

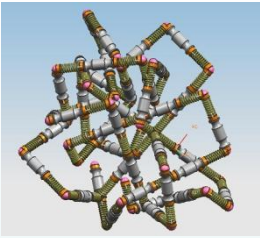
*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

КРУЖЕВО ЕДИНЫХ СЕТЕЙ: Теоретические основы

**А.А.Тихомиров,
Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, РФ
Д.Э.Н.
alexei-tikhomirov@hotmail.com**

**А.И.Труфанов ,
Иркутский государственный технический университет, РФ,
ф.-м.н.
troufan@istu.edu**

к.



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

**"Вкруг стана вьются и трепещут
Прозрачной сетью кружева,
И шелк узорной паутиной
Сквозит ...
И все в восторге, в небесах
Пред сей волшебною картиной..."**

***А.С. Пушкин. Ранние редакции
романа в стихах "Евгений Онегин"***

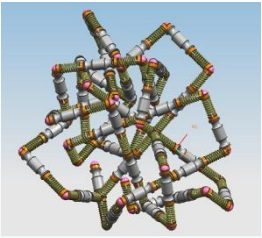
Введение

- 1. Достижения в области теории и практики сетей**
- 2. Проблемы и границы применимости современных сетевых моделей**
- 3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем**

Выводы

Заключение

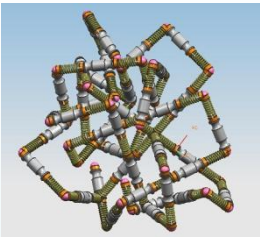
Список основных источников



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Введение

В любой дисциплине наличие огромного количества участников - предметов, объектов, субъектов – и их отношений (взаимодействий) наводит на мысль, что такое множество (сеть) взаимодействующих сущностей само обладает некоторыми общими фундаментальными свойствами. Эти сетевые свойства множества, зависят от его структуры, нежели от внутреннего содержания отдельных сущностей. Если в математике структурные свойства изучает теория графов, то на междисциплинарном стыке сложилось новое направление – теория сетей.



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Введение (продолжение)

Приложения теория сетей находят свое применение там, где есть сети, т.е. повсюду. примерами значимых и актуальных сетевых структур являются:

Internet ; WWW ; Сеть госуправления; Экономические сети;

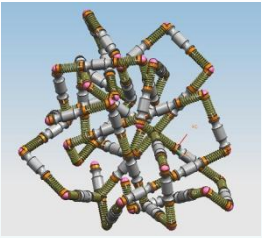
Социальные сети ; Сети знаний ;

Партийные сети; Телевизионные сети; Национальные и местные транспортные маршруты (авиационные, Железнодорожные, водные, метро, автобус трамвай ; Электрические сети ;

Связь (почтовая, телефонная); Тепловые сети ; Сети водоснабжения и водоотведения;

Торговые сети ; Сети нервной системы; Разведывательные сети ;

Террористические сети.

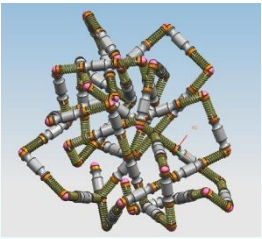


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Введение (продолжение)

С.П.Капица: «Человечество в настоящее время не справляется с проблемами управления -от глобальных- управления миром в целом, управления страной до семейных».

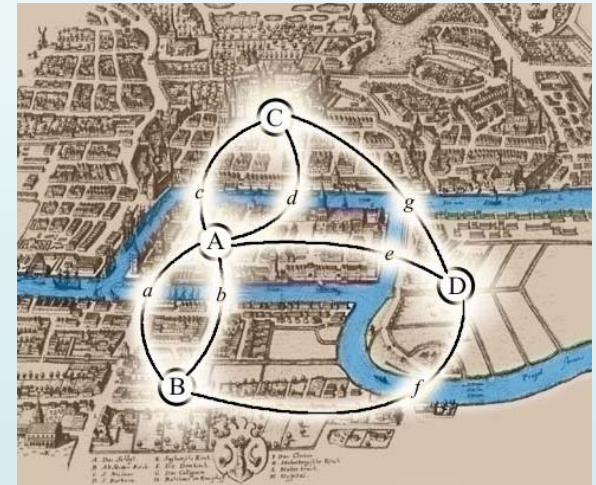
Потенциал юной теории сетей привлекает к себе внимание и ярко реализуется в отдельных дисциплинах, но все еще не использован в полной мере для того, чтобы раздвинуть временные и концептуальные границы и подступиться к надежным и эффективным решениям социально-экономических и биосоциальных задач различных масштабов.



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

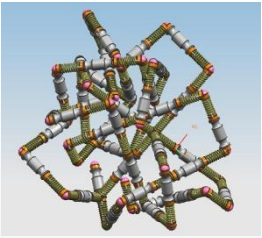
1. Достижения в области теории и практики сетей

Теория графов зародилась в момент, когда Леонард Эйлер (Leonhard Euler), швейцарский, немецкий и российский математик, решил доказать, что прохожий не может обойти Кёнигсберг (современный Калининград), используя лишь по одному разу каждый из семи городских мостов.



Ключевой ее вывод – структурные характеристики графов (сетей) определяют потенциальные возможности их использования

Первый пример использования методов современной алгебры в теории приходится на работы физика Густава Кирхгофа (Gustav Robert Kirchhoff), он сформулировал в 1845 году правила (законы Кирхгофа) для расчета напряжения и тока в электрических цепях.

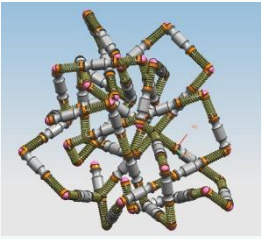


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

1. Достижения в области теории и практики сетей (продолжение)

Венгерский математик Денеш Кёниг (Dénes Kőnig), опубликовал в 1936 г. книгу «Теория конечных и бесконечных графов» - первый учебник в области теории графов

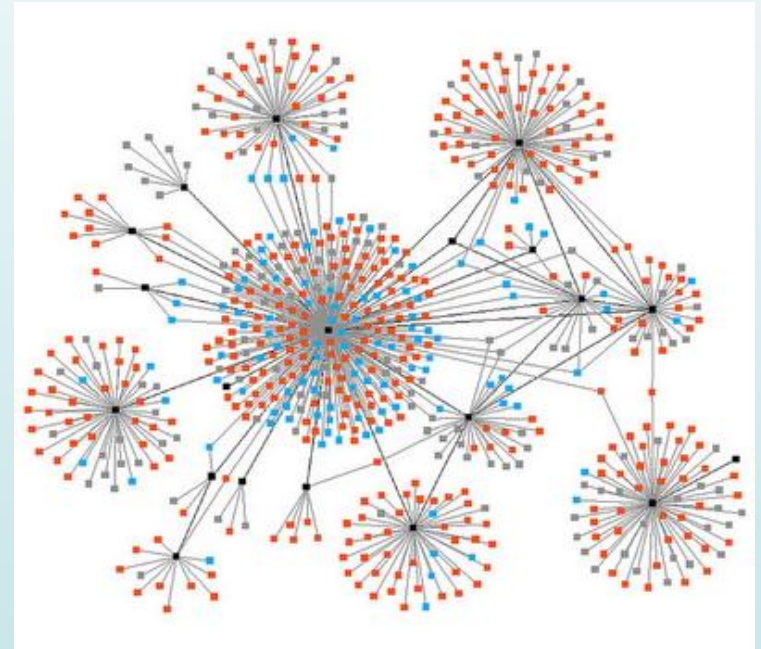
Введение вероятностных методов в теорию графов, особенно в исследованиях Пала Эрдеша (Paul Erdős) и Альфреда Реньи (Alfréd Rényi) об асимптотической вероятности связности графов, породили еще одну ветвь, известную как теория случайных графов,



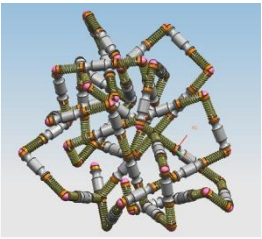
*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

1. Достижения в области теории и практики сетей (продолжение)

Для современных сложных систем характерна высокая численность элементов, которая может достигать десятки и сотни тысяч, и нерегулярность связей. Таким системам и их сетевым моделям, обладающим нетривиальными топологическими свойствами в наибольшей степени отвечает термин «комплексные».



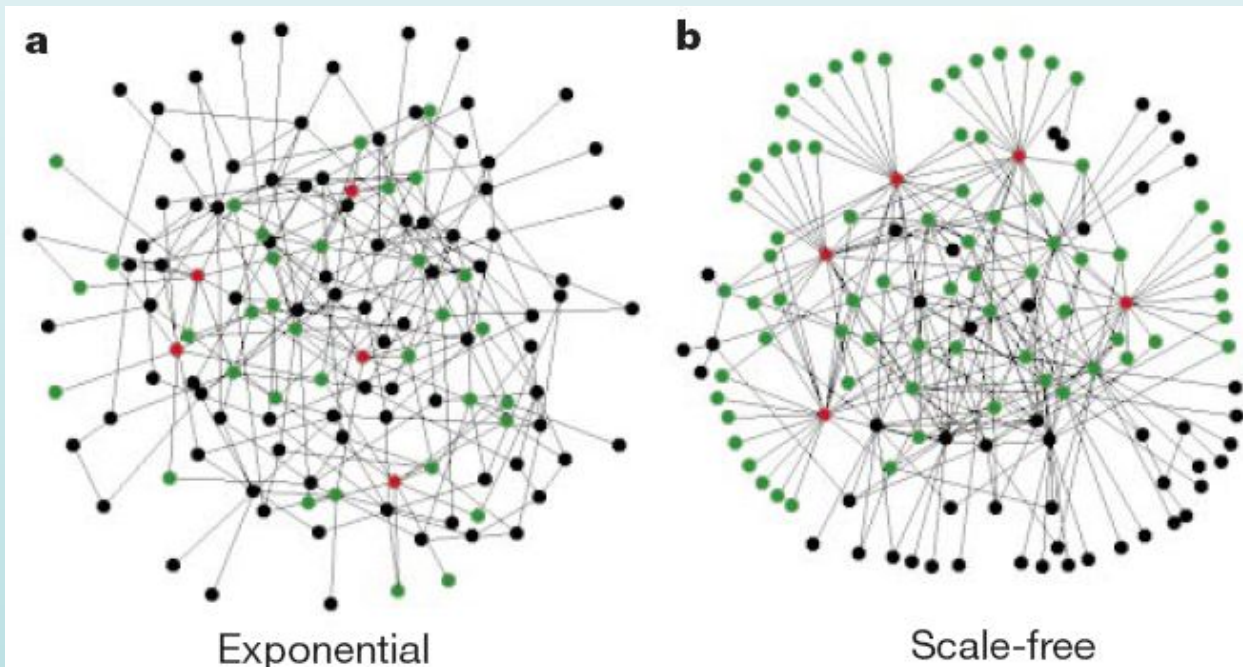
Устойчивость сетевой архитектуры является одной из важнейших проблем построения эффективных сложных социальных, биологических, технических и др. систем.

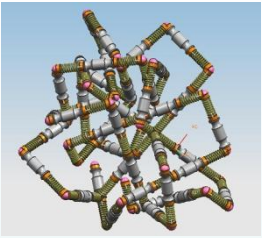


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

1. Достижения в области теории и практики сетей (продолжение)

Графическое представление из [А.-L. Barabási, R. Albert, H. Jeong .
Mean-field theory for scale-free random networks . Physica .1999, A 272, P.
173–187] обошло весь мир, и широко используется для демонстрации
топологии экспоненциальных(а) и безмасштабных (b) сетей.



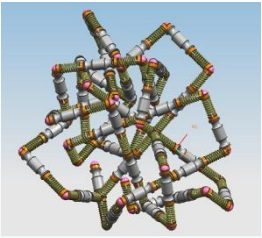


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

2. Проблемы и границы применимости современных сетевых моделей

Сетевые идеи были уверенно и успешно применены к анализу метаболических и генетических регуляторных сетей, при разработке надежных масштабируемых сетей проводной и беспроводной связи, для развития стратегии вакцинации в борьбе с болезнями, а также в широком спектре других практических вопросов.

Однако, ни в государственном, ни в корпоративном управлении подобные идеи так и не применялись широко или значимо. Если многие проблемы моделирования организационных структур и межотраслевого управления решены, то вопросы контроля комплексных сетей продолжают оставаться сложными и острыми. Это можно наблюдать на примере обсуждения различных подходов в руководстве Форумом управления глобальной сетью Интернет (IGF)

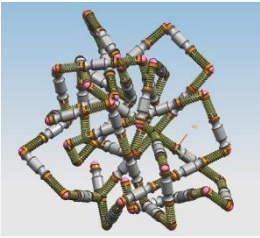


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

2. Проблемы и границы применимости современных сетевых моделей (продолжение)

Большинство биосоциальных систем характеризуется той или иной степенью неравенства особей, так что входящие в систему индивиды различаются по (био)социальным рангам; совокупность этих рангов - иерархия, формирует особые отношения и соответствующее сетевое их представление - иерархическое. Иерархические и эгалитарные структуры во многих биосоциальных системах сосуществуют и постоянно взаимодействуют между собой. Часто одна и та же биосоциальная система рассматривается исследователями и практиками в разных ракурсах: в зависимости от предпочтений в фокусе оказывается либо момент иерархичности с доминированием и подчинением, либо наличие в системе уравненных отношений .

Исследователи постоянно сталкиваются с конкурирующей природой сетей и их противопоставлением

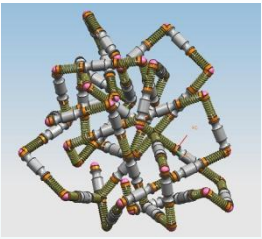


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

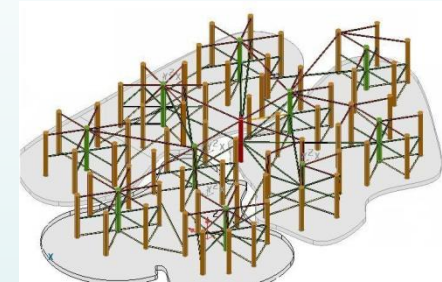
2. Проблемы и границы применимости современных сетевых моделей (продолжение)

Многие распределенные системы, в частности сети сотовой связи, компьютерные сети и Интернет, обладают развитой топологией и имеют в своей основе сложные и разнообразные социальные процессы.

По мнению создателя технологии World Wide Web Т. Бернерса Ли (Т. Berners-Lee), следующим этапом в развитии Всемирной паутины может стать GGG «Гигантский глобальный граф». Бернерс Ли полагает , что такой граф, в отличие от сети, объединяющей компьютеры, и паутины WWW, связывающей документы, соединит между собой людей и, основываясь на семантических технологиях, предоставит пользователям сервисы более высокого класса, нежели существующие

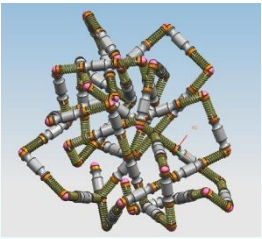


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*



3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем

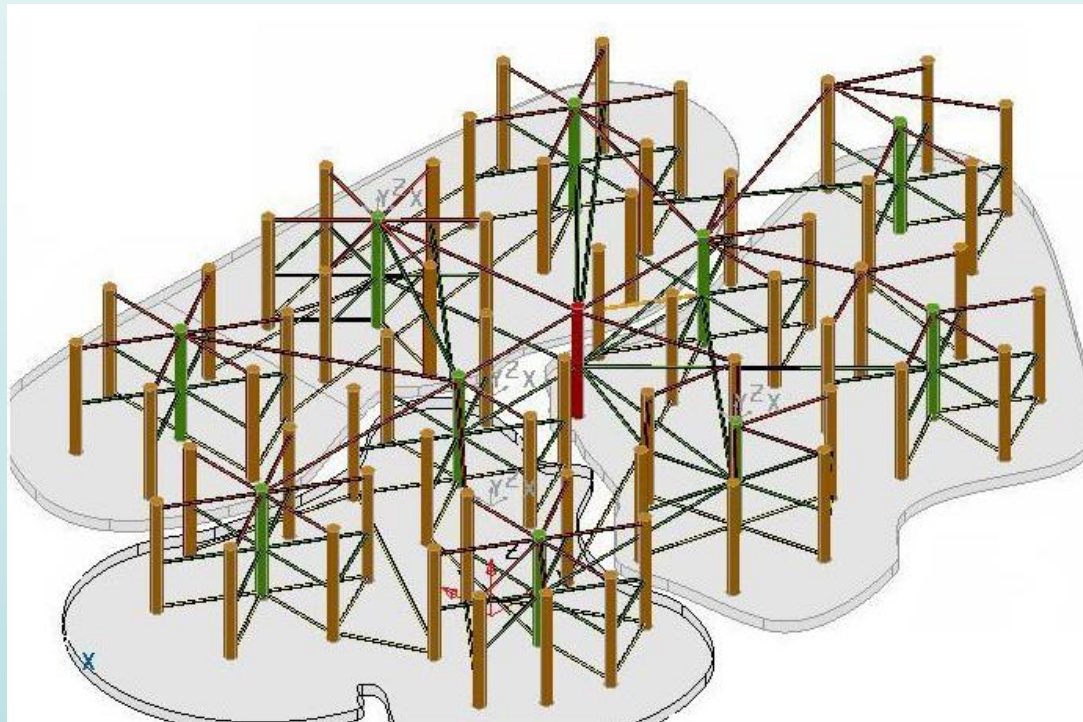
Предложенная А.Тихомировым (Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, РФ) , А.Труфановым (Иркутский государственный технический университет, РФ) и др. концепция кружева единых сетей КЕС (или ART2 кружево) , базируется на сквозном описании основных категорий взаимодействия множества сущностей (субъектов, объектов) с помощью многослойного (многоуровневого) набора комплексных сетей.

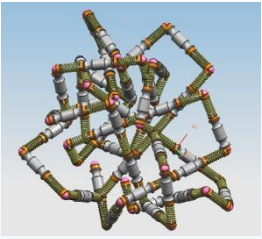


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

**В основе подхода лежат бинарные (парные) взаимодействия сущностей
(акторов) в отдельных тематических слоях (ТС)**

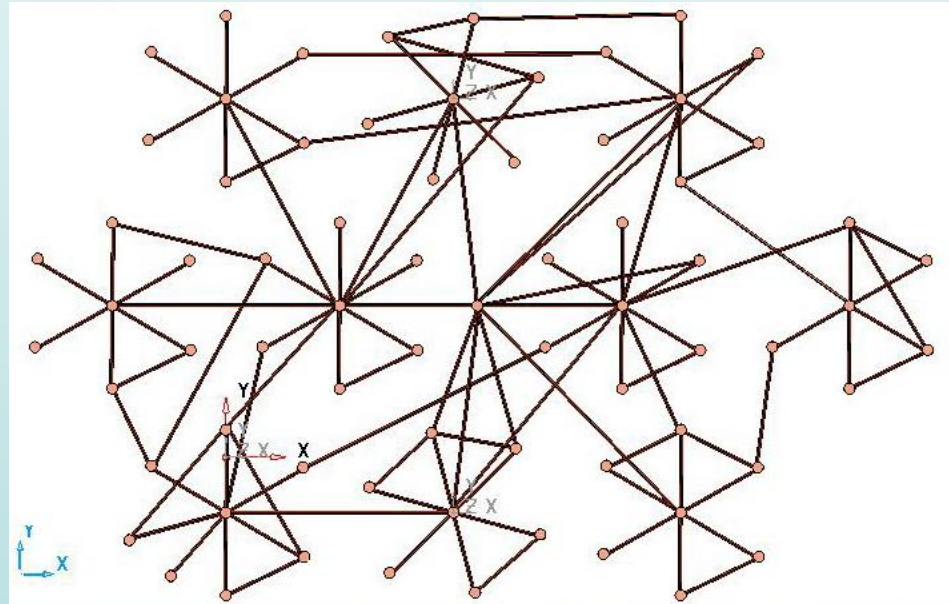


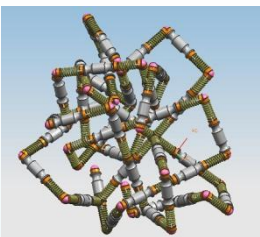


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

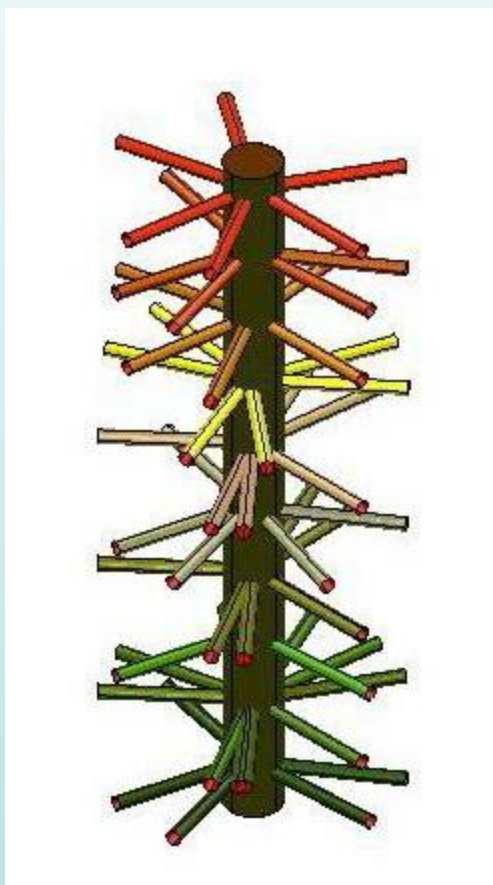
Говоря простым языком, граф - это множество точек (для удобства изображения - на плоскости) и попарно соединяющих их линий, КЕС – множество точек в разных тематических плоскостях и линии соединения в пространстве.





*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)



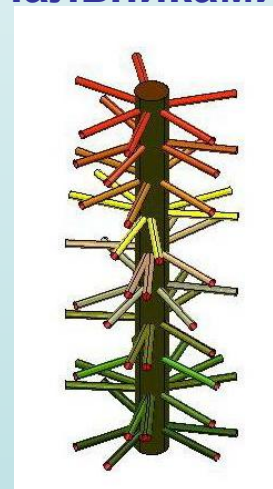
**Актером кружева единой сети является ствол,
стволы крепят узлы сетей различных
тематических слоев (ТС)**

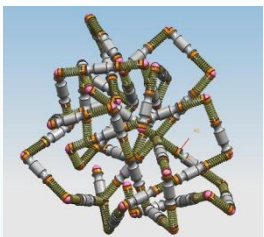


3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

Тематические слои в социальной системе могут определять связи между:

1. родственниками;
2. сокурсниками;
3. работниками одной организации и ведомства- начальниками и подчиненными;
4. коллегами в одной предметной области;
5. соседями и друзьями детства;
6. земляками ;
7. единоверцами
8. друзьями по интересам ;
9. партнерами по бизнесу;
10. случайными знакомыми.

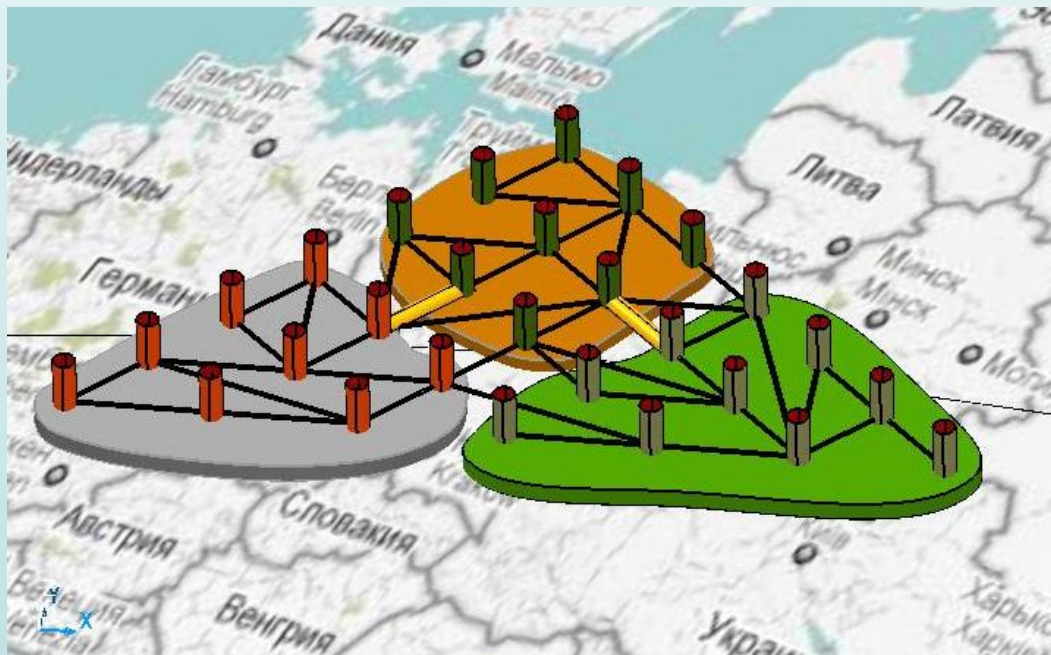


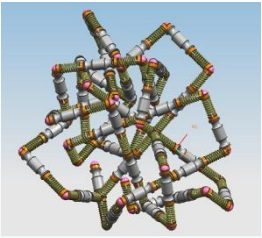


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

В кружеве допустимо и многоузловое взаимодействие непересекающихся множеств узлов в рассматриваемом ТС (подобно гиперграфам в теории графов)

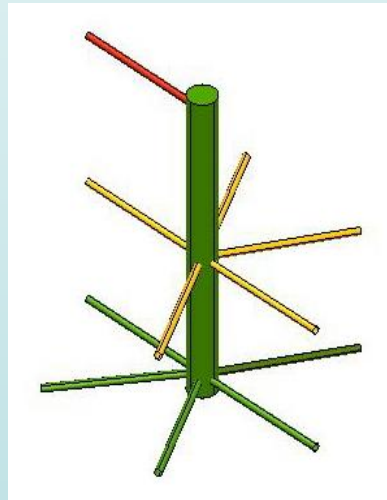


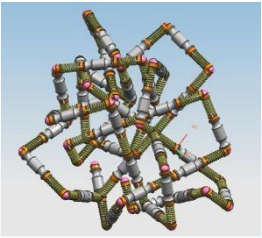


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

Если классическом графе не бывает двух различных ребер (связей) , соединяющих одну и ту же пару вершин (узлов) , то в кружеве число связей , соединяющих пару стволов может быть кратно числу тематических слоев.

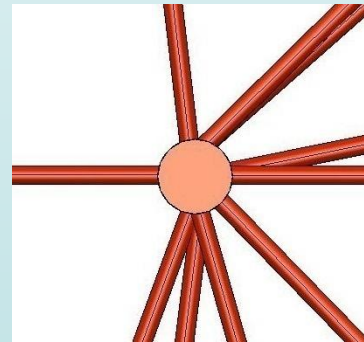
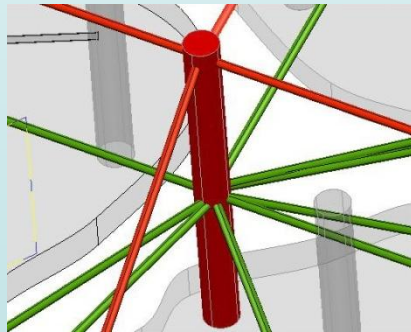


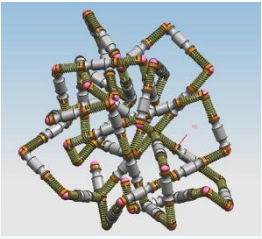


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

При объединении всех ТС в один, ствол вырождается в узел, а единая сеть в комплексную сеть, которая описывается мультиграфом, т.е. графом с кратными ребрами.

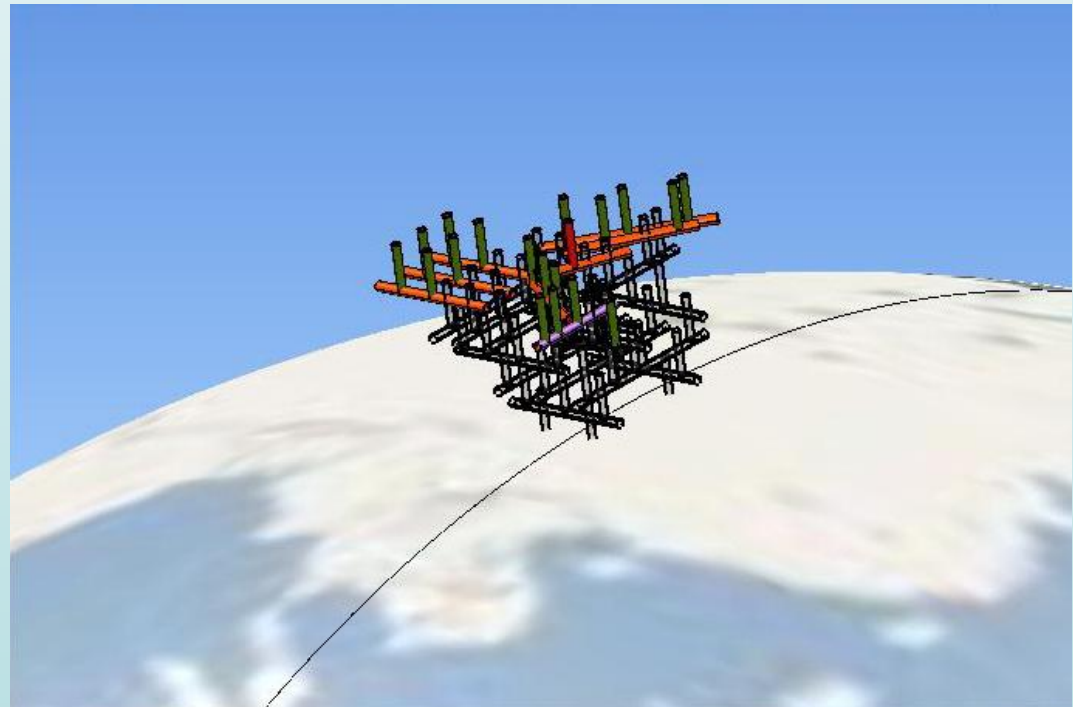


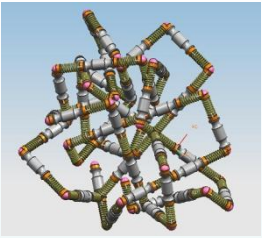


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

Как и в случае комплексных сетей, для КЕС ключевыми являются динамические процессы. Динамика социального кружева единых сетей определяется , в первую очередь, динамикой числа стволов -ростом населения Земли.





*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

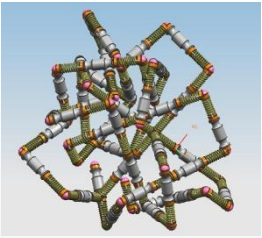
Новыми метриками, позволяющими оценить дисбаланс формальных и неформальных структур управления обществом, в данной работе предлагаются :

- моменты центральностей M для узла i и центральностей C (по степени, связи , либо близости) :

$$M_{Ci} = \left(\sum_{j \neq i} C_j \cdot L_{ij} \right) / (n - 1)$$

L_{ij} - длина пути между узлами i и j , n – число узлов (стволов) в сети;

- узлы тематического слоя t , для которых моменты центральностей имеют минимальные значения в рамках слоя $l_{minC,t}$;



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)

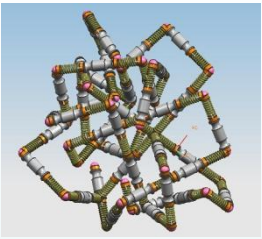
- перекоп t_2 в t_1 :

$$W_{Ct_1, t_2} = \left(\sum_{jt_2 \neq i} C_{jt_2} \cdot L_{\text{Imin}Ct_1, jt_2} \right) / (n - 1)$$

$L_{\text{Imin}Ct_1, jt_2}$ - длина пути между узлами $I_{\text{min}Ct_1}$ (узел, для которого момент центральности C имеет минимальное значения в рамках слоя t_1 и jt_2 (узел слоя t_2), $t_1, t_2 \in t$;

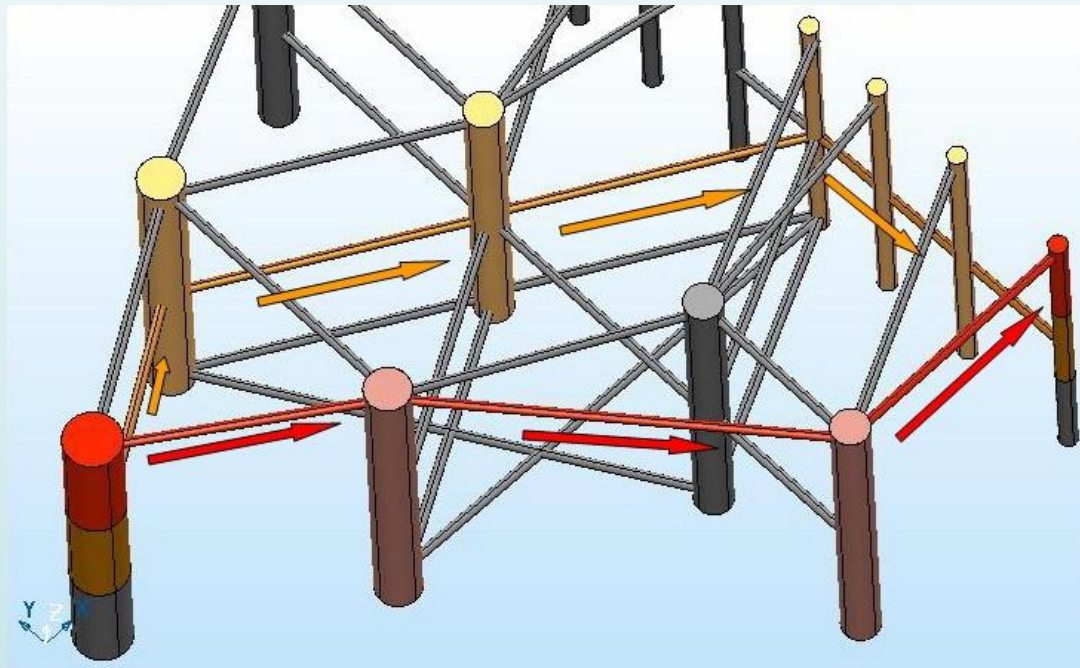
- множество (вектор) центральностей для ствола: $[C_d, C_b, C_c]$;

- множество (вектор) моментов центральностей для ствола: $[MC_d, MC_b, MC_c]$;

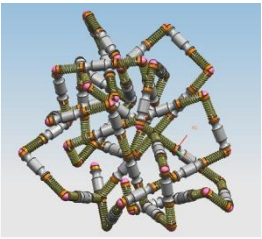


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

3. Единые сети как новый подход в познании объемных и особо сложных систем (продолжение)



Информационное взаимодействие между акторами, находящимися на различных уровнях иерархии в единой сети (пример информационного обмена, моделируемого двумя потоками сведений, формальным и неформальным, от более значимого ствола в заданной иерархии к периферийному стволу).

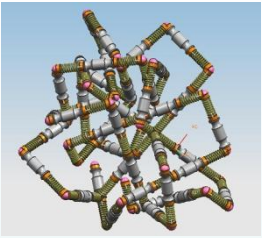


*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Выводы

Концепция кружева единых сетей и его структура в слоистом представлении дают возможность изучать более глубокие отношения в сложных системах, в сравнении с теми, что исследуются с помощью комплексных сетей. Для настоящего подхода доступными оказывается не просто широкий спектр тематических сетей, но и в их динамических взаимосвязи и взаимодействии – факторами, определяющими многие непонятные до настоящего времени процессы и явления, неоткрытые законы, которыми они регулируются.

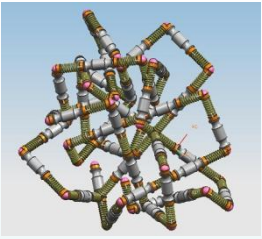
Индивиды, организации, территориальные сообщества, государства и межгосударственные объединения являются одновременно акторами многих ТС. В целом, кружево единых сетей представляется не просто как новая научная модель, но в перспективе –оснащенный дополнительными средствами - эффективный инструмент, позволяющий находить оптимальное решение сложных задач управления, безопасного и устойчивого развития социально-экономических и биосоциальных систем международного, национального, регионального и местного масштабов.



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Заключение

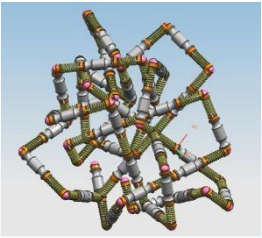
В заключение авторы лекции выражают благодарность и искреннее уважение к сетевым сообществам-структурам, с которыми посчастливилось эффективно и плодотворно взаимодействовать: Международному Интернет-Проекту «Supercourse» в области эпидемиологии (руководитель- проф. Р.Лапорт, Питтсбург, Пенсильвания, США, отв. по странам бывшего СССР – д-р Е.Шубников, Новосибирск, РФ), Международной академии информатизации (президент- проф. А.Харитон, Москва, РФ), Международному Союзу экономистов- Генеральному Консультанту Экономического и Социального Совета ООН (президент – проф. Г. Попов, Москва, РФ), Всемирной ассоциации неотложной помощи и медицины катастроф WADEM (президент – д-р Д.Пиррос, Афины, Греция), Фонду Эдуарда Рейна (председатель – проф. Р.Гартц, Майен, Германия), Европейской правовой образовательной сети LEFIS (координатор – проф. Ф.Галиндо, Сарагоса, Испания), и многим другим организациям и лицам, также оказавшим стимулирующее и благотворное воздействие на создание новой философии кружева единых сетей .



*Отделение организационных структур и комплексных сетей
Международной академии информатизации*

Список основных источников

1. URL:<http://en.wiktionary.org/wiki/network> (дата обращения: 04.03.2011).
2. Капица С.П. Масштаб и смысл кризиса, его влияние на процессы модернизации// Научные Труды Вольного экономического общества России.- 2010. Т.140.-С.116-123.
3. Эйлер Л.. Письма Эйлера Т1: На различные темы натуральной философии, адресованные германской принцессе. – Изд-во Киссиджер ЛЛС, 2007.-388 с.
4. Кениг Д. Теория конечных и бесконечных графов. –Биркаузер Бостон,1990. -426 с.
5. Галиндо Ф., Карузо А., Россодивита А., Тихомиров А.А, Труфанов А.И., Шубников Е. В. Перестройка топологии комплексных сетей как стратегия защиты от комбинированных атак// Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: проблемы и решения.-М.: Инфориздат, 2010. - С. 102-106.
6. МакКарти К. ООН подрывает Форум управления Интернет. Уж эта глобальная бюрократия! Размещено 2011, 25 февраля- URL: http://www.theregister.co.uk/2011/02/25/united_nations_undermines_internet_governance_forum/(дата обращения: 04.03.2011).
7. <http://www.visualcomplexity.com/vc/> (дата обращения: 04.04.2011)
8. Галиндо Ф., Дмитриенко Н.В., Карузо А., Россодивита А., Тихомиров А.А., Труфанов А.И., Шубников Е.В. Моделирование сложных атак на комплексные сети// Безопасность информационных технологий. - 2010 .№3. -С.115-121 . -URL: http://www.pvti.ru/data/file/bit/bit_3_2010_23.pdf (дата обращения: 04.03.2011).



*Branch of Organizational structures and Complex networks ,
International Informatization Academy*

COMPREHENSIVE NETWORK LACE: Theoretic basement

**A.A.TIKHOMIROV,
Lomonosov Moscow State University, RF, Doctor of Science
alexei-tikhomirov@hotmail.com**

**A.I.TRUFANOV,
Irkutsk State Technical University,RF, Ph.D.
troufan@istu.edu**