно-технического прогресса, науки, образования и культуры, демократизации общественной жизни. При этом развиваемая инфраструктура информатизации позволяет уже на ранних стадиях становления информационного общества осуществлять естественный переход к обществу знаний, активно использовать знания и информацию во всех сферах жизнедеятельности общества.

Особая роль в формировании, развитии и поддержке ТИОС отводится вузам, поскольку именно они являются организациями, активно продуцирующими цифровые образовательные, методические и научные ресурсы, в силу своей специфики осуществляя как научную, так и образовательную деятельность. Современный вуз не может остаться в стороне от процессов распространения дистанционной формы обучения на основе глобальных компьютерных коммуникаций, которая значительно расширяет доступ к базовому высшему образованию, повышению квалификации и получению второго высшего образования. В свою очередь распространение данной формы обучения требует от вуза наличия мощной информационной инфраструктуры.

Учитывая роль, которая отводится ТИОС в процессе формирования информационного общества, актуальность решения задачи их мониторинга неоспорима. В полной мере это относится и к ТИОС вузов, которые стали неотъемлемой частью их организационной структуры.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы являлась разработка методики мониторинга ТИОС на основе ее обобщенной информационной модели (ОИМ) [2] и

апробация данной методики для ТИОС Сумского государственного университета (СумГУ) (<http://www.sumdu.edu.ua>), что позволило определить принадлежность данного типа ТИОС определенному функциональному классу, выявить специфические особенности ТИОС вуза, провести сравнительный и прогностический анализ динамики развития, а также сформулировать рекомендации, позволяющие избежать потери качества.

Обоснование методов моделирования и постулаты, положенные в основу формирования ОИМ, приведены в [2]. Качественный анализ ОИМ, введенное пространство ОИМ и выделенные на его основе функциональные классы ТИОС, определяемые значением коэффициентов соответствующей ОИМ, а также их характеристики рассмотрены в работах [3,4]. Ниже, с сохранением терминологии, введем некоторые обозначения, приведем вид ОИМ и поясним смысл ее коэффициентов, что необходимо для понимания дальнейшего изложения.

Под ОИМ будем понимать динамическую систему, отражающую характер изменения во времени двух основных макропеременных ТИОС – количества носителей информации [2] ( $y_0(t)$ ) и количества информационных ресурсов ( $y_1(t)$ ), фактором развития ОИМ является время ( $t$ ):

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_0}{\partial t} &= k_1 * (y_0 * y_1 + y_1) + k_2 * y_0 - k_3 * y_0^2, \\ \frac{\partial y_1}{\partial t} &= l_1 * y_1 + l_2 * y_0^2 - l_3 * y_0 * y_1, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $k_1$  – взвешенное среднее между отношением количества добавившихся носителей информации в единицу времени, к общему количеству ресурсов – относительная частота посещения ресурсов индивидами, не являющимися носителями информации – и отношением количества носителей информации, посетивших ресурсы в единицу времени, к произведению количества носителей информации и количества ресурсов – фактически относительная частота посещения ресурсов носителями информации – (показатель доступности и актуальности ресурсов);

$k_2$  – отношение количества индивидов, осуществляющих межличностные коммуникации с индивидами, не являющимися носителями информации в единицу времени, к общему количеству носителей информации (коэффициент активности носителей информации – показатель интенсивности межличностных коммуникаций);

$k_3$  – отношение доли выбывших носителей информации в единицу времени за счет забывания, изменения сферы деятельности, конкуренции к общему количеству носителей информации (интенсивность утраты носителей информации);

$l_1$  – отношение количества ресурсов, созданных локально (без телекоммуникационного взаимодействия между индивидами), в единицу времени к общему количеству ресурсов (индекс воспроизводства ресурсов);

$l_2$  – отношение количества ресурсов, созданных в результате информационного взаимодействия в единицу времени к общему количеству возможных информационных взаимодействий (продуктивность виртуального сообщества);

$l_3$  – отношение доли выбывших ресурсов в единицу времени, вследствие устаревания, проведения экспертизы, опровержения, включения в более унифицированные материалы, утраты актуальности, к общему количеству носителей информации (индекс обесценивания ресурсов).

Отметим, что, в свою очередь, подпространства ОИМ, соответствующие функциональным классам ТИОС, определяемым значениями коэффициентов ОИМ, разбиваются на подобласти, соответственно структуре фазового портрета, которая зависит от соотношения коэффициентов ОИМ. Подобласти могут характеризоваться наличием или отсутствием состояния устойчивого равновесия в первом углу координатной плоскости  $(y_0, y_1)$ , а также нежизнеспособностью соответствующих ТИОС (нежизнеспособной будем считать ТИОС, для которой хотя бы одна из макропеременных стремится к нулю при  $t \rightarrow \infty$ ). Наивысший рейтинг имеют функциональные классы, для которых отсутствует подобласть нежизнеспособности. Второе место занимает функциональный класс, для которого отсутствует также и подобласть с неограниченным ростом макропеременных. Третье место принадлежит функциональным классам, для которых соответствующее подпространство ОИМ имеет все три подобласти. Минимальный рейтинг установлен для класса, имеющего две подобласти соответствующего подпространства ОИМ – нежизнеспособную и с неограниченным ростом макропеременных.

### ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТИОС

На основе качественного анализа системы (1) [3] можно сформулировать следующие показатели качества ТИОС, которые могут служить основой для их сравнительного анализа:

1 Для грубых [5] ОИМ показатель качества – произведение координат состояния равновесия, расположенного в первом углу координатной плоскости  $(y_0, y_1)$ :  $i_v = y_{0_1} * y_{1_1}$  – индекс жизнеспособности. Обозначим  $R = l_2 * k_1 + l_1 * k_3 + l_3 * k_2$ , тогда

$$y_{0_1} = \frac{R + \sqrt{R^2 - 4 * l_1 * k_2 * (l_3 * k_3 - l_2 * k_1)}}{2 * (l_3 * k_3 - l_2 * k_1)}$$

координату  $y_1$  легко найти, подставив  $y_{0_1}$  в уравнение изоклин горизонталей или вертикалей. Равенство  $i_v$  нулю свидетельствует о нежизнеспособности ТИОС, которой соответствует данная модель.

2 При  $y_{0_1} > \frac{2 * l_1}{l_3}$  как качественную характеристику динамики развития ТИОС можно рассматривать соотношение наклонов асимптот изоклин горизонталей и вертикалей системы (1) – индекс развития –  $i_d$ , который определяется выражением

$$I_d = \left(1 - \frac{l_2 * k_1}{k_3 * l_3}\right)^{-1}.$$

При равенстве наклонов асимптот изоклин горизонталей и вертикалей ОИМ положим  $i_d = 0$ , при отсутствии состояния равновесия в первом углу координатной плоскости  $(y_0, y_1)$  имеем отрицательную величину, а при наличии положительную (при  $k_3 * l_3 > l_2 * k_1$ ,  $1 < i < \infty$ , при  $k_3 * l_3 < l_2 * k_1$ ,  $-\infty < i < 0$ ).

3 Угловой коэффициент направления, в котором траектории движутся к состоянию равновесия (направление движения к состоянию равновесия) –  $K_r$ , который удовлетворяет соотношению

$$K_r = \frac{c + d * K_r}{a + b * K_r}.$$

Данный показатель также отражает соотношение динамики роста макропеременных  $y_0$  и  $y_1$ , но с учетом значений всех коэффициентов ОИМ, в отличие от предыдущего показателя, где не учитываются  $k_2$  и  $l_1$ .

4 Относительный показатель приближения значений коэффициентов ОИМ к границам безопасности [4]. Пусть  $n$  – значение коэффициента ОИМ или выражение, включающее коэффициенты ОИМ, для которого существуют границы безопасности, а  $n_0$  – соответствующее значение границы безопасности. Тогда под относительным показателем приближения ОИМ к границам безопасности будем понимать значение

$$G = \begin{cases} \frac{|n - n_0|}{n}, & n_0 \neq 0 \\ n, & n_0 = 0. \end{cases}$$

Если безопасных границ несколько, то в качестве относительного показателя приближения значений коэффициентов ОИМ к границам безопасности будем рассматривать среднее значение показателей по каждой границе.

### ЭТАПЫ МОНИТОРИНГА ТИОС

Мониторинг, анализ состояния и динамики развития, ТИОС на основе ОИМ заключается в следующих этапах:

- 1) сбор статистических данных относительно процесса функционирования ТИОС в соответствии с разработанными анкетами;
- 2) обработка статистической информации согласно специальной методике [6], что дает возможность получить значения коэффициентов соответствующей ОИМ, определяющих состояние ТИОС, определить принадлежность тому или иному функциональному классу и оценить значения показателей качества;
- 3) прогностический анализ процесса функционирования ТИОС на основе ОИМ согласно разработанной методике [7];
- 4) формирование рекомендаций для избежания потери качества ТИОС и контроля приближения к границам безопасности;
- 5) сравнительный анализ процесса функционирования ТИОС согласно соответствующей методике [7], если имеются в наличии значения коэффициентов ОИМ и показателей качества для других ТИОС или исследуемой ТИОС для другого периода наблюдений.

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИОС СУМГУ

Для обеспечения научной и учебной деятельности СумГУ сформирована мощная информационно - телекоммуникационная инфраструктура [8], которая представляет собой корпоративную сеть с выходом в Интернет, автоматизированную систему управления деятельностью университета, электронную библиотеку, веб-систему (официальный сайт СумГУ, система рассылки новостей, система поиска учебных материалов и т.д.). Полноценно функционирует система дистанционного обучения, ресурсы которой включают более 70 курсов, 8000 тестовых заданий, 150 интерактивных моделей по специальностям информатика, экономика и инженерная механика. Это позволяет утверждать о наличии в университете ТИОС (рисунок 1)

В настоящее время ресурсы системы являются достаточно отделенными, накопление информации (только официальный сайт содержит более 100 разделов) приводит к трудностям при поиске необходимых материалов.



Рисунок 1 - ТИОС СумГУ

Для более эффективной работы системы, организации быстрого доступа к нужной пользователю информации возникает необходимость решения следующих задач:

- анализ функциональной эффективности ТИОС с целью максимизации информационной пропускной способности системы (под функциональной эффективностью подразумевается степень соответствия функционирования системы соответственно ее рабочему алгоритму выполнению поставленной перед ней задачи [9]);
- формирование банка стратегий, которые должна предлагать ТИОС пользователю для достижения цели за счет использования адаптивных технологий.

Для расширения возможностей и повышения эффективности работы пользователей ТИОС университета начато изучение статистических данных доступа к материалам информационной системы для различных групп пользователей и динамики изменения количества информационных ресурсов.

На основе анализа процесса функционирования к специфическим особенностям ТИОС вуза можно отнести следующие:

- открытое виртуальное сообщество;
- высокая интенсивность обновления ресурсной базы, ввиду высоких темпов научно-технического прогресса;
- высокая посещаемость ресурсов удаленными пользователями, обусловленная потребностью социума в новых учебных и информационных ресурсах;
- интенсивное обновление состава участников ТИОС, связанное с проведением учебных сессий;
- отсутствие совместных разработок с удаленными участниками ТИОС, что обуславливает отсутствие ресурсов, созданных в результате телекоммуникационного взаимодействия;
- низкий уровень информационного взаимодействия с удаленными коллегами и/или экспертами.

Две последние особенности являются следствием наличия постоянного учебного процесса и соответственно интенсивной загрузки

преподавательского состава и другого персонала ТИОС. Эти недостатки компенсируются интенсивным обновлением ресурсов широкого доступа и учебных материалов для дистанционной формы обучения.

Далее рассмотрим специфику рассматриваемой ТИОС и ее особенности функционирования, выявленные на основе обработки статистических данных и определения коэффициентов соответствующей ОИМ, проведем прогностический анализ в соответствии с разработанной методикой и сформулируем рекомендации для избежания потери качества ТИОС и контроля приближения к границам безопасности.

### АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ТИОС ВУЗА

Учитывая приведенные выше особенности ТИОС вуза, можно сделать вывод о малом значении коэффициента  $k1$  и равенстве нулю коэффициента  $l2$ , что и подтверждают коэффициенты ОИМ СумГУ (таблица 1) для периода наблюдений в 17 недель, полученные на этапах сбора и обработки статистических данных.

Таблица 1 - Коэффициенты ОИМ

Среда и срок наблюдения	$k1$	$k2$	$k3$	$l1$	$l2$	$l3$
СумГУ(17 нед.)	1,47E-5	1,1E-4	1,40723E-7	0,0084	0	1,923E-8
МНУЦ (7 мес.)	0,00389	0,292	0,0012	0,0066	3,163E-6	7,8E-6
УкрТелеком (19 нед.)	0,00035	0	2,5345E-7	0,0092	0	2,77E-7

Подпространство ТИОС, соответствующее данному функциональному классу, т.е. классу, для которого не реализуются совместное продуцирование информационных ресурсов на основе глобальных компьютерных коммуникаций, разбивается на две подобласти:

- 1) ТИОС, имеющие состояние устойчивого равновесия в первом углу координатной плоскости ( $y0, y1$ ) (при  $l3 * k2 < l1 * k3$ );
- 2) нежизнеспособные ТИОС (при  $l3 * k2 \geq l1 * k3$ ).

Рассматриваемая ТИОС вуза принадлежит первой подобласти, о чем свидетельствуют статистические данные, полученные в результате наблюдений. Таким образом, границей безопасности для данной подобласти подпространства ТИОС является выполнение условия  $l3 * k2 = l1 * k3$ .

Полученные значение коэффициентов ОИМ и ее фазовый портрет (рисунок 2) указывают на наличие состояния равновесия с координатами (439135, 4195). Если количество носителей информации в состоянии равновесия представляется приемлемым, то такое уменьшение количества ресурсов не может не вызывать опасений. Очевидно, что только локальное воспроизводство ресурсов, без телекоммуникационного взаимодействия, недостаточно для длительной поддержки должного уровня ресурсной базы.

На этапе прогностического анализа, учитывая особенности фазового портрета ТИОС СумГУ, можно сделать вывод, что при малом количестве носителей информации в момент начала наблюдений после начального периода интенсивного продуцирования ресурсов их рост существенно замедляется, а затем и падает с ростом количества их носителей и усилением ввиду этого экспертизы.

Неэффективность использования ресурсов для ТИОС данного функционального класса можно избежать, если начальные значения

обеих макропеременных достаточно малы. Тогда обе макропеременные будут монотонно и пропорционально увеличивать свои значения до достижения состояния равновесия. При больших начальных значениях количества носителей информации и незначительном количестве ресурсов ТИОС теряет своих пользователей до момента, когда жесткость экспертизы не будет ограничивать рост количества ресурсов, и обе макропеременные, пропорционально увеличивая свои значения, станут приближаться к состоянию равновесия.

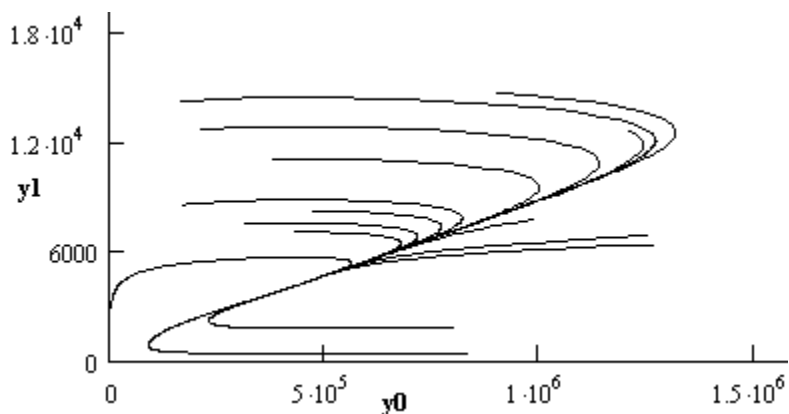


Рисунок 2 - Фазовый портрет ОИМ СумГУ

Координата  $y_1$  состояния равновесия имеет небольшое значение, что может послужить причиной падения интереса пользователей к ресурсам ТИОС, поскольку постоянную ресурсную базу в первую очередь составят учебные ресурсы (обязательная составляющая ресурсной базы ТИОС вуза). Публикация материалов о научных результатах и анализе практической деятельности после определенного периода активности будет все менее интенсивной. Такая тенденция порождает угрозу перехода рассматриваемой ТИОС в подобласть нежизнеспособности.

Прогностический анализ ТИОС СумГУ на основе ОИМ также позволил сделать вывод, что при сохранении значений коэффициентов значения обеих макропеременных после начального бурного роста для количества носителей информации ( $y_0$ ) с течением времени медленно убывают до достижения состояния равновесия (рисунок 3).

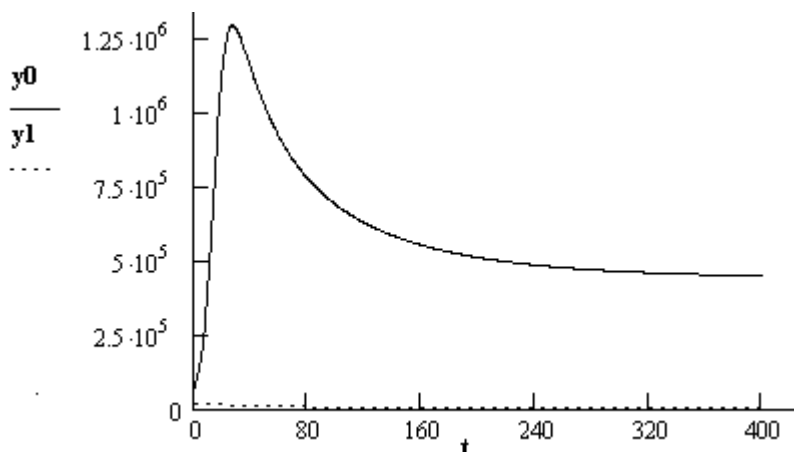


Рисунок 3 - Прогноз изменения значений макропеременных ТИОС СумГУ на 400 недель

Анализ динамики изменения макропеременных ТИОС СумГУ позволяет сформулировать представленные ниже рекомендации.

1 Представляется целесообразным изменить координату  $y_1$  состояния равновесия в сторону увеличения, что должно способствовать распространению информации о научных и практических разработках, осуществляемых в вузе, и соответственно увеличению количества носителей информации, предоставляемой ТИОС, помимо обязательных учебных материалов. Это, в свою очередь, позволит избежать угрозы перемещение в подобласть нежизнеспособности для данного функционального класса. Такой результат может быть достигнут, если интенсивно развивать сотрудничество с удаленными коллегами, совместно продуцируя информационные ресурсы для широкого доступа, что позволит иметь коэффициент  $l_2$  отличным от нуля и перейти в функциональный класс, для которого отсутствует подобласть нежизнеспособности. Сохраняя нулевое значение коэффициента  $l_2$ , нет возможности переместиться в функциональный класс, рейтинг которого выше [4].

2 Учитывая значение границы безопасности для функционального класса, где отсутствует продуцирование информационных ресурсов в результате информационного взаимодействия с удаленными участниками ТИОС ( $l_2=0$ ), необходимо постоянно контролировать соотношение коэффициентов  $k_2, k_3, l_1, l_3$ . При появлении тенденции приближения разности  $l_1*k_3-l_3*k_2$  к нулевому значению необходимо позаботиться об ее изменении. Это может быть достигнуто увеличением индекса воспроизводства информационных ресурсов ( $l_1$ ) или снижением жесткости экспертизы ресурсов, что, в свою очередь, уменьшит индекс обесценивания информационных ресурсов ( $l_3$ ). Изменение других коэффициентов ОИМ в данной ситуации не представляется целесообразным, поскольку снизит качество ТИОС – это уменьшит значения координат состояния равновесия.

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИОС

С целью подтверждения достоверности ОИМ ТИОС и апробации, разработанной на ее основе методики мониторинга ТИОС, был осуществлен мониторинг трех типов ТИОС:

- ТИОС вуза на примере ТИОС СумГУ;
- академической ТИОС на примере ТИОС Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем (МННЦ) [6];
- корпоративной ТИОС на примере ТИОС филиала «Дирекция первичной сети ОАО «Укртелеком»» (УкрТелеком) [6].

Исходя из значений коэффициентов анализируемых ТИОС, полученных в результате обработки соответствующих статистических данных, они принадлежат различным функциональным классам. Академическая ТИОС является полнофункциональной. В ТИОС вуза не реализуется функция продуцирования информационных ресурсов в результате телекоммуникационного взаимодействия, и она принадлежит функциональному классу, имеющему две подобласти подпространства ОИМ – нежизнеспособную и с состоянием устойчивого равновесия в первом углу координатной плоскости ( $y_0, y_1$ ). В корпоративной ТИОС также не реализуется функция продуцирования информационных ресурсов в результате телекоммуникационного взаимодействия, но не реализуется также и функции межличностного информационного взаимодействия и обучения удаленных пользователей. Подпространство ОИМ, которому принадлежит корпоративная ТИОС, имеет все три подобласти.



Сравнивая между собой академическую, корпоративную и ТИОС вуза, принадлежащие различным функциональным классам, с очевидностью предпочтение следует отдать академической среде, поскольку рейтинг ее функционального класса выше, т.к. в данной области пространства ОИМ отсутствует подобласть нежизнеспособности. По той же причине, сравнивая корпоративную ТИОС и ТИОС СумГУ, предпочтение принадлежит ТИОС вуза, поскольку для ее функционального класса отсутствует подобласть с экспоненциальным ростом макропеременных среды, что обеспечивает возможность контроля динамики их изменения.

Хотя корпоративная ТИОС и ТИОС вуза принадлежат различным функциональным классам, для сравнения их текущего состояния целесообразно рассмотреть значения некоторых показателей качества, поскольку данные ТИОС имеют одинаковую структуру фазового портрета.

Так индекс жизнеспособности ТИОС вуза на несколько порядков выше (1 842 171 325), чем индекс жизнеспособности корпоративной ТИОС (802 835), что также свидетельствует в пользу ТИОС вуза, реализующей большую функциональную нагрузку. Для второго показателя качества не выполняется условие применимости, а третий показатель качества не может быть применен ввиду различий типа устойчивого состояния равновесия, для корпоративной ТИОС это фокус, а для ТИОС вуза – узел.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований определены специфические особенности ТИОС вуза на основе анализа ОИМ конкретной среды данного типа, что нашло свое отражение в значениях ее коэффициентов. Анализ динамики макропеременных дает возможность оценить перспективы развития ТИОС и сформулировать рекомендации относительно благоприятных значений коэффициентов ОИМ.

Установлено, что ТИОС вуза характеризуется наличием состояния устойчивого равновесия с риском оказаться нежизнеспособной при неблагоприятном соотношении коэффициентов ОИМ ( $k_2 * l_3 \geq k_3 * l_1$ ). Получены траектории, отражающие динамику развития макропеременных ТИОС и осуществить прогнозирование развития среды на основе значений коэффициентов ОИМ, полученных в результате обработки статистических данных за соответствующий период наблюдений, при использовании численных методов.

Проведенный мониторинг ТИОС вуза позволяет сформулировать следующие выводы:

- ТИОС вуза принадлежит функциональному классу, подпространство которого содержит подобласть нежизнеспособности;
- прогнозируется начальный бурный рост макропеременных с последующим убыванием до достижения состояния равновесия при сохранении значения коэффициентов ОИМ;
- осуществляя дальнейший мониторинг целесообразно позаботиться об увеличении значений координат состояния равновесия на фазовой плоскости и контролировать значения коэффициентов ОИМ, чтобы избежать перемещения в подобласть нежизнеспособности.

### SUMMARY

*In the paper telecommunication based informative educational environment (TIEE) monitoring method is presented. The method is based on generalized information model (GIM) that is first order autonomous dynamic system. TIEE quantitative indices are formulated. Method approbation was carried out for Sumy State University TIEE, that allowed to conduct prognosticate and comparative analysis and to produce the recommendations connecting to the GIM coefficients favorable values.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дистанционное обучение: теория и практика / В.И. Гриценко, С.П. Кудрявцева, В.В. Колос, Е.В.Веренич. -К.: Наукова думка, 2004. – 375 с.
2. Колос В.В. Телекоммуникационная информационно-образовательная среда: модель взаимодействия двух информационных потоков // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2006. - №1. – С. 71-84.
3. Колос В.В. Качественное исследование обобщенной информационной модели телекоммуникационной информационно-образовательной среды // Кибернетика и системный анализ. - 2006. - №3. – С.178-187.
4. Колос В.В. Функциональные классы телекоммуникационных информационно-образовательных сред // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. (Вінницький національний технічний університет). – 2005. - №2. – С. 84-94.
5. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. – М.: Наука, 1990. – 486 с.
6. Колос В.В. Телекоммуникационная информационно-образовательная среда: мониторинг для академической и корпоративной организаций // Вісник Сумського державного університету. Серія “Технічні науки”. – 2006. №4, – С. 23-34.
7. Колос В.В. Прогностический и сравнительный анализ телекоммуникационных информационно-образовательных сред // УсиМ. – 2006. – № 4, – С. 74-81,85.
8. Любчак В.О., Півень А.Г. Розробка інтегрованої системи електронних ресурсів університету на базі технологій керування дистанційним навчанням // Proceedings of First International Conference “New Information Technologies in Education for All” – ІТЕА–2006. - 29-31 May. - 2006. –Р. 444-448.
9. Краснопопсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. –Суми: Видавництво СумДУ, 2004. –260с.

*Поступила в редакцію 18 октября 2006 г.*