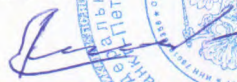


**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДАЮ

Председатель СПбНЦ РАН
академик



Ж. И. Алфёров



ОТЧЕТ

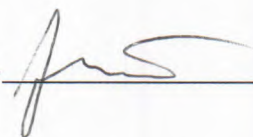
**о научно-исследовательской работе
РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ
КВАЛИМЕТРИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА
(промежуточный)**

по Государственному заданию СПбНЦ РАН в 2014–2016 гг. П.34.1

Этап 1

Научный руководитель

д.т.н. проф.



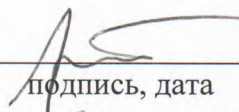
В.П. Заболотский

Санкт-Петербург

2014

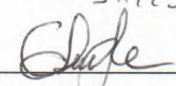
Список исполнителей

Руководитель темы, главный
научный сотрудник, доктор
технических наук профессор


подпись, дата
09.12.2014

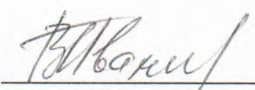
В.П. Заболотский

Ответственный исполнитель темы,
старший научный сотрудник,
кандидат технических наук


подпись, дата
09.12.2014


В.С. Блюм

Исполнитель темы, старший
научный сотрудник, кандидат
технических наук доцент


подпись, дата
09.12.2014

В.П. Иванов

Нормоконтролер


подпись, дата

Г.С. Боброва

РЕФЕРАТ

Отчет 70 с., 63 источника

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информатизация, информационное общество, информационная безопасность, состояние, развитие.

Объектом исследования является информатизация общества.

Целью НИР является: повышение эффективности управленческих решений процесса информатизации общества в результате применения квалиметрии при их выработке, ранжировки вариантов этих решений и обоснования рационального варианта в рамках заданного показателя их качества.

Данная цель достигается на основе исследования и разработки новых методов, математических моделей и алгоритмов комплексного анализа исходной информации, комплексного анализа и интерпретации хода информатизации общества с помощью выбранной и обоснованной системы показателей.

В отчете приведены результаты анализа современного состояния и развития информационного общества, показано, что информационное общество представляет собой одну из прогрессивных форм постиндустриального общества (очередной этап развития человечества), рассмотрены негативные последствия развития информационного общества и возникшие в результате проблемы информационной и информационно-психологическая безопасность, а также связь современных информационных технологий и национальной безопасности, включая формирование глобального информационного пространства и обеспечение информационной безопасности современного человека.

Исследованы возможности применения квалиметрических оценок и шкал качества в комплексном анализе информации и в управлении процессами информатизации общества.

Рассмотрены методологические основы построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества, а также вопросы разработки индексных квалиметрических оценок информатизации общества и квалиметрических оценок информатизации общества на основе метода условного показателя.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	12
Глава 1 Анализ подходов, методов и математических моделей, релевантных поставленной в исследовании задаче	13
1.1 Анализ современного состояния и развития информационного общества	14
1.2 Информационное общество – очередная форма постиндустриального общества (очередной этап развития человечества)	18
1.3 Методология, математические методы и модели прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации	25
1.3.1 Сущность подхода к прогнозированию состояния, хода и результатов информатизации	25
1.3.2 Математические модели с вероятностной структурой	27
1.3.3 Определение вариантов реализации сетевых моделей с вероятностной структурой	34
1.3.4 Основные этапы обработки результатов наблюдений процесса информатизации с применением сетевой модели наблюдаемого процесса	42
1.3.4.1 Выявление проводимых мероприятий комплекса по результатам наблюдений	44
1.3.4.2 Проверка непротиворечивости выявленных мероприятий комплекса и его сетевой модели	45
1.3.4.3 Определение реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий	48
1.3.4.4 Вычисление оценок сетевых параметров реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий	51
1.3.4.5 Определение текущего состояния и хода выполнения наблюдаемого комплекса мероприятий	52
Глава 2 Исследование возможности применения квалиметрических оценок и шкал качества в комплексном анализе информации и в управлении процессами информатизации общества	54
Глава 3 Разработка методологических основ построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества	60

3.1 Методологические основы построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества	60
3.2 Разработка индексных квалиметрических оценок информатизации общества	61
3.3 Разработка квалиметрических оценок информатизации общества на основе метода условного показателя	62
Заключение	64
Список использованных источников	66

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение 1. Информационная опасность – это:

– состояние окружающей среды или объекта, в котором существует возможность причинить объекту существенный ущерб или вред путем оказания воздействия на информационную сферу объекта;

– свойство объекта, характеризующее его способность наносить существенный ущерб какому-либо объекту путем оказания воздействия на информационную сферу этого объекта.

Определение 2. Информационная безопасность – это:

– состояние объекта, когда ему путем воздействия на его информационную сферу не может быть нанесен существенный ущерб или вред;

– свойство объекта, характеризующее его способность не наносить существенного ущерба какому-либо объекту путем оказания воздействия на информационную сферу этого объекта.

Определение 3. Информационная угроза – угроза объекту путем оказания воздействия на его информационную сферу, т.е.:

– намерение нанести (причинить) объекту существенный ущерб, путем оказания воздействия на его информационную сферу;

– информационная опасность, реализация которой становится весьма вероятной;

– фактор или совокупность факторов, создающих информационную опасность объекту. Такими факторами могут быть действия, поведение объектов, природные явления и т. д.

Определение 4. Информационная безопасность Российской Федерации – это состояние страны, в котором гражданам, объединениям и общественным группам граждан, обществу и государству не может быть нанесен существенный ущерб путем оказания воздействия на информационную сферу страны.

Определение 5. Информационная безопасность личности – это состояние человека, в котором его личности не может быть нанесено существенного ущерба путем оказания воздействия на окружающее человека информационное пространство.

Определение 6. Информационная безопасность общества – это состояние общества, в котором ему не может быть нанесен существенный ущерб путем воздействия на информационную сферу общества.

Определение 7. Информационная безопасность государства – это состояние государства, в котором ему не может быть нанесен существенный ущерб путем оказания воздействия на информационную сферу государства.

Определение 8. Информационная война – это действия, предпринимаемые для достижения информационного превосходства путем нанесения ущерба информационной сфере противника и обеспечении собственной информационной безопасности.

Определение 9. Информационный криминал – это действия отдельных лиц или групп, направленные на нанесение ущерба информационной сфере или ее использование в корыстных целях.

Определение 10. Информационный терроризм (кибертерроризм) – это особая форма насилия, представляющее собой сознательное и целенаправленное информационное воздействие или угрозу применения такого воздействия для принуждения правительства к реализации политических, экономических, религиозных и иных целей террористической организацией или отдельными террористами, сопровождаемое эмоциональным воздействием на общество для возбуждения в нем страха, панических настроений, потери доверия к власти и создания политической нестабильности.

Определение 11. Информационное общество – это такое общество, в котором: производство и потребление информации являются важнейшими видами деятельности, а информация признается наиболее значимым ресурсом; новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми технологиями и техникой, а информационная среда наряду с социальной и экологической – новой средой обитания человека.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ОПК – оборонно-промышленный комплекс.

ГИО – глобальное информационное общество.

ИБ – информационная безопасность.

ИКТ – информационно-коммуникационные технологии.

ИО – информационное общество.

ИР – информационный ресурс.

ИТКИ – информационно-телекоммуникационная инфраструктура.

ИТКТ – информационные и телекоммуникационные технологии.

МК – массовая коммуникация.

НОК – научно-образовательный комплекс.

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

ПК – персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение.

РИП – региональная информационная политика.

СВТ – средства вычислительной техники.

СМИ – средства массовой информации.

СМИ и МК – средства массовой информации и массовой коммуникации.

СНГ – Содружество независимых государств.

GIS (Global Information Society) – глобальное информационное общество

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$s, t, u, v, w, x, y, z, \dots$	Произвольные переменные
$i, j, k, l, m, n, r, s, \dots$	Целочисленные переменные
a, b, c, d, \dots	Параметры
$(a, b) = \{x : a < x < b\}$	Открытый интервал значений переменной x
$(a, b] = \{x : a < x \leq b\}$	Полуоткрытый слева интервал значений переменной x
$[a, b) = \{x : a \leq x < b\}$	Полуоткрытый справа интервал значений переменной x
$[a, b] = \{x : a \leq x \leq b\}$	Замкнутый интервал (отрезок) значений переменной x
$m = k(r)n \Leftrightarrow m = k, k + r, k + 2r, \dots, n$	Последовательность значений переменной m
$[m = k(r)n] = \{m : m = k, k + r, k + 2r, \dots, n\}$	Множество последовательных значений переменной m
$\{x\} = \{x : U(x)\}$	Множество значений переменной x ,
$\{x\} = \{x / U(x)\}$	удовлетворяющих условию (описанию) $U(x)$
$F_{\langle m \rangle}(x) = \langle f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x) \rangle^T$	Вектор – функция одного аргумента
$Y_{\langle m \rangle}(x) = \langle y_1(x), y_2(x), \dots, y_m(x) \rangle^T$	Единичная функция (единичный скачок)
$\Delta(t-a) = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq a \\ 1 & \text{при } t > a \end{cases}$	Дельта-функция
$\delta(t-a) = \Delta'(t-a) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = a+0 \\ 0 & \text{при } t \neq a+0 \end{cases}$	Знак конъюнкции высказываний
$A \wedge B$	Знак дизъюнкции высказываний
$A \vee B$	Знак импликации высказываний
$A \Rightarrow B$	Знак эквивалентности высказываний
$A \rightarrow B$	Квантор общности
$A \Leftrightarrow B$	Квантор существования
$(\forall x)U(x)$	Знак равенства
$(\exists x)U(x)$	Знак неравенства
$x = y$	Знак строгого неравенства
$x \neq y$	Знак строгого неравенства
$x < y$	Знак нестрогого неравенства
$x > y$	Знак нестрогого неравенства
$x \leq y$	Знак эквивалентности
$x \geq y$	Знак принадлежности элемента множеству
$x \sim y$	Знак непринадлежности элемента множеству
$x \in M$	Знак включения одного множества в другое
$x \notin M$	Знак строгого включения одного множества
$A \subseteq B$	
$A \subset B$	

$$(C = A \cap B) \sim (C = \{x : (x \in A) \wedge (x \in B)\})$$

$$(C = A \cup B) \sim (C = \{x : (x \in A) \vee (x \in B)\})$$

$$(C = A \setminus B) \sim (C = \{x : (x \in A) \wedge (x \notin B)\})$$

$$(D = A \times B) \sim (D = \{ \langle x, y \rangle : (x \in A) \wedge (y \in B) \})$$

$$\mathbf{B}_{[m,n]} = \left\| b_{ij} \right\|_m^n = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1j} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2j} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{i1} & b_{i2} & \dots & b_{ij} & \dots & b_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mj} & \dots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}_{[m]} = \mathbf{B}_{[m,n]} = \left\| b_{ij} \right\|_m^m$$

$$|\mathbf{B}| = |\mathbf{B}_{[m]}| = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mm} \end{vmatrix}$$

$$Y_{\langle n \rangle} = \left\| y_{ij} \right\|_n^1 = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle^T$$

$$Y_{\langle n \rangle}^T = \left\| y_{ij} \right\|_1^n = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle$$

$$\frac{dX_{\langle n \rangle}}{dt} = \frac{dX_{\langle n \rangle}(t)}{dt} = \begin{bmatrix} \frac{dx_1(t)}{dt} \\ \frac{dx_2(t)}{dt} \\ \dots \\ \frac{dx_n(t)}{dt} \end{bmatrix}$$

$$A \cap B$$

$$A \cup B$$

$$\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}, \dots$$

$$P(\hat{A}) = \text{Вер.} \hat{A}$$

$$U$$

$$P(\hat{A}/B) = \text{Вер.} \hat{A} \quad \text{при } B = U$$

$$\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}, \hat{t}, \hat{u}, \dots$$

$$F_{\hat{x}}(x) = P(\hat{x} < x)$$

в другое

Знак пересечения (произведения) множеств

Знак объединения (суммы) множеств

Знак дополнения (разности) множеств

Знак прямого произведения множеств

Матрица размерности $m \times n$ ($m \times n$ - матрица)

Квадратная матрица порядка m , т.е. матрица размерности $m \times m$

Определитель квадратной матрицы \mathbf{B}

n -мерный вектор-столбец

n -мерный вектор-строка

Производная вектора $X_{\langle n \rangle}$ по скаляру t

Произведение событий A и B

Сумма событий A и B

Случайные события

Безусловная (априорная) вероятность случайного события \hat{A}

Достоверное событие

Условная (апостериорная) вероятность события \hat{A} относительно события B

Случайные величины

Безусловная (маргинальная) функция распределения случайной величины \hat{x}

$$R_{\hat{x}}(x) = P(\hat{x} \geq x) = 1 - F_{\hat{x}}(x)$$

$$\varphi_{\hat{x}}(x) = F'_{\hat{x}}(x) = -R'_{\hat{x}}(x)$$

$$P_{\hat{z}}(z_i) = P(\hat{z} = z_i), \quad i = 1(1)n, n \in [1(1)\infty]$$

$$\bar{X}_{\langle n \rangle} = M[\hat{X}_{\langle n \rangle}] = \langle M_{\hat{x}_1}, M_{\hat{x}_2}, \dots, M_{\hat{x}_n} \rangle^{\circ}$$

$$D_{\hat{X}_{\langle n \rangle}} = \langle D_{\hat{x}_1}, D_{\hat{x}_2}, \dots, D_{\hat{x}_n} \rangle^T$$

Дополнительная функция распределения случайной величины \hat{x}

Безусловная (маргинальная) плотность распределения случайной величины \hat{x}

Ряд распределения дискретной случайной величины \hat{z}

Математическое ожидание случайного вектора $\hat{X}_{\langle n \rangle}$

Дисперсия случайного вектора $\hat{X}_{\langle n \rangle}$

* * *

ВВЕДЕНИЕ

Успешное решение задач информатизации, эффективность этого социально-техногенного процесса во многом зависят от качества и действенности научно-методического обеспечения информатизации. Как отмечено в [1,2], научные основы информатизации развиваются по двум направлениям. Первое направление – фундаментальные и прикладные исследования, связанные с созданием новых информационных средств и технологий. Второе направление связано с рассмотрением информатизации как нового самостоятельного объекта исследований.

В рамках второго направления можно выделить следующие приоритетные направления исследований информатизации: 1) формирование систем показателей оценивания развития информатизации общества, 2) методы и математические модели прогнозирования состояния информатизации, 3) методы и математические модели хода и результатов информатизации, 4) методики и алгоритмы прогнозирования состояния, темпов и хода информатизации, 5) методы и модели развития информационного общества и информационного пространства, 6) методы и модели обеспечения информационной безопасности.

Для решения задач в указанных направлениях используются разнообразные методы и модели. В их числе модели и методы теории массового обслуживания, методы сетевого планирования и управления, теории многоцелевой (многокритериальной) оптимизации, игровые модели и методы и др. Это не исключает разработку иных, более пригодных для данной предметной области методов.

Научно-методологические основы квалиметрии необходимы для научно-обоснованного оценивания состояния и перспектив развития объектов информатизации с помощью заданной системы показателей и последующего формирования исходных данных для их анализа и управления.

В связи с вышеизложенным тема научно-исследовательской работы является актуальной.

Целью НИР является: повышение эффективности управленческих решений процесса информатизации общества за счет квалиметрии при их выработке, ранжировки вариантов этих решений и обоснования рационального варианта в рамках заданного показателя их качества.

Данная цель будет достигнута на основе исследования и разработки новых методов, математических моделей и алгоритмов комплексного анализа исходной информации, комплексного анализа и интерпретации хода информатизации общества с помощью выбранной и обоснованной системы показателей.

В целом тема научно-исследовательской работы соответствует достигнутому отечественному и зарубежному уровню.

Глава 1. Анализ подходов, методов и математических моделей, релевантных поставленной в исследовании задаче

С конца 20-го века и до последнего времени наблюдается бурное развитие инфокоммуникационных технологий и расширение их влияния на экономическое, политическое и социальное развитие общества. Одним из результатов этого процесса явилось создание основ информационного общества [1,2]. На первых этапах формирования информационного общества оно в значительной мере связывалась с широким применением информационных технологий и поэтому сводилась в основном к технократической проблематике. В настоящее время активно развивается концепция общества знаний, которая, по мнению её идеологов, позволяет более всесторонне и целостно формировать взгляд на будущее человечества в ближайшей перспективе. Концепция общества знаний позволяет расширить понимание технологической составляющей общественного развития и учесть тот факт, что в двадцать первом веке, кроме информационных технологий, существенно возрастает роль нано-, био- и когнитивных технологий. Появилась необходимость в совместном рассмотрении информатизации с другими глобальными тенденциями развития общества, к которым относятся глобализация, устойчивое развитие, дальнейшая демократизация, построение гражданского общества и т.д.

За последнее десятилетие в мире произошел ряд событий глобального масштаба, оказавших существенное влияние на формирование общественного мнения в области информатизации. Среди этих событий следует особо выделить принятие в июле 2000 года странами «Большой восьмерки» «Окинавской хартии глобального информационного общества» и проведение Всемирного саммита (Всемирной встречи на высшем уровне) по информационному обществу (первый этап – 2003 г., Женева, второй этап – 2005 г., Тунис).

Определенные процессы в рассматриваемой области развивались в последние годы и в России. В январе 2002 года Постановлением Правительства РФ была утверждена Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002-2010 гг.)». В августе 2006 года Постановлением Правительства РФ в эту программу были внесены изменения, ориентирующие её в основном на развитие государственных информационных ресурсов и систем и формирование «электронного правительства» на всех уровнях. В июле 2006 года был принят Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» взамен закона «Об информации, информатизации и защите информации» от 1995 года. В июле 2006 года Правительством Российской Федерации была одобрена «Концепция региональной информатизации до 2010 года». Следует заметить, что на региональном уровне два аналогичных официальных документа были приняты еще в 1994 и 1999 годах. Это Концепция информатизации Санкт-Петербурга (утверждена Правительством Санкт-Петербурга 22.12.1993 г.) и Стратегия

перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу (утверждена Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 16.08.1999 г.).

В июле 2007 года Совет Безопасности РФ одобрил на своем заседании «Стратегию развития информационного общества в Российской Федерации», которая была утверждена Президентом В.Путиным 7 февраля 2008 г., №Пр-212.

В конце 2007 года в Правительство РФ была представлена Концепция формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года. Эта концепция основывается на Концепции использования информационных технологий в деятельности федеральных органов государственной власти до 2010 года (распоряжение Правительства РФ от 27.09.2004 г.) и на Концепции административной реформы в Российской Федерации (распоряжение Правительства РФ от 25.10.2005 г.).

Важным этапом в формировании общественного мнения и государственной политики по отношению к информатизации и информационному обществу стала работа, проведенная по инициативе и с участием соответствующих комитетов Государственной Думы и Федерального Собрания по разработке Концепции государственной информационной политики Российской Федерации. Концепция была одобрена на заседаниях Комитета Государственной Думы по информационной политике и связи (15 октября 1998 г.) и Постоянной палаты по государственной информационной политике Политического Консультативного совета при Президенте РФ (21 декабря 1998 г.).

Принятие и обсуждение указанных и ряда других документов федерального и регионального уровней позволили активизировать конкретную деятельность по дальнейшему развитию информатизации в стране. Так, в частности, началась массовая компьютеризация школ, существенно улучшились показатели (индексы) уровня информатизации России и многих ее регионов, фактически сформировалась российская индустрия программных средств, интенсивно развиваются элементы электронного правительства разных уровней и т.д.

Отмеченные выше, а также и другие факторы и процессы, сопровождающие информатизацию и развитие информационного общества не должны оставаться без пристального внимания и научного исследования. При этом первоочередной и крайне важной задачей для выбора путей развития человеческого общества в настоящее время является научно обоснованный анализ современного состояния информационного общества и перспектив его развития.

1.1 Анализ современного состояния информационного общества

Основным содержанием развития человечества на рубеже третьего тысячелетия считается переход к информационному обществу, в котором определяющая роль принадлежит информации.

Информация превратилась в стратегический ресурс, первичным становится не стоимость труда и естественных ресурсов, а стоимость знаний. Инфраструктуру общества формируют способы и средства сбора, обработки, хранения и распределения информации. Происходит серьезное перераспределение трудовых ресурсов: значительная часть трудоспособного населения (до 80%) вовлекается в новую сферу экономики – информационную отрасль. Так уже к началу 80-х годов в США в информационной сфере было занято 60% всех работающих.

Учитывая, что Россия отстает в развитии информационного общества от развитых стран, Министерство связи и массовых коммуникаций РФ (Минкомсвязь России) обеспечило разработку государственной программы «Информационное общество (2011–2020)», которая была одобрена распоряжением Правительства РФ №1815-р от 20 октября 2010 года, а её новая редакция, разработанная в связи изменившимся подходом государства к бюджетированию и долгосрочным госпрограммам, – распоряжением Правительства РФ №2161-р от 2 декабря 2011 года.

Госпрограмма охватывает все отрасли и сферы деятельности, она должна повысить прозрачность и управляемость, обеспечить устойчивость и конкурентоспособность экономики страны в целом. Главные направления – создание электронного правительства, преодоление цифрового неравенства, развитие новых технологий связи. Основной принцип программы: результаты должны приносить реальную, ощутимую пользу людям, а повышение качества жизни должно выражаться в простых и доступных сервисах, которыми граждане пользуются почти ежедневно: запись на прием к врачу через интернет, оплата штрафов с мобильного телефона, недорогой широкополосный доступ. Ответственным исполнителем программы определено Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

К 2020 году в соответствии с госпрограммой планируется увеличить долю населения, пользующуюся электронными госуслугами, с 11% (показателя 2010 года) до 85%.

Объективной закономерностью развития информационного общества, необходимым условием его движения вперед и технологической основой этого процесса является информатизация, игнорирование которой не позволит своевременно и эффективно решать проблемы, возникшие и постоянно возникающие на современном этапе его развития, включая социальные, экологические, экономические и другие, от решения которых зависит не только судьба общества, но и само существование человечества.

В то же время успешное решение задач информатизации, эффективность этого социально-техногенного процесса существенным образом зависят от качества и действенности научно-методического сопровождения информатизации, от состояния фундаментальных исследований и научно-технических разработок, в первую очередь в области вычислительной техники, средств телекоммуникаций и информационных технологий.

В настоящее время научные основы информатизации развиваются в двух направлениях. Первое направление – фундаментальные и прикладные исследования, связанные с созданием новых информационных средств и технологий. Теоретическую основу этого направления формирует современная междисциплинарная наука (комплекс наук) об информации и информационных взаимодействиях в природе и обществе – информатика. В значительной мере развитие информатики связано с появлением и стремительным развитием компьютеров. Компьютер сегодня является одним из основных объектов изучения в информатике в двух аспектах, связанных с применением компьютеров для получения новых фундаментальных результатов и созданием элементов вычислительной техники, принципов построения вычислений и разработки перспективных компьютеров. Оба этих аспекта достаточно активно развиваются, в частности, в институтах Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации Российской академии наук.

Второе научное направление, связано с рассмотрением информатизации как нового самостоятельного объекта исследований. Эти исследования направлены, по существу, на создание и развитие теоретических основ информатизации и информационного общества. Данное направление находится еще в стадии формирования. Идет процесс накопления идей, подходов, отдельных методов, методик, моделей.

Информатизация – всеобщий и неизбежный период развития человеческой цивилизации, период освоения информационной картины мира, осознания единства законов функционирования информации в природе и обществе, практического их применения. Сегодня информатизация – это глобальный процесс, связанный с кардинальным изменением характера мирового экономического и социального развития, с переходом к наукоемкому производству и новым видам информационного обмена. Этот процесс воздействует на большинство сфер деятельности человека, существенно меняя при этом само мировое сообщество, социально-экономические отношения в нем, уровень и качество жизни всех членов общества. Информатизация создает не просто новые условия труда и жизни – она создает новую среду обитания, новый тип отношений человека с миром и, в конечном счете, новую ступень цивилизации – информационное общество.

Опыт последних десятилетий двадцатого и начала двадцать первого веков убедительно показал, что сложнейшие проблемы, возникающие перед мировым сообществом, требуют все более совершенных инструментов их анализа и все более достоверного прогнозирования последствий деятельности, направленной на разрешение этих проблем. Деятельность человека стала столь масштабной, а изменения, происходящие в биосфере под влиянием этой деятельности, столь велики и стремительны, что природа оказывается неспособной скомпенсировать или нейтрализовать негативные последствия человеческой деятельности, а сам человек в силу конкретно-исторической ограниченности своего разума не всегда может даже как следует

осознать эти последствия и тем более принять необходимые меры для их предотвращения, нейтрализации и ликвидации. Возникшая ситуация получила название «кризиса цивилизации», и этот кризис включает весь комплекс антропогенных глобальных кризисов.

Так как кризис цивилизации вызван неспособностью интеллекта любого отдельного индивидуума и даже отдельных групп индивидуумов решить проблему выживания ввиду беспрецедентно большой сложности данной задачи за те сроки, которые ему определены динамикой развития цивилизации и периодом активной жизни индивидуума – а решение сложных задач и есть прерогатива интеллекта – то единственный практически осуществимый путь преодоления кризиса цивилизации состоит в объединении интеллекта индивидуумов в единый коллективный разум вплоть до планетарного масштаба и существенном усилении мощи интеллекта человека, кардинальном увеличении интеллектуальных способностей и возможностей человеческого мозга, его творческой продуктивности [3]. В настоящее время известна и практически реализуется одна из возможностей кардинального повышения интеллекта человечества до уровня, достаточного для решения стратегической задачи выживания и развития цивилизации на гуманистической основе и, в конечном итоге, – становления ноосферы. Эта возможность появилась в результате информатизации. Поэтому информатизация представляет собой категорический императив, т.е. решительное, безусловное повеление, настоятельное требование современной эпохи. В развернутом виде данный императив формулируется как «выживание через интенсификацию интеллекта, интенсификация интеллекта через информатизацию общества» [4].

Это вовсе не означает, что информатизация – это единственный путь, ведущий к решению проблемы выживания. Но в настоящее время это единственный реально осуществляемый путь решения данной проблемы, который, в то же время, создает возможность поиска других путей решения проблемы выживания, так как позволяет если не предотвратить, то отодвинуть сроки наступления глобальных антропогенных катастроф и повысить эффективность самого поиска.

В социальной сфере взаимосвязь и взаимообусловленность экономических, правовых, социальных, культурных и технологических факторов в становлении информационного общества проявляется в глобализации экономики, либерализации правил регулирования информационного и телекоммуникационного рынков, в технологической и организационной конвергенции, формировании новых требований к работникам и организации делового процесса, в изменениях в информационном законодательстве, повышении роли государственного регулирования и международного сотрудничества [5,6].

Экономическую основу информационного общества составляют отрасли информационной индустрии (телекоммуникационная, компьютерная, электронная, аудиовизуальная и т.д.), которые переживают процесс технологической конвергенции и корпоративных слияний, развиваются

наиболее быстрыми темпами, оказывают воздействие на все отрасли экономики и конкурентоспособность стран на мировой арене. Происходит интенсивный процесс формирования мировой «информационной экономики», заключающийся в глобализации информационных, информационно-технологических и телекоммуникационных рынков, возникновении мировых лидеров информационной индустрии, превращении «электронной торговли» по телекоммуникациям в средство ведения бизнеса.

Правовой основой информационного общества служат законы и нормативные акты, регламентирующие права человека на доступ к информационным ресурсам, технологиям, телекоммуникациям, защиту интеллектуальной собственности, неприкосновенность личной жизни, свободу слова, информационную безопасность. Информационная безопасность общества и личности приобретает новый статус, превращаясь из чисто технологической проблемы в социальную, от решения которой зависит устойчивое развитие человечества.

Технологической основой информационного общества являются телекоммуникационные и информационные технологии, которые стали лидерами и катализаторами технологического прогресса, неотъемлемым элементом любых современных технологий, порождают экономический рост, создают условия для свободного обращения в обществе больших массивов информации и знаний, приводят к существенным социально-экономическим преобразованиям и, в конечном счете, к становлению информационного общества.

1.2 Информационное общество – очередная форма постиндустриального общества (очередной этап развития человечества)

Впервые понятие «информационное общество» появилось во второй половине двадцатого века. Данный термин был использован в Японии в 1966 году в докладе группы по научным, техническим и экономическим исследованиям, в котором утверждалось, что информационное общество представляет собой общество, в котором имеется в изобилии высокая по качеству информация, а также есть все необходимые средства ее распределения.

По современным воззрениям информационное общество – это такое общество, в котором: производство и потребление информации являются важнейшими видами деятельности, а информация признается наиболее значимым ресурсом; новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми технологиями и техникой, а информационная среда наряду с социальной и экологической – новой средой обитания человека.

Основными отличительными признаками информационного общества являются [6,7]:

- информационная экономика;
- высокий уровень информационных потребностей всех членов общества и фактическое их удовлетворение для основной массы населения;

- высокая информационная культура;
- свободный доступ каждого члена общества к информации, ограниченный только информационной безопасностью личности, общественных групп и всего общества.

Информационное общество характеризуют:

- единое информационное пространство;
- доминирование в экономике новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании сетевых информационных технологий, перспективных средств вычислительной техники и телекоммуникаций;
- ведущая роль информационных ресурсов в обеспечении устойчивого поступательного развития общества;
- возрастание роли телекоммуникационной инфраструктуры в системе производства и усиление тенденций к совместному функционированию в экономике информационных и денежных потоков;
- фактическое удовлетворение потребностей общества в информационных продуктах и услугах;
- высокий уровень образования, обусловленный расширением возможностей систем информационного обмена на международном, национальном и региональном уровнях и, соответственно, повышенная роль квалификации, профессионализма и способностей к творчеству как важнейших характеристик труда;
- высокая значимость проблем обеспечения информационной безопасности личности, общества и государства, наличие эффективной системы обеспечения прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации.

Глобальное информационное общество формируется локально и в разных странах этот процесс идет с различной интенсивностью и своими особенностями. Однако, движение к информационному обществу – это общая тенденция как для развитых, так и для развивающихся стран.

Основоположником современных воззрений на формирование информационного общества следует считать В.И. Вернадского, который в своих работах положил начало учению о ноосфере – новом геологическом состоянии биосферы Земли, в котором человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой, и своим трудом и разумом преобразует биосферу в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого [8]. Учение о ноосфере было развито французским ученым Ле-Руа [9], советскими и российскими учеными Н.Н. Моисеевым [3,10-12], А.И. Ракитовым [13,14], А.Д. Урсулом [15-17] и др. [6,18-24]. При этом в упомянутых трудах советских и российских ученых преобразование биосферы в ноосферу непосредственно связывалось с информатизацией и формированием информационного общества. В этих работах

затрагивались, в основном, философские аспекты информатизации, которые способствовали осмыслению целей и выработке концептуальных основ информатизации.

Отсчетной точкой перехода от Индустриального к Информационному обществу можно считать 1991 г. когда инвестиции в информационные технологии стали сравнимы и даже превысили капиталовложения в производственные технологии в США (они составили 112 и 107 млрд. долл. соответственно). В настоящее время информационные ресурсы составляют большую часть национального богатства. Информация превратилась в ведущий предмет и средство труда, она овеществлена во всех факторах и продуктах общественного производства. Поэтому она выступает как составная часть ВВП, интегрируется со всеми другими экономическими ресурсами, определяет эффективность всех остальных факторов и само существование различных производств и видов бизнеса.

Проблемы формирования постиндустриального общества и, как одной из его форм – информационного общества, рассматривались в работах [25–39]. В них философская технократическая мысль второй половины двадцатого века раскрывала широкие перспективы, которые откроются перед человеческим обществом в результате научно-технического прогресса. Постиндустриализм Д. Белла, «третья волна» цивилизации, о которой говорил Э. Тоффлер, и информационное общество, предсказанное Й. Масудой, – эти и другие концепции развития общества, изложенные в перечисленных трудах, опирались на революционную роль новых технологий, которые впоследствии получили название информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Однако вместе с огромными преимуществами и возможностями социальных и прочих преобразований развитие новых технологий принесло с собой и новые проблемы, о существовании которых в рассматриваемых работах даже не предполагалось.

Для более полного оценивания и повышения достоверности получаемых оценок желательно проводить анализ развития информационного общества с разных позиций и различными способами, тем более, что к настоящему времени разработано несколько подходов к такому анализу, дающих достаточно приемлемые оценки.

Уровень развития информационного общества может быть проанализирован с помощью Веб-индекса, разработанного Фондом World Wide Web Foundation, возглавляемым Тимоти Джон Бернерс-Ли (Timothy John "Tim" Berners-Lee), и представленного общественности в сентябре 2012 года. Первый индекс рассчитывался для 61 страны. Результаты расчетов приведены в таблице 1.1 [40].

В дальнейшем Фонд World Wide Web Foundation предполагает оценивать степень развития информационного общества в странах с помощью Веб-индекса ежегодно, а количество стран увеличить до 100 и более.

Таблица 1.1. Веб-индекс (Overall scores) развития информационного общества и ранг оцениваемых стран

Rank	Country	Web Index	Impact	Economic	Political	Social	Readiness	Communications	Institutional	The Web	Use	Content
1	Sweden	100	100	89.36	100	98.5	96.76	97.11	93.61	82.02	78.67	73.66
2	United States of America	97.31	91.07	81.14	92.54	89.13	94.98	82.57	100	100	87.01	100
3	United Kingdom	93.83	87.86	88.28	78.85	86.42	94.07	92.33	92.51	94.69	80.25	97.24
4	Canada	93.42	90.64	84.56	75.94	100	84.17	81.03	84.57	92.22	83.39	88.61
5	Finland	91.88	86.44	79.3	87.29	83.26	95.78	90.65	96.17	88.53	89.27	74.32
6	Switzerland	90.49	83.55	98.36	70.84	72.82	94.85	96.94	90.83	92.18	97.3	72.26
7	New Zealand	89.15	83.66	68.16	82.0	91.05	90.66	78.74	95.85	89.07	77.1	89.64
8	Australia	88.44	83.91	69.6	81.77	90.61	88.12	82.35	89.75	87.08	75.39	87.65
9	Norway	87.76	83.59	77.79	72.14	90.95	93.43	94.83	89.99	80.26	80.28	68.25
10	Ireland	87.42	84.45	100	65.82	78.29	84.48	76.82	87.68	83.61	75.98	80.0
11	Singapore	86.14	77.92	69.69	95.33	62.06	93.55	99.42	87.3	90.99	77.87	92.6
12	Iceland	86.10	76.67	67.1	65.93	88.08	100	100	96.72	89.3	100	63.31
13	Korea, Republic of	81.06	82.38	71.94	85.82	80.61	78.06	85.44	72.55	65.56	59.29	63.29
14	France	78.93	78.82	78.88	75.13	74.4	73.95	80.35	69.49	70.67	62.93	69.29
15	Israel	78.53	77.15	77.24	80.17	66.85	77.34	76.53	77.03	71.27	65.31	67.72
16	Germany	74.87	67.23	72.36	54.3	68.58	81.01	85.63	76.9	83.09	81.05	73.03
17	Portugal	72.33	66.68	52.58	73.67	67.79	73.66	71.35	72.88	79.2	73.27	74.31
18	Spain	72.12	66.97	63.4	72.62	59.45	79.18	73.85	81.49	72.4	63.62	71.96
19	Chile	69.55	71.82	63.59	76.91	68.31	65.86	61.23	69.18	55.81	43.58	62.1
20	Japan	68.56	64.5	69.15	42.62	74.99	71.24	80.19	65.48	70.4	58.46	73.98
21	Qatar	60.75	62.43	69.15	41.27	70.67	64.16	70.66	60.7	46.06	52.37	32.24
22	Mexico	57.68	58.57	47.13	70.25	54.32	48.95	50.04	50.53	57.25	40.87	68.17
23	Italy	56.45	48.6	42.39	47.33	53.08	67.22	70.76	65.29	68.19	66.52	60.11
24	Brazil	56.3	57.96	56.23	48.21	64.41	56.62	58.01	57.18	46.01	36.37	50.86
25	Poland	54.84	46.01	50.99	37.55	47.1	66.04	65.74	66.64	70.02	63.22	67.64
26	Colombia	53.86	55.75	41.23	66.34	55.86	50.24	49.55	52.79	47.15	38.46	50.71
27	Turkey	53.7	54.46	45.98	51.05	62.01	55.23	57.54	55.36	46.25	39.12	48.14
28	Kazakhstan	53.46	51.36	45.23	51.7	53.82	44.99	54.88	41.5	64.16	54.83	65.7
29	China	51.72	55.04	53.27	32.27	73.98	45.55	58.0	40.39	43.34	33.67	48.67
30	Tunisia	50.68	54.06	46.62	49.31	61.92	45.5	56.75	41.1	41.61	31.44	47.8
31	Russian Federation	47.29	43.79	38.49	56.86	35.1	47.71	61.2	41.67	57.16	45.1	63.05
32	Philippines	46.81	48.37	48.98	33.56	58.95	48.26	47.41	51.12	39.39	34.64	39.61
33	India	46.58	51.08	62.19	41.06	46.99	44.14	44.58	46.64	33.0	19.88	44.05
34	Indonesia	46.29	47.63	43.17	42.11	54.55	57.35	48.05	64.52	31.41	17.0	41.33
35	Jordan	44.52	46.65	44.67	39.12	53.25	50.95	58.36	48.36	31.75	28.25	31.74
36	South Africa	44.49	46.86	45.3	34.17	57.76	49.61	50.9	50.98	32.1	18.51	43.83

Rank	Country	Web Index	Impact	Economic	Political	Social	Readiness	Communications	Institutional	The Web	Use	Content
37	Thailand	43.83	47.11	42.52	51.9	44.77	43.26	38.0	49.43	33.61	26.23	37.84
38	Argentina	42.14	39.72	44.65	27.04	45.8	57.1	56.79	58.67	37.78	35.39	35.49
39	Egypt	41.05	49.67	31.34	69.02	46.35	22.29	51.33	7.48	30.16	22.75	34.98
40	Venezuela, Bolivarian Republic of	39.72	38.68	30.49	33.15	50.64	45.37	44.43	48.61	39.79	36.35	38.4
41	Mauritius	36.67	34.44	44.46	20.09	38.23	56.95	58.87	57.13	29.08	27.95	26.74
42	Kenya	32.84	37.35	49.45	33.12	29.4	29.32	23.43	37.39	25.25	17.74	30.99
43	Ecuador	32.32	33.24	39.38	31.45	29.34	41.78	46.52	41.86	25.41	18.23	30.75
44	Pakistan	27.99	30.37	31.02	26.99	33.56	22.28	39.27	16.82	31.07	18.88	41.33
45	Ghana	27.68	27.35	26.89	19.37	36.32	34.96	31.31	41.01	28.5	22.91	31.46
46	Senegal	25.38	31.09	40.47	31.14	22.83	32.14	34.02	35.04	7.69	8.36	6.71
47	Viet Nam	24.32	24.86	35.42	11.86	28.57	28.14	53.77	16.64	26.52	24.99	25.05
48	Nigeria	23.57	28.86	19.95	30.48	36.64	18.64	24.33	20.63	18.11	20.28	13.68
49	Uganda	20.25	21.75	18.73	24.83	23.91	22.54	18.14	30.42	22.14	13.96	29.17
50	Morocco	19.39	21.05	16.91	13.82	33.86	23.25	45.75	11.33	19.75	29.87	5.75
51	Tanzania, Republic of	18.64	23.47	17.22	29.97	25.22	18.62	13.44	27.41	12.24	11.16	12.58
52	Nepal	18.37	21.59	21.45	16.59	28.52	12.23	12.01	18.6	22.69	18.16	25.37
53	Cameroon	15.1	19.81	17.87	23.07	21.16	18.11	16.3	24.84	7.76	8.48	6.72
54	Mali	13.67	20.82	27.41	21.42	16.47	11.88	11.35	16.67	3.03	0	7.14
55	Bangladesh	13.60	19.69	16.44	8.38	35.65	14.98	26.1	13.97	3.7	1.62	6.6
56	Namibia	13.57	13.24	16.66	0.39	25.49	33.55	35.42	36.3	8.6	5.39	12.02
57	Ethiopia	10.89	19.69	17.62	24.05	20.16	4.37	4.06	11.65	0	0.7	0.24
58	Benin	10.43	12.26	15.83	4.92	19.5	22.25	19.43	29.16	6.61	6.47	6.76
59	Burkina Faso	8.51	15.49	18.0	12.23	19.41	0.44	0	8.23	5.83	3.14	9.09
60	Zimbabwe	1.94	6.66	18.08	0	6.92	0	2.98	5.7	3.78	7.39	0
61	Yemen	0	0	0	6.5	0	4.1	22.04	0	12.77	10.38	14.56

При расчете веб-индекса учитывались средства связи, материально-техническая база научно-исследовательских учреждений, контент веб-сайтов, пользование Интернет, политическое, экономическое и социальное влияние Сети.

По величине Веб-индекса в тройку мировых лидеров вошли Швеция (показатель 100), США (показатель 97,31) и Великобритания (показатель 93,83). Замыкают список Буркина-Фасо, Зимбабве и Йемен. России заняла 31 место с показателем 47,29, между Тунисом и Филиппинами, практически ровно посередине общего списка. Наиболее развитой Россия оказалась в части политического влияния Интернет – 22 место, наименее развитой – по социальному влиянию (44 место).

Согласно данным Веб-индекса, ныне на Земле один человек из трех пользуется Интернетом. Данный индекс также показывает, что в 30% исследуемых стран власти вводят строгие

ограничения доступа к веб-сайтам. По данным Фонда, главными барьерами для пользования сетью являются цензура и высокие цены на подключение к Интернету. У лидера рейтинга – Швеции – исследователи отметили парадокс: 91% шведов имеют доступ в Интернет, но в сравнении с другими им доступно относительно мало информации.

У США, занявших второе место, авторы рейтинга отметили недостатки в коммуникационной инфраструктуре: меньший процент домохозяйств имеют компьютеры, чем в таких странах, как Канада, Ирландия, Японии и Норвегия. В США также медленней доступ в Интернет, чем в таких странах, как Исландия, Швеция и Сингапур. Первое место США заняли по содержанию и использованию Сети, качеству и полезности официальных сайтов государственных служб в оказании услуг населению, согласно Индексу оказании государственных услуг онлайн (Government Online Services Index), публикуемому ООН.

У Англии, занявшей третье место, исследователи отметили большую скорость доступа в Интернет, нежели в США – 166,073 Mbits/сек, против 47,174 Mbits/сек. В последнем (по времени) индексе ООН электронных правительств Англия получила высокую оценку в 0,974. У занявшей 5-е место в рейтинге Финляндии исследователи отметили второй после Швеции уровень использования Интернет – 89% населения в возрасте от 16 до 74 лет, причем трое из четырех граждан ходит в Интернет ежедневно.

Хорошим примером системного подхода к анализу социальных последствий информатизации является таблица Хессига “Последствия информатизации в зеркале общественности” [41,42]. Данная задача осложняется тем, что в разных странах и регионах развитие информационного общества происходит в несовпадающих формах, с различной скоростью и размахом. На это развитие накладываются политические потрясения, национальные и социальные конфликты, крушения ценностных ориентации, девальвация идеологии, распад социально-исторических идеалов, углубляющийся разрыв между поколениями, изменения политической географии общества. В этих условиях точный расчет, гарантирующий надежность прогнозирования, практически не может быть выполнен.

Таблица 1.2. (Таблица Хессига.) Последствия информатизации в зеркале общественности

Положительные последствия	Отрицательные последствия
<i>Культура и общество</i>	
Свободное развитие индивида	"Автоматизация" человека
Информационное общество	Дегуманизация жизни
Социализация информации (1)	Технократическое мышление
Коммуникативное общество	Снижение культурного уровня (3)
Преодоление кризиса цивилизации (2)	Лавина информации Элитарное знание (поляризация) (4) Изоляция индивида (5)

Положительные последствия	Отрицательные последствия
<i>Политика</i>	
Расширение свобод	Снижение свобод
Децентрализация	Централизация
Выравнивание иерархии власти (6)	Государство – "надзиратель" (7)
Расширенное участие в общественной жизни	Расширение государственной бюрократии Усиление власти благодаря знаниям Усиление манипуляции людьми
<i>Хозяйство и труд</i>	
Повышение продуктивности. Рационализация	Все возрастающая сложность жизни
Повышение компетентности (8). Увеличение богатства	Обострение промышленного кризиса
Преодоление кризиса	Концентрация
Экономия ресурсов	Подверженность кризисам
Охрана окружающей среды	Стандартизация
Децентрализация промышленности	Массовая безработица
Новая продукция	Новые требования к мобильности трудящихся
Улучшение качества	Дегуманизация труда
Диверсификация продукции	Стрессы
Новые профессии и квалификации (9)	Деквалификация. Исчезновение многочисленных профессий
<i>Международные отношения</i>	
Национальная независимость (10)	Усиление взаимозависимости
Появляется шанс на развитие у стран "третьего мира"	Технологическая зависимость. Обострение отношений Юга-Запада
Улучшение обороноспособности страны	Уязвимость. Усиление опасности новой войны из-за обновления военных систем

Примечания к таблице Хессига:

1. «Социализация информации» – увеличение степени направленности информации на социальную сферу;

2. «Преодоление кризиса цивилизации» – решение проблемы устойчивого развития цивилизации в целом;

3. «Снижение культурного уровня» – резкое увеличение числа людей, являющихся механическими потребителями предоставляемой информации.

4. «Элитарное знание» – опасность огромной поляризации знаний в обществе, накоплении их в узком, “верхнем” общественном слое – элите;

5. «Изоляция индивида» – отсутствие потребности знать своих коллег, соседей и родственников;

6. «Выравнивание иерархии власти» – вовлечение большего числа людей в политику, повышение ими социального статуса;

7. «Государство-надзиратель» – левиафан, контроль не только поведения, но и мыслей людей;

8. «Повышение компетентности» и как альтернатива этому – «деквалификация». Информатизация предоставляет человеку новые возможности как для повышения его компетентности, так и для деквалификации;

9. «Новые профессии и квалификации» – появление новых, более интеллектуальных профессий не должно исключать сохранение информации не только об исчезающих технологиях, но и о социальных структурах, обеспечивавших их реализацию (типе людей, их отношениях, менталитете). С другой стороны, возможно исчезновение многочисленных профессий;

10. «Национальная независимость» – уровень развития информатизации, интеллекта нации позволяет государствам выходить на позиции национальной независимости.

Таблица Хессига дает хорошее представление о спектре позитивных и негативных последствий информатизации. В истории каждой страны, вступающей на путь развития информационного общества, будут встречаться и те и другие последствия, сочетаясь в различных пропорциях в зависимости от конкретных условий.

1.3 Методология, математические методы и модели прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации

1.3.1 Сущность подхода к прогнозированию состояния, хода и результатов информатизации

Информатизация является сложным многоаспектным социальным, технико-технологическим процессом, затрагивающим все стороны жизни и деятельности человека и включающим множество различных мероприятий с разнообразными связями между ними. Ни состав мероприятий, ни связи между ними обычно заранее не известны. Следовательно, при оценивании и прогнозировании состояния, хода и результатов информатизации данный процесс может быть отнесен к классу стохастических (случайных) процессов со стохастической (вероятностной) структурой. Данные об информатизации, на основании которых составляются оценки и прогнозы ее состояния, хода и результатов, независимо от их природы и способов получения можно рассматривать как результаты прямых или косвенных наблюдений за данным процессом, получение указанных выше оценок и прогнозов – как обработку результатов наблюдений за сложным комплексом мероприятий с вероятностной структурой, а задачу оценивания и прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации – как частный случай решения более общей задачи – обработки результатов наблюдений сложного процесса с вероятностной структурой [1].

Такой подход, в основу которого положен принцип погружения, когда частная задача погружается в более общую, разрабатывается способ решения общей задачи, решается общая задача этим методом, а затем решение частной задачи находится как частный случай общего

решения для конкретных исходных данных, был использован при разработке рассматриваемого метода оценивания и прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации.

Поэтому дальнейший материал данного раздела будет посвящен изложению такого общего метода, а именно – метода обработки результатов наблюдений сложного стохастического процесса с применением сетевой модели наблюдаемого процесса и методике применения этого метода для решения задачи оценивания и прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации.

Среди основных задач обработки результатов наблюдений любого процесса важнейшее место занимают следующие задачи:

- ◆ выявление и идентификация наблюдаемого процесса по данным наблюдения;
- ◆ определение текущего состояния, а также хода наблюдаемого процесса в прошлом;
- ◆ прогнозирование развития наблюдаемого процесса в будущем.

Наиболее сложно указанные задачи решаются при наблюдении целенаправленных процессов, представляющих собой комплексы большого количества разнообразных мероприятий (операций, работ) с большим числом связей между ними. При этом входящие в комплексы мероприятия сами, в свою очередь, могут быть представлены в виде комплексов большого числа различных и взаимосвязанных между собой мероприятий, и такая декомпозиция комплексов может быть доведена до любого требуемого уровня детализации декомпозируемых комплексов. Комплексы, обладающие указанными выше свойствами, далее будем называть сложными.

Трудности решения задач обработки результатов наблюдения сложных комплексов обусловлены как природой самих комплексов, так и свойствами системы наблюдения, определяющими полноту и достоверность данных наблюдения, а также оперативность их получения и обработки.

Одним из способов обеспечения требуемого качества решения перечисленных задач обработки результатов наблюдений сложных комплексов мероприятий, особенно при недостаточной полноте и достоверности информации, содержащейся в результатах наблюдений, является использование структурных моделей, а именно, сетевых моделей наблюдаемых комплексов, в процессе обработки полученных результатов наблюдений.

Применение сетевых моделей при обработке результатов наблюдений сложных комплексов позволяет за счет учета структуры наблюдаемых комплексов более полно извлекать из результатов наблюдений содержащуюся в них информацию, отбраковывать недостоверные и выявлять наиболее информативные результаты наблюдений, а также определять те недостающие результаты наблюдения, которые могут нести информацию, необходимую для решения задач обработки с требуемым уровнем качества.

В зависимости от условий проведения и требований к результатам выполнения наблюдаемого комплекса мероприятий он может иметь различный состав включаемых мероприятий и связей между ними. Это означает, что данный комплекс обладает переменной структурой. Каждый возможный состав мероприятий, включенных в комплекс, а также связей между ними характеризует конкретный вариант структуры комплекса. Множество таких вариантов не более чем счетно. При большом количестве вариантов их можно объединить в классы, подклассы, виды, подвиды и т.д., число которых всегда может быть выбрано конечным и не слишком большим.

Если для каждого варианта структуры можно задать вероятность его осуществления, то такие структуры будем называть вероятностными структурами, а комплексы, обладающие такими структурами – комплексами мероприятий с вероятностной структурой. В дальнейшем будут рассмотрены только такие комплексы.

Для каждого варианта структуры комплекса мероприятий с вероятностной структурой можно построить сетевую модель (сеть). Так как при этом любой вариант имеет детерминированную структуру, то сетевые модели вариантов комплекса с вероятностной структурой будут сетями с детерминированной структурой. Поэтому, хотя полная сетевая модель комплекса мероприятий с вероятностной структурой, включающая все варианты структуры комплекса будет сетью с вероятностной структурой, при ее построении и анализе возможно использование способов построения и анализа детерминированных сетей в качестве базовых элементов. В предлагаемых ниже способах построения и анализа сетевых моделей с вероятностной структурой данная возможность используется достаточно полно, что позволяет повысить эффективность данных способов и упрощает их применение.

Так как рассматриваемый метод базируется на применении сетевых моделей с вероятностной структурой, то следует более подробно остановиться на этих моделях.

1.3.2 Математические модели с вероятностной структурой

Математические модели с вероятностной структурой достаточно полно предоставляют сетевые модели с вероятностной структурой, поэтому рассмотрим их в первую очередь.

Определение 1.3.1. Сетевой моделью (сетью) G называют ориентированный граф с заданной на нем функцией.

В зависимости от неопределенности сетевой модели различают:

- ◆ детерминированные сетевые модели;
- ◆ вероятностные сетевые модели.

Определение 1.3.2. Детерминированная сетевая модель G – это сеть, у которой ориентированный граф и заданная на нем функция являются неслучайными (детерминированными):

$$G = \langle X, U, f(z) \rangle, \quad z \in Z \subseteq X \cup U,$$

где

X – детерминированное множество вершин сетевой модели;

$U \subseteq X \times X$ – детерминированное множество дуг сетевой модели;

$f : Z \rightarrow R$ – неслучайная функция, заданная на множествах вершин и дуг сетевой модели и отображающая их в числовое множество;

R – одномерное векторное (евклидово) пространство.

Определение 1.3.3. Вероятностная сетевая модель \hat{G} – это сеть, у которой хотя бы одно из множеств вершин и дуг или функция, заданная на этих множествах, являются случайными.

Различают вероятностные сетевые модели с детерминированной и вероятностной структурами.

Определение 1.3.4. Вероятностная сетевая модель \hat{G} с детерминированной структурой – это вероятностная сеть, у которой ориентированный граф является неслучайным (детерминированным):

$$\hat{G} = \langle X, U, \hat{f}(z) \rangle, \quad z \in Z \subseteq X \cup U,$$

где

$\hat{f} : Z \rightarrow R$ – случайная функция, заданная на множествах вершин и дуг сетевой модели и отображающая их в числовое множество.

Сетевые модели с детерминированной структурой не должны содержать петель и контуров.

Определение 1.3.5. Вероятностная сетевая модель \hat{G} с вероятностной структурой – это вероятностная сеть, у которой ориентированный граф является случайным.

К сетевым моделям с вероятностной структурой относятся сети вида:

$$\hat{G} = \langle \hat{X}, U, f(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq \hat{X} \cup U,$$

$$\hat{G} = \langle X, \hat{U}, f(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq X \cup \hat{U},$$

$$\hat{G} = \langle \hat{X}, \hat{U}, f(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq \hat{X} \cup \hat{U},$$

где X – детерминированное множество вершин сетевой модели;

U – детерминированное множество дуг сетевой модели;

\hat{X} – случайное множество вершин сетевой модели;

\hat{U} – случайное множество дуг сетевой модели.

Определение 1.3.6. Вероятностная сетевая модель \hat{G} с вероятностной структурой и случайными параметрами – это сеть, у которой как ориентированный граф, так и заданная на нем функция являются случайными.

К данным сетевым моделям относятся сети вида:

$$\hat{G} = \langle \hat{X}, \hat{U}, \hat{f}(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq \hat{X} \cup \hat{U},$$

$$\hat{G} = \langle X, \hat{U}, \hat{f}(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq X \cup \hat{U},$$

$$\hat{G} = \langle \hat{X}, \hat{U}, \hat{f}(z) \rangle, \quad z \in \hat{Z} \subseteq \hat{X} \cup \hat{U},$$

где

$\hat{f}: \hat{Z} \rightarrow R$ – случайная функция, заданная на случайных множествах вершин и дуг сетевой модели.

Классификация сетевых моделей в соответствии с введенными выше определениями приведена на рис. 1.3.1.

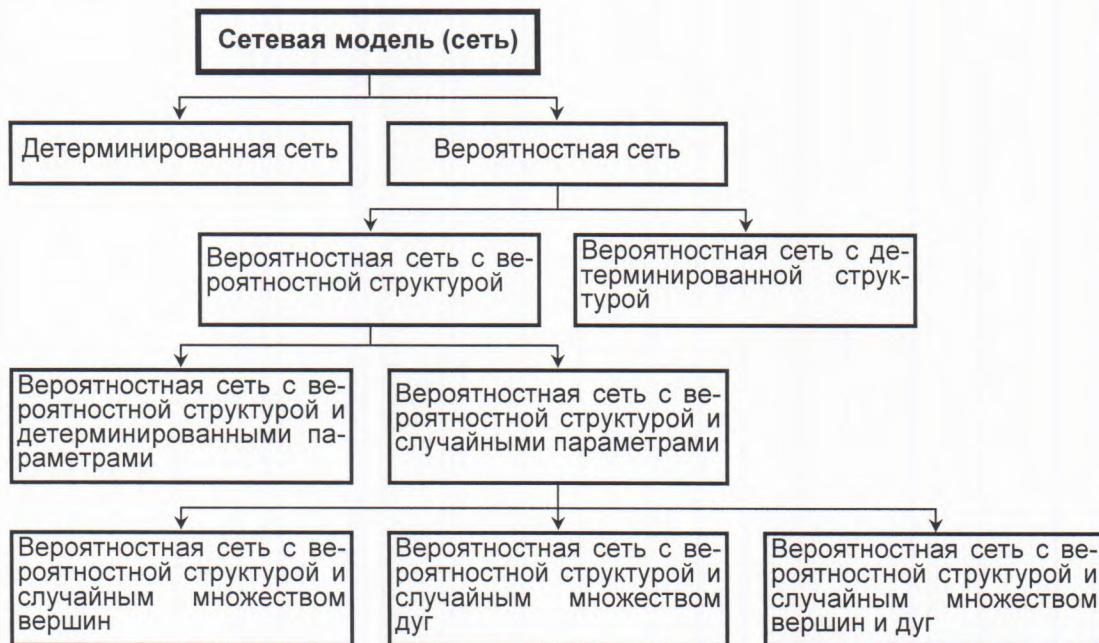


Рис. 1.3.1. Классификация сетевых моделей

Определение 1.3.7. Детерминированная вершина – это вершина, которая является концевой только для неслучайных дуг сети.

Определение 1.3.8. Вероятностная вершина – это вершина вероятностной сети, которая является концевой хотя бы для одной случайной дуги.

Введем понятия входов и выходов вершин сетевой модели. Каждую вершину сетевой модели можно представить в виде совокупности элементов, в которые либо входят, либо из которых выходят дуги.

Определение 1.3.9. Вход вершины – это элемент вершины сетевой модели, в который заходит дуга.

Определение 1.3.10. Выход вершины – это элемент вершины сетевой модели, из которого исходит дуга.

Определение 1.3.11. Детерминированный вход – это вход вершины сетевой модели, в который заходит неслучайная дуга.

Определение 1.3.12. Вероятностный вход – это вход вершины сетевой модели, в который заходит случайная дуга.

Определение 1.3.13. Детерминированный выход – это выход вершины сетевой модели, из которого исходит неслучайная дуга.

Определение 1.3.14. Вероятностный выход – это выход вершины сетевой модели, из которого исходит случайная дуга.

При геометрическом представлении вершин сетевой модели различными фигурами входом вершины будет служить окрестность точки на поверхности фигуры, в которую заходит дуга, а выходом – окрестность точки на поверхности фигуры, из которой исходит дуга.

Определение 1.3.15. Детерминированный путь – это путь в сетевой модели, содержащий только неслучайные дуги.

Детерминированный путь проходит только через детерминированные вершины. При этом начальная и конечная вершины пути могут быть вероятностными.

Определение 1.3.16. Вероятностный путь – это путь в сетевой модели, содержащий хотя бы одну случайную дугу.

Вероятностный путь проходит хотя бы через одну вероятностную вершину сетевой модели, не считая начальной и конечной вершин этого пути.

Определение 1.3.17. Детерминированный контур – это контур сетевой модели, содержащий только неслучайные дуги.

Детерминированный контур может проходить только через детерминированные вершины.

Введенные определения позволяют сформулировать основное требование, которое должно выполняться при построении сетевых моделей следующим образом.

Требование. Сетевые модели не должны содержать детерминированных петель и контуров.

Определение 1.3.18. **Вероятностный контур** – это контур сетевой модели, содержащий хотя бы одну случайную дугу.

Вероятностные сетевые модели могут содержать вероятностные петли и контуры, однако в этом случае обязательно должно быть указано условие выхода из этих контуров и петель.

Вероятностная структура сетевой модели может быть задана различными способами.

К этим способам относятся:

- ◆ задание законов распределения реализаций дуг и вершин сети, представленных в той или иной форме;
- ◆ задание условий, при которых реализуются дуги и вершины сети.

При матричном описании сетевой модели и задании ее вероятностной структуры законами распределения реализаций вершин и дуг сети (например, сеть задается своей матрицей смежности) строки матрицы смежности будут соответствовать входам вершин сети, столбцы – выходам вершин сети, а элементы матрицы будут равны вероятностям реализации дуг между соответствующими входами и выходами.

При геометрическом описании сетевой модели с вероятностной структурой, т.е. представлении модели сетевым графиком, в сетевой график вводятся дополнительные элементы, используемые для изображения вероятностных вершин. Эти элементы приведены на рис. 1.3.2.

Детерминированные входы и выходы вероятностной вершины изображаются также как входы и выходы детерминированной вершины, а вероятностные входы и выходы – прямоугольными участками с указанием внутри них вероятности входа либо исхода случайной дуги из рассматриваемой вершины.

Прямоугольники K_1 и K_2 изображают вероятностные вершины с вероятностными входами и детерминированным выходом. При этом, для исхода дуг из вершины K_1 достаточно реализации только одной из входящих случайных дуг u_1 и u_2 , а для исхода дуг из вершины K_2 – дуги u_1 или пары дуг u_2 и u_3 . У каждого вероятностного входа вершин проставлены вероятности реализации указанных условий, которые соответствуют вероятностям реализаций этих входов. При такой интерпретации моделируемых с помощью данных вершин явлений вероятность исхода дуг из рассматриваемых вершин будет определяться выражением

$$p = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2),$$

где

p_1 – вероятность реализации дуги u_1 ;

p_2 – вероятность реализации дуги u_2 для вершины K_1 или пары дуг u_2 и u_3 для вершины K_2 .

Очевидно, что данные вершины будут изолированными с вероятностью $\bar{p} = (1 - p_1)(1 - p_2)$.

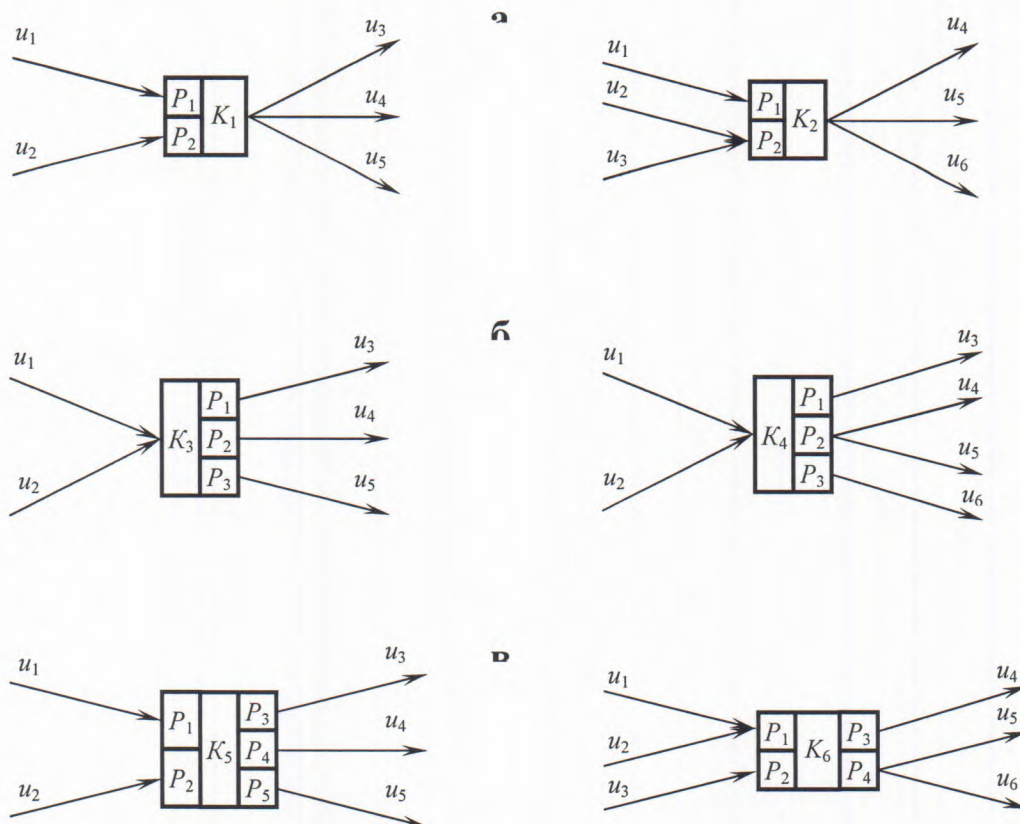


Рис.1.3.2. Геометрические представления вероятностных вершин

Вероятностные вершины с детерминированными входами и вероятностными выходами представлены элементами K_3 и K_4 . При реализации сетевой модели из вершины K_3 может исходить только одна из дуг u_3, u_4, u_5 , а из вершины K_4 – либо одна из дуг u_3, u_6 , либо пара дуг u_4, u_5 . Вероятности исхода дуг проставлены у соответствующих выходов вершин.

Вершины K_3 и K_4 будут тупиковыми в сетевой модели с вероятностью

$$\bar{p} = (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3),$$

где

p_1 – вероятность реализации дуги u_3 ;

p_2 – вероятность реализации дуги u_4 для вершины K_3 или пары дуг u_4 и u_5 для вершины K_4 .

p_3 – вероятность реализации дуги u_5 для вершины K_3 или дуги u_6 для вершины K_4 .

Элементы K_5 и K_6 изображают вероятностные вершины с вероятностными входами и выходами. При определенных условиях эти вершины могут быть как тупиковыми, так и висячими с соответствующими вероятностями.

Сетевые модели с вероятностной структурой и несколькими висячими (исходными) и тупиковыми (завершающими) вершинами могут быть аналогично сетевым моделям с детерминированной структурой и несколькими висячими и тупиковыми вершинами эквивалентно преобразованы с помощью фиктивных вероятностных вершин и дуг в сетевые модели с одной висячей и одной тупиковой вершинами. При этом висячей вершиной будет вершина с вероятностными выходами, а тупиковой – вершина с вероятностными входами.

Расчет параметров сетевой модели с вероятностной структурой можно осуществить двумя способами.

Первый способ включает выполнение следующих действий:

- ◆ определение всех возможных вариантов реализации структуры сетевой модели;
- ◆ расчет параметров сети для каждого варианта методами, разработанными для сетевых моделей с детерминированной структурой;
- ◆ построение законов распределений параметров модели с вероятностной структурой с учетом вероятностей реализации вариантов.

Данный способ является достаточно универсальным и позволяет проводить исследование практически любых сетей с вероятностной структурой.

Второй способ заключается в построении вероятностной сетевой модели меньшего объема, но имеющей одинаковые с исследуемой моделью законы распределения либо числовые характеристики интересующих нас параметров, проведении статистических испытаний построенной модели и обработке результатов испытаний методами математической статистики. Этот способ может оказаться эффективным, если построенная модель достаточно мала, а определяются только отдельные параметры исходной сетевой модели с вероятностной структурой, например, только критический путь. Основным недостатком данного способа является трудность построения подходящей модели. Этот недостаток преодолевается путем использования в качестве такой модели графа вариантов, о котором будет сказано ниже.

В дальнейшем будет рассматриваться только первый способ, так как он позволяет, несмотря на то, что сетевые модели с вероятностной структурой относятся к наиболее сложным типам сетевых моделей, в основу методов их построения и исследования положить методы построения, преобразования и анализа сетевых моделей с детерминированной структурой. При этом одним из этапов, существенно отличающих методы анализа сетевых моделей с вероятностной структурой от методов анализа сетевых моделей с детерминированной структурой, является этап определения вариантов структуры сетей с вероятностной структурой. Некоторые результаты данного этапа могут быть использованы при реализации второго способа анализа вероятностных сетей. На эти возможности будет также указано при изложении первого способа.

Так как при использовании первого способа ключевым этапом является определение всех возможных вариантов реализации структуры сетевой модели, то рассмотрим подробнее данный этап.

1.3.3 Определение вариантов реализации сетевых моделей с вероятностной структурой

Каждому варианту сетевой модели с вероятностной структурой соответствует конкретное сочетание реализаций входов и выходов вероятностных вершин этой модели, детерминированных путей между этими реализациями, а также детерминированные пути из исходной вершины сети к реализованным вероятностным входам и от реализованных вероятностных выходов к завершающей вершине сети. Множество всех возможных сочетаний реализаций вероятностных входов и выходов вершин сетевой модели с учетом наличия детерминированных путей между ними, а также между этими реализациями и исходной и завершающей вершинами определяет множество всех вариантов структуры рассматриваемой модели.

Существенную помощь в выявлении всех вариантов структуры сетевой модели может оказать использование специальным образом построенного графа, который будем называть графом вариантов.

Определение 1.3.3.1. Граф вариантов $\hat{G}_1 = \langle \hat{X}_1, \hat{U}_1 \rangle$ сетевой модели $\hat{G} = \langle \hat{X}, \hat{U}, \hat{f}(z) \rangle$, $z \in \hat{Z} \subseteq \hat{X} \cup \hat{U}$ с вероятностной структурой – это граф, множество \hat{X}_1 вершин которого составляют исходная, завершающая и все вероятностные вершины сетевой модели \hat{G} , а входы и выходы вершин графа соединены дугами в том и только в том случае, если между соответствующими входами и выходами вершин сетевой модели \hat{G} существует хотя бы один детерминированный путь.

Очевидно, что $\hat{X}_1 \subseteq \hat{X}$.

Каждому варианту структуры сетевой модели с вероятностной структурой, для которой построен граф вариантов, соответствует вполне определенная совокупность полных путей этого графа, отвечающая конкретному сочетанию входов и выходов вершин графа вариантов, и наоборот – любой совокупности полных путей графа вариантов, соответствующих конкретному сочетанию входов и выходов вершин этого графа, отвечает вполне определенный вариант структуры сетевой модели с вероятностной структурой, для которой построен данный граф вариантов.

Если каждой дуге графа вариантов сопоставить, например, длительность наибольшего по продолжительности пути в сетевой модели, соответствующего этой дуге, то граф вариантов в этом случае будет представлять собой вероятностную модель исходной сетевой модели (оригинала), но значительно меньшего объема, чем оригинал. Анализ такой модели осуществить проще, чем

анализ оригинала. Поэтому для получения оценок параметров, совпадающих у модели и оригинала, целесообразнее будет использовать граф вариантов. К таким оценкам относятся продолжительности критических путей, вероятности реализации вариантов структуры, упомянутое выше число вариантов структуры и другие.

Определение варианта структуры сетевой модели с помощью графа вариантов производится следующим образом.

1. Задают конкретную совокупность реализаций входов и выходов вероятностных вершин графа вариантов.

2. Заменяют вероятностные вершины графа вариантов детерминированными, имеющими только один вход и один выход, соответствующими заданной реализации этих входов и выходов у заменяемых вероятностных вершин. Дуги, исходящие из нереализованных входов и заходящие в нереализованные выходы вероятностных вершин графа вариантов, исключают из графа. В результате получают подграф, соответствующий конкретному варианту структуры сетевой модели.

3. В полученном подграфе каждую дугу заменяют совокупностью всех детерминированных путей сетевой модели, которые соответствуют этой дуге, т.е. тех детерминированных путей, которые соединяют те же реализации входов и выходов в сетевой модели, что и заменяемая дуга в подграфе. В результате получают вариант структуры рассматриваемой сетевой модели с вероятностной структурой.

4. Перебирая все возможные комбинации реализаций входов и выходов вершин графа вариантов и выполняя при этом приведенные выше операции, получают все варианты структуры сетевой модели.

Количество всех возможных вариантов структуры сетевой модели при условии, что у каждой вероятностной вершины в каждый момент может реализоваться не более одного вероятностного входа и одного вероятностного выхода, не превышает величины, определяемой по формуле

$$q = \prod_{n=1}^N s_n t_n, \quad (1.3.1)$$

где

q – количество всех возможных вариантов структуры сетевой модели;

N – количество вершин сетевой модели;

s_n – количество входов n -й вершины сетевой модели, $n = 1(1)N$;

t_n – количество выходов n -й вершины сетевой модели, $n = 1(1)N$.

Вариант структуры сетевой модели с вероятностной структурой можно определить, не используя граф вариантов. Для этого:

1. Задают конкретную совокупность реализаций входов и выходов вероятностных вершин сетевой модели.

2. Заменяют все вероятностные вершины сетевой модели детерминированными, имеющими только по одному входу и выходу, которые соответствуют заданным реализациям входов и выходов заменяемых вероятностных вершин. Дуги, исходящие из нереализованных входов или заходящие в нереализованные выходы вероятностных вершин, исключают из сетевой модели.

3. Выявляют все возникшие при этом висячие и тупиковые вершины (кроме исходной и завершающей вершин) и исключают их из сетевой модели. Затем исключают дуги, заходящие в исключенные вершины или исходящие из них.

4. Выявляют в сетевой модели все вновь возникшие висячие и тупиковые вершины, исключают их из сети (кроме исходной и завершающей), исключают дуги, заходящие в исключенные вершины или исходящие из них. Эту операцию повторяют до тех пор, пока в сетевой модели после исключения дуг не будут возникать новые висячие и тупиковые вершины. Как только это произойдет, выполнение данной операции прекращают. В результате получают вариант структуры сетевой модели, соответствующий заданной совокупности реализаций входов и выходов вероятностных вершин этой модели.

Рассмотрим определение вариантов структуры сетевой модели с использованием графа вариантов на следующем примере.

Пример 1.3.1

Пусть сетевой график сетевой модели с вероятностной структурой имеет вид, представленный на рис. 1.3.1.

Вероятности реализаций вероятностных входов и выходов вероятностных вершин сетевой модели обозначены символами p_i , $i=1(1)8$ и проставлены у соответствующих входов и выходов.

Требуется определить все варианты структуры сетевой модели и вероятности их реализаций.

Решение

Предположим, что у каждой вероятностной вершины в каждый момент может реализоваться не более одного вероятностного входа и одного вероятностного выхода. Данное предположение не является существенным, но упрощает процедуру построения вариантов структуры сети и делает ее более наглядной.

Определение вариантов структуры сетевой модели выполняется следующим образом.

1. В соответствии с указанными выше правилами строим граф вариантов сетевой модели, который представлен на рис. 1.3.2.

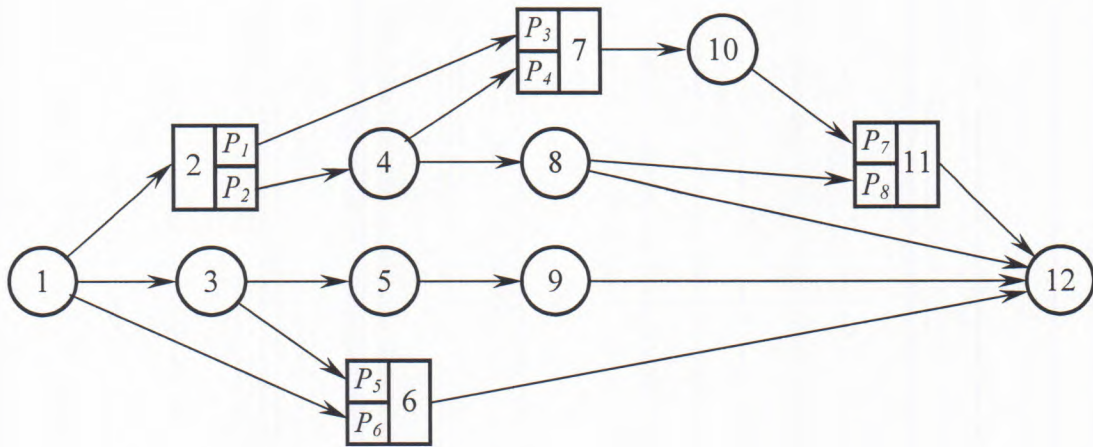


Рис. 1.3.1. Сетевой график сети с вероятностной структурой

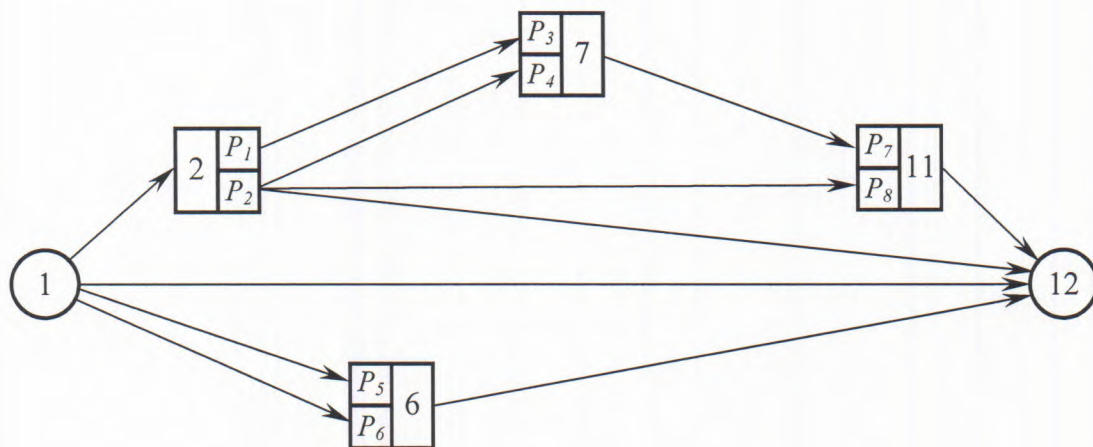


Рис. 1.3.2. Граф вариантов сети с вероятностной структурой

2. Определяем все возможные сочетания реализаций вероятностных входов и выходов сетевой модели. Так как каждому вероятностному входу и выходу соответствует свой символ p_i , обозначающий вероятность реализаций этого входа или выхода, то для простоты обозначим этим же символом и саму реализацию. Каждое конкретное сочетание определяемых реализаций имеет четыре символа, т.к. в модели всего четыре вероятностных вершины, которые имеют либо вероятностные входы и детерминированный выход, либо детерминированный вход и вероятностные выходы. Каждая вероятностная вершина имеет ровно два вероятностных входа либо два вероятностных выхода, поэтому число сочетаний искомых реализаций равно шестнадцати.

Выполнение данной операции значительно облегчается, если предварительно построить деревья вероятностных входов и выходов сетевой модели (рис. 4.3.3). Искомые сочетания представляют собой ветви построенных деревьев.

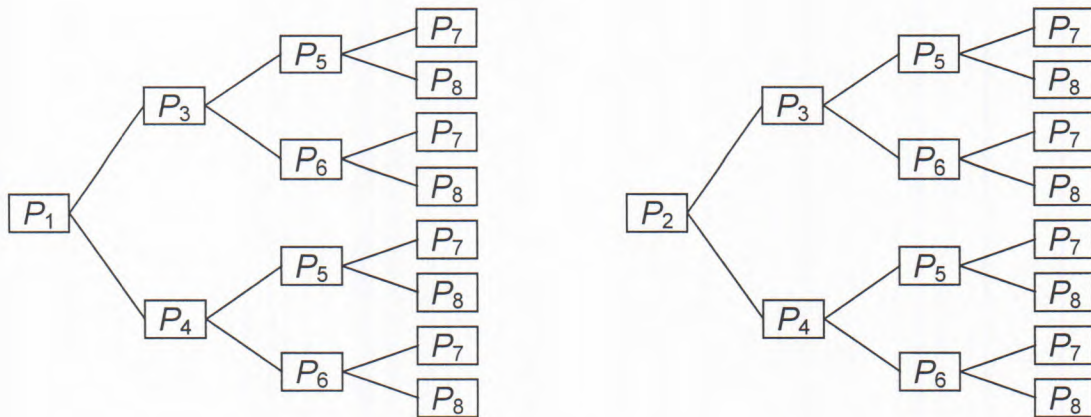


Рис. 1.3.3. Деревья вероятностных входов и выходов сетевой модели

Само множество искомых сочетаний имеет вид:

$$P_{\{16\}} = \{(p_1, p_3, p_5, p_7), (p_2, p_3, p_5, p_7), (p_1, p_4, p_5, p_7), (p_2, p_4, p_5, p_7), (p_1, p_3, p_6, p_7), (p_2, p_3, p_6, p_7), (p_1, p_4, p_6, p_7), (p_2, p_4, p_6, p_7), (p_1, p_3, p_5, p_8), (p_2, p_3, p_5, p_8), (p_1, p_4, p_5, p_8), (p_2, p_4, p_5, p_8), (p_1, p_3, p_6, p_8), (p_2, p_3, p_6, p_8), (p_1, p_4, p_6, p_8), (p_2, p_4, p_6, p_8)\}.$$

3. Проведем предварительный анализ полученных сочетаний с привлечением графа вариантов.

Очевидно, что сочетания реализаций, в которых не реализуется выход p_2 , следует исключить из рассмотрения, т.к. в этом случае в графе вариантов не реализуется дуга $\langle 2, 12 \rangle$, а, следовательно, в сетевой модели не реализуется детерминированный путь $L_{2,12}$, ведущий из вероятностного входа p_2 вершины 2 в детерминированную вершину 12. Это означает, что, либо событие, соответствующее этой вершине 12, не сможет свершиться в моделируемом комплексе мероприятий, либо мероприятие, соответствующее этой вершине 12, не может быть выполнено, а поэтому и сам комплекс мероприятий при соответствующих вариантах структуры также не может быть выполнен. В результате исключения остаются следующие восемь сочетаний:

$$P_{\{8\}} = \{(p_2, p_3, p_5, p_7), (p_2, p_4, p_5, p_7), (p_2, p_3, p_6, p_7), (p_2, p_4, p_6, p_7), (p_2, p_3, p_5, p_8), (p_2, p_4, p_5, p_8), (p_2, p_3, p_6, p_8), (p_2, p_4, p_6, p_8)\}.$$

При реализации выхода p_2 вероятностной вершины 2 сети моделируемый комплекс мероприятий будет выполнен, если реализуются вход p_8 вершины 11 или одновременно входы p_4 и p_7 вершин 7 и 11, так как только в этом случае реализуется детерминированная дуга $\langle 11, 12 \rangle$.

Поэтому из оставшихся сочетаний следует исключить те, в которых при реализации входа p_7 не реализуется одновременно вход p_4 . Таких сочетаний будет два:

$$P_{\{2\}} = \{(p_2, p_3, p_5, p_7), (p_2, p_3, p_6, p_7)\}.$$

4. Для оставшихся шести сочетаний

$$P_{\{6\}} = \{(p_2, p_3, p_5, p_8), (p_2, p_3, p_6, p_8), (p_2, p_4, p_5, p_7), (p_2, p_4, p_5, p_8), (p_2, p_4, p_6, p_7), (p_2, p_4, p_6, p_8)\}$$

строим по соответствующим правилам подграфы графа вариантов и варианты структуры сетевой модели.

Конкретные сочетания, построенные для них подграфы графа вариантов и варианты структуры сетевой модели, приведены на рис. 1.3.4 – 1.3.9.

Таким образом, заданная сетевая модель (рис. 1.3.1) имеет шесть вариантов структуры.

Тогда вероятности реализаций этих вариантов будут определяться следующими выражениями:

$$P(\hat{A}) = p_2 p_3 p_5 p_8, \quad P(\hat{B}) = p_2 p_3 p_6 p_8, \quad P(\hat{C}) = p_2 p_4 p_5 p_7, \\ P(\hat{D}) = p_2 p_4 p_5 p_8, \quad P(\hat{E}) = p_2 p_4 p_6 p_7, \quad P(\hat{F}) = p_2 p_4 p_6 p_8.$$

Вероятности вариантов вычислялись при условии, что у любой вероятностной вершины сетевой модели в каждом варианте может реализовываться только один вероятностный вход и один вероятностный выход. При других предположениях вид формул для вычисления вероятностей может измениться.

Вероятность $P(G)$ события G , заключающегося в том, что комплекс мероприятий, моделируемый заданной сетью с вероятностной структурой (рис. 1.3.1.), не будет выполнен, определяется выражением

$$P(\hat{G}) = 1 - [P(\hat{A}) + P(\hat{B}) + P(\hat{C}) + P(\hat{D}) + P(\hat{E}) + P(\hat{F})] = 1 - P_2(P_4 + P_3 P_8).$$

Так как все искомые результаты получены, то решение примера на этом заканчивается.

Если количество вероятностных вершин в графе вариантов слишком велико, то рассмотренный способ аналитического определения вариантов структуры сетевой модели и вероятности осуществления каждого варианта окажется весьма сложным. В этом случае граф вариантов можно представить в виде сети Петри и для решения указанной задачи воспользоваться аппаратом соответствующей теории.

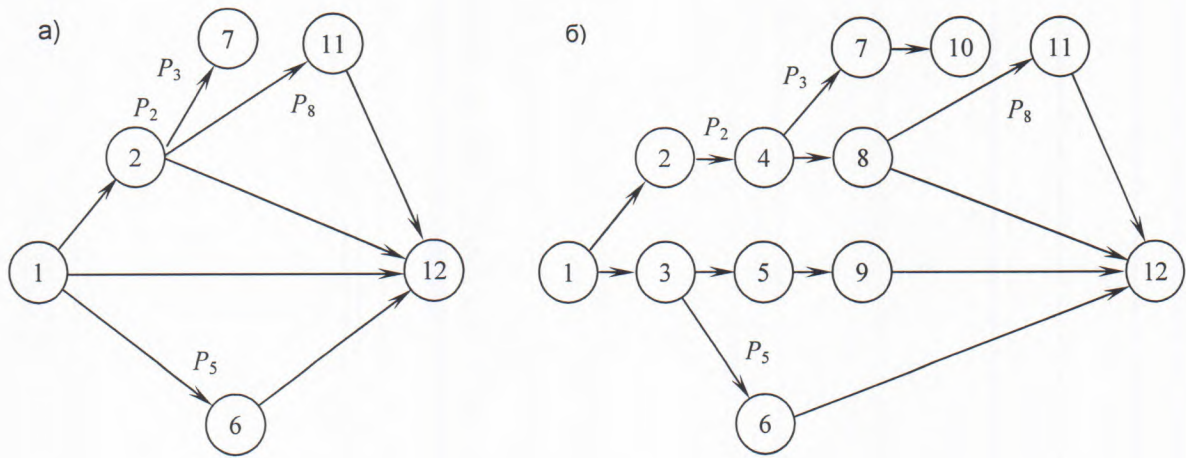


Рис. 1.3.4. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_3, p_5, p_8\}$ структуры сети

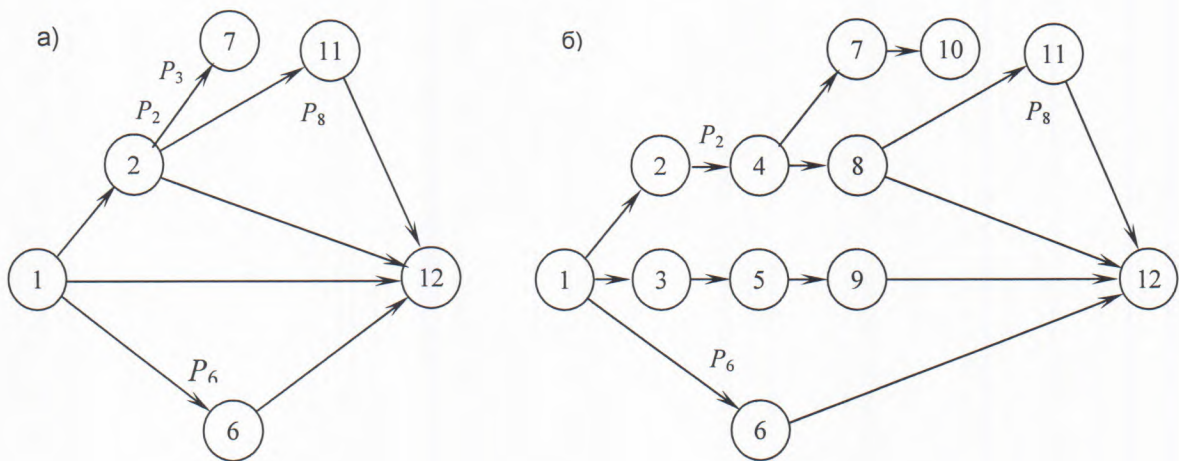


Рис. 1.3.5. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_3, p_6, p_8\}$ структуры сети

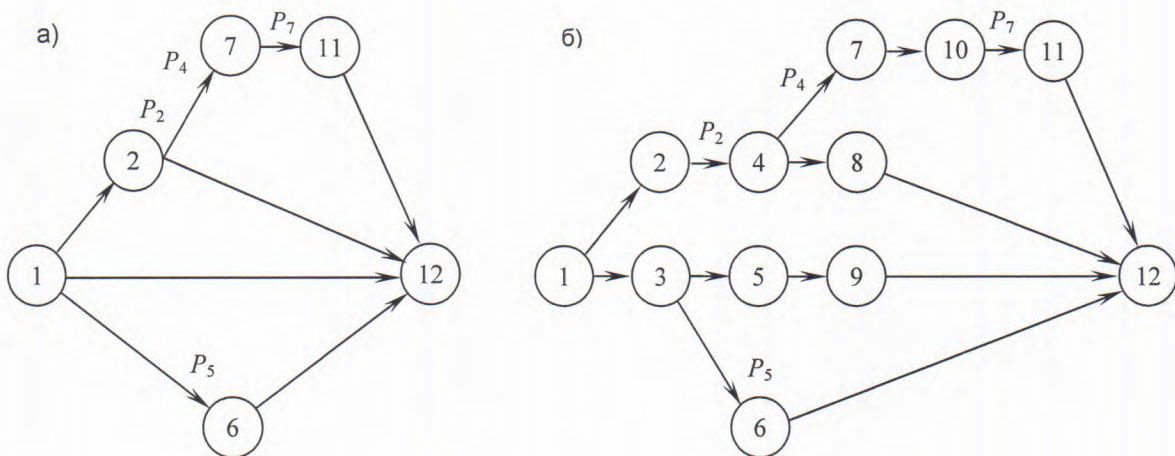


Рис. 1.3.6. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_4, p_5, p_7\}$ структуры сети

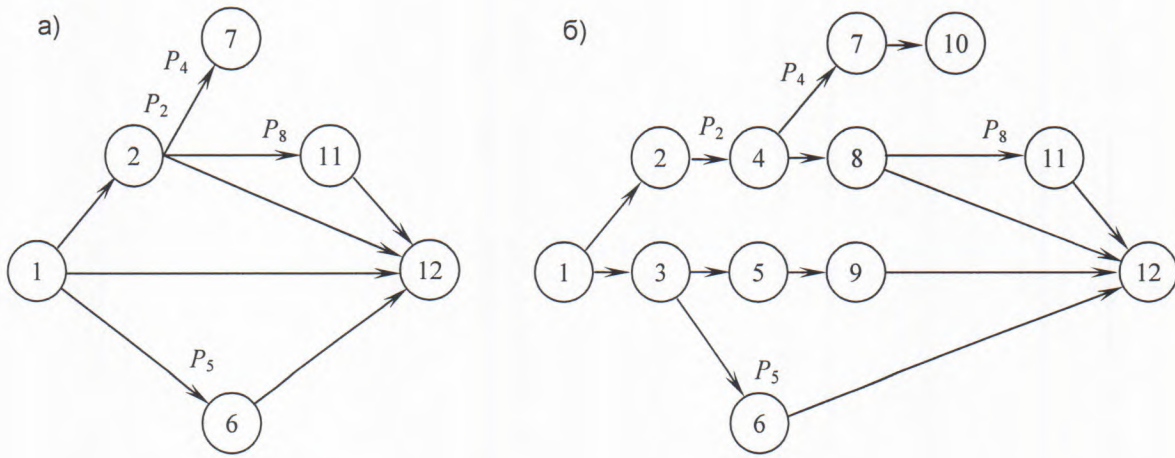


Рис. 1.3.7. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_4, p_5, p_8\}$ структуры сети

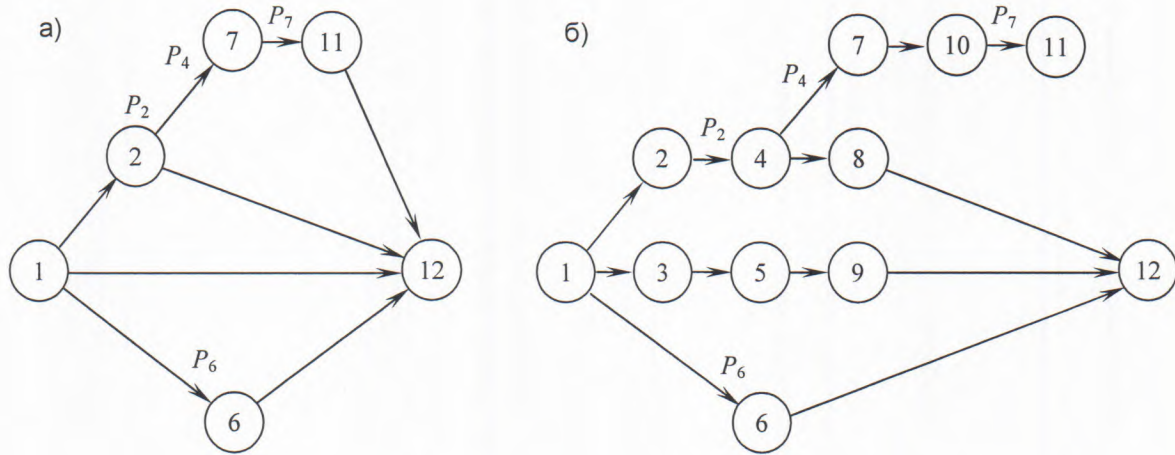


Рис. 1.3.8. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_4, p_6, p_7\}$ структуры сети

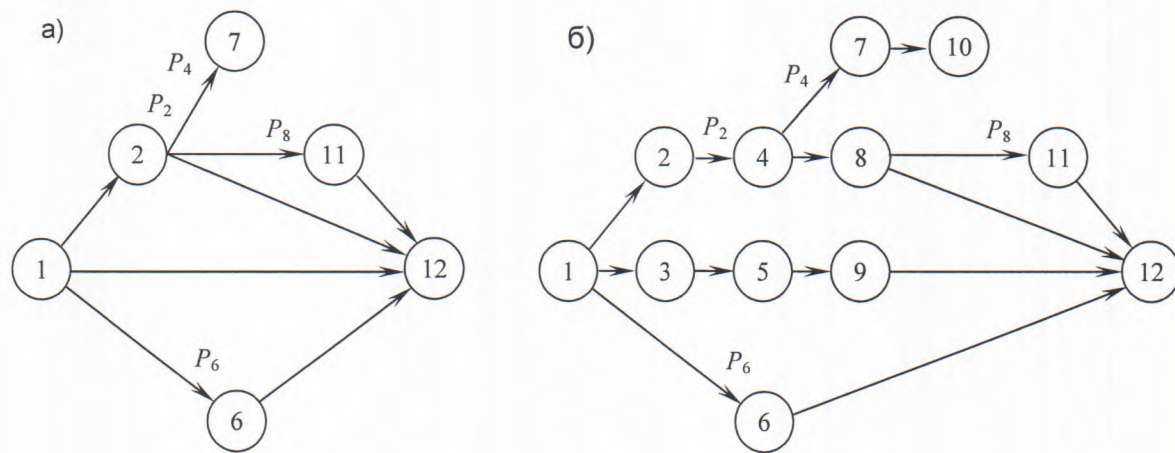


Рис. 1.3.9. Подграф графа вариантов и вариант $\{p_2, p_4, p_6, p_8\}$ структуры сети

1.3.4 Основные этапы обработки результатов наблюдений процесса информатизации с применением сетевой модели наблюдаемого процесса

Как уже отмечалось ранее, информатизация является сложным процессом, включающим множество различных мероприятий с разнообразными связями между ними. Этот процесс при оценивании и прогнозировании состояния, хода и результатов информатизации можно отнести к классу случайных процессов с вероятностной структурой и представить в виде сложного комплекса мероприятий с вероятностной структурой.

При этом данные об информатизации, на основании которых составляются оценки и прогнозы ее состояния, хода и результатов, рассматривают как результаты прямых или косвенных наблюдений за данным комплексом мероприятий, а получение указанных выше оценок и прогнозов – как обработку полученных результатов наблюдений.

Сущность рассматриваемого метода обработки результатов наблюдений комплекса мероприятий с вероятностной структурой с применением сетевой модели наблюдаемого комплекса состоит в том, что с помощью сетевой модели по результатам наблюдений сначала выявляют осуществляемый вариант комплекса мероприятий, а затем для выявленного варианта определяют состояние и ход осуществления комплекса, оценки временных параметров мероприятий, входящих в комплекс, и самого комплекса в целом. При этом производят сопоставление мероприятий, выявленных непосредственно по данным наблюдения, с мероприятиями, включенными в сетевую модель. Если возникает необходимость, то полученные данные либо модель уточняются. Данные, противоречащие модели и не получившие подтверждения, отбраковываются. По расположению в сетевой модели мероприятий, выявленных по результатам наблюдений и прошедших проверку на непротиворечивость, судят об осуществляемом варианте комплекса и для него получают искомые оценки параметров.

Сформулируем основные допущения, обеспечивающие корректность применения рассматриваемого метода.

Пусть проводится наблюдение за комплексом, включающим M мероприятий и имеющим вероятностную структуру. Предположим также, что для наблюдаемого комплекса построена сетевая модель, представляющая собой сеть с вероятностной структурой. При этом каждому возможному варианту осуществления наблюдаемого комплекса соответствует вариант структуры сетевой модели.

В результате проведения n последовательных сеансов наблюдений в интервале $[t_0, t_1]$ получены данные о m мероприятиях наблюдаемого комплекса, проводимых в момент наблюдения. Эти данные могут быть представлены в виде матрицы

$$\mathbf{Z}_{[m,n]} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{11}(t_{11}) & \mathbf{Z}_{12}(t_{12}) & \dots & \mathbf{Z}_{1n}(t_{1n}) \\ \mathbf{Z}_{21}(t_{21}) & \mathbf{Z}_{22}(t_{22}) & \dots & \mathbf{Z}_{2n}(t_{2n}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{Z}_{m1}(t_{m1}) & \mathbf{Z}_{m2}(t_{m2}) & \dots & \mathbf{Z}_{mn}(t_{mn}) \end{bmatrix},$$

где

t_{ij} – момент наблюдения i -го мероприятия в j -м сеансе наблюдения, $i = 1(1)m, j = 1(1)n$;

$\mathbf{Z}_{ij}(t_{ij})$ – кортеж данных об i -м мероприятии, полученный в j -м сеансе наблюдений в момент

$t_{ij} \in [t_0, t_1], i = 1(1)m, j = 1(1)n$.

Кортеж данных $\mathbf{Z}_{ij}(t_{ij})$ представляет собой упорядоченный набор данных, необходимых и достаточных для получения по ним вывода о проведении наблюдаемого мероприятия с заданной степенью достоверности. При отсутствии любой компоненты этого кортежа достоверность вывода о проведении мероприятия снижается, а при отсутствии нескольких компонент такой вывод может стать просто недостоверным.

Определение 1.3.4.1. Элементарное мероприятие – это мероприятие, проведение которого выявляется непосредственно по результатам наблюдений.

Предположим, что все мероприятия наблюдаемого комплекса являются элементарными. Такое предположение упрощает изложение метода, но не является принципиальным, если наблюдаемый комплекс представляет собой сложную операцию, а именно такие комплексы и рассматриваются в предлагаемом методе.

Определение 1.3.4.2 Сложная операция – это такой комплекс мероприятий, в котором любое мероприятие, входящее в сложную операцию, может быть представлено комплексом более мелких, более детальных мероприятий, которые, в свою очередь, могут быть представлены комплексами еще более мелких мероприятий.

Такая детализация мероприятий может осуществляться до любого уровня, т.е. и до такого, на котором все мероприятия, входящие в комплекс, будут представлены комплексами более мелких, но зато элементарных мероприятий.

Предположение об элементарности мероприятий, составляющие комплекс, означает, что проведение любого мероприятия, входящего в комплекс, а, следовательно, и в сетевую модель, может быть выявлено непосредственно по результатам наблюдений.

Основными этапами рассматриваемого метода обработки с применением сетевой модели результатов наблюдений комплекса мероприятий, имеющего вероятностную структуру, являются:

1. Выявление проводимых мероприятий комплекса по результатам наблюдений;
2. Проверка непротиворечивости выявленных мероприятий комплекса и его сетевой модели;
3. Определение реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий;

4. Вычисление оценок сетевых параметров реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий;

4. Определение текущего состояния и оценивание хода выполнения наблюдаемого комплекса мероприятий.

Рассмотрим эти этапы.

1.3.4.1. Выявление проводимых мероприятий комплекса по результатам наблюдений

Если результаты наблюдений комплекса мероприятий приведены в виде матрицы $Z_{[m,n]}$, то каждый элемент матрицы представляет собой набор наблюдаемых значений количественных и качественных признаков наблюдаемых мероприятий комплекса. Для принятия информационного решения о проведении мероприятия в момент наблюдения с уровнем достоверности не ниже заданного необходимо и достаточно, чтобы набор наблюдаемых признаков проводимого мероприятия имел вполне определенный состав. Оптимальный состав такого набора может быть определен, например, методами теории планирования эксперимента. Отклонение от оптимального состава набора наблюдаемых признаков мероприятия приводит к понижению уровня достоверности вывода о проведении этого мероприятия либо к увеличению затрат на наблюдение за мероприятием.

Результатом выполнения первого этапа является принятие по данным наблюдений, полученными на интервале времени $[t_0, t_1]$ в n сеансах наблюдения за m мероприятиями наблюдаемого комплекса, информационного решения о проведении m_1 мероприятий данного комплекса в n_1 моментах интервала наблюдения $[t_0, t_1]$, где $m_1 \leq m$, $n_1 \leq n$.

Выявленные мероприятия составляют вполне определенную временную последовательность, порядок следования в которой определяется моментами наблюдений.

Обозначим выявленные мероприятия символами a_i , $i=1(1)m_1$, множество выявленных мероприятий – символом $A_{\{m_1\}} = \{a_i\}_1^{m_1}$, а последовательность этих мероприятий – символом $A_{\langle m_1 \rangle} = \langle a_1, a_2, \dots, a_{m_1} \rangle$.

Эти мероприятия могут быть упорядочены по моментам наблюдений и представлены в виде временных диаграмм или матриц следующего вида:

$$A_{[m,n]} = \| a_{ij} \|_{m_1}^n,$$

где

$$a_{ij} = \begin{cases} a(t_{ij}) & \text{— если } i\text{-е выявленное мероприятие наблюдалось в момент } t_{ij} \text{ } j\text{-го сеанса} \\ & \text{наблюдения, } i = 1(1)m_1, j = 1(1)n; \\ 0 & \text{— в противном случае.} \end{cases}$$

В частности можно выбрать

$$a(t_{ij}) = t_{ij}.$$

1.3.4.2 Проверка непротиворечивости выявленных мероприятий комплекса и его сетевой модели

На данном этапе проверяется наличие в сетевой модели выявленных мероприятий и соответствие порядка их следования расположению этих же мероприятий в модели. При проверке соответствия порядка следования выявленных мероприятий их расположению в сетевой модели весьма полезным оказывается использование следующих утверждений и следствий из них.

Утверждение 1.3.1. Наименьшее значение раннего срока свершения любого события моделируемого комплекса мероприятий определяется по сетевой модели с наименьшими возможными значениями продолжительностей всех мероприятий, входящих в эту модель.

Доказательство

По определению ранний срок t_i^p свершения i -го события в сети равен

$$t_i^p = \max_{\{L_{ij}\}} t(L_{ij}), \quad (1.3.4.1)$$

где

$t(L_{ij})$ – продолжительность пути, ведущего из начального события I в событие i .

Так как $t(L_{li}) = \sum_{\forall r_{kl} \in L_{li}} t(r_{kl})$, где $t(r_{kl})$ – продолжительность мероприятия r_{kl} , то наименьшее значение $t^{\min}(L_{li})$ продолжительность $t(L_{li})$ пути L_{li} примет при наименьших значениях $t^{\min}(r_{kl})$ продолжительностей всех входящих в этот путь мероприятий r_{kl} .

Обозначим

$$t_i^{p \min} = \max_{\{L_{li}\}} t^{\min}(L_{li}). \quad (1.3.4.2)$$

Очевидно, что увеличение продолжительности хотя бы одного мероприятия, входящего в какой либо путь L_{li} , может привести только к увеличению значения t_i^p .

Поэтому

$$t_i^{p \min} \leq t_i^p,$$

где t_i^p и $t_i^{p \min}$ определены по формулам (1.3.4.1) и (1.3.4.2) соответственно.

Утверждение 1.3.1 доказано.

Утверждение 1.3.2 Наибольшее значение раннего срока свершения любого события определяется по сетевой модели с наибольшими возможными значениями продолжительностей всех мероприятий, входящих в эту модель.

Доказательство данного утверждения аналогично доказательству утверждения 1.3.1. При этом используется тот факт, что значение суммы при уменьшении значения любого слагаемого может только уменьшиться.

Обозначим наибольшее значение раннего срока свершения i -го события символом $t_i^{p \max}$:

$$t_i^{p \max} = \max_{\{L_{ji}\}} t^{\max}(L_{ji}),$$

где $t^{\max}(L_{ji})$ – наибольшее возможное значение продолжительности $t(L_{ji})$ пути L_{ji} .

Следствие 1.3.1. Наименьшее и наибольшее значения продолжительности критического пути в сетевой модели с детерминированной структурой равны наименьшему и наибольшему значениям раннего срока свершения завершающего события соответственно.

Данное следствие вытекает из утверждений 1.3.1 и 1.3.2, также из того факта, что продолжительность критического пути равна раннему сроку свершения завершающего события.

Обозначим наименьшее и наибольшее значения продолжительности критического пути символами $T_{кр}^{\min}$ и $T_{кр}^{\max}$ соответственно.

С учетом введенных обозначений следствие 1.3.1 может быть представлено в виде неравенства

$$T_{кр}^{\min} \leq T_{кр} \leq T_{кр}^{\max},$$

где

$T_{кр}$ – продолжительность критического пути в сетевой модели с любыми возможными значениями продолжительностей мероприятий, включенных в данную сеть.

Утверждение 1.3.3 Наибольшее значение позднего срока свершения любого события моделируемого комплекса определяется по сетевой модели с наименьшими возможными значениями продолжительностей всех мероприятий, входящих в эту модель, но продолжительность критического пути при этом принимается равной максимально возможной.

Доказательство

По определению поздний срок t_i^n свершения i -го события равен

$$t_i^n = T_{кр} - \max_{\{L_{ic}\}} t(L_{ic}),$$

где

$t(L_{iC})$ – продолжительность пути, ведущего из i -го события, в завершающее событие сетевой модели.

Тогда для любого события справедлива следующая цепочка неравенств:

$$t_i^n = T_{кр} - \max_{\{L_{iC}\}} t(L_{iC}) \leq \max_{\{t(r_k)\}} [T_{кр} - \max_{\{L_{iC}\}} t(L_{iC})] \leq T_{кр}^{\max} - \max_{\{L_{iC}\}} \min_{\{t(r_k)\}} t(L_{iC}) = T_{кр}^{\max} - \max_{\{L_{iC}\}} t^{\min}(L_{iC}) = t_i^{n \max}.$$

Неравенство

$$t_i^n \leq t_i^{n \max}$$

всегда справедливо, так как в противном случае должно выполняться хотя бы одно из неравенств

$$T_{кр}^{\max} < T_{кр},$$

$$\max_{\{L_{iC}\}} t^{\min}(L_{iC}) > \max_{\{L_{iC}\}} t(L_{iC})$$

для какого-либо набора значений продолжительностей мероприятий, входящих в сетевую модель. А это противоречит следствию 1.3.1 либо известному из математики утверждению, что минимум суммы равен сумме минимумов слагаемых. Следовательно, утверждение 1.3.3 оказано.

Следствие 1.3.1 Любое мероприятие, принадлежащее моделируемому комплексу мероприятий, не должно наблюдаться ранее наименьшего раннего срока свершения ее начального события и позднее наибольшего позднего срока свершения ее конечного события.

В следствии 1.3.1 наименьший ранний и наибольший поздний сроки свершения события соответствуют наименьшему и наибольшему значениям раннего и позднего сроков свершения события, взятых в абсолютном (текущем), а не относительном времени.

Для проверки соответствия порядка следования выявленных мероприятий их расположению в сетевой модели определяют наименьшие ранние сроки начала (наименьшие ранние сроки свершения начальных событий) и наибольшие поздние сроки окончания (наибольшие поздние сроки свершения конечных событий) этих мероприятий, а затем проверяют попадание времен наблюдения мероприятий в соответствующие этим срокам временные интервалы. В случае попадания считают, что мероприятия соответствуют порядку их следования в сетевой модели. Мероприятие, моменты наблюдения которого не попадают в соответствующий интервал, считают несоответствующим указанному порядку.

При отсутствии в сети выявленных мероприятий либо несоответствии порядка их следования расположению этих мероприятий в сетевой модели данные о таких мероприятиях уточняются. Если уточненные данные с высокой степенью достоверности подтверждают факт проведения этих мероприятий в наблюдаемом комплексе, то производится коррекция сетевой модели путем включения таких мероприятий в сеть, либо изменение их расположения в модели.

Если же достоверность вывода о проведении какого-либо мероприятия по данным наблюдения недостаточна, то считают, что это мероприятие противоречит сетевой модели наблюдаемого комплекса. Все противоречащие сетевой модели мероприятия исключают из рассмотрения, и они в последующих этапах обработки результатов наблюдений не участвуют.

Наличие выявленных мероприятий в сетевой модели наблюдаемого комплекса, а также соответствие порядка их следования расположению этих мероприятий в сети дает основание для вывода о непротиворечивости этих мероприятий сетевой модели наблюдаемого комплекса.

Выявленные и не противоречащие сетевой модели мероприятия обозначим символами

$$b_i, \quad i = 1(1) m_2, \quad m_2 \leq m_1,$$

где m_2 – число выявленных и не противоречащих сетевой модели мероприятий.

Для обозначения множества всех выявленных и не противоречащих сетевой модели мероприятий наблюдаемого комплекса введем символ

$$\mathbf{V}_{\{m_2\}} = \{b_i\}_1^{m_2}.$$

Это множество может быть упорядочено, например, по моментам первого наблюдения мероприятий. В этом случае получают упорядоченный набор мероприятий, который может быть представлен графически в виде временных диаграмм либо в виде матрицы

$$\mathbf{V}_{[m_2, n]} = \left\| b_{ij} \right\|_{m_2}^n,$$

где

$$b_{ij} = \begin{cases} b(t_{ij}) & \text{– если } i\text{-е выявленное и не противоречащее сетевой модели мероприятие} \\ & \text{наблюдалось в момент } t_{ij} \text{ } j\text{-го сеанса наблюдения, } i = 1(1)m_1, j = 1(1)n; \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$$

Сеансы наблюдений за комплексом мероприятий соответствуют разрезам (сечениям) сетевой модели.

1.3.4.3. Определение реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий

При определении реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий выполняют следующие операции:

- ◆ определяют все возможные сочетания реализаций входов и выходов исходной, завершающей и вероятностных вершин сетевой модели наблюдаемого комплекса мероприятий;
- ◆ определяют множество всех детерминированных путей между исходной, завершающей и вероятностными вершинами сетевой модели наблюдаемого комплекса мероприятий;
- ◆ определяют детерминированные пути, которым принадлежат выявленные по результатам наблюдений и не противоречащие сетевой модели мероприятия;

♦ определяют реализации входов и выходов вероятностных вершин, обеспечивающие реализацию детерминированных путей, на которых лежат выявленные по результатам наблюдений мероприятия;

♦ выделяют все сочетания реализаций входов и выходов вероятностных вершин, соответствующие полным путям сетевой модели, в которые входят выявленные при выполнении предыдущей операции реализации входов и выходов вероятностных вершин сетевой модели;

♦ выявляют варианты структуры сетевой модели наблюдаемого комплекса мероприятий, соответствующие выделенным сочетаниям реализаций входов и выходов вероятностных вершин;

♦ уточняют реализуемые варианты наблюдаемого комплекса мероприятий и вероятности осуществления этих вариантов.

Рассмотрим особенности выполнения этих операций.

Для облегчения определения всех сочетаний входов и выходов исходной, завершающей и вероятностных вершин сетевой модели целесообразно использовать граф вариантов структуры сетевой модели.

Максимально возможное число искомых сочетаний определяется выражением (1.3.1)

$$q = \prod_{n=1}^N s_n t_n ,$$

где

q – количество всех возможных вариантов структуры сетевой модели;

N – количество вершин сетевой модели;

s_n – количество входов n -й вершины сетевой модели, $n = 1(1)N$;

t_n – количество выходов n -й вершины сетевой модели, $n = 1(1)N$.

Множество сочетаний входов и выходов исходной, завершающей и вероятностных вершин сетевой модели обозначим символом

$$Q = \{q_i\}.$$

Очевидно, что это множество конечно, и его мощность не превышает числа q . Каждый элемент q_i данного множества имеет ровно $2K$ символов, где K – число вероятностных вершин сетевой модели.

Определение всех детерминированных путей, существующих между исходной, завершающей и вероятностными вершинами в сетевой модели можно выполнить по полной матрице путей, построенной, например, с привлечением аппарата алгебры квазиминов. Множество таких путей обозначим символом $L^{\text{дет}}$

При определении детерминированных путей, которым принадлежат выявленные по результатам наблюдений и не противоречащие сетевой модели мероприятия, выделяют все пути

из множества L^{AET} , в которые входят указанные мероприятия. Если какое-либо мероприятие входит в несколько путей, соединяющих различные входы и выходы вероятностных вершин, то среди них определяют путь, в который входит наибольшее число выявленных и не противоречащих сетевой модели мероприятий. Этот путь принимают за искомый, а остальные подлежат исключению.

Множество всех выделенных таким образом детерминированных путей обозначим символом L^{BVD} . Данное множество позволяет определить реализованные входы и выходы вероятностных вершин сетевой модели. Символы этих входов и выходов составляют вполне определенный набор w , который должен входить хотя бы в одно из сочетаний $q_i \in Q$ всех входов и выходов вероятностных вершин сети.

Путем сравнения набора w с сочетаниями из множества Q определяют все сочетания, в которые входит набор w . Множество таких сочетаний обозначим Q_1 .

Очевидно, что

$$Q_1 \subset Q.$$

Затем с помощью графа вариантов определяют все варианты структуры сетевой модели, которые соответствуют сочетаниям из множества Q_1 , т.е. сочетаниям реализаций входов и выходов вероятностных вершин, в которые входят все реализованные входы и выходы этих вершин.

Учитывая временные параметры выявленных по результатам наблюдений и не противоречащих сетевой модели мероприятий, а также временные соотношения между этими мероприятиями, уточняют варианты структуры сетевой модели, которые по данным наблюдений могут быть реализованы при выполнении наблюдаемого комплекса.

Для уточненных вариантов определяют вероятности их осуществления, которые представляют собой уточненные по результатам наблюдений апостериорные вероятности осуществления вариантов наблюдаемого комплекса. Эти вероятности могут быть вычислены по формуле Байеса.

Введем следующие обозначения:

I – число вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий;

H_i – событие, заключающееся в осуществлении i -го варианта наблюдаемого комплекса мероприятий, $i=1(1)I$;

A – событие, заключающееся в получении результатов наблюдений комплекса мероприятий.

Тогда формула Байеса для рассматриваемого случая примет вид:

$$P(\hat{H}_i / A) = \frac{P(\hat{H}_i)P(\hat{A} / H_i)}{\sum_{i=1}^I P(\hat{H}_i)P(\hat{A} / H_i)}, \quad i = 1(1)I, \quad (1.3.3)$$

где

$P(\hat{H}_i / A)$ – вероятность осуществления варианта \hat{H}_i наблюдаемого комплекса при условии, что получен результат наблюдений A (апостериорная вероятность), $i = 1(1)I$;

$P(\hat{H}_i)$ – априорная вероятность осуществления варианта наблюдаемого комплекса;

$P(\hat{A} / H_i)$ – вероятность получения результатов наблюдений A при условии, что реализован вариант H_i наблюдаемого комплекса.

В рассматриваемом случае каждому варианту комплекса мероприятий сопоставлено определенное сочетание реализаций входов и выходов вероятностных вершин, принадлежащее множеству Q , а результатам наблюдений – набор символов W .

Поэтому

$$P(\hat{A} / H_i) = \begin{cases} 1 - & \text{если набор } W \text{ входит в сочетание, сопоставленное варианту } H_i; \\ 0 - & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Обозначив символом I_1 множество индексов вариантов, для которых сопоставленные им сочетания содержат набор W , формулу (4.4.3) можно записать в виде

$$P(\hat{H}_i / A) = \begin{cases} \frac{P(\hat{H}_i)}{\sum_{i \in I_1} P(\hat{H}_i)}, & i = 1(1)I_1, \\ 0, & i \in I \setminus I_1. \end{cases} \quad (1.3.4)$$

Формулу (1.3.4.) следует использовать при расчете апостериорных вероятностей вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий.

1.3.4.4. Вычисление оценок сетевых параметров реализуемых вариантов наблюдаемого комплекса мероприятий

Так как каждый реализуемый вариант наблюдаемого комплекса мероприятий имеет детерминированную структуру, то оценки сетевых параметров этих вариантов вычисляют известными методами, разработанными для сетевых моделей с детерминированной структурой, например, методом PERT. Распределения параметров, характеризующих наблюдаемый комплекс мероприятий в целом, представляют собой вероятностную смесь распределений соответствующих параметров реализуемых вариантов комплекса. Поэтому расчет оценок таких параметров должен производиться по соответствующим формулам.

Так оценки математического ожидания и дисперсии продолжительности критического пути наблюдаемого комплекса мероприятий с учетом результатов наблюдений вычисляются по формулам:

$$\tilde{M}[\hat{T}_{кр}(A)] = \sum_{i \in I_1} P(\hat{H}_i / A) \tilde{M}[\hat{T}_{кр}(H_i; A)];$$

$$\tilde{D}[\hat{T}_{кр}(A)] = \sum_{i \in I_1} P(\hat{H}_i / A) \tilde{D}[\hat{T}_{кр}(H_i; A)];$$

где

$\tilde{M}[\hat{T}_{кр}(A)]$ – оценка математического ожидания продолжительности критического пути наблюдаемого комплекса мероприятий, уточненная по результатам наблюдений A ;

$\tilde{M}[\hat{T}_{кр}(H_i; A)]$ – оценка математического ожидания продолжительности критического пути варианта H_i наблюдаемого комплекса мероприятий, уточненная по результатам наблюдений A ;

$P(\hat{H}_i / A)$ – вероятность реализации варианта H_i наблюдаемого комплекса мероприятий, уточненная по результатам наблюдений A ;

$\tilde{D}[\hat{T}_{кр}(A)]$ – оценка дисперсии продолжительности критического $T_{кр}$ пути наблюдаемого комплекса мероприятий, уточненная по результатам наблюдений A ;

$\tilde{D}[\hat{T}_{кр}(H_i; A)]$ – оценка дисперсии продолжительности критического $T_{кр}$ пути реализуемого варианта H_i наблюдаемого комплекса мероприятий, уточненная по результатам наблюдений A .

1.3.4.5. Определение текущего состояния и хода выполнения наблюдаемого комплекса мероприятий

Определение по данным наблюдения текущего состояния наблюдаемого комплекса мероприятий осуществляется следующим образом. Для всех полных путей вариантов структуры сетевой модели, соответствующих реализуемым вариантам наблюдаемого комплекса мероприятий и содержащих выявленные по результатам наблюдений и не противоречащие сетевой модели мероприятия, определяются наиболее поздние моменты проведения наблюдений и мероприятия, наблюдавшиеся в эти моменты. Совокупность определенных таким образом мероприятий определяет разрез сетевой модели, который характеризует состояние наблюдаемого комплекса в интервале $[t_3, t_4] \subseteq [t_0, t_1]$, где t_3 и t_4 – соответственно наименьший и наибольший самые поздние

моменты наблюдений из всех соответствующих выявленному разрезу наиболее поздних моментов наблюдений в интервале наблюдений $[t_0, t_1]$.

Знание состояния наблюдаемого комплекса мероприятий в интервале $[t_3, t_4]$, наличие сетевой модели комплекса и оценок сетевых параметров реализуемых вариантов и самого наблюдаемого комплекса позволяет определить текущее состояние, спрогнозировать ход дальнейшего развития наблюдаемого комплекса и провести анализ его реализованной части.

Таким образом, рассмотренный метод обработки результатов наблюдений комплекса мероприятий с применением сетевой модели наблюдаемого комплекса позволяет за счет учета структуры комплекса повысить полноту использования информации, содержащейся в результатах наблюдений, и степень достоверности выводов, получаемых при обработке результатов наблюдений.

Изложенные в главе методология, математические методы и модели положены в основу разработки методики и алгоритмов прогнозирования состояния, хода и результатов информатизации.

Глава 2. Исследование возможности применения квалиметрических оценок и шкал качества в комплексном анализе информации и в управлении процессами информатизации общества

Информатизацию можно рассматривать как процесс целенаправленного ускоренного развития информационной сферы в процессе перехода человечества от индустриального общества к постиндустриальному, а именно к той его форме, которую называют информационным обществом (ИО).

Высокоразвитая информационная сфера является одним из основных и необходимых признаков информационного общества, поэтому по степени развитости и уровне её развития можно судить о состоянии и уровне развития информационного общества в отдельных регионах и в целом.

В информационной сфере можно выделить три основные составляющие, три информационных сектора, к которым относятся:

- ◆ сектор информационного производства;
- ◆ сектор информационных услуг;
- ◆ сектор потребления информации.

В соответствии с этим возможны несколько подходов к решению задачи выбора и обоснования системы показателей, позволяющей с требуемой точностью оценить состояние информационной сферы и прогнозировать ход её развития.

Сущность предлагаемых подходов заключается в выборе для каждого сектора информационной сферы такой системы показателей, которая позволяет не только оценить уровень развития соответствующего сектора, но и с достаточной степенью достоверности – состояние информационного общества. В общем случае в такую систему показателей будут входить показатели развития всех трех секторов.

Первый подход заключается в оценке уровня развития инфосферы, и, следовательно, состояния информационного общества по уровню развития сектора потребления информации. Развитость сектора потребления определяет степень удовлетворения информационных потребностей человека. Информационная потребность – это потребность человека в информации, необходимой для успешного осуществления своей деятельности. Так как обеспечение информационных потребностей является основной, ведущей функцией инфосферы, то данный подход позволяет наиболее полно решать поставленную задачу.

Информационная потребность человека возникает при выполнении любого вида деятельности и непосредственно связана с его информированностью. Информированность (осведомленность) субъекта – это сложное свойство, характеризующее способность субъекта,

используя имеющиеся у него информацию, сведения и знания, формировать правильные суждения и вырабатывать на их основе правильные решения в процессе своей деятельности.

Информированность как сложное свойство определяет состояние субъекта, которое характеризуется уровнем информированности. Уровень информированности субъекта – это характеристика его информированности, определяющая удаленность характеризуемого состояния от другого, принятого за исходное. Данный уровень можно оценить с помощью показателя информированности.

Чем лучше информирован человек, тем меньше ему нужно дополнительной информации, тем лучше, следовательно, удовлетворены его информационные потребности. Высокий уровень информированности всего населения, а значит и высокую степень удовлетворения его информационных потребностей, способна обеспечивать и поддерживать только высокоразвитая инфосфера, так как только она может своевременно и в соответствующей форме предоставить потребителю всю необходимую и достоверную информацию. Поэтому уровень информированности населения может быть использован не только для оценки состояния инфосферы и уровня ее развития, но и для оценки развития информационного общества.

Предложенное выше понимание информированности позволяет связать уровень информированности с вероятностью формирования правильного суждения и выработки правильного решения. Это дает возможность использовать в качестве показателей информированности соответствующие вероятностные характеристики. Оценки таких характеристик могут быть получены путем тестирования способности субъектов решать типовые задачи с последующей обработкой полученных результатов методами математической статистики. Для обработки результатов могут быть использованы также методы теории полезности и методы, применяемые при обработке результатов социологических опросов и получении экспертных оценок. При этом должны соблюдаться все требования, которые предъявляются к проведению подобных тестирований и обработке их результатов. Система показателей состояния информатизации и уровня развития инфосферы в этом случае базируется на числовых характеристиках и законах распределения случайных величин, характеризующих вероятность принятия правильных решений с учетом их важности.

Следует отметить, что подобный подход к формированию понятия информированности сближает проблему оценки уровня информированности с проблемой оценки результатов обучения, а это позволяет использовать результаты, полученные в теории и практике обучения, для решения поставленной проблемы.

Кроме того, данный подход будет весьма полезен при оценке состояния и развития такой формы информационного общества, как «общество знаний», так как выбор информированности

населения в качестве индикатора позволяет наилучшим образом отразить состояние и уровень развития этого общества.

Второй подход к решению проблемы состоит в оценивании уровня развития информационной сферы по степени развитости сектора информационных услуг. В этом случае инфосфера рассматривается как система массового обслуживания (СМО), а ее состояние и уровень развития описывается с помощью набора показателей, состав которого определяется в каждом конкретном случае типом СМО.

При использовании третьего подхода уровень развития информационной сферы оценивается по состоянию и степени развития сектора информационного производства. При этом учитывают насыщенность всех сфер деятельности человека информационными средствами, массовость применения новейших информационных технологий, развитость коммуникационных сетей и информационной экономики.

Для каждого этапа развития информационного общества и каждого региона в соответствии с уровнем его развития могут быть выбраны один из предложенных подходов и соответствующая система показателей уровня развития инфосферы региона.

Кроме того, возможно применение комбинированного подхода, при котором в систему показателей включают соответствующим образом выбранные показатели уровня развития двух или всех трех секторов информационной сферы. Такой подход может быть достаточно эффективно реализован с помощью индексного метода, если в качестве обобщенного (сводного) показателя уровня развития инфосферы региона и её секторов выбрать индексы. Индексы позволяют охарактеризовать развитие сложных явлений во времени и пространстве, изучать структуры и взаимосвязи этих явлений, а также оценивать вклад различных факторов в анализируемые явления. Индексы можно вычислять не только для всей разнородной совокупности исследуемых объектов, но и для любой характерной её части, для любой существенной группы объектов, выделенных в этой совокупности (групповые индексы, субиндексы, подиндексы).

Развитие информационного общества относится к сложным многокомпонентным процессам, составляющие которых имеют различную природу, трудно сопоставимы и часто объединены только единой целью. Поэтому применение индексов при оценивании состояния, хода и результатов развития информационного общества позволяет сделать процедуру оценивания более удобной для ее практической реализации. Для вычисления индекса развития ИО можно применить, например, метод сводного показателя (МСП).

Как было отмечено выше развитие ИО может быть оценено по уровню информированности населения. Для этого должна быть сформирована система показателей, обеспечивающая решение данной задачи с требуемой точностью, достоверностью и оперативностью.

Информированность – сложное свойство, позволяющее с помощью обобщенного показателя, к которому относится показатель уровня информированности, оценивать качество результатов развития ИО. Это свойство может быть представлено в виде совокупности свойств, каждое из которых вносит свой вклад в обеспечение информированности. Поэтому уровень информированности, а, следовательно, и уровень развития ИО, может быть оценен по показателям тех свойств, которые входят в совокупность, определяющую информированность как сложное свойство. Выбор этих показателей зависит от сфер, направлений, этапов развития ИО и позволяет относительно просто, с приемлемой достоверностью, оценивать качество результатов этого развития.

Рассмотрим случай, когда информированность оценивается по способности субъектов решать тестовые задачи, а сама способность измеряется в баллах. Такой подход позволяет использовать индексный метод не только при оценивании информированности населения, но уровня развития ИО.

Пусть необходимо оценить уровень информированности населения некоторого региона. В соответствии с демографическими данными население региона разбивается на группы по профессиональным, возрастным, социальным и другим признакам. При этом требования к информированности каждой группы, а также субъектов в группах, могут быть различными. Отбор представителей групп населения в тестируемую группу производится таким образом, чтобы она представляла репрезентативную выборку, т.е. правильно отражала количественный и качественный состав населения региона. Для проведения тестирования составляется набор разбитых на классы тестовых задач, позволяющий достаточно полно и достоверно проверить уровень информированности любой группы населения региона. Классы соответствуют сферам деятельности населения. Тестовые задачи в классах соответствуют видам (областям) деятельности в сферах. Каждому тестируемому предъявляется свой набор задач из общего набора. На решение задач выделяется определенное время, а также задаются все прочие условия, которые должны выполняться при проведении тестирования. Результаты решения задач оцениваются в баллах, а оценки подвергаются статистической обработке с учетом значимости информированности населения для выполнения соответствующих видов деятельности. Эта значимость задается системой показателей ценности (важности, значимости) информированности личности, общественных групп и всего населения.

Система показателей или индексов информированности населения включает три группы индексов:

- ◆ индексы (показатели) информированности конкретного человека (личности);
- ◆ индексы (показатели) информированности конкретной группы людей (общественной группы);

- ◆ индексы (показатели) информированности населения в целом (общества).

Группу индексов информированности конкретного человека составляют следующие показатели:

- индекс (показатель) уровня информированности конкретного человека из конкретной группы населения в данном виде конкретной сферы деятельности;
- индекс (показатель) уровня информированности конкретного человека из конкретной группы населения в конкретной сфере деятельности;
- индекс (показатель) уровня информированности конкретного человека из конкретной группы населения.

К индексам (показателям) информированности группы населения относятся:

- индекс (показатель) уровня информированности конкретной группы населения в данном виде конкретной сферы деятельности;
- индекс (показатель) уровня информированности конкретной группы населения в конкретной сфере деятельности;
- индекс (показатель) уровня информированности конкретной группы населения.

В группу индексов (показателей) информированности населения в целом входят следующие показатели:

- индекс (показатель) уровня информированности населения в конкретном виде деятельности в конкретной сфере;
- индекс (показатель) уровня информированности населения в конкретной сфере деятельности;
- индекс (показатель) уровня информированности населения.

Система показателей ценности информированности населения, используемая при вычислении значений уровня информированности включает группы абсолютных и относительных показателей.

Вычисление значений показателей информированности населения по заданным исходным данным производится с использованием базового варианта расчета. Точность оценивания информированности населения может быть определена по величине соответствующих дисперсий и среднеквадратичных отклонений [2].

Так как значения показателей информированности населения, вычисленные по результатам тестирования, являются случайными величинами, то наиболее полно информированность населения может быть оценена с помощью соответствующих законов распределения. Так как распределение значений показателей информированности населения можно считать унимодальным, то для значений этих показателей в качестве аппроксимирующего закона может быть выбрано бета-распределение.

Таким образом, предлагаемый способ оценивания развития информационного общества по степени информированности населения с использованием рассмотренного метода расчета показателей информированности является достаточно эффективным и может быть применен на практике.

Глава 3. Разработка методологических основ построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества

3.1 Методологические основы построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества

Одной из наиболее серьезных проблем, возникающих при применении современных информационных систем и технологий, является построение квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества этих систем и технологий. Особенно важно обеспечение эффективности информационных систем критических приложений, к которым относятся, в частности, системы государственного управления и военного назначения, объекты атомной энергетики, ракетно-космическая техника, а также финансовая сфера.

Проблема качества информации не может быть успешно решена, если не будут обеспечены необходимые и достаточные уровни её качества. Для этого должен быть создан системный комплекс требований, критериев и показателей, позволяющий оценить уровень качества информации и соответствие этого уровня предъявляемым требованиям.

Так как обеспечение качества информации относится к классу целенаправленных процессов (операций), то научно-методологическую основу разработки такого комплекса составляет теория эффективности целенаправленных процессов [1, 55].

Однако особенности данного процесса требуют их учета и создают при оценивании эффективности определенные проблемы. Одними из первых работ, в которых рассматривались эти проблемы и излагались полученные авторами результаты их решения, являются публикации ИСА РАН [56–58].

Трудности оценивания эффективности информатизации обусловлены объективно существующей её сложностью. Поэтому при оценивании эффективности данной операции применяются как объективные, так и субъективные критерии. Оцениваемые характеристики современных информационных систем и технологий могут иметь как детерминированную, так и случайную природу. Некоторые исследуемые элементы информационных технологий, как, например, преднамеренные закладки, имеют уникальное представление и скрытый характер. Все это затрудняет получение количественных характеристик эффективности их функционирования, хотя наличие таких характеристик весьма полезно, особенно при сравнении различных проектов обеспечения их эффективности, анализа влияния угроз и отдельных механизмов на общий уровень безопасности систем и технологий, учета изменения безопасности в процессе их жизненного цикла. Существующие подходы к оцениванию эффективности операций не всегда позволяют правильно учесть особенности таких процессов, и это обуславливает необходимость разработки новых подходов и методик, реализующих эти подходы.

В предлагаемом подходе к оцениванию эффективности данный процесс рассматривается как операция (целенаправленный процесс), эффективность которой представляет собой комплексное свойство, порождаемое совокупностью таких основных свойств данного процесса, как результативность, ресурсоемкость и оперативность. Для количественного оценивания эффективности можно использовать различные показатели эффективности, которые при комплексном исследовании эффективности должны в общем случае включать в себя три группы компонент, характеризующие соответственно возможные целевые эффекты (результативность операции), затраты ресурсов (ресурсоемкость операции) и затраты времени (оперативность операции).

Выбор вероятности достижения цели операции в качестве показателя ее эффективности обладает рядом существенных достоинств, так как данный показатель:

- наиболее полно характеризует эффективность операции;
 - является безразмерным, абсолютным и в то же время относительным показателем, что позволяет сравнивать по эффективности процессы различных классов;
 - является скалярным;
 - менее субъективен, чем многие другие показатели эффективности;
 - является единообразным для операции любого вида.
- Однако этот показатель не лишен ряда недостатков, среди которых следует отметить:
- сложность получения исходных данных, что относится как к требуемым, так и к достижимым значениям показателей качества результатов операции;
 - сложность вычисления показателя.

При современном уровне развития научных основ оценивания эффективности применение вероятности достижения цели информатизации в качестве показателя ее эффективности из-за указанных выше недостатков этого показателя является крайне затруднительным.

Поэтому на практике при оценивании эффективности информатизации используют методы, учитывающие особенности данного процесса и позволяющие избежать недостатков, связанных с выбором вероятности достижения цели операции в качестве показателя ее эффективности.

Ниже излагаются два таких метода: индексный метод и метод условного показателя.

3.2 Разработка индексных квалиметрических оценок информатизации общества

Индекс — это показатель, характеризующий уровень или соотношение уровней какого-либо явления, в том числе и в тех случаях, когда составляющие уровней явления или его элементов непосредственно не сопоставимы.

Индексы используются, в первую очередь, для измерения изменений оцениваемых явлений во времени или в пространстве [61–63]. Индексы можно вычислять не только для всей

разносоставной совокупности объектов, но и для любой характерной ее части, для любой существенной группы объектов, выделенных в исследуемой совокупности (групповые индексы, или субиндексы).

В теории индексов с их помощью решаются три главные задачи:

- 1) измеряются факторы в общей динамике показателей;
- 2) обособляется влияние структуры явлений от изменения индексируемого признака при анализе динамики вторичных признаков;
- 3) измеряются результаты изменения признаков с несоизмеримыми элементами.

3.3 Разработка квалиметрических оценок информатизации общества на основе метода условного показателя

Пусть каждый j -й вариант системы ($j=1,2,\dots,n$) характеризуется вектором исходных характеристик $x_j = (x_{j1}, \dots, x_{jk})$, $k < n$. Введем вектор-функции $\varphi_j(x_j) = (\varphi_{j1}(x_j), \dots, \varphi_{jm}(x_j))$, $m < n$ и вектор весовых коэффициентов $c = (c_1, \dots, c_m)$.

Используем в качестве показателя сравнения каждого j -го варианта линейную свертку вида:

$$J_j = \sum_{i=1}^m c_i \varphi_{ji}(x_j) \quad (1)$$

При такой постановке задачи весовые коэффициенты обычно определяются методами экспертных оценок, многоцелевой оптимизации, теорией квалиметрических шкал качества и др.

Возможен и иной подход – использование метода условного показателя. Его суть состоит в следующем. Составим евклидову меру невязок относительно некоторого условного опорного значения J_0 , принимаемого за единицу. Тогда весовые коэффициенты c_i , $i=1,\dots,m$ можно найти из условия ее минимизации. В итоге после преобразований получим систему уравнений для определения весовых коэффициентов:

Эти уравнения разрешимы, если задаться некоторым условным значением. Полученный набор коэффициентов может быть необязательно единственным.

Отметим, что особенность вычисления коэффициентов при неизвестных часто приводит к появлению большого числа обусловленностей, поэтому ошибки исходной информации и ошибки округлений, внесенные в процессе решения уравнений, при использовании некоторых методов решения систем линейных уравнений (в частности, метода Гаусса) могут вызвать большую погрешность вычисления неизвестных c_i , $i=1,\dots,m$. Поэтому, для надежного вычисления коэффициентов рекомендуется применять метод сингулярного разложения.

Если параметры каждой системы (объекта, варианта) домножить на соответствующее значение весового коэффициента, а затем сложить, то можно получить квалиметрическую шкалу качества объектов, сформированной по данному показателю, и на ней решать задачи выбора наилучшего (наихудшего) варианта. Отметим, что при необходимости шкалу можно растянуть или преобразовать к другой системе отсчета.

Заключение

В отчете приведены результаты анализа современного состояния и развития информационного общества, показано, что информационное общество представляет собой одну из прогрессивных форм постиндустриального общества (очередной этап развития человечества), рассмотрены негативные последствия развития информационного общества и возникшие в результате проблемы информационной и информационно-психологической безопасности, а также связь современных информационных технологий и национальной безопасности, включая формирование глобального информационного пространства, обеспечение информационной безопасности современного человека и проблемы этики в информационном обществе.

Исследованы возможности применения квалиметрических оценок и шкал качества в комплексном анализе информации и в управлении процессами информатизации общества.

Рассмотрены методологические основы построения квалиметрических оценок и квалиметрических шкал качества, а также вопросы разработки индексных квалиметрических оценок информатизации общества и квалиметрических оценок информатизации общества на основе метода условного показателя.

Анализ материалов, представленных в отчете о научно-исследовательской работе «Разработка научно-методологических основ квалиметрии информационного общества» (этап 1), позволяет сделать следующие выводы.

1. Объективной закономерностью развития информационного общества, необходимым условием его движения вперед и технологической основой этого процесса является информатизация, игнорирование которой не позволит своевременно и эффективно решать проблемы, возникшие и постоянно возникающие на современном этапе его развития, включая социальные, экологические, экономические и другие, от решения которых зависит не только судьба общества, но и само существование человечества.

В то же время успешное решение задач информатизации, эффективность этого социально-техногенного процесса существенным образом зависят от качества и действенности научно-методического сопровождения информатизации, от состояния фундаментальных исследований и научно-технических разработок, в первую очередь, в области вычислительной техники, средств телекоммуникаций и информационных технологий.

2. По величине Веб-индекса при оценке уровня развития информационного общества в тройку мировых лидеров вошли Швеция (показатель 100), США (показатель 97,31) и Великобритания (показатель 93,83). Замыкают список Буркина-Фасо, Зимбабве и Йемен. России заняла 31 место с показателем 47,29, между Тунисом и Филиппинами, практически ровно

посередине общего списка. Наиболее развитой Россия оказалась в части политического влияния Интернет – 22 место, наименее развитой – по социальному влиянию (44 место).

3. Применение сетевых моделей при обработке результатов наблюдений сложных комплексов позволяет за счет учета структуры наблюдаемых комплексов более полно извлекать из результатов наблюдений содержащуюся в них информацию, отбраковывать недостоверные и выявлять наиболее информативные результаты наблюдений, а также определять те недостающие результаты наблюдения, которые могут нести информацию, необходимую для решения задач обработки с требуемым уровнем качества.

4. При оценивании эффективности информатизации на практике часто используют методы, учитывающие особенности данного процесса и позволяющие избежать недостатков, связанных с выбором вероятности достижения цели операции в качестве показателя ее эффективности: индексный метод и метод условного показателя.

Если параметры каждой системы (объекта, варианта) домножить на соответствующее значение весового коэффициента, а затем сложить, то можно получить квалиметрическую шкалу качества объектов, сформированной по данному показателю, и на ней решать задачи выбора наилучшего (наихудшего) варианта. Отметим, что при необходимости шкалу можно растянуть или преобразовать к другой системе отсчета.

5. Возможны несколько подходов к решению задачи выбора и обоснования системы показателей, позволяющей с требуемой точностью оценить состояние информационной сферы и прогнозировать ход её развития.

Первый подход заключается в оценке уровня развития инфосферы, и, следовательно, состояния информационного общества по уровню развития сектора потребления информации. Развитость сектора потребления определяет степень удовлетворения информационных потребностей человека. Так как обеспечение информационных потребностей является основной, ведущей функцией инфосферы, то данный подход позволяет наиболее полно решать поставленную задачу.

Второй подход к решению проблемы состоит в оценивании уровня развития информационной сферы по степени развитости сектора информационных услуг. В этом случае инфосфера рассматривается как система массового обслуживания (СМО), а ее состояние и уровень развития описывается с помощью набора показателей, состав которого определяется в каждом конкретном случае типом СМО.

При использовании третьего подхода уровень развития информационной сферы оценивается по состоянию и степени развития сектора информационного производства. При этом учитывают насыщенность всех сфер деятельности человека информационными средствами,

массовость применения новейших информационных технологий, развитость коммуникационных сетей и информационной экономики.

6. Развитие ИО может быть оценено по уровню информированности населения. Для этого должна быть сформирована система показателей, обеспечивающая решение данной задачи с требуемой точностью, достоверностью и оперативностью.

Список использованных источников

1. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. *Научно-методологические основы информатизации*. СПб, Наука, 2000. 455 с.
2. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. *Концептуальные и научно-методологические основы информатизации*. СПб, Наука, 2009. 542 с.
3. Моисеев Н.Н. *Человек и ноосфера*. М.: Мол. гвардия, 1990. 351с.
4. Пароджанов В.Д. Кризис цивилизации и нерешенные проблемы информатизации. // НТИ, Сер.2. Информатизационные процессы и системы. 1993. № 12. С.1–9.
5. Мелюхин И.С. Информационное общество и баланс интересов государства и личности. // Информационное общество. 1997. № 4–6. С.3–26.
6. Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу. // Проблемы информатизации. 1999. Вып. 4. С.50–65.
7. Смолян Г.Л., Черешкин Д.С., Вершинская О.Н., Костюк В.Н., Савостинский Ю.А. *Путь России к информационному обществу (предпосылки, проблемы, индикаторы, особенности)*. М.: Институт системного анализа РАН, 1997. 64с.
8. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // "Успехи современной биологии". 1944. №18. Вып. 2. С.113–120.
9. *E le Roy. L'exigence idealiste et le fait d'evolution*. P., 1927, p.196.
10. Моисеев Н.Н. Информационное общество как этап новейшей истории? // Информационные технологии и вычислительные системы. 1996. №1. С.3–8.
11. Моисеев Н.Н. *Быть или не быть... человечеству?* М.: 1999. 288с.
12. Моисеев Н.Н. *Универсум. Информация. Общество*. М.: Устойчивый мир. 2001. 200 с. (Библиотека журнала «Экология и жизнь». Серия «Устройство мира»).
13. *Ракитов А.И. Философия компьютерной революции*. М.:1991.
14. *Ракитов А.И. Россия в глобальном информационном процессе и региональная информационная политика* // Проблемы информатизации. М.: 1993. Вып. 1–2. С.3–12.
15. *Пушкин В.Г., Урсуп А.Д. Информатика, кибернетика, интеллект. Философские очерки*. Кишинев: Штеница, 1989. 296 с.
16. *Урсуп А.Д., Урсуп Т.А. Эволюция. Космос. Человек. (Общие законы развития и концепция антропокосмизма)*. Кишинев: Штеница, 1986. 266 с.
17. *Урсуп А.Д. Путь в ноосферу. Концепция выживания и устойчивого развития человечества*. М.: Луч, 1993. 275 с.
18. *Айламазян А.К., Столь Е.В. Информатика и теория развития*. М.: Наука, 1989. 174 с.

19. Александров В.В., Юсупов Р.М. Информатика и общество // Информатика и вычислительная техника. 1993. №1–2. С.23–25.
20. Михайловский В.Н. Формирование научной картины мира и информатизация. Философские очерки. СПб.: Наука, 1994. 145 с.
21. Новик И.Б., Абдулаев А.Ш. Введение в информационный мир. М.: Наука, 1991. 228 с.
22. Суханов А.П. Информация и прогресс. Новосибирск: Наука, 1988. 192 с. (Серия «Наука и технический прогресс»).
23. Сухина В.Ф. Человек в мире информатики. М.: Радио и связь, 1992. 112 с.
24. Гэлбрейт Дж. К. Новое индустриальное общество. М.: 1969.
25. Полищук М.Л. В преддверии натиска «третьей волны»: Контуры планетарной цивилизации в общественно-политической мысли Запада. М.: Наука, 1989. 160 с. (Серия «общество и личность»).
26. Тоффлер Элвин. Третья волна. М.: ООО «Фирма “Издательство АСТ”», 1999. 784 с. (Классическая философская мысль).
27. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society. N.Y., 1996.
28. Bell D. The Post Industrial Society // Scientific Progress and Human Values. N.Y., 1967.
29. Forester T. High-Tech Society. The Story of the Information Technology Revolution. Cambridge (Ma.), 1988.
30. Katz R.L. The information society: An international perspective. N.Y., 1988.
31. Lyon D. The Information Society. Cambridge, 1996.
32. Machlup F. Production and Distribution of Knowledge in the United States, Princeton, 1962.
33. Masuda J. The Information Society as Post-Industrial Society. Tokyo, 1980.
34. Naisbitt J. From Nation States to Networks // Gibson R. (ed.) Rethinking the Future. L., 1997.
35. Naisbitt J. Megatrends. Ten Directions Transforming Our Lives. N.Y., 1982.
36. Naisbitt J., Aburdene P. Megatrends 2000. Ten New Directions For the 1990's. N.Y., 1990.
37. Porat M. Information Economics and Policy in the United States, Wash., 1977.
38. Thurow L. Creating Wealth. The New Rules for Individuals, Companies and Countries in a Knowledge-Based Economy. N.Y., Harper Collins, 1999; L.: Nicholas Brealey Publishing, 1999. XVI + 301 p.
39. Webster F. Theories of the Information Society. L. N.Y., 1995.
40. Компьютер-Информ от 15.10.2012 (17-18). С.23. Электронный адрес: <http://www.webfoundation.org/stories/web-science-3/web-index-map/> Фонд World Wide Web на 18 году существования.
41. Hassig C. Angst vor dem Computer? Die
42. Ракитов А.И. Философия компьютерной революции. М., 1991, с.217.

43. *Рукшин С.Е.* Дошли до точки невозврата. // Санкт-Петербургские ведомости. №227 (5250) от 23.11.2012.
44. *Юсупов Р.М.* Наука и национальная безопасность. 2-е издание, переработанное и дополненное. СПб, Наука, 2011. 369 с.
45. Словарь современного русского литературного языка. Том 5, И-К, М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956 г. 1916 с.
46. *Ожегов С.И., Шведова Н.Ю.* Толковый словарь русского языка. М.: АЗЪ, 1993. 960 с.
47. *Цыгичко В.Н., Смолян Г.Л., Черешкин Д.С.* Информационное оружие как геополитический фактор и инструмент силовой политики. М.: Институт системного анализа РАН, 1997. 31с.
48. *Емельянов Г.В., Стрельцов А.А.* Проблемы обеспечения безопасности информационного общества // Информационное общество, № 2. 1999. С.15–17.
49. Научные проблемы национальной безопасности Российской Федерации. Вып.3. М.:МАИК «Наука/интерпериодика», 2002.
50. *Смолян Г.Л.* Сетевые информационные технологии и проблемы безопасности личности. // Информационное общество, № 1. 1999. С.21–25.
51. *Чугунов А.В., Цыганкова И.А., Шубинский М.В., Юсупов Р.М.* Плюрализм в Интернете и проблема обеспечения безопасности детей в глобальном информационном пространстве. // Труды Вторых Всероссийских научных чтений «Будущее сильной России – в высоких технологиях». Санкт-Петербург, 27-29 февраля 2008 г. СПб; Изд-во: "Логос", 2008. С.280-284.
52. «Компьютер Информ», №18, 2002г. С. 24.
53. *Лисичкин В.А., Шелепин Л.А.* Третья мировая (информационно-психологическая) война. М.: Институт социально-психологических исследований АСН. 1999. 304 с.
54. Internet Ethics./ Edited by D.Langford. Houndmills etc.:Macmillan press, 2000. 281p. ISBN 0-333-77626-7.
55. *Хованов Н.В.* Анализ и Синтез Показателей при Информационном Дефиците. СПб. Издательство Санкт-Петербургского университета. 1996. 196 с.
56. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В. С. Авдурский (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1988. Т. 3. Эффективность технических систем / Под ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. 328 с.
57. *Петухов Г. Б.* Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Ч.1. Методология, методы, модели. МО СССР, 1989. 660 с.
58. *Цыгичко В. Н., Смолян Г. Л., Черешкин Д. С.* Оценка эффективности систем информационной безопасности. М.: Институт системного анализа РАН, 1995. 44 с.

59. Черешкин Д. С., Антопольский А. Б., Кононов А. А., Смолян Г. Л., Цыгичко В. Н. Защита информационных ресурсов в условиях развития мировых открытых сетей. М.: Институт системного анализа РАН, 1997. 100 с.
60. Черешкин Д. С., Гадасин В. А., Елизаров О. И., Кононов А. А., Тищенко Д. В., Цыгичко В. Н. Оценка эффективности систем защиты информационных ресурсов. М.: Институт системного анализа РАН, 1998. 48 с.
61. Общая теория статистики / Ф. Г. Долгушевский, В. С. Козлов, П. И. Полушин, Я. М. Эрлих. Изд-е 2-е, М.: Статистика, 1967. С. 329–331.
62. Козлов Т. И., Овсиенко В. Е., Смирнский В. И. Курс общей теории статистики. Изд-е 2-е. М.: Статистика, 1965. С. 262.
63. Статистика / Под ред. С. Г. Струмилина // Изд-е 2-е, М.: Статистика, 1969. С. 207.