

Образовательные ресурсы и технологии

№ 3 (20) 2017

ISSN 2500-2112



***Образовательная
среда***

***Информационные
технологии***

***Методологические
исследования***

**Информационные технологии
в образовании
и научных исследованиях**

ISSN 2500-2112

Эл № ФС77-68096

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 3(20)'2017

Электронное периодическое издание

Главный редактор:

Парфёнова Мария Яковлевна

Заместитель главного редактора:

Журавлёв Владимир Захарович

Члены редакционной коллегии:

Бородин В.А., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, ЭЗНП РАН;

Соколов И.А., акад. РАН, ФИЦ ИУ РАН;

Бугаёв А.С., акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., ИРЭ РАН;

Курейчик В.М., д-р техн. наук, проф., ЮФУ;

Колин К.К., д-р техн. наук, проф., ИПИ РАН;

Зацаринный А.А., д-р техн. наук, проф., ИПИ РАН;

Сергеев С.Ф., д-р психол. наук, проф. СПбГУ, проф. СПбГП;

Нечаев В.В., канд. техн. наук, проф., МИРЭА;

Сухомлин В.А., д-р техн. наук, МГУ;

Яцкив И.В., д-р техн. наук, проф., Институт транспорта и связи, г. Рига, Латвийская Республика;

Христозова Г., д-р пед. наук, проф., Бургасский свободный университет, г. Бургас, Республика Болгария;

Балтов М., д-р, PhD, проф., Бургасский свободный университет, г. Бургас, Республика Болгария;

Йоксимович А., PhD, Институт биологии моря, г. Котор, Черногория.

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за издательством.

Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

Системные требования: PC не ниже класса Pentium

III; 256 Mb RAM; свободное место на HDD 32 Mb;

Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader; дисковод

CD-ROM 2X и выше; мышь.

© ЧОУВО «МУ им. Витте», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В ТРУДАХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ XX ВЕКА	7
<i>Гусев Дмитрий Алексеевич, Йонка Балтаджиева,</i>	
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ КАК ВЕКТОРА РАЗВИТИЯ МНОГОПОЛЯРНОГО МИРА	13
<i>Лобанова Анна Вячеславовна, Йонка Балтаджиева,</i>	
МЕЖЪЯЗЫКОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ОСВОЕНИИ РУССКИМИ БОЛГАРСКОГО ЯЗЫКА	18
<i>Флеров Олег Владиславович, Галя Христозова,</i>	

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СТРАТИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ	23
<i>Буравцев Алексей Владимирович,</i>	
ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ГРАФЫ В СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ФИСКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	33
<i>Цветков Виктор Яковлевич, Буравцев Алексей Владимирович,</i>	
КОММУНИКАЦИОННАЯ ЗАКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ	41
<i>Дешико Игорь Петрович,</i>	

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

СИНТЕЗ РЕКУРРЕНТНЫХ АЛГОРИТМОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА БАЗЕ ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ	48
<i>Андрашитов Дмитрий Сергеевич,</i>	
ТРАНСФОРМАЦИЯ ИДЕАЛЬНОГО В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	55
<i>Бутко Евгений Яковлевич,</i>	
ИНФОРМАЦИЯ, УМЕНЬШАЮЩАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И ИНФОРМАЦИЯ, УВЕЛИЧИВАЮЩАЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНОСТЬ	62
<i>Елсуков Павел Юрьевич,</i>	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА	69
<i>Розенберг Игорь Наумович,</i>	
К ВОПРОСУ О РОЛИ ДИОКСИД УГЛЕРОДА И ЕГО ВЛИЯНИИ НА БИОСФЕРУ	78
<i>Шаповалов Александр Борисович,</i>	
СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	86
<i>Цветков Виктор Яковлевич,</i>	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЕДИНИЦЫ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ	93
<i>Чехарин Евгений Евгеньевич,</i>	

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОИНФОРМАТИКА

БАЗЫ ГЕОДАНЫХ.....100
Матчин Василий Тимофеевич,

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....109
Савиных Виктор Петрович,

CONTENTS

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

INTERCULTURAL COMMUNICATION AND TEACHING IN XX CENTURY WORKS.....	7
<i>Gusev D.A., Y. Baltadzhieva,</i>	
PSYCHO-PEDAGOGICAL PARADIGM OF INTERCULTURAL COMMUNICATION AS A VECTOR OF MULTIPOLAR WORLD	13
<i>Lobanova A.V., Y. Baltadzhieva,</i>	
INTERLINGUAL INTERFERENCE IN RUSSIANS LEARNING BULGARIAN	18
<i>Flerov O.V., Galya Hristozova,</i>	

INFORMATION TECHNOLOGY

STRATIFIED METHOD OF CONSTRUCTING COMPLEX I SYSTEM.....	23
<i>Buravtsev Alexey Vladimirovich,</i>	
ORIENTED GRAPHS IN COMPLEXS ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL FISCAL SYSTEMS.....	33
<i>Tsvetkov Victor Yakovlevich, Buravtsev Alexey Vladimirovich,</i>	
COMMUNICATION CLOSED INFORMATION MODEL.....	41
<i>Deshko Igor Petrovich,</i>	

METHODOLOGICAL RESEARCHES

SYNTHESIS OF RECURRENT ALGORITHMS FOR PARAMETRIC IDENTIFICATION BASED ON VARIATIONAL PRINCIPLES	48
<i>Andrashitov Dmitry Sergeevich,</i>	
TRANSFORMATION OF IDEAL IN INFORMATION MODELING	55
<i>Butko E.Ya.</i>	
INFORMATION, REDUCING UNCERTAINTY AND INFORMATION, INCREASING CONTENT.....	62
<i>Elsukov P.Yu.,</i>	
INFORMATION SITUATION AS COMPLEX SYSTEM	69
<i>Rozenberg I.N.,</i>	
TO THE QUESTION OF THE ROLE OF CARBON DIOXIDE AND ITS INFLUENCE ON THE BIOSPHERE	78
<i>Shapovalov A.B.,</i>	
COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS.....	86
<i>Tsvetkov V.Ya.</i>	
INFORMATION UNITS IN COMPLEX SYSTEMS.....	93
<i>Cheharin Evgenii Evgen'evich,</i>	

APPLIED GEOINFORMATICS

GEODATABASES	100
<i>Matchin V.T.,</i>	
GEOINFORMATION MODELING IN SPACE RESEARCHES.....	109
<i>Savinych V.P.,</i>	

МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В ТРУДАХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ XX ВЕКА

Гусев Дмитрий Алексеевич,

д-р филос. наук, профессор,

профессор кафедры педагогики, психологии и социально-гуманитарных дисциплин,

e-mail: gusev.d@bk.ru,

Московский университет имени С. Ю. Витте,

<http://www.muiiv.ru>,

Йонка Балтаджиева,

канд. психол. наук, доцент, заведующая кафедрой психологии,

e-mail: baltadjieva@bfu.bg,

Бургасский свободный университет,

<https://www.bfu.bg/ru>

В статье исследуются подходы и трактовки понятия межкультурной коммуникации в работах учёных XX века – периода, когда данная область стала приобретать статус самостоятельного научного знания в условиях нарастающих темпов глобализационных и информационных процессов и, как следствие, роста межкультурных контактов. Анализируются теории Г. Хофстеде, Э. Хирша и Э. Холла. Особую значимость имеет взаимосвязь межкультурной коммуникации и межкультурной компетенции, формирование которой раскрывается в статье на основе изложенных идей как культурно- и социально-обусловленный педагогический процесс.

Ключевые слова: межкультурная компетенция, межкультурная коммуникация, синхронное восприятие, полихронное восприятие, культурная грамотность, высококонтекстное общение, низкоконтекстное общение

В последнее время очень много говорится о различных вопросах межкультурной коммуникации как диалога культур. Межкультурная коммуникация (или как ещё её иногда называют «кросс-культурная коммуникация») традиционно понимается как процесс взаимодействия и мотивированного им общения представителей разных культурных сообществ. При этом проблемы коммуникации актуализируются, если хотя бы один из коммуникантов вынужден общаться на неродном для себя языке. Именно поэтому на практике о межкультурной коммуникации говорят чаще всего применительно к изучению иностранных языков.

Для современной лингводидактики межкультурная коммуникация действительно играет ключевую роль, поскольку в эпоху Интернета и доступности информации на самых разных языках она выступает парадигмой их изучения и освоения. Благодаря тому, что язык является основным средством человеческого общения, о лингвистическом аспекте межкультурного взаимодействия можно говорить как об одном из основных, но диалог культур исследуется далеко не только с позиций языка. Сегодня межкультурная коммуникация исследуется с позиций всех гуманитарных наук, кроме того в эпоху глобализации и технического прогресса некоторые её аспекты находят соприкосновение с вопросами экономики и техники.

Сегодня принято говорить, что межкультурная коммуникация является основной парадигмой обучения иностранным языкам, то есть парадигмой такой тоже относительно новой области знания как лингводидактика. Средствами иностранного языка формируется межкультурная компетенция и межкультурная чувствительность, о которых в этой статье будет рассказано ниже. Однако межкультурная коммуникация как академическая дисциплина сама по себе, а также дисциплины смежные с ней, всё больше вводятся в учебные программы образовательных учреждений по всему миру.

Итак, межкультурная коммуникация как сфера знания берёт своё начало из проблем и вопросов политики, социологии, экономики, техники и телекоммуникации, психологии, лингвистики и педагогики (лингводидактики). Она рассматривает совершенно разные проблемы в одной и той же парадигме

межкультурного взаимодействия. Её оформление в междисциплинарную научную область в середине XX века было бы невозможным без построения собственных теорий, причем большое их количество и тот факт, что они основывались на совершенно разных факторах, лишний раз демонстрирует комплексность и многогранность межкультурной коммуникации как области исследований.

Как уже изначально отмечалось, отдельные исследования велись в совершенно разных сферах гуманитарного знания, целостные же теории строились в основном на основе антропологии и культурологи, а также коммуникативистики, которая тоже, впрочем, является относительно новой самостоятельной научной областью.

Одна из самых известных теорий межкультурного общения и взаимодействия – это теория американского антрополога Э. Холла [1]. В XXI веке, когда наряду с проблемами межкультурной коммуникации всё больше говорится о проблемах информационных и телекоммуникационных технологий, об их сильных и слабых сторонах, об информационной компетенции как о необходимом качестве для современного человека в условиях формирующегося информационного пространства, эта теория становится всё более актуальной, поскольку она основана на информационном контексте. Под контекстом Э. Холл понимает всю невысказанную информацию, которой сопровождается каждое коммуникативное явление и взаимодействие, а также каждое культурное событие. Эта информация существует в культуре в виде каких-либо негласных правил, норм поведения, и пр., которые являются культурно и исторически обусловленными и существуют в информационном пространстве культуры, которая находится в информационном пространстве глобальном. Однако дело в том, что степень информированности (знание контекста) в коммуникации зависит, по мнению Холла, от плотности социальных связей. Если представители какой-либо культуры пользуются закрытой плотной информационной сетью, то даже в условиях современного информационного пространства процесс взаимной передачи и понимания информации для представителей иных культур с ними будет затруднителен. Такие культуры постоянно пользуются контекстом и называются высококонтекстными. К ним относятся восточные страны, а также страны Южной Европы. Несложно заметить, что высококонтекстные культуры являются в основном коллективистскими, поскольку именно в условиях постоянной коллективной деятельности и совместного существования и формируются эти самые скрытые контекстные связи, понимания и значения.

Представители низкоконтекстных культур (Северная Америка и Северо-Западная Европа) дают максимум информации в вербальном сообщении, в котором всегда предельно ясно излагается суть без каких-либо дополнительных контекстов. Сообщения в низкоконтекстных культурах, как правило, лаконичны и содержат максимум «полезной информации», в то время как в высококонтекстных, наоборот, минимум эксплицитной информации при большом объёме сообщения. В речи людей из низкоконтекстных культур присутствует однозначная оценка происходящего, а также эксплицитное выражение недовольства в случае отрицательной оценки. Если подходить к этому вопросу с чисто языковой точки зрения, то несложно заметить, что языки высококонтекстных культур предполагают обычно больше так называемого лингвистического излишества (*linguistic redundancy*), в то время как языки культур низкоконтекстных часто имеют аналитическую структуру и более лаконичны.

Сегодня о межкультурной коммуникации всё чаще говорится применительно к деловой сфере, где эффективность переговоров зависит от понимания различий в манере коммуникации, причём речь здесь идёт не просто об отношении между людьми, но и об экономической и финансовой эффективности взаимодействия.

Манера представителей низкоконтекстных культур переходить сразу к существу проблемы без каких-либо преамбул и лишнего политеса людям из восточного мира часто кажется грубой и вызывает недоверие, в то время как людям из северо-западных культур слишком тщательное налаживание связей и установление контактов может показаться хитростью, задабриванием, лестью и т.д.

Безусловная ценность теории Холла заключается в том, что она основана на восприятии языковой информации в процессе коммуникативного взаимодействия, а следовательно может быть применена, например, в обучении иностранному языку, в бизнес-тренингах и т.д. Другая сторона данной теории заключается в том, что культуры делятся на две большие группы по восприятию времени: полихронические и монокронические, в этом вопросы межкультурной коммуникативистики переплетаются с вопросами философии.

Как известно, у людей нет органов чувств, позволяющих всегда точно и одинаково воспринимать время, подобно тому, как мы воспринимаем звук, цвет, вкус и т.д. Одному и тому же человеку кажется, что время проходит быстро, когда происходит много событий, между тем, оглядываясь назад, он наоборот, чувствует, что период длился долго, потому что «есть что вспомнить». Прямо противоположное ощущение бывает, когда на отрезке жизни происходит мало событий. Восприятие времени человеком как представителем культуры – ещё более сложная вещь.

В монохронных культурах существует отношение ко времени как к материальной вещи. Его можно сэкономить, потерять, наверстать и т.д.. В каждый промежуток времени представитель такой культуры делает какое-либо одно дело. Естественно, чем разумнее расходуется время, тем больше человек успевает. Эффективность и продуктивность работы напрямую зависит в данном случае от распределения времени. Причём это касается всех сфер и частной жизни тоже, а не только бизнеса, где «время – деньги». Ярким примером в данном случае является так называемый тайм-менеджмент, то есть теория эффективной организации времени. В монохронных культурах индивиды сконцентрированы на своей работе, соблюдают все договоренности, испытывают ответственность за неё, стараются никому не мешать, проявляют больше уважения к другим людям, экономят своё время и время других людей, пунктуальны и поддерживают преимущественно краткосрочные межличностные отношения.

Таким образом, время для них это как бы прямолинейный путь, а для полихронных, напротив, – узел переплетения многих проблем, дел, забот, коммуникативных ситуаций, эпизодов социального взаимодействия и пр. Представители полихронных культур делают несколько дел одновременно, чаще прерывают свою работу, придают меньше значения договоренностям о встречах, чем человеческим взаимоотношениям. Они часто меняют свои планы, больше интересуются личными делами, их пунктуальность зависит от взаимоотношений, они склонны устанавливать отношения с другими на всю жизнь. Для этих людей на первое место выходит не время, а общение и собственное ощущение человека в общении и во времени ценнее объективного и рационального его использования.

Изучение восприятия времени позволяет также интерпретировать поведение представителей разных культур на практике, максимально эффективно организовывать общение, понимать какое значение ему придаётся тем или иным человеком и как оно влияет на процесс деятельности и её результаты.

Однако, по мнению автора статьи, у данной теории есть и недостатки. Первый из них заключается в том, что разделение культур происходит всего по двум категориям, то есть максимум может получиться четыре их типа: монохронные низкоконтекстные, монохронные высококонтекстные, полихронные низкоконтекстные и полихронные высококонтекстные. Разумеется, во-первых, культуры слишком многообразны, чтобы делить их только на четыре категории, а, во-вторых, восприятие времени связано с восприятием контекста, поэтому полихронные культуры, как правило, и являются высококонтекстными и наоборот. Восприятие времени напрямую зависит от той информационной сети, в которой находится человек, и которая определяет контекст, потому что частота и количество социальных контактов влияют на то, как человек строит свою деятельность и на его коммуникативное поведение во время неё. Например, для высококонтекстных культур вполне нормально большое количество общения с разными людьми во время работы и постоянное отвлечение от неё, тогда как для низкоконтекстных это недопустимо. То есть получается, что один критерий как бы подтверждает другой.

Эта теория Холла предоставляет возможность для глубокого теоретического культурологического, антропологического и философского анализа, но извлечь из неё напрямую модель построения межкультурного взаимодействия с позиций конкретного индивида всё же сложно.

Более практичной в этом смысле предстаёт теория культурной грамотности Э. Хирша [8]. В ней раскрывается, что именно нужно человеку, чтобы эффективно вступать в межкультурную коммуникацию. Это понимание фоновых знаний, ценностных установок, психологической и социальной идентичности, характерных для данной культуры. Хирш рассматривает не только сущность культурной грамотности, но и механизмы её формирования, что особенно ценно сегодня в свете компетентностного подхода и ориентации на подготовку международно-ориентированной личности.

Сегодня очень много говорится о межкультурной компетенции, которая ведёт к развитию у человека межкультурной чувствительности. Учёный замечает, что компетенция не может существовать вне коммуникации. Именно в конкретных коммуникативных ситуациях выявляется уровень развития язы-

ковой и других видов компетенции. Человек не может осознавать своей некомпетентности в тех сферах коммуникации, которые для него закрыты. В межкультурном взаимодействии соединяются различные виды компетенции (лингвистическая, социокультурная, коммуникативная). В зависимости от значения и роли того или иного вида компетенции в конкретных ситуациях общения Хирш выделяет следующие уровни межкультурной компетенции: 1) необходимый для выживания (в первую очередь здесь необходимо развитие лингвистической компетенции, то есть владение языком на уровне, позволяющем участвовать в самых простых ситуациях социального взаимодействия); 2) достаточный для вхождения в чужую культуру (для этого требуется более высокий уровень языковой компетенции, иначе говоря, свободное владение языком, что подразумевает компетенцию коммуникативную, потому что общаться на чужом языке эффективно нельзя без общих базовых коммуникативных навыков, а также определённая социокультурная база); 3) обеспечивающий полноценное существование в новой культуре, то есть её «присвоение»; 4) позволяющий в полной мере реализовать идентичность языковой личности.

Два последних подразумевают исключительно высокий уровень развития всех компетенций, входящих в межкультурную. Последнего четвертого уровня на практике средствами педагогического процесса достичь фактически невозможно, а при естественной аккультурации такая реализация происходит стихийно, не контролируется, не планируется, поэтому сложно предугадать сможет ли человек, даже очень долго живущий в другой стране в полной мере реализовать идентичность языковой личности, так как это зависит от слишком многих факторов.

Очень важно понимать, что культурная грамотность – это не только культурно-специфическая информация, но и информация о мире в целом. Это наиболее динамичный компонент межкультурной компетенции, требующий постоянного пополнения текущей культурной информации. Дело даже не в том, что в современном мире в единицу времени происходит больше глобально значимых событий, чем было раньше, а в том, что о них тут же становится известно посредством телекоммуникационных сетей. Если человек в виду своего рода деятельности вступает в межкультурные контакты с представителями какой-либо страны, ему нужно постоянно быть в курсе, что происходит в этом государстве, в этом обществе, какие проблемы являются наиболее обсуждаемыми и злободневными.

Для нормального межкультурного понимания и эффективного взаимодействия очень важно также гармоничное сочетание лингвистической, коммуникативной и социокультурной компетенций. Например, от человека, хорошо владеющего иностранным языком, ожидают высокого уровня культурной грамотности и обращаются к нему как к обладающему достаточным объемом культурологической информации.

Теория Хирша ложится в основу подготовки к межкультурной коммуникации, особенно средствами иностранного языка, она может лежать в основе педагогических методик и технологий, но социокультурная компетенция в любом случае будет формироваться на основе теоретического материала, который даёт, например, теория Э. Холла. То есть мы видим, что теории, рассматривающие межкультурную коммуникацию с совершенно разных позиций, взаимосвязаны и дополняют друг друга.

То же самое мы увидим, если обратимся к другой теории известного голландского социолога, антрополога и специалиста по теории управления Г. Хофстеде [9]. Она была предложена несколько позже в 1970–1980-х гг. Хофстеде анализировал поведение на рабочем месте людей в разных странах, рассматривая культуры с точки зрения «культурного измерения». Эта теория по модели похожа на теорию Холла, поскольку делит все культуры по определённым критериям, однако, в отличие от первой она рассматривает конкретные социальные процессы, которые определяют поведение индивидов и лежат в основе «осей культурных противопоставлений». Конечно, эта теория даёт богатейший социокультурный и коммуникативный материал при подготовке к межкультурной коммуникации особенно в деловой сфере.

Первым противопоставлением по Хофстеде является степень неравенства в распределении власти или дистанция власти. Под дистанцией власти имеется в виду степень неравенства в распределении власти на различных организационных уровнях, а также степень принятия неравенства в распределении власти в качестве нормы членами общества. Хофстеде заметил, что в культурах с низкой дистанцией власти (например, в Центральной и Северо-Западной Европе) коммуникативный стиль политиков заметно отличен от, например, стран Востока, где политик должен демонстрировать значительность,

властность и могущество. В культурах с низкой дистанцией власти политик является для граждан как бы менеджером, занимающим несколько более высокую должность, чем они, критическое отношение к нему является вполне нормальным. В культурах с высокой дистанции власти высокая степень принятия неравенства заключается в том, что руководящий человек воспринимается как безусловный авторитет.

В основе второго противопоставления лежит степень терпимости к неопределенности или избегание неопределенности. Под этим следует понимать степень неуверенности человека в нештатных, неструктурированных и непредвиденных ситуациях, а также то, каким образом он пытается избежать их, вырабатывая правила, формулы и ритуалы и насколько они готовы мириться с поведением, отклоняющимся от нормы. Культуры с высокой степенью избегания неопределенности боятся инноваций, приветствуют поиски абсолютной истины. К ним можно отнести традиционные общества Восточного мира, однако всплеск в развитии технологий, которые произошел уже после того, как Хофстеде разработал свою теорию, заставляет любое общество принимать инновации как объективную реальность, иначе оно становится отсталым.

Ещё одним важным критерием с точки зрения социальных процессов, происходящих в мире, является степень противопоставления полов и соревновательность. Под дифференциацией полов понимается ориентация на доминирующие мужские или женские жизненные ценности. К мужским ценностям относят стремление к успеху, самоутверждению. К женским – солидарность, забота о слабых, близкие межличностные отношения. Высокосоревновательные культуры отчетливо противопоставляют традиционные мужские и женские социальные роли. Успех, в том числе и для женщин, ассоциируется с проявлением мужских качеств. Интересно то, что к высокосоревновательным культурам относятся противопоставленные во многих других отношениях Япония и США. К низкосоревновательным – Скандинавские страны.

Ещё одним критерием для противопоставления считается степень ориентации на индивидуализм или коллективизм, т.е. степень стремления членов общества действовать индивидуально или коллективно. Степень, в которой общество терпимо к тому, что взгляды и поступки отдельной личности могут быть не совпадают с коллективными или групповыми убеждениями и действиями. Например, выраженная индивидуалистская культура США рассматривает успех личности как ее индивидуальные достижения, одновременно подчеркивается индивидуальная ответственность за какие-либо действия. В культурах коллективистского типа роль и влияние коллектива на индивидуума очень велика. К таким культурам относят страны Латинской Америки, Арабского Востока, Юго-Восточной Азии и Латинской Америки. При этом в культурах первого типа превалирует ориентация на выполнение конкретной задачи и достижение конкретного результата, а в культурах второго типа на взаимоотношения членов группы, коллектива, тогда как результат является производной величиной.

Эта теория описывает поведение людей в условиях основных социальных процессов и даёт полезный материал при подготовке к ситуациям социального взаимодействия с представителями других культур. Сама по себе она является скорее описательной, не раскрывает сами механизмы межкультурного взаимодействия, но лежит в основе многих моделей и методик формирования межкультурной компетенции.

В отечественной науке исследования по межкультурной коммуникации начали развиваться только после распада СССР. Конечно, мы и до этого жили в условиях поликультурного общества и национального многообразия, но идеи интернационализма в советское время носили скорее всё же политический и идеологический характер.

Сегодня межкультурная коммуникация в мире – динамично развивающаяся сфера гуманитарного знания, находящаяся на стыке различных гуманитарных наук. На рубеже веков, когда уже накоплен достаточно богатый теоретический материал о социокультурных различиях и о принципах, лежащих в их основе, всё больше внимания уделяется конкретным механизмам межнационального взаимодействия в разных сферах жизни и особенно процессам адаптации к новой культуре (например, теория адаптации Я. Ким [11]), что в контексте происходящих сейчас политических и демографических процессов представляется не просто актуальным, но и злободневным.

Список литературы

1. Hall E. The Hidden Dimension. – New York: Doubleday, 1966. – 135 p.
2. Hirsch E. Cultural Literacy: What Every American Needs to Know. – Boston: Houghton, 1987. – 272 p.
3. Hofstede G. Culture's Consequences: comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations (2nd ed.). – Thousand Oaks, CA: Sage, 2001. – 596 p.
4. Kim. Y. Becoming Intercultural. An Integrative Theory of Communication and Cross-cultural Adaptation. – Thousand Oaks, CA: Sage, 2001. – 321 p.

INTERCULTURAL COMMUNICATION AND TEACHING IN XX CENTURY WORKS

D.A. Gusev,

*Ph.D., Professor, Department of psychology, pedagogy and social and humanitarian disciplines,
Moscow Witte University*

Y. Baltadzhieva,

PhD, Associate Professor, Burgas Free University

The article deals with approaches and interpretations of intercultural communication in XX works. It is the epoch when the latter started branching out as an independent sphere of knowledge under accelerating informational and globalization processes, which led to increasing intercultural contacts. It reviews the theories of G. Hofstede, E. Hirsch and E. Hall. Particularly important is interconnection of intercultural communication and intercultural competence that is revealed basing on aforementioned ideas.

Keywords: intercultural competence, intercultural communication, synchronic perception, polychronic perception, cultural literacy, high-context communication, low-context communication

УДК 009

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ КАК ВЕКТОРА РАЗВИТИЯ МНОГОПОЛЯРНОГО МИРА

Лобанова Анна Вячеславовна,

канд. психол. наук, доцент кафедры педагогики, психологии и социально-гуманитарных дисциплин,

e-mail: lav79-79@yandex.ru,

Московский университет имени С. Ю. Вумме,

<http://www.muiiv.ru>,

Йонка Балтаджиева,

канд. психол. наук, доцент, заведующая кафедрой психологии

e-mail: baltadjieva@bfu.bg,

Бургасский свободный университет,

<https://www.bfu.bg/ru>

В статье раскрываются психологические и педагогические аспекты межкультурной коммуникации как области гуманитарного знания. Особое внимание уделяется их взаимосвязи в контексте задач формирования личности в условиях современного поликультурного общества; обозначается влияние феномена межкультурной коммуникации на теорию и практику обучения иностранным языкам. Межкультурная коммуникация представлена как парадигма данного педагогического процесса, затрагивающая как его теоретические основы, так и практические стороны.

Ключевые слова: межкультурная компетенция, парадигма, межкультурная чувствительность, этноцентризм, межкультурная компетенция, поликультурное образование, международно-ориентированная личность

Современный полицентричный мир неуклонно движется к стадии развития, когда в условиях тотальной глобализации практически полностью сотрутся этнические и культурные границы между социумами, и в едином электронно-сетевом пространстве будет наблюдаться одновременная полисубъектная и межъязыковая интеракция представителей разных народов, стран и регионов. С другой стороны современные социально-экономические условия и общественно-политическая ситуация характеризуются ярко выраженной неконстантностью и флюидностью, дискретностью и непредсказуемостью. Эти два вектора развития онтологического пространства XXI века выдвигают на передний план такие области знания, как межкультурная и межъязыковая коммуникация.

Действительно, в то время как новая эпоха ознаменовалась нарастающими процессами глобализации, межкультурных взаимодействий и связанными с этими процессами идеями аккультурации, толерантности, полиэтничности и мультикультурализма; подобный радикальный исторический и, как следствие, мировоззренческий сдвиг, требует принципиально нового осмысления как в теоретико-методологическом, так и в прикладном аспектах. Межкультурная коммуникация представляет собой комплексный объект и может быть исследована в различных парадигмах; причем её лингвистический и образовательный аспекты вполне могут быть охарактеризованы в качестве интегральной нити остальных контекстов когнитивно-ценностной и субъектно-интроспективной рефлексии её проблемного поля. Соответствующая проблематика актуализируется в широком диапазоне междисциплинарно-образовательного и компетентностно-ориентированного взаимодействия, что позволяет не только проследить идейно-исторические истоки исследуемых процессов и социальных отношений; но и осмыслить и оценить их современное состояние и перспективы, роль и значение в жизни человека и социума, а также обосновать педагогическую систему и модель обучения межкультурной и межъязыковой коммуникации.

При всём этом проблемы коммуникации актуализируются, если хотя бы один из коммуникантов вынужден общаться на неродном для себя языке. Именно поэтому на практике о межкультурной коммуникации говорят чаще всего применительно к изучению иностранных языков [3; 4], но диалог

культур исследуется в науке далеко не только с позиций языка. В частности сегодня немало внимание уделяется социально-психологическим вопросам взаимодействия представителей различных культурных групп. Психологические аспекты межкультурной коммуникации связаны в первую очередь с психологией общения, то есть коммуникации в целом, а также с тем, какое отражение культура имеет на психике и на всех протекающих психических процессах и как она влияет на поведение людей в процессе межкультурной коммуникации. Теоретические трактовки общения в целом, его видов и уровней, функций, вербальных и невербальных компонентов, его взаимосвязи с деятельностью и его структуры справедливы и для межкультурного общения в частности.

С практической точки зрения из вопросов психологии общения для межкультурной коммуникации наиболее актуальными являются проблемы природы коммуникативных барьеров и конфликтов и способов их преодоления. В широком смысле слова барьеры в психологии определяют как проблемы, которые возникают в процессе взаимодействия и препятствуют ему или снижают его эффективность. Барьерами в межкультурном общении часто принято называть трудности, обусловленные степенью межкультурных различий партнеров. Межкультурные барьеры невозможно элиминировать сразу в процессе общения.

Однако существует множество классификаций межкультурных коммуникативных барьеров, основанных на разных принципах, возможно и потому, что единой трактовки межкультурного барьера как явления в межкультурной коммуникации пока не существует [6].

Чаще всего природа коммуникативных барьеров в межкультурном взаимодействии заложена в нас самих, поскольку определяется протеканием психических процессов человека. Одним из важнейших таких процессов в этом смысле является восприятие или межкультурное восприятие в контексте рассматриваемой проблематики. Оно отличается от межличностного тем, что ему присущи определённые динамические и содержательные характеристики. К динамическим характеристикам можно отнести высокую степень консервативности, устойчивости, ригидности межкультурных социально-перцептивных процессов по сравнению с межличностными. Содержательными характеристиками межкультурного восприятия являются высокая степень его оценочности и тесная связь его эмоциональных и когнитивных компонентов.

Механизм категоризации является одним из основных при межкультурном взаимодействии. Изначально ему присущ биполярный характер. Эта биполярность заключается в противопоставлении «Мы» и «Они», где «Мы» – положительный полюс, а «Они», соответственно, – отрицательный. Категоризация исключительно важна для восприятия, поскольку она облегчает понимание. Особенно хорошо это заметно при усталости, дефиците времени или эмоциональном возбуждении. Именно категоризация как особенность межкультурного восприятия лежит в основе такого явления как этноцентризм, которое занимает центральное место в проблеме восприятия культур. Оно заключается в убеждении в априорном превосходстве одной культуры или этнической группы над другими. Разумеется, чаще всего это превосходство собственной группы субъекта. Этноцентрическому механизму межкультурного восприятия свойственна склонность оценивать людей и явления окружающего мира через призму норм и традиций собственной культуры. При этом последняя рассматривается в качестве всеобщего эталона. Этноцентризму также свойственно отношение недоверия или предубеждения к посторонним, которые находятся внутри социальной группы субъекта.

Восприятие культуры таким образом формирует отношение к ней и, следовательно, затрагивает эмоциональную сферу человека. Непривычные нормы, устои и обычаи не могут вызывать равнодушного к себе отношения, которое всегда сопровождается эмоциональным переживанием. От изначально-го эмоционального настроения зависит то, как будет протекать взаимодействие. Совершенно очевидно, что если иная культура изначально воспринимается негативно, то процесс общения будет сопровождаться только отрицательными эмоциями и чувствами (страх, неприязнь, недоверие, антипатия и т.д.).

Эмоциональный компонент присутствует в любом общении как взаимодействии, в том числе и межкультурном. Идеалом общения является коммуникация, которая побуждается мотивом аффилиации, то есть стремлением наладить и поддержать отношения с другими людьми, а также стремлением к контакту и сотрудничеству с ними. Установка контакта, таким образом, ключевой момент в межкультурном взаимодействии в любой сфере деятельности. Положительные эмоции побуждают человека к

действиям, поддерживающим контакт с позитивным событием; отрицательные – к тем, что направлены на устранение контакта [5].

Проблемы протекания познавательных процессов в контексте межкультурного взаимодействия лежат в области психолингвистики, как дисциплины, находящейся на стыке психологии и лингвистики и изучающей процессы взаимоотношения языка, мышления и сознания. Наиболее актуальные вопросы при этом заключаются в том, как разные языки влияют на мышление представителей различных национальностей, какими способами представляются знания, используемые коммуникантами, а также каковы механизмы организации и концептуализации информации в процессах построения и понимания речевых высказываний [7].

Итак, психологические аспекты межкультурной коммуникации могут иметь перцептивный, эмоциональный и когнитивный характер. Перцептивные аспекты связаны с механизмом восприятия культур, эмоциональные – с влиянием процесса восприятия и последующего взаимодействия на эмоциональную сферу и настрой коммуниканта. Когнитивные аспекты затрагивают взаимосвязь культуры и мышления человека, при этом важнейшее место здесь занимает язык как отражение картины мира нации и как основное средство общения, посредством которого реализуется речь, взаимосвязанная с процессом мышления.

Психологические аспекты межкультурной коммуникации тесно взаимосвязаны с педагогическими. Согласно современным представлениям, для устранения коммуникативных барьеров психологического характера у человека необходимо формировать межкультурную компетенцию, ведущую к развитию межкультурной чувствительности. Целенаправленное формирование этих и других качеств международно-ориентированной личности – важная педагогическая задача на современном этапе, для решения которой необходима институциональная система. Такой системой стало поликультурное образование. Поликультурная педагогика – относительно молодая область научного знания. Рассматриваемые ей проблемы были актуальны всегда, но научное осмысление они начали приобретать только во второй половине XX в. В нашей стране научные исследования в этой области стали проводиться только после распада СССР. Конечно, в советские годы, когда страна состояла из союзных республик, мы имели ещё большее национальное и культурное многообразие, чем сейчас. Это всегда отмечалось, но делалось скорее с идеологических позиций, чем с научных. Теперь принято говорить скорее о межкультурном, межнациональном и межэтническом взаимодействии, чем о дружбе народов. Современные термины носят научный характер и являются предметом комплексных гуманитарных исследований, однако, по сути своей означают то же самое, потому что достижение мира и взаимопонимания – важнейшая цель современного общества, с каких позиций она бы не рассматривалась.

Притом что межкультурное взаимодействие в эпоху глобализации затрагивает практически все сферы деятельности общества, больше всего оно изменило взгляды и представления об обучении иностранным языкам. Дело в том, что язык является основным средством коммуникации, а иностранный язык, особенно международный, соответственно, представляет собой основное средство коммуникации межкультурной. Следовательно, изучение иностранного языка в наши дни рассматривается в первую очередь как подготовка к межкультурному взаимодействию.

Межкультурная коммуникация служит сегодня парадигмой педагогического процесса преподавания языков. При этом она затрагивает как теоретические аспекты лингводидактики, так и практические аспекты методики обучения им.

С теоретической точки зрения следует в первую очередь говорить о том, что основной целью обучения иностранному языку на современном этапе является формирование международно-ориентированной личности, при этом язык выступает не только средством общения, но и средством приобщения человека к другой культуре и формирования у него межкультурной компетенции и межкультурной чувствительности, которая затрагивает большое количество экстралингвистических аспектов межкультурного общения.

Помимо формирования лингвистических знаний, а также речевых умений и навыков в задачи обучения языкам сегодня обязательно входит формирование лингвострановедческих представлений о странах изучаемого языка, поскольку очевидно, что только языковых умений и навыков сегодня явно не достаточно для эффективного взаимодействия с представителями других народов.

Межкультурная коммуникация затронула такой важный аспект педагогического процесса как форма организации обучения. Сегодня наблюдается интерес как к использованию коммуникативных и интерактивных форм обучения языку (дискуссии, круглые столы, ролевые и деловые игры), так и к изучению их лингводидактического потенциала.

В современной лингводидактике одним из ключевых принципов обучения является принцип коммуникативной организации учебного процесса. В эпоху межкультурного общения языки невозможно изучать в «мёртвом» виде, и изучение языка как системы сегодня встречается только, когда процесс преследует в первую очередь теоретические цели, например, лекции по теоретической грамматике, фонетике или лексикологии в университете для подготовки профессиональных лингвистов. В этой связи больше всего межкультурная парадигма затронула процесс лингвистической подготовки, то есть обучения иностранным языкам людей, для которых они не являются сферой профессиональной деятельности, но являются существенным преимуществом в ней.

В современном динамичном мире никто не может позволить себе ждать год-два, чтобы заговорить на иностранном языке. Какие-либо практические результаты должны быть видны уже почти сразу. Именно поэтому сегодня всё чаще употребляется выражения «практическое обучение иностранному языку», «практическое владение иностранным языком».

Практические лингводидактические аспекты межкультурной коммуникации лежат в области методики и технологии проведения занятий по иностранным языкам. Сегодня преобладают взгляды и представления, что формирование любых языковых знаний, умений или навыков должно быть направлено в первую очередь на решение конкретных коммуникативных задач в ситуациях социального взаимодействия, то есть на формирование иноязычной коммуникативной компетенции.

Поскольку любой навык формируется в первую очередь при помощи упражнений, актуальной для современной практической методики является разработка упражнений коммуникативного и творческого характера для отработки основных аспектов иностранного языка (фонетика, словообразование, лексика и грамматика). Сегодня наблюдается стремление практически полностью исключить задания репродуктивного характера.

Одной из предпосылок компетентностного подхода, который с недавних пор стал основой нашего образования, является идея о том, что знания и умения не гарантируют готовности и способности человека к выполнению каких-либо задач. Для изучения иностранных языков это актуально вдвойне. Язык социален по своей природе, без способности к межкультурному взаимодействию он не может стать эффективным инструментом коммуникации.

Язык сам по себе не является наукой, но он связан со всеми науками и со всеми областями знания, так как без него как без средства коммуникации знание передаваться не может. Именно поэтому обучение языку подразумевает формирование интереса не столько к нему самому, сколько к знаниям, которые можно получить при помощи него. В эпоху телекоммуникационных технологий, когда доступно всё больше и больше аутентичной информации на самых разных языках, это становится особенно ценным, поэтому изучение иностранных языков сегодня фактически является подготовкой к межкультурной коммуникации.

Список литературы

1. *Абакумова И.В., Голубова В.М., Алямкина Е.А.* Психологические особенности национального характера региональных этносов (на примере молодежи Мордовии) // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2016. – № 9. – С. 71–76.
2. *Карпова Ю.А.* Эмотивно-эмпатийный компонент межкультурной коммуникации // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2010. – №4. – С. 147–159.
3. *Гусев Д.А., Флеров О.В.* Основные иноязычные компетенции и особенности их формирования в дополнительном профессиональном образовании // Преподаватель XXI век. – 2016. – Т. 1. – № 4. – С. 236–252.
4. *Гусев Д.А., Флеров О.В.* К вопросу о межкультурной коммуникации в контексте экономики образования // Наука и школа. – 2016. – № 2. – С. 30–39.
5. *Пробин П.С.* Поликультурное образование как социально-педагогическое явление в контексте проблематики межкультурной коммуникации // Человек и культура. – 2015. – № 1. – С. 1–21.

6. Садохин А.П. Межкультурные барьеры и пути их преодоления в процессе коммуникации // Обсерватория культуры: журнал-обозрение. – 2008. – № 2. – С. 26–32.
7. Чубукова Е.И. Когнитивные аспекты межкультурной коммуникации // Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. – 2010. – Т. 190. – С. 221–228.

**PSYCHO-PEDAGOGICAL PARADIGM OF INTERCULTURAL COMMUNICATION
AS A VECTOR OF MULTIPOLAR WORLD**

A.V. Lobanova,

PhD, Department of psychology, pedagogy and socio-humanitarian disciplines, Moscow Witte University,

Y. Baltadzhieva,

PhD, Associate Professor, Burgas Free University

The article reveals psychological and pedagogical aspects of intercultural communication as knowledge. Particular attention is paid to their interconnection in the context of issues of forming personality in contemporary multi-ethnic society. It also reveals intercultural communication influencing theory and practice of teaching foreign languages. Intercultural communication is presented as a paradigm of this process that touches on its theoretical basis and practical aspects.

Keywords: intercultural competence, paradigm, intercultural sensitivity, ethnocentricity, intercultural competence, polycultural education, internationally-oriented personality

МЕЖЪЯЗЫКОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ОСВОЕНИИ РУССКИМИ БОЛГАРСКОГО ЯЗЫКА

Флеров Олег Владиславович,

*канд. пед. наук, заместитель заведующего кафедрой психологии, педагогики
и социально-гуманитарных дисциплин,
e-mail: olegflyoroff@yandex.ru,
Московский университет имени С.Ю. Витте,
<http://www.mui.v.ru>,*

Галя Христозова,

*д-р пед. наук, профессор,
e-mail: hristozova@bfu.bg,
Бургасский свободный университет,
<https://www.bfu.bg/ru>*

В статье проводится сравнительно-сопоставительный анализ русского и болгарского языков на предмет различий в графике, произношении, лексическом составе и грамматическом строе. Проводится оценка степени соответствия тех или иных аспектов болгарского языка аналогичным русским. Делается вывод о значительном отличии и несоответствии болгарской языковой системы, несмотря на видимое сходство и, как следствие, наличия существенной языковой интерференции, препятствующей быстрому освоению языка родственной славянской группы.

Ключевые слова: русский язык, болгарский язык, алфавит, лексический состав, грамматика, болгарский артикль, языковой анализ, языковая интерференция

В условиях интеграции России в международное пространство и роста её межкультурных контактов неоспоримым является интерес наших соотечественников к международным языкам (английский, испанский, немецкий, французский и др.) то есть к тем, что выступают в качестве посредников в межкультурном взаимодействии. Между тем нельзя забывать, что русский сам является международным языком, которым наиболее активно, помимо собственно россиян, пользуются представители других славянских народов и государств.

Хотя в других славянских странах хорошо понимают по-русски, и в виду сходства лексического состава понять основной смысл высказывания русскоязычный человек может практически на любом славянском языке; с точки зрения научной языки славянской группы представляют большой интерес для российских лингвистов, потому что именно в сравнении с ними наиболее хорошо видны особенности самого русского языка, которые он приобрёл (или потерял) развиваясь наравне с другими славянскими из праславянского.

Так другие славянские языки могут иметь принципиальные отличия от русского, не видные дилетантскому взгляду из-за общей схожести слов и в целом понятного смысла текста. Одним из ярких примеров этого является современный болгарский язык – внешне очень похожий на русский, но принципиально иной со структурной точки зрения.

Представляет интерес болгарский язык для русских учёных ещё и потому, что старославянский (церковнославянский) язык, существенным образом повлиявший на развитие русского языка, является фактически стандартизированным византийскими монахами Кириллом и Мефодием вариантом староболгарского языка или южнославянского диалекта, созданным для перевода греческих библейских текстов (862–863 гг.) в эпоху распространения христианства среди славян.

Параллельное существование русизмов и старославянизмов (церковнославянизмов) отчетливо прослеживается и в русском языке до сих пор. В следующей таблице приведены некоторые отличительные признаки старославянских и собственно русских слов.

Церковнославянизмы	Русизмы
неполногласные сочетания –ра-, -ре-, -ла-, -ле-: <i>привратник, прибрежный, гласный, млечный</i>	Полногласные сочетания -оро-, -оло-, -ере-, -еле-: <i>ворота, берег, голос, молочный</i>
Сочетания ра-, ла- в начале слов перед согласными: <i>равный, ладья</i>	Начальные сочетания ро-, ло-: <i>ровный, лодка</i>
Начальное [а]: <i>агнец</i>	Начальное [йа] (я): <i>ягнёнок</i>
Начальное [йэ] (е): <i>единый</i>	Начальное [о]: <i>один</i>
Сочетание [жд]: <i>хождение, надежда</i>	Согласный [ж]: <i>хожу, надёжный</i>
Наличие согласного [ш]: <i>помощь</i>	Согласный [ч]: <i>помочь</i>
Сочетание -ие: <i>бытие, пение, знание</i>	Буквенное сочетание -ьё: <i>бельё, враньё, жильё</i>
[э] под ударением после мягких согласных перед твердыми (орфографически е) небо	[о] в этой позиции (орфографически ё) нёбо

Если говорить о современном болгарском языке, то следует отметить, что наиболее близок он к современному русскому в произношении и графике.

Болгарский алфавит аналогичен русскому, за исключением отсутствия в нём букв Ё, Ы и Э).

Для обозначения Ё в болгарском языке используется сочетание ЬО (синьо море – синее море, миньор – шахтёр, танцор – танцор), впрочем довольно редкое и, как мы видим из примера, в отличие от русского Ё не обязательно ударное.

Буква Ь – единственная непронизносимая в болгарском языке, она употребляется только в сочетании ЬО, разделительный мягкий знак в болгарском не требуется. Множественное число болгарских существительных в отличие от русских аналогов не требует разделительного мягкого знака (листья – листове, деревья – дърва). В единственном числе аналогом русского разделительного мягкого знака выступает И, реже Е (пьяный – пиян, пьеса – пиеса, лью – лея, шью – шия).

Вместо буквы Э в начале болгарских слов стоит Е (электрический – електрически, эра – ера, эксперт – експерт), при этом произносится [йэ], реже употребляется И (экономика – икономика); аналоги латинских слов в русском языке начинающихся на экс (латинский прификс ex-, означающий из-), в болгарском собственно и начинаются на ИЗ, при этом корень употребляется также славянский, а не латинский, что по сути означает калькирование (экзамен – изпит, экспорт – износ).

Буква Ъ обозначает гласный звук в безударной позиции вместо русского О (Болгария – България, торговый – търговски, сообща – сообщить), однако она может быть и под ударением, тогда ею обозначается нечто среднее между русскими ударными Ы и О (твърд – твёрдый, съд – суд, вълк – волк).

Остальные буквы читаются так же, как и в русском, что позволяет говорить о том, что различия в болгарском и русском произношении минимальны.

Незначительны различия и в лексическом составе. Большинство болгарских слов понятны русскоязычному человеку либо потому что они полностью аналогичны, либо же имеют устаревшие аналоги в русском (чело – лоб, десен – правый (ср. устар. десница), длан – ладонь, око – глаз), или ясны в целом по смыслу, поскольку являются латинскими заимствованиями (кооперация – многоквартирный дом (ср. кооперативная квартира), мостра – образец (ср. демонстрация), аларма – тревога (ср. англ. alarm – будильник)). Ряд слов отличны от русских, но довольно легко понятны в контексте из-за наличия аналогичных корней (разходка – прогулка, лепило – клей, огледало – зеркало, летище – аэропорт).

Сложность традиционно представляют слова, полностью аналогичные русским, но совершенно иные по значению (майка – мама, гора – лес, стол – стул, булка – невеста и пр.), а также турецкие заимствования, которые в большинстве проникли в болгарский в относительно недавний период османского завоевания и составляют существенный процент общеупотребительной лексики (адаш – тёзка, акъл – разум, боклук – мусор, килим – ковёр, кюфте – котлета, маймун – обезьяна, маса – стол, таван – потолок, тебешир – мел, салам – колбаса, тютюн – табак, чанта – сумка, чорба – суп).

Так мы видим, что различия в лексике ощутимы, однако, незначительны, в особенности учитывая, что русский и болгарский принадлежат к разным ветвям славянских языков – к восточнославянской и южнославянской соответственно.

Грамматический строй современного болгарского языка принципиально отличается от русского в виду свойственного ему аналитизма, присущего помимо него из славянских языков только македонскому.

Проанализируем основные грамматические особенности болгарских частей речи в противопоставлении с русскими.

Во-первых, следует сказать, что в болгарском языке существует определённый артикль – отсутствующая в целом в русском языке часть речи. В единственном числе болгарский артикль принимает следующие формы в зависимости от рода.

м. р.	ж. р.	ср. р.
-ът, -ят (а, я)	-та	-то

Наиболее сложным представляется артикль мужского рода – он имеет твёрдую (-ът) и мягкую (-ят) формы, в зависимости от основы. В болгарском языке артикль постпозитивен. Учитывая, что в нём нет твёрдого и мягкого знаков на конце слов – их выбор является традиционным, и слова необходимо запоминать, однако, перевод слова на русский может помочь понять мягкая ли основа или твёрдая:

ден – день – мягкая основа, следовательно – **денят**;

път – дорога, путь – мягкая основа, следовательно – **пътят**;

град – город – твёрдая основа, следовательно – **градът**.

Тем не менее, это правило работает не всегда, например, в русском слове «голубь» основа мягкая, а в болгарском будет твёрдая – **гълъбът**.

Некоторые болгарские существительные мужского рода имеют фактически форму женского или среднего рода (традиционные для женского или среднего рода окончания) и присоединяют женский или средний артикль:

слуга – **слугата**, баща (отец) – **бащата** – присоединение артиклей женского рода;

дядо (дед) – **дядото** – присоединение артикля среднего рода.

Помимо дифференциации по твёрдости и мягкости болгарский артикль может иметь полную (-ът, -ят) и краткую формы (-а, -я). Полная форма присоединяется к подлежащему, а краткая – к дополнению:

Градът е голям и хубав. – Город большой и красивый.

Връщаме се от града. – Мы возвращаемся из города.

Сходство краткой формы -а с окончанием родительного падежа создает впечатление наличия падежей в болгарском, однако, в современном языке болгар падежные формы отсутствуют, а отношения между существительными выражаются аналитически при помощи предлогов, схожих с русскими, но имеющих другое значение:

книга на Иван – книга Ивана;

разходка из парк – прогулка по парку;

женская косметика – косметика за жени.

В женском роде артикль всегда имеет форму -та (жената – женщина, къщата – дом), а в среднем – -то (детето – ребёнок).

Во множественном числе артикль принимает форму -те или -та, последнюю – в случае окончания формы множественного числа на -а (децата – дети, кучетата – собаки, такситата – такси).

Особенностью артикля в болгарском языке, в отличие, например, от романо-германских языков, является то, что он примыкает к определению, если оно стоит перед существительным (к прилагательному или местоимению):

силният мъж (полная форма) – сильный мужчина, но Обичам **силния** мъж. – Я люблю сильного мужчину (краткая форма);

хубавата къща – красивый дом;

малкото огледало – маленькое зеркало;

круглите маси – круглые столы;

моят град – мой город (полная форма), но Те са от **моя** град. – Они из моего города (краткая форма);

нашата стая – наша комната;

вашето време – ваше время;

нейните други – её друзья.

Может примыкать артикль и к числительным:

двете души – два человека;
трите прасенца – три поросёнка;
двамата капитана – два капитана;
петте чувства – пять чувств.

Наличие артикля отличает болгарские существительные от русских, вторым их существенным отличием является звательный падеж. Этот падеж сохранился в русском языке только в некоторых словах в качестве устойчивых форм (боже, отче), в болгарском же он образуется следующим образом.

У существительных мужского рода присоединяется окончание -о, если они оканчиваются на -к, -г, -х, -ш, -ж, -ч, -ц, -ин (мыжо, българино, руснако) или окончание -ю, в случае окончания имени на -н, -л, -т, -р (учителю, коню, царю). При окончаниях имён -ой, -а, -я, -о, -и окончание не меняется (баща, дядо). В остальных случаях присоединяется -е (брате, народе, Василе, Димитре).

В женском роде присоединяется окончание -о для имён нарицательных (бабо, земьо) и -е для собственных (Ане, Кате, Лене, Росице).

Нулевое окончание звательного падежа у существительных женского рода, оканчивающихся на согласную, и у имеющих средний род.

Помимо наличия артикля и звательного падежа существительных принципиальных отличий от русских болгарские имена не имеют. Глагольная же система существенно отличается от русской из-за наличия большого количества аналитических форм и особого склонения.

В первую очередь следует отметить, что подобно романо-германским языкам в болгарском глагол съм (быть) не принимает нулевую форму в настоящем времени в отличие от русского:

Ми **е** тежко. – Мне тяжело.

Те **са** от нашата група. – Они из нашей группы.

В болгарском языке отсутствует инфинитив, словарной формой является форма 1 лица единственного числа, а вместо инфинитива в качестве дополнения употребляется форма, согласующаяся с подлежащим, при этом перед глаголом стоит частица да:

Обичам да **слушам** музиката. – Я люблю слушать музыку.

Обичаш да **слушаш** музиката. – Ты любишь слушать музыку.

Той (тя) обича да **слуша** музиката. – Он (она) любит слушать музыку.

Обичаме да **слушаме** музиката. – Мы любим слушать музыку.

Обичате да **слушате** музиката. – Вы любите слушать музыку.

Обичат да **слушат** музиката. – Они любят слушать музыку.

В болгарском языке личные местоимения обычно не употребляются, если на них не падает логическое ударение или если они необходимы для понимания смысла текста (на кого именно указывает говорящий), подобно тому, как это происходит, например, в испанском языке.

После слов може (можно), трябва (нужно), не бива (нельзя) и т.д. употребляемые формы указывают на лицо, из-за чего не требуются местоимения (в отличие от русских мне, тебе и пр.):

Трябва да **отидеш** – Тебе нужно идти.

Не бива да **спираме**. – Нам нельзя останавливаться.

Може да **играт** повече. – Им можно поиграть побольше.

Будущее время в болгарском языке всегда образуется аналитически при помощи ще (в утвердительных) или няма (в отрицательных конструкциях) вне зависимости от вида глагола:

ще дойда – я приду;

ще идвам – я буду приходить;

няма да правим – мы не будем делать;

няма да направим – мы не сделаем.

В русском же языке аналитическая форма только у глаголов несовершенного вида.

Помимо этого в болгарском языке несколько прошедших времён, в то время как в русском только одно.

1) Аорист – обозначает одиночное завершённое действие в определенный момент времени (аналог английского Past Simple).

2) Имперфект – обозначает действие, которое либо длилось и не прекращалось в определенный момент, либо регулярно повторялось в определенный период в прошедшем.

3) Перфект в болгарском языке соответствует русскому прошедшему времени. В большинстве европейских языков, где присутствует это время, обозначающее действие, результат которого значим для настоящего, оно образуется при помощи вспомогательного глагола, омонимичному глаголу «иметь», например, англ. I have done. – «Я имею сделанным», нем. Ich habe gemacht и пр. В болгарском языке перфект образуется при помощи глагола съм (быть) (Аз съм направил – Я сделал).

4) Имеется в болгарском языке и плюсквамперфект – время, обозначающее действие, результат которого достигнут и важен к определённом моменту в прошлом. Подобно большинству европейских языков оно образуется аналогично перфекту, но с заменой вспомогательного глагола (ср. англ. I have done. – I had done). В болгарском языке для этого употребляется вспомогательный глагол бях (Аз съм направил. – Аз бях направил). На русский язык и то, и другое будет переводиться как «я сделал».

5) Если говорящий совершил действия не сам и не был его свидетелем, используется особое **пересказывательное наклонение** аориста или имперфекта. Оно образуется при помощи глагола съм и аористного или имперфектного причастия, которые заканчиваются на -л и имеют род, подобно русским личным формам прошедшего времени. В 3 лице вспомогательный глагол опускается, и получают глагольная форма максимально похожая на русскую (той прочел, тя прочела – он прочитал, она прочитала).

Последнее совпадение во многом создаёт эффект лёгкости болгарского языка и его сходства с русским, в то время как его грамматика принципиально иная, хотя трудно однозначно оценить сложнее она или легче русской; поскольку несмотря на то, что в болгарском есть новые для русского явления – многие (как например, склонения имён) болгарский язык, наоборот, утратил, существенно упростившись в этих аспектах.

Так или иначе, грамматические отличия и сложности заметны только при изучении языка, что создает языковую интерференцию – явление, при котором в изучаемом языке присутствуют новые непривычные (или, наоборот, отсутствуют привычные) для родного языка структуры и категории; в то время, как лексические различия при относительно недолгом и даже необязательно вдумчивом исследовании текста. Современные коммуникативные тенденции обучения иностранным языкам делают востребованными преподавателей-носителей. Изучившие болгарский язык россияне, могли бы быть востребованными в этом качестве в самой Болгарии, однако, для этого необходима систематическая организация сотрудничества и целый комплекс социально-экономических и политических условий, что лишний раз указывает на то, что язык не может оцениваться, изучаться и осваиваться вне контекста социального пространства, в котором он существует.

Список литературы

1. Гливинская В.Н., Платонова И.В. Давайте вместе учить болгарский. – М.: Астрель, 2008. – 271 с.
2. Тимонина Е.В., Мартынова Г.А. Болгарско-русский и русско-болгарский словарь. – М.: Русский язык Медиа, 2007. – 536 с.

INTERLINGUAL INTERFERENCE IN RUSSIANS LEARNING BULGARIAN

O.V. Flerov,

PhD, Department of psychology, pedagogy and socio-humanitarian disciplines, Moscow Witte University,

Galya Hristozova,

Prof. D. Sc., Burgas Free University

The article provides comparative analysis of Russian and Bulgarian languages for differences in alphabet, lexis and grammar. The author estimates correlation between Bulgarian language aspects and their Russian analogues. The conclusion is that despite visible similarity Bulgarian language structure is considerably different from Russian. As a result there is considerable language interference in the process of learning it.

Keywords: Russian language, Bulgarian language, alphabet, lexis, grammar, Bulgarian article, linguistic analysis, interference

СТРАТИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Буравцев Алексей Владимирович,

*заместитель директора Института информационных технологий и автоматизированного проектирования, Московский технологический университет (МИРЭА),
119454, Проспект Вернадского, 78,
Москва, Россия, e-mail: mister_j@mail.ru*

В статье предложен подход к построению сложной информационной системы на основании стратифицированного метода. Раскрывается архитектура сложной технической системы. В статье приведена формальная модель описания сложной информационной системы. Дано описание концепции многослойного взаимодействия. Описан формальный механизм стратификации. Введено понятие устойчивой стратификации сложной системы. Показано различие между полной и устойчивой стратификацией. Введены правила нахождения компромисса между простотой описания и сохранением сложности системы. Введен формальный критерий определения качества стратификации. Описана трехслойная системная архитектура как результат стратификации.

Ключевые слова: системный анализ, стратификация, сложные системы, многослойная архитектура, устойчивая стратификация, структурное моделирование, правила нахождения компромисса

Введение

Интерес к моделированию сложных систем с применением информационных методов обусловлен ростом сложности систем [1], проблемой «больших данных» [2]. Возрастает интерес к изучению взаимодействия сложных систем с человеком на основе когнитивного моделирования [3–5]. Информационное моделирование сложных систем создает дополнительные возможности по их сопоставлению и переносу знаний из одной области в другую [6; 7; 8]. Информационное моделирование сложных систем связывает проектирование, реализацию и функционирование реальных систем и позволяет повышать эффективность функционирования реальных систем. Информационное моделирование позволяет использовать ряд специфических моделей в области проектирования сложных систем. Эти специальные модели следующие: информационная ситуация [8; 10], информационная позиция [11; 12], информационное преимущество, информационная асимметрия [13; 14], информационные единицы [15; 16], дескриптивные и прескриптивные модели. Все это создает специальный язык [17], который служит основой перехода от концептуальной модели сложной системы к реальной модели. Следует также отметить наличие специальной модели в информационном поле – информационной конструкции, которая является концептуализацией описания модели или объекта. Информационная конструкция наиболее подходит для концептуального описания сложной системы. В целом это можно рассматривать как применение информационного подхода для описания и моделирования сложных систем.

Сложную техническую систему (СТС) [18, 19] почти невозможно описать полно и детально, что вытекает уже из определения такой системы. Основная проблема заключается в нахождении компромисса между стремлением к простоте описания и необходимостью учета многочисленных поведенческих характеристик сложной системы. Разрешение этой проблемы ищется в стратифицированном описании, когда система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования, которые называются стратами [20; 21]. Для каждого уровня существует ряд особенностей и переменных, с помощью которых и описывается поведение системы. Чтобы такое описание было эффективным, необходима как можно большая независимость моделей для различных уровней системы. Независимость страт открывает возможность для более глубокого и детального изучения поведения системы [19] и ее взаимодействия с окружающей средой.

Архитектура СТС

В центре любой методологии моделирования или проектирования сложных технических систем, организационно-технических систем [19; 22] или прикладных систем [23] находится некоторая системная архитектура, которая определяет методы анализа и проектирования системы и совокупность стратегий ее применения.

Архитектура СТС имеет следующие основные характеристики: четко определенные слои; формальные интерфейсы между слоями; скрытые элементы и компоненты внутри каждого слоя. Эта концепция требует разбиения на слои систему и привлечения соответствующей методологии или технологии структурного моделирования. Архитектура современных систем является многослойной (рисунок 1) и чаще всего трехслойной (применение стратифицированного метода к трехслойной архитектуре описано ниже).

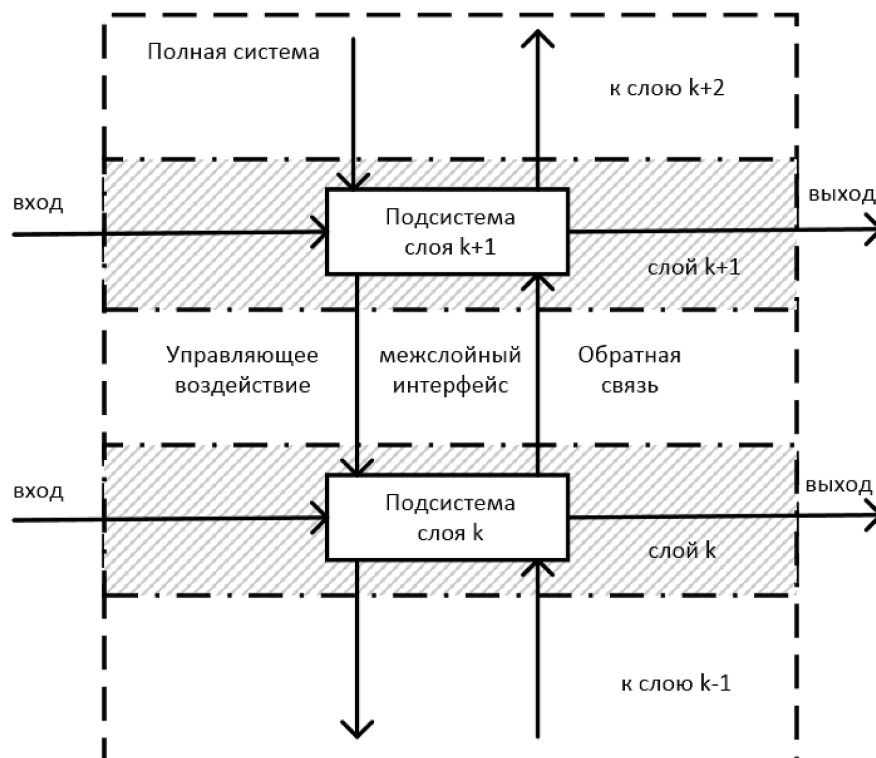


Рисунок 1 – Концепция многослойного взаимодействия

Каждый слой обслуживает вышележащий слой, выполняя для него некоторый набор функций, которые образуют межслойный интерфейс. На основе функций нижележащего слоя следующий слой строит свои функции – более сложные и более мощные, которые, в свою очередь, становятся примитивами для создания еще более мощных функций вышележащего слоя. При этом представление сущности, перемещаемой между слоями, может меняться от слоя к слою, например, на первом слое это может быть физическая сущность (товар), а на втором будет лишь описание характеристик физической сущности в базе данных (набор таблиц).

Для разбиения системы на слои или крупные части (подсистемы) используют метод стратификации. Этот метод применяется в системном анализе, структурном анализе, археологии, социологии и др. Исследования этого метода связывают с М. Месаровичем [20]. Суть его в разбиении неоднородного множества исходных данных или системы на однородные подмножества – уровни, которые называют стратами, отчего весь процесс называется стратификацией.

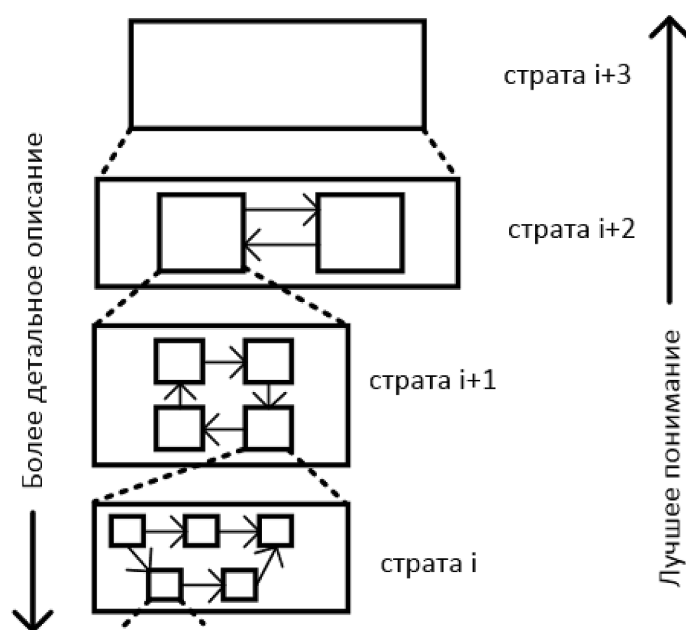
Стратификация эффективна в первую очередь для систем, которые могут быть описаны с помощью иерархических моделей. Наиболее ярким примером стратификации является иерархическая классификация. Однако далеко не все стратифицированные системы являются иерархическими. С чем связан этот важный факт? Он связан с наличием или отсутствием порядка слоев в стратифицированной

системе. Стратификация данных широко применяется в САПР и ГИС как способ организации информации в виде слоев. Стратификация имеет аналог в теории моделирования данных. Она соответствует типизации [24], которая осуществляется либо на основе разбиения большой совокупности данных на типы, либо на основе объединения малых совокупностей данных по общим признакам.

Стратификация – процедура разбиения сложной системы или множества данных на однородные базисные части. *Страты* – части (уровни), определяемые либо по совокупности сходных признаков, либо по критерию условной независимости.

На каждой страте имеется свой собственный набор терминов, концепций, принципов и типов данных. То, что является объектом рассмотрения на данной страте, более подробно раскрывается на нижерасположенной страте; элемент становится набором; подсистема на данной страте является системой для нижележащей страты. Это отношение между стратами показано на рисунке 2.

Рисунок 2 – Взаимосвязь между стратами: система для данной страты является подсистемой для



следующей более высокой страты

Процедура разбиения не может быть произвольной и осуществляется по выбранным критериям. При стратификации могут решаться одна или две задачи.

- 1 Разбиение системы или совокупности данных на уровни (страты).
- 2 Определение связи и подчиненности между уровнями.

В том случае, если сложная система имеет формализованное описание, для стратификации можно использовать математические критерии. Например, в ряде работ показано [20; 21; 25], что, когда сложную систему можно представить в виде совокупности подмножеств, образующих декартово произведение [26; 27], это может служить основанием для стратификации.

При решении только первой задачи получают слои. Эту задачу применяют для стратификации данных. Примером этого подхода может служить ГИС или САПР, в которых данные разбиты на слои и не фиксированы каким либо условием. Их можно перемещать, менять местами.

В результате стратификации данных повышается однородность стратифицированных групп и появляется возможность статистических групповых оценок, поскольку в неоднородной группе такие оценки могут быть бессмысленны. Следует отметить, что с современных позиций проблемы «больших данных» стратификация является инструментом структуризации и упорядочения информации.

Механизм стратификации

Для стратификации системы решают две задачи. Первая задача состоит в выделении подсистем в системе. Вторая задача состоит в нахождении иерархической связи между подсистемами. При решении

этих задач, стратификация превращает систему в совокупность иерархически взаимосвязанных стратифицированных подсистем и этим задает ее структуру.

Как правило, система для построения ее структуры, разбивается первоначально на самые крупные части – подсистемы. Для такого разбиения необходимо выбрать критерий. Одним из критериев может служить критерий разбиения системы по функциональной обработке данных. Эта обработка связана с обработкой множества входных, выходных и промежуточных данных на независимые подмножества и формализацией этого разбиения. Для формализации стратификации определим исходную сложную систему CS как систему, осуществляющую некое функциональное преобразование F входного множества X в выходное множество Y . В формальном представлении это будет соответствовать записи:

$$CS: F(X) \rightarrow Y. (1)$$

Интерпретация выражения (1) следующая: сложная система CS осуществляет функциональное преобразование F над множеством входных данных (X) и преобразует их в выходные данные (Y).

В качестве объективного критерия для разделения системы на стратифицированные подсистемы применимо декартово произведение. Это свойство используется в математике и общей теории систем [28; 29]. Показано [20], что стратификация системы CS на подсистемы возможна, если множества входной (X) и выходной (Y) информации представимы в виде декартовых произведений ($\otimes$), т.е. если входная X_i и выходная информация Y_i образует два независимых базиса:

$$X = (X_1 \otimes X_2 \dots X_n); Y = (Y_1 \otimes Y_2 \dots Y_m) (2).$$

Здесь n – количество входных групп (данных); m – количество выходных групп (данных). В этом случае система CS может быть описана в виде совокупности n подсистем $PCSi$ (уровней или страт). Для каждой подсистемы имеет место выражение, аналогичное (2.1).

$$\begin{aligned} PCS_1 &: X_1 \otimes W_1 \otimes Y_1; \\ PCS_i &: X_i \otimes E_i \otimes W_i \otimes Y_i; \\ PCS_n &: X_n \otimes E_n \otimes Y_n; \\ n &= \min(n, m), \end{aligned} (3)$$

где E , W – соответственно нисходящие и восходящие информационные потоки, обеспечивающие связи между уровнями. Количество подсистем или уровней, описывающих модель CS , определяется минимальной размерностью одного из базисов X_i или Y_i , входящих в выражение (2).

Семейство определенных таким образом подсистем $PCSi$, $1 \leq i \leq n$, называется стратификацией CS , если существуют два семейства отображений $h_i: Y_i \rightarrow W_{i+1}$, $1 \leq i \leq n$, и $c_i: Y_i \rightarrow E_{i-1}$, $1 \leq i \leq n$, такие, что для каждого элемента x из X и $y = PCS(x)$:

$$\begin{aligned} CS: F(X) \otimes I) y_n &= PCS_n(x_n, h_{n-1}(y_{n-1})); \\ 2) y_i &= PCS_i(x_i, c_{i+1}(y_{i+1}), h_{i-1}(y_{i-1})); \\ 3) y_1 &= PCS_1(x_1, c_2(y_2)). \end{aligned}$$

Множество Y_i состоит из откликов i -ой страты. E_i и W_i представляют собой множества потоков, исходящих от страт, примыкающих к i -ой страте соответственно сверху и снизу. Отображения h_i и c_i называются соответственно *информационной функцией* и *распределительной функцией* i -й страты; они связывают страты вместе, образуя систему CS .

Следует отметить важный фактор, что наличие нисходящих и восходящих потоков объединяет подуровни в единую систему. Именно потоки и страты задают структурную модель. Отсутствие таких потоков (связей между слоями) приводит к тому, что исходная система CS разбивается на совокупность независимых более мелких систем. Потоки E , W являются внутренними связями (рисунок 3). Имплицированные отношения, обозначаемые стрелкой $\rightarrow$ выражают внешние связи.

Замечательным свойством модели сложной системы на рисунке 3 является то, что она описывает открытую систему, которая имеет связи и выходы с внешней средой, а не является аналогом транспортной сети с одним входом и выходом.

Рассмотрение конкретных свойств отображений h_i и c_i позволяет задать формальный критерий определения качества стратификации. Он отвечает на вопрос, насколько «удачны» различные варианты разбиения системы на страты; при этом мы будем различать несколько степеней стратификации.

Система CS называется *полностью стратифицированной*, если каждая ее страта $PCSi$, $1 \leq i \leq n$, такова, что для любой пары (u, w) из $E_i \otimes W_i$ и любых двух элементов x_i и x'_i из X_i

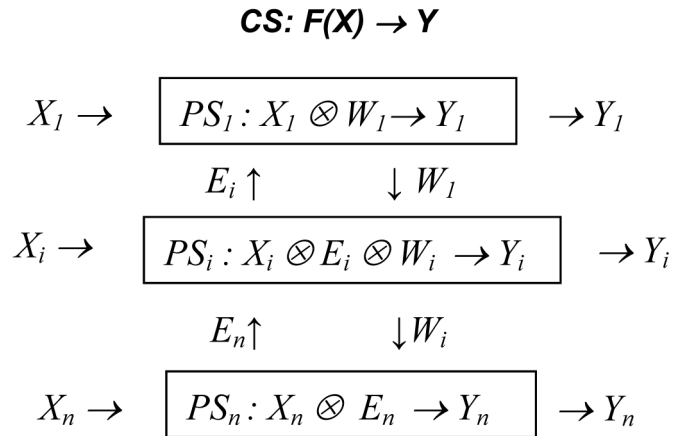


Рисунок 3 – Стратифицированная система

$$\begin{aligned}
 h_i(S_i(x_p, u_p, w_p)) &= h_i(S_i(x'_p, u_p, w_p)); \\
 c_i(S_i(x_p, u_p, w_p)) &= c_i(S_i(x'_p, u_p, w_p)). \quad (4)
 \end{aligned}$$

Это означает, что для данного управляющего воздействия u_i и обратной связи w_i отклик подсистемы S_i на произвольное изменение стимула x_i будет таким, что w_{i+1} и u_{i+1} не изменяются; другими словами, отклик не выходит за пределы i -й страты. Отметим, что полная стратификация зависит не только от преобразований PCS_p , но также и от отображений h_i и c_i . Иначе говоря, чтобы полностью описать такое разбиение, необходимо задать не только страты, но и взаимные связи между ними.

Требование полной локализации откликов каждой страты есть, несомненно, сильное условие. Более слабым является понятие устойчивой стратификации, при которой такая локализация имеет место не для всех, а лишь для некоторых пар «воздействие – обратная связь».

Следует отметить особое положение верхней страты с позиций управления [30]. Она имеет собственное множество внешних стимулов X_n , а ее отклик зависит от всей иерархии, расположенной ниже. В этом случае требования, которые верхний уровень накладывает на нижние, формулируются на основе информации, поступающей по линиям обратной связи w_p , поскольку это единственный канал для сообщений, идущих снизу.

Таким образом, устойчивую стратификацию можно характеризовать следующим условием: для некоторых x из X , $y_i = PCS(x)$ при всяком i , $1 \leq i \leq n$, существует пара (u_p, w_p) , такая, что

$$\begin{aligned}
 w_i &= h_{i-1}(y_{i-1}), \quad 1 \leq i \leq n; \\
 u_i &= c_{i+1}(y_{i+1}), \quad 1 \leq i \leq n; \\
 y_i &= PCS_i(x_p, u_p, w_p), \quad 1 \leq i \leq n
 \end{aligned}$$

и, кроме того, для всех x' из X при любом i , $1 \leq i \leq n$, имеют место равенства (4).

Различие между полной и устойчивой стратификацией заключается в том, что в определении последней не требуется, чтобы страты были независимы для любой пары «воздействие – обратная связь»; необходимым считается только существование некоторых «состояний всей системы», для которых отклики оказываются локализованными в соответствующих стратах.

Разумеется, возникает вопрос – как достичь устойчивого состояния в иерархии, однако для анализа этого вопроса необходимо более подробное знание структуры системы. Как полная, так и устойчивая стратификации представляют собой идеализированные модели, лишь приближенно отражающие структуру реальных систем. Можно разными способами смягчать условия, получая в результате не полностью стратифицированные системы. Мы не будем заниматься формализацией таких ослабленных условий, а ограничимся лишь несколькими пояснениями.

Равенство (4) может выполняться не для всех возмущений из X , а лишь для тех, которые соответствуют «нормальным» условиям работы системы. Для проведения устойчивой или даже полной стратификации при ограничениях, наложенных на стимулы, может возникнуть необходимость объединения нескольких соседних страт в одну. В некоторых случаях вполне может оказаться, что после такого объединения остается единственная страта и, таким образом, уничтожается сама стратификация.

Стратификация подразумевает сокращение объема информации, идущей вверх по иерархии: для вышеразмещенных страт многие потоки, идущие от нижних страт, несут сходную информацию. Сократить объем информации можно многими способами. Одним из них является агрегирование (объединение), которое приводит к разбиению семейства переменных на такие подсемейства, каждое из которых описывается единственной «агрегированной» переменной. В действительности это означает разбиение нижней страты на подсистемы. Практически информационная обратная связь может быть успешно реализована через переменные, связанные с осуществлением взаимодействия между подсистемами. Таким образом, отметив необходимость уменьшения объема информации от уровня к уровню, мы приходим естественным путем к горизонтальной декомпозиции страты на подсистемы.

Введем правила взаимодействия слоев друг с другом. Основная цель задания таких правил – минимизация зависимостей между слоями. Введение правил решает задачу нахождения компромисса между простотой и сложностью. Общим правилом, которого следует придерживаться в данном случае, является разрешение только однонаправленного взаимодействия между слоями через применение одного из следующих подходов:

- взаимодействие сверху вниз – слои могут взаимодействовать со слоями, расположенными ниже, но нижние слои никогда не могут взаимодействовать с расположенными выше слоями. Это правило поможет избежать циклических зависимостей между слоями. Например, использование событий позволит оповещать компоненты расположенных выше слоев об изменениях в нижних слоях без введения зависимостей;

- строгое взаимодействие – каждый слой должен взаимодействовать только со слоем, расположенным непосредственно под ним. Это правило обеспечит строгое разделение, при котором каждый слой знает только о слое сразу под ним. Положительный эффект от этого правила в том, что изменения в интерфейсе слоя будут оказывать влияние только на слой, расположенный непосредственно над ним. Данный подход применим при проектировании системы, которую предполагается расширять новой функциональностью в будущем, если нужно максимально сократить воздействие этих изменений; или при проектировании системы, для которой необходимо обеспечить возможность распределения на разные уровни;

- свободное взаимодействие – более высокие слои могут взаимодействовать с расположенными ниже слоями напрямую, в обход других слоев. Это может повысить производительность, но также увеличит зависимости. Иначе говоря, изменения в нижнем слое могут оказывать влияние на несколько расположенных выше слоев.

Определившись со слоями, необходимо обратить внимание на функциональность, охватывающую все слои. Такую функциональность часто называют сквозной. К ней относятся безопасность, надежность, персистентность и т.д.

Следующим этапом после определения слоев является построение входов и выходов слоев, т.е. создание межслойного интерфейса, посредством которого будет производиться коммуникация между слоями. Основная цель при определении интерфейса слоя – обеспечить слабое связывание между слоями. Это означает, что слой не должен раскрывать внутренние детали, от которых может зависеть другой слой. Вместо этого интерфейс слоя должен быть спроектирован так, чтобы свести до минимума зависимости путем предоставления открытого интерфейса, скрывающего детали подсистем слоя. Такое сокрытие называется абстракцией.

Рассмотрим стратифицированный метод на примере современной типовой архитектуры системы – трехслойной архитектуре (рисунок 4), которая имеет следующие характеристики:

- четко определенные слои;
- формальные и явные интерфейсы между слоями;
- скрытые и защищенные детали внутри каждого слоя.

Три слоя (база данных, бизнес-логика, документы) отражают возрастание уровня абстракции в рассматриваемой системной архитектуре. Наиболее детальным слоем является база данных, более высокий уровень абстракции – слой бизнес-логики, наивысший уровень абстракции – слой документов. Управляющие команды идут от верхних уровней к нижним, но не наоборот. Нижние уровни могут лишь предоставлять необходимым верхним уровням информацию.



Рисунок 4 – Трехслойная архитектура

В качестве управляющих команд выступают запросы на выполнение каких-либо функций, результатом выполнения которых являются документы или другая, связанная с данным типом функции, выходная информация (скалярные величины, массивы, объекты, файлы и т.п.).

Независимость слоев трехслойной системной архитектуры обеспечивает следующие основные преимущества:

- улучшение базы данных – отделение базы данных от изменений в технологиях, а следовательно, поддержка согласованности и осмысленности данных в течение длительного периода времени;
- гибкость интерфейсов пользователя – изменение интерфейсов без влияния на бизнес-процессы и наоборот;
- упрощение разработки и сопровождения системы – легко производить изменения внутри каждого слоя, не заботясь о других слоях.

В центре современного проекта лежат две вещи – база данных и бизнес-процесс. При этом основным центром является бизнес-процесс, база данных – менее важный из двух центров, т.е. процесс становится первичным и во многом определяет весь проект. Модель процесса является ценным средством для размышлений и совместной работы над перспективами развития системы в целом.

В таблице 1 представлена трехслойная системная архитектура в разрезе регламентируемых методологией этапов разработки (анализ требований, проектирование, реализация).

Таблица 1

Слой	Анализ	Проектирование	Реализация
Документы	Поток работ	Поток форм	Формы
Правила бизнеса	Поток процессов	Модель компонентов	Программы
База данных	Модель данных	Схема базы данных	Таблицы и т.п.

Для анализа потоков работ на макроуровне, для выявления общей структуры и функций системы управления, а также для совершенствования существующих потоков информации используются графические методы. Анализ составленной с помощью применения данных методов схемы позволяет проследить пути документов, выявить моменты их образования, операции, которые с ними осуществляются, порядок, в котором документы объединяются или расчленяются. Описание потоков информации осуществляется с помощью теории графов, методов функционально-операционного анализа, матричного моделирования, семиотического анализа и т.д.

Заключение

Построение сложной информационной системы на основании стратифицированного метода является новым методом структуризации сложных технических систем и методом системного анализа. Стратификация сложных технических систем отличается от стратификации абстрактных или формальных систем. Стратификация технических систем требует решения дополнительной задачи: поиска компо-

мисса между простой представлением модели сложной системы с одной стороны и детализацией описания ее сложности для проектирования и функционирования системы. Такая частная задача решена в данной работе. Решение данной задачи относится к классу методов управления сложностью [30]. Это было достигнуто с помощью семейства моделей, объединяемых методикой, базирующейся на стратифицированном представлении процесса проектирования. Стратификация в отличие от других методов структурного моделирования сразу задает иерархию отношений, что является преимуществом данного подхода.

Анализ нижних страт позволяет детально объяснить, каким образом система функционирует, как осуществляется та или иная конкретная функция. С другой стороны, при движении вверх, описание становится более широким, охватывая большее число подсистем и большие периоды времени. В таком более широком контексте легче понять смысл и назначение подсистем. Подводя итоги, можно сказать, что процедура стратифицированного структурного моделирования может быть представлена в виде следующих шагов:

- разложение входных/выходных данных на независимые базисы;
- выявление внутренних связей (нисходящих и восходящих информационных потоков);
- использовать правило трех общих свойств для системы и ее частей;
- формирование подсистем согласно (3) по базису наименьшей размерности из (2).

Она задает структуру, включающую уровни системы, внутренние и внешние связи. В дальнейшем процедуру стратификации можно применять по отношению к каждой подсистеме и т.д. Стратифицированный метод структурного моделирования позволяет формировать структуры разных сложных систем от информационных систем до систем массового обслуживания. Исследованный подход структурного моделирования имеет широкое применение и позволяет формировать структуры разных систем: в археологии, социологии, философии, проектировании, геоинформатике.

Список литературы

1. Розенберг И.Н. О единой транспортной политике // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – № 1(1). – С. 22–26.
2. Чехарин Е.Е. Большие данные: большие проблемы // Перспективы науки и образования. – 2016. – №3. – С. 7–11.
3. Цветков В.Я. Когнитивные технологии // Информационные технологии. – 2017. – № 2(23). – С. 90–96.
4. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2005. – 288 с.
5. Номоконов И.Б. Когнитивные методы при лучевой диагностике: монография. – М.: МАКС Пресс, 2016. – 60 с.
6. Домашук П.В. Информационное моделирование коррупции // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – №1(9). – С. 119–125.
7. Охотников А.Л. Информационные модели при управлении транспортом // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – № 2(2). – С. 60–75.
8. Максудова Л.Г., Цветков В.Я. Информационное моделирование как фундаментальный метод познания // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2001. – №1. – С. 102–106.
9. Шайтура С.В. Информационная ситуация в геоинформатике // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – №5 (17). – С. 103–108.
10. Ожерельева Т.А. Информационная ситуация как инструмент управления // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 176–181.
11. Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European Researcher. Series A. – 2014. – Vol.(86). – № 11-1. – Pp. 1901–1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
12. Помапов А.С. Информационная ситуация и информационная позиция в информационном поле // Славянский форум. – 2017. – № 1(15). – С. 283–289.
13. Цветков В.Я. Информационная асимметрия в образовании // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2015. – №5. – С. 4–12.
14. Кудж С.А. Риски информационной асимметрии // Перспективы науки и образования. – 2016. – №6. – С. 23–27.

15. *Tsvetkov V.Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models // *Nanotechnology Research and Practice*. – 2014. – Vol.(1). – № 1. – P. 57–64.
16. *Докукин П.А.* Графические информационные единицы // *Перспективы науки и образования*. – 2015. – №3. – С. 32–39.
17. *Цветков В.Я.* Язык информатики // *Успехи современного естествознания*. – 2014.- №7. – С. 129–133.
18. *Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А.* Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. – М.: Логос, 2003.
19. *Воронин А.А., Мишин С.П.* Модель оптимального управления структурными изменениями организационной системы // *Автоматика и телемеханика*. – 2002. – №. 8. – С. 136–150.
20. *Месарович М., Такахара Н.* Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
21. *Цветков В.Я.* Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
22. *Корнаков А.Н.* Модель сложной организационно-технической системы // *Перспективы науки и образования*. – 2015. – №2. – С. 44–50.
23. *Цветков В.Я.* Прикладные системы // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2005. – № 3. – С. 78–85.
24. *Майоров А. А.* Типизация сложных систем // *Славянский форум*. – 2014. – № 1(5). – С. 131–137.
25. *Цветков В.Я.* Стратификация когнитивной модели // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 2-1. – С. 136–137.
26. *Marca D. A., McGowan C. L.* (1987). SADT: structured analysis and design technique. McGraw-Hill, Inc.
27. *Цветков В.Я.* Структурное моделирование: монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 84 с.
28. *Гулякина Н.А.* Общая теория систем. – Мн., 2007. – 208 с.
29. *Кудж С.А.* Многоаспектность рассмотрения сложных систем // *Перспективы науки и образования*. – 2014. – № 1. – С. 38–43.
30. *Пунда Д.И.* Две формы представления деятельности организационных систем, и когнитивная природа происхождения современного понятия «управление сложностью» // *Труды IX межд. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций»*. CASC. – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 94–97.

References

1. *Rozenberg I.N.* O edinoj transportnoj politike // *Nauka i tehnologii zheleznyh dorog*. – 2017. – № 1(1). – S. 22–26.
2. *Cheharin E.E.* Bol'shie dannye: bol'shie problemy // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2016. – №3. – S. 7–11.
3. *Tsvetkov V.Ya.* Kognitivnye tehnologii // *Informacionnye tehnologii*. – 2017. – № 2(23). – S. 90–96.
4. *Gorelova G.V., Zaharova E.N., Ginis L.A.* Kognitivnyj analiz i modelirovanie ustojchivogo razvitiya social'no-jekonomicheskikh system. – Rostov n/D.: Izd-vo Rost. un-ta, 2005. – 288 s.
5. *Nomokonov I.B.* Kognitivnye metody pri luchevoj diagnostike: monografiya. – М.: МАКС Press, 2016. – 60 s.
6. *Domashuk P.V.* Informacionnoe modelirovanie korrupcii// *Obrazovatel'nye resursy i tehnologii*. – 2015. – № 1(9). – S. 119–125.
7. *Ohotnikov A.L.* Informacionnye modeli pri upravlenii transportom // *Nauka i tehnologii zheleznyh dorog*. – 2017. – № 2(2). – S. 60–75.
8. *Maksudova L.G., Tsvetkov V. Ya .* Informacionnoe modelirovanie kak fundamental'nyj metod poznaniya // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i ajerofotos#emka*. – 2001. – №1. – s.102-106.
9. *Shajtura S.V.* Informacionnaja situacija v geoinformatike// *Obrazovatel'nye resursy i tehnologii*. – 2016. – №5 (17). – s.103-108.
10. *Ozherel'eva T.A.* Informacionnaja situacija kak instrument upravleniya // *Slavjanskij forum*, 2016. -4(14). – s.176-181
11. *Tsvetkov V. Ya.* Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // *European Researcher. Series A*. 2014, Vol.(86), № 11-1, pp. 1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
12. *Potapov A.S.* Informacionnaja situacija i informacionnaja pozicija v informacionnom pole // *Slavjanskij forum*. – 2017. – 1(15). – s.283-289.
13. *Tsvetkov V.Ya .* Informacionnaja asimmetrija v obrazovanii // *Distancionnoe i virtual'noe obuchenie*– 2015. – №5. – s.4- 12

14. Kudzh S.A. Riski informacionnoj asimmetrii // Perspektivy nauki i obrazovanija. – 2016. – №6. – s.23-27
15. Tsvetkov V.Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1, p57-64
16. Dokukin P.A. Graficheskie informacionnye edinicy// Perspektivy nauki i obrazovanija. – 2015. -№3. – s.32-39.
17. Tsvetkov V.Ja. Jazyk informatiki // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2014.- №7. – s.129-133
18. Aleksandrovskaja L.N., Afanas'ev A.P., Lisov A.A. Sovremennye metody obespechenija bezotkaznosti slozhnyh tehniceskikh sistem. – M. : Logos, 2003.
19. Voronin A.A., Mishin S.P. Model' optimal'nogo upravlenija strukturnymi izmenenijami organizacionnoj sistemy //Avtomatika i telemekhanika. – 2002. – №. 8. – S. 136-150.
20. Mesarovich M., Takahara N. Obshhaja teorija sistem: matematicheskie osnovy. – M.: Mir, 1978 -311 s
21. Tsvetkov V.Ya . Geoinformacionnye sistemy i tehnologii – M.: Finansy i statistika 1998. – 288s
22. Kornakov A.N. Model' slozhnoj organizacionno-tehnicheskoy sistemy // Perspektivy nauki i obrazovanija. – 2015. – №2. – s.44-50
23. Tsvetkov V.Ya . Prikladnye sistemy // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i ajerofotos#emka. – 2005.- №3 – s.78- 85
24. Majorov A.A. Tipizacija slozhnyh sistem // Slavjanskij forum. – 2014. – 1(5). – s.131 -137.
25. Tsvetkov V.Ya . Stratifikacija kognitivnoj modeli // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2016. – №2-1. – s.136-137
26. Marca D.A., McGowan C. L. (1987). SADT: structured analysis and design technique. McGraw-Hill, Inc.
27. Tsvetkov V.Ya. Strukturnoe modelirovanie: Monografija. – M.: MAKSS Press, 2017. – 84s.
28. Guljakina N.A. Obshhaja teorija sistem – Minsk, 2007 -208s.
29. Kudzh S.A. Mnogoaspektnost' rassmotrenija slozhnyh sistem // Perspektivy nauki i obrazovanija- 2014. – №1. – s38-43
30. Punda D.I. Dve formy predstavlenija dejatel'nosti organizacionnyh sistem, i kognitivnaja priroda proishozhdenija sovremennogo ponjatija «upravlenie slozhnost'ju» //Trudy IH mezhd. konf.«Kognitivnyj analiz i upravlenie razvitiem situacij». CASC. – M.: IPU RAN, 2011. – c.94-97.

STRATIFIED METHOD OF CONSTRUCTING COMPLEX I SYSTEM

Buravtsev Alexey Vladimirovich,

*Deputy Director of the Institute of Information Technologies and Computer-Aided Design,
Moscow Technological University (MIREA),
119454, Vernadsky Prospekt, 78,
Moscow, Russia,
e-mail: mister_j@mail.ru*

The article offers an approach to constructing a complex system based on a stratified method. The article describes the architecture of a complex technical system. The article provides a formal model for describing a complex system. Paper describes the concept of multi-layered interaction. Paper describes the formal mechanism of stratification. Paper introduces the concept of sustainable stratification of a complex system. The article shows the difference between full and stable stratification. Paper introduces rules for finding a compromise between the simplicity of the description and the preservation of the complexity of the system. Paper introduces a formal criterion for determining the quality of stratification. Paper describes a three-layer system architecture as a result of stratification.

Keywords: System analysis, stratification, complex systems, multi-layer architecture, stable stratification, structural modeling, rules for finding a compromise

УДК 004.09

ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ГРАФЫ В СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ФИСКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Цветков Виктор Яковлевич,

*профессор, доктор технических наук, заместитель руководителя центра стратегического анализа и развития, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС), ОАО «НИИАС»
109029, Россия, Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1
e-mail: cvj2@mail.ru,*

Буравцев Алексей Владимирович,

*заместитель директора Института информационных технологий и автоматизированного проектирования,
Московский технологический университет (МИРЭА),
119454, Россия, Москва, Проспект Вернадского, 78,
e-mail: buravcev@mirea.ru*

В статье рассмотрены сложные организационно-технические фискальные системы, решающие проблемно ориентированные задачи. Показано место сложной фискальной системы среди других сложных систем. Дано формальное описание модели сложной организационно-технической фискальной системы. Рассмотрено понятие ориентированного ациклического графа. Описаны различные подходы хранения и обработки ориентированных ациклических графов в современных СУБД с использованием языка SQL. Описан подход материализации пути в сложной организационно-технической фискальной системе на примере государственного адресного реестра. Показано, что применение ациклических графов для технологической организации повышает эффективность работы фискальных информационных систем.

Ключевые слова: сложная система, фискальная система, кадастровая система, материализованный путь, ориентированный граф

Введение

В настоящее время широко применяют различные сложные прикладные системы, которые называют проблемно ориентированными [1]. Такие сложные системы применяют в разных предметных областях, включая области ведения кадастра [2]. Кадастр представляет собой информационную систему содержащую реестр информационных ресурсов или кадастровый реестр [3]. Кадастровые информационные системы служат основой управления и принятия решений [4]. Кадастровый реестр одной из своих основных функций имеет сбор налога с подлежащих налогообложению объектов. Системы, основной функцией которых является сбор налогов называют фискальными системами [5; 6]. Соответственно кадастр делят на фискальный (только сбор налогов, например, земельный налог) и юридический (учет и ведение юридических прав). Юридический кадастр – это в основном земельный кадастр. В данной статье исследуется Федеральная информационная адресная система (ФИАС) [7], относящаяся к фискальным системам.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались результаты существующих исследований в области проблемно ориентированных систем, в области сложных организационных систем, в области систем хранения кадастровой информации и в области кадастровых систем. В качестве методов использовался феноменологический анализ, системный анализ и технологический анализ.

Фискальная система как разновидность сложных систем

Существуют различные виды сложных систем: сложные технические системы [8], сложные социальные системы [9], сложные организационные системы [10], сложные информационные системы [11], сложные технологические системы [12], сложные системы хранения пространственной инфор-

мации [13], сложные организационно-технические системы [14]. В этом ряду ФИАС относится к двум группам: сложным организационно-техническим системам и сложным системам хранения пространственной информации. Все перечисленные системы решают задачи разных уровней управления.

Управление требует оптимизации налогово-бюджетной политики государства и повышения эффективности налогообложения объектов недвижимости. Это приводит к необходимости построения и эффективного использования фискальной системы как одного из ключевых инструментов налогово-бюджетной политики государства.

При этом необходимо принимать во внимание специфические фискальные [15] и информационные риски [16].

Построение и поддержка в актуальном, полном, достоверном, целостном и непротиворечивом состоянии кадастрового реестра – трудоемкий и финансово затратный процесс [2], требующий, помимо организационных инструментов, активного применения современных алгоритмов обработки данных, представленных в иерархической структуре.

Наличие развитых средств представления и оперирования структурами данных, которые можно представить в виде ориентированного графа, особенно необходимо при конструировании сложных организационно-технических фискальных систем (СОТФС), в которых данные представлены в иерархическом виде. Существуют различные подходы в организации хранения иерархических структур в реляционных БД.

Системы, основной функцией которых является сбор налогов, называют фискальными системами. Результат эволюции фискальных систем привел к необходимости использования для реализации фискальной системы сложной организационно-технической системы (СОТС). Применительно к решению задач налогообложения эта система трансформировалась в сложную организационно-техническую фискальную систему (СОТФС). Системы данного типа являются этапом эволюции сложных систем [17].

Реализация их потенциала требует интеграции многих факторов из разных областей деятельности. Некоторые из этих факторов нематериальны и с трудом поддаются количественной оценке. Например, как эффективно используются информационные ресурсы, насколько эффективно качественное управление, какова адаптивность организации, насколько когнитивной является система управления. Качественные факторы наряду с количественными факторами вносят существенный вклад в эффективное решение сложных задач. Эти качественные оценки часто осуществляют на основе когнитивных методов, что и предопределяет название таких систем как организационно-технические. В настоящее время сложные организационно-технические фискальные системы нуждаются в развитии. Как системы они занимают промежуточное состояние между автоматизированными системами и интеллектуальными системами. По масштабу они относятся к сложным и большим системам. Сложная организационно-техническая фискальная система является разновидностью сложной системы.

В широком смысле под сложной системой понимают множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом [18; 19]. В системе эти элементы образуют целостность, единство и обладают эмерджентностью [20]. Содержание элементов системы может изменяться в зависимости от области ее применения и целей.

Необходимо отличать понятие технической системы от понятия формальной системы [21]. Для «системы технического объекта» характерно наличие: технических требований; организационного обеспечения, технической поддержки. Для информационной системы характерно наличие: информационного обеспечения. Для формальной системы характерно наличие информационного языка [22] и лингвистического обеспечения. Проектирование СОТФС происходит по методу «встречных потоков». Оно осуществляется «сверху вниз» на основе декомпозиции [23] и «снизу вверх» на основе агрегации [24].

Разбиение СОТФС на элементы осуществляется в зависимости от критерия делимости системы. Элементы могут объединяться в компоненты системы или в подсистемы. Для формального описания СОТФС (СОТФС) воспользуемся аппаратом теории систем. В качестве описания рассмотрим систему как модель:

$$COTFS = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, int, out, \Delta T, Cog \rangle \quad (1)$$

где Ps – совокупность подсистем системы; Pr – совокупность частей системы; Str – структура системы; E – множество элементов системы; C – множество связей в системе; R – множество отношений между элементами, частями и подсистемами; int – множество входов; out – множество выходов системы; ΔT – интервал жизненного цикла системы; Cog – когнитивный фактор. Это определение указывает, что система состоит из разнородных частей и имеет структуру. В случае СОТФС структуру можно представить в виде ориентированного ациклического графа.

Ориентированные графы

Во многих областях науки и техники важную роль играет понятие иерархии, иерархической структуры. Для таких областей как теория систем, теория управления, типичным является представление объекта исследования (системы) в виде иерархической структуры подчиненности одних элементов системы другими [10].

Математической моделью иерархических структур являются ориентированные графы. Ориентированным графом (орграфом) называется кортеж $\langle V, E \rangle$, где V – это множество вершин, $E = \{(v_1, v_2) : v_1, v_2 \in V\}$ – множество дуг. Присутствие во множестве E вектора (v_1, v_2) соответствует наличию связи (дуги) между вершинами v_1 и v_2 графа. Тогда иерархией, или иерархической структурой называют ациклический орграф. Орграф называется ациклическим, если в нем нет циклов – последовательностей дуг вида $(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_n, v_1)$, т.е. он не содержит контуров.

Важным частным случаем ориентированных ациклических графов являются деревья. Класс деревьев занимает в теории графов особое положение. С одной стороны, это достаточно просто устроенные графы, и многие задачи, весьма сложные в общей ситуации, для деревьев решаются легко. С другой стороны, деревья часто встречаются в областях, на первый взгляд не имеющих отношения к теории графов. Деревом называется связный граф, не содержащий циклов. Любой граф без циклов называется ациклическим (или лесом). Таким образом, компонентами леса являются деревья.

Если рассматривать структуру кадастровых реестров, таких как КЛАДР и ГАР, являющихся ключевой частью СОТФС ФИАС, то можно констатировать, что она представлена в виде дерева.

Структуры ориентированных ациклических графов в SQL базах данных

Хранение иерархических данных (в виде ориентированных ациклических графов или деревьев) в реляционных структурах задача нетривиальная и вызывает некоторые сложности. В первую очередь, это связано с тем, что реляционные базы не приспособлены к хранению иерархических структур (как, например, XML-файлы), структура реляционных таблиц представляет собой простые списки.

Иерархические данные имеют связь «родитель-наследники», которая не реализована в реляционной структуре. Тем не менее, задача хранения орграфов и деревьев в реляционной базе данных является актуальной при работе в СОТФС, чьи данные моделируются в иерархическом виде. Существуют подходы в организации хранения иерархических структур в реляционных БД [25].

Пусть существуют некие данные, которые можно представить в виде ориентированного ациклического графа или дерева. Рассмотрим основные операции, необходимые для оперирования этими данными в СУБД на языке SQL:

- вставить новый узел;
- удалить узел;
- получить непосредственного предка;
- получить всех предков;
- получить прямых потомков;
- получить всех потомков.

Каждый запрос к реляционной базе данных выполняется за определенное время, поэтому мы стараемся использовать вышеперечисленные операции, используя как можно меньше запросов.

Существует несколько подходов при проектировании баз данных для хранения и обработки иерархических структур:

- материализованный путь (materialized path или path enumeration);
- вложенные множества (nested sets);

- список смежности (adjacency list);
- таблица связей (closure table).

Материализованный путь (Materialized Path или Path Enumeration)

Одним из свойств деревьев является то, что есть один и только один путь от корня до каждого узла в дереве. Основная идея алгоритма материализованного пути в сохранении полного пути к узлу от вершины дерева. Модель перечисления путей сохраняет этот путь в виде строки путем конкатенации либо ребер, либо ключей узлов в пути. Поиски выполняются с помощью строковых функций и предикатов для этих строк пути. Существует два метода перечисления путей, перечисления ребер и перечисления узлов. Перечисление узлов является наиболее распространенным явлением, и в базовых операциях строк на обеих моделях мало различий. Тем не менее, модель перечисления границ имеет некоторые полезные числовые свойства. Данные можно представить в виде схемы «материализованный путь» (materialized path) [26] (рисунок 1) применительно к кадастровой системе.

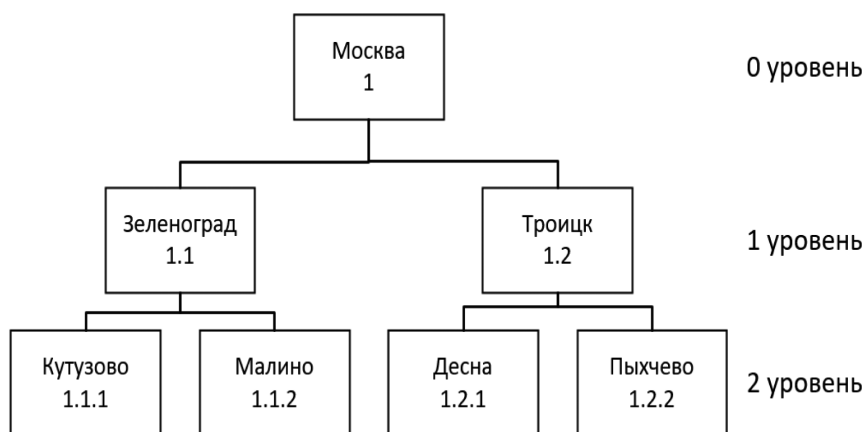


Рисунок 1 – Древоподобная структура, организованная по принципу «материализованный путь»

Принцип формирования таких путей достаточно прост. Глубина пути – это уровень дерева. Внутри ветки инкрементная нумерация. Другими словами, Зеленоград – первый дочерний элемент Москвы, Троицк – второй дочерний элемент и т.д. Так же возможен вариант, когда путь формируется из идентификаторов узлов. В этом случае, при вставке и обновлении данных нужно проверять, в случае необходимости, путь на отсутствие циклической ссылки (circular reference), когда узел является своим же собственным предком. В случае же инкрементной нумерации узлов внутри ветки данная проверка не нужна.

Идентификаторы узлов в пути можно разделять служебным символом, например, точкой (см. пример ниже), либо конкатенировать значения, но при этом длина символов каждого узла должна быть фиксированной, чтобы потом корректно выделять идентификаторы узлов или ребер в строке при построении запросов. Последний подход позволяет сократить объем строки по сравнению с подходом с разделителем, но несет риски перестроения всех путей в случае изменения длины значения узла или в случае изменения количества уровней.

Данный подход использовался в Классификаторе адресных данных Российской Федерации (КЛАДР) при формировании классификационных кодов адресообразующего объекта и объектов недвижимости. В случае стабильной адресной структуры данная модель вела себя предсказуемо. При добавлении новых уровней, она потребовала изменения длины классификационного кода вследствие добавления новых идентификаторов узлов, после чего потребовалось бы перестроение этого кода у всех объектов. Т.к. данный классификационный код играл роль идентификатора и использовался во множестве смежных систем, то его изменение повлекло бы за собой объемные каскадные изменения во всех этих системах.

Пришлось искать другой путь выхода из сложившейся ситуации, а именно, для КЛАДР несколько уровней государственного адресного реестра объединялись и формировались на одном уровне, например, уровень элементов планировочной структуры и улиц формировался на уровне улиц, что ло-

гически неправильно, но было меньшим из зол. Так как адресная структура пусть не часто, но изменяется, подход, описанный выше, на практике показал свои слабые места. Поэтому лучшим, т.е. более приспособленным к изменениям структуры вариантом является вариант с разделителями и использованием в пути идентификаторов узлов. За гибкость придется платить объемом строки, т.к. с добавлением новых записей размер идентификатора будет расти.

Если же использовать подход с инкрементной нумерацией внутри ветки, то в этом случае нельзя привязываться к материализованному пути как к ключу, т.к. возможны его изменения во времени вследствие изменения количества уровней. Рассмотрим примеры запросов на примере с инкрементной нумерации внутри ветки, как одного из вариантов представления материализованного пути адресного пространства.

Данные будут выглядеть согласно таблицы 1.

Таблица 1 – Представление данных древовидной структуры

id	name	path
1	Москва	1
2	Зеленоград	1.1
3	Троицк	1.2
4	Кутузово	1.1.1
5	Малино	1.1.2
6	Десна	1.2.1
7	Пыхчево	1.2.2

Рассмотрим некоторые запросы. Поиск пути к узлу «Кутузово»:

```
SELECT t1.name, t1.path FROM ao_tree t1
CROSS JOIN ao_tree t2
WHERE t2.path like CONCAT( t1.path, '.*')
AND t2.id = 4 ORDER BY t1.path;
```

Результат:

name	path
Москва	1
Зеленоград	1.1

Рассмотрим задачу вычисления уровня вложенности. Для этого достаточно посчитать количество точек (или других разделителей, если используется не точка) в путях. К сожалению, в стандартах SQL нет подходящей функции, но ее можно реализовать косвенным способом, либо написать собственную функцию. Для разделителей, состоящих из одного символа, можно воспользоваться следующим запросом:

```
SELECT LEN(path) – LEN(REPLACE(path, '.', '')) FROM ao_tree
WHERE id=4
```

Если длина разделителя больше одного символа, то можно использовать следующую функцию (на диалекте T-SQL):

```
CREATE FUNCTION dbo.[GetLevel]
(
    @str nvarchar(max),
    @delimiter NVARCHAR(MAX)
)
RETURNS INT
AS
BEGIN
    return (LEN(@str)-LEN(REPLACE(@str,@delimiter,'')))/LEN(@delimiter)
```

END

Рассмотрим задачу выбора ветки узла на примере «Зеленограда»:

```
SELECT name, dbo.GetLevel( path, '.' ) AS level
FROM ao_tree
WHERE path LIKE '1.1%';
```

Результат:

name	level
Зеленоград	1
Кутузово	2
Малино	2

Обратите внимание, в данном примере мы воспользовались функцией GetLevel, описанной выше.

Найдем непосредственный родительский элемент (immediate parent) для узла на примере «Кутузово»:

```
SELECT t2.*
FROM ao_tree t1
CROSS JOIN ao_tree t2
WHERE t1.id=4 AND t2.path=SUBSTRING( t1.path, 1, (LEN(t1.path) - CHARINDEX('.', REVERSE(t1.path))));
```

Результат:

id	name	path
2	Зеленоград	1.1

Заключение

Использование ориентированных ациклических графов повышает эффективность сложных информационных систем хранения пространственной информации. Оно является эффективным методом контроля и обработки адресной информации в кадастровых системах. Этот подход является важным направлением в совершенствовании фискальных систем. Это обусловлено тем, что адресный реестр является основным составным элементом, формирующим СОТФС. Он влияет на реализацию не только налогообложения, но и всего спектра стратегических задач государства, от создания рыночного оборота недвижимости до формирования доходной налоговой базы. Для таких областей как адресный реестр типичным является представление системы в виде структуры подчиненности одних элементов системы другими. Математической моделью иерархических структур являются ориентированные графы.

Правильно выбранный подход или подходы при проектировании и реализации адресного реестра СОТФС позволит решить задачи эффективного хранения и оперирования иерархическими данными.

Список литературы

1. Цветков В.Я. Разработка проблемно ориентированных систем управления. – М.: ГКНТ, ВНИЦентр, 1991. – 131 с.
2. Купа Л.В. и др. Ведение кадастра недвижимости на территории с особым правовым режимом государственного природного заказника краевого назначения «Стрижамент» // Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК. – 2013. – С. 100–103.
3. Маставичене Т.В. Совершенствование технологии ведения адресного реестра для повышения эффективности информационной системы кадастра недвижимости: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.26. – М.: МИИГАиК, 2016.
4. Цветков В.Я. Методы поддержки принятия решений в управлении. – М.: Минпромнауки, ВНИЦ, 2001. – 75 с.

5. Балацкий Е.В. Эффективность фискальной политики государства // Проблемы прогнозирования. – 2000. – № 5.
6. Балацкий Е.В. Оценка влияния фискальных инструментов на экономический рост // Проблемы прогнозирования. – 2004. – № 4.
7. Федеральная информационная адресная система. URL: <http://fias.nalog.ru/> (дата обращения: 13.09.2017).
8. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем. – СПб.: Моринтех, 2001.
9. Парсонс Т. Социальные системы // Личность. Культура. Общество. – 2003. – Т. 5. – № 1-2. – С. 169–203.
10. Морозов А.А. Ситуационные центры-основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. – 1997. – № 2. – С. 7.
11. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
12. Гончарова Н.П., Перерва П.Г., Яковлев А.И. Новые технологические системы: качество, потребность, эффективность. – Киев: Наукова думка, 1989.
13. Савиных В.П., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Развитие национальной инфраструктуры пространственных данных на основе развития картографо-геодезического фонда Российской Федерации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – №5. – С. 85–91.
14. Борисов В.В. и др. Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем. – М.: Горячая линия–Телеком, 2002.
15. Пименов Н.А. Фискальные риски в системе налоговой безопасности предприятий и государства // Налоги. – 2010. – №. 4. – С. 10–14.
16. Tsvetkov V.Ya. Information Asymmetry as a Risk Factor // European researcher. Series A. – 2014. – Vol. (86). – № 11-1. – Pp. 1937–1943.
17. Корнаков А.Н. Модель сложной организационно-технической системы // Перспективы науки и образования. – 2015. – №2. – С. 44–50.
18. Кудж С.А. Системный подход // Славянский форум. – 2014. – № 1(5). – С. 252–257.
19. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М. Мысль, 1978. – 272 с.
20. Цветков В.Я. Эмерджентизм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2-1. – С. 137–138.
21. Кудж С.А. Многоаспектность рассмотрения сложных систем // Перспективы науки и образования. – 2014. – №1. – С. 38–43.
22. Цветков В.Я. Язык информатики // Успехи современного естествознания. – 2014. – №7. – С. 129–133.
23. Решмин С.А., Черноусько Ф.Л. Синтез управления в нелинейной динамической системе на основе декомпозиции // Прикладная математика и механика. – 1998. – Т. 62. – №. 1. – С. 121–128.
24. Хрусталёв Е.М. Агрегация данных в OLAP-кубах // Открытые системы. – 2003. – №. 5. – С. 33–38.
25. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных: пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985.
26. Kuno H.A., Rundensteiner E.A. Augmented inherited multi-index structure for maintenance of materialized path query views // Research Issues in Data Engineering, 1996. Interoperability of Nontraditional Database Systems. Proceedings. Sixth International Workshop on. – IEEE, 1996. – С. 128–137.

ORIENTED GRAPHS IN COMPLEXS ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL FISCAL SYSTEMS

Tsvetkov Victor Yakovlevich,

Professor, Doctor of Technical Sciences,

Center for strategic analysis and development, the deputy head,

Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport,

27, bldg 1 Nizhegorodskaya Str.,

Moscow, Russia,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Buravtsev Alexey Vladimirovich,

*Deputy Director of the Institute of Information Technologies and Computer-Aided Design, Moscow Technological University (MIREA),
119454, Vernadsky Prospekt, 78,
Moscow, Russia,
e-mail: buravcev@mirea.ru*

Paper examines complex organizational and technical fiscal systems that solve problem-oriented tasks. The article defines the place of a complex fiscal system among other complex systems. The article provides a formal description of the model of a complex organizational and technical fiscal system. Paper examines the concept of an oriented acyclic graph. The article describes various approaches to storing and processing oriented acyclic graphs in modern DBMS using the SQL language. Paper describes the approach of materializing the way in a complex organizational and technical fiscal system using the example of the state address register. Paper proves that the use of acyclic graphs for a technological organization increases the efficiency of fiscal information systems.

Keywords: complex system, fiscal system, cadastral system, materialized path, oriented graph

УДК 658.512.22 + 303.732.4

КОММУНИКАЦИОННАЯ ЗАКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ**Дешко Игорь Петрович,**

*доцент, к.т.н., доцент кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения,
Института информационных технологий, Московский технологический университет (МИРЭА),
119454, Проспект Вернадского, 78,
Москва, Россия, e-mail: dip@mirea.ru*

Статья раскрывает содержание сложной информационной модели, связанной с коммуникационными процессами в области управления. Описан структурный состав коммуникационной закрытой информационной модели; причины того, что данная модель является закрытой; информационная потребность как мотивация функционирования коммуникационной модели. Приведены три модели информационной потребности. Описана структура коммуникационной закрытой информационной модели.

Ключевые слова: информационная модель, управление, сложные модели, информационные потоки, информационная потребность

Введение

Прошрое столетие ознаменовано началом информационной эры. Информационную эру характеризуют: технологическая революция [1], глобализация [2; 3], информационное общество [4], новая экономика, социальные сети и сетевой обмен информации [5] и т.д. Технологическая революция – это, интенсивное развитие нанотехнологий и биотехнологий, генной инженерии, четвёртая информационная революция. Информатизация общества происходила не только в последние десятилетия, когда её достижения стали особенно заметны [6]. Если социальные и экономические потрясения видят и ощущают большинство членов общества, то информационные изменения фиксируют, как правило, специалисты, причём только те, кто связан с анализом и обработкой информационных процессов. Наиболее заметными этапами информатизации являются информационные революции.

Термин «информационная революция» имеет разные трактовки. В соответствии с [6] он описывает текущие экономические, социальные и технологические тенденции за пределами промышленной революции. Британский ученый J.D. Bernal ввел в 1939 году термин «научно-техническая революция» в своей книге «Социальная функция науки», чтобы описать новую роль, которую наука и технологии начинают играть в обществе. Он утверждал, что наука становится «производительной силой», используя марксистскую теорию производительных сил [7]. Дэниел Белл [8] (1980) поставил под сомнение эту теорию (но не сам термин) и выступал за постиндустриальное общество, которое привело бы к сервисной экономике, а не к социализму. Ряд авторов, в том числе Збигнев Бжезинский представили свои точки зрения на «технотронное общество».

В развитии человечества произошли четыре информационные революции [4; 9]. Однако информационным революциям предшествовали информационные эволюционные процессы, которые создавали предпосылки для качественных скачков. По существу, наряду с описательными информационными моделями в процессе развития человечества применялись и применяются различные коммуникационные модели, которые, хотя и неявно, влияют на развитие общества и технологического прогресса. В целом это можно констатировать как информационный подход в моделировании [10]. Однако в литературе информационные коммуникационные модели обходят вниманием и часто сводят только к сетевым коммуникационным моделям. По мнению автора, следует выделить класс коммуникационных информационных моделей, которые являются объектом исследования данной статьи.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались существующие наработки в области информационного моделирования и коммуникаций. В качестве методов использовался системный и качественный анализ.

Состав модели

В отличие от большинства простых информационных моделей коммуникационная информационная модель является сложной и составной моделью [11]. Под коммуникационной закрытой информационной моделью (КЗИМ) понимают формализованное обобщенное описание процессов циркуляции информационных моделей и информационных конструкций по сетевой инфраструктуре системы (производственной или информационной). По существу КЗИМ описывает информационное взаимодействие и информационный обмен [12; 13] в распределенной системе. Существует альтернативная коммуникационная открытая информационная модель, которую применяют на уровне вербального общения и в интерактивных и эвристических процедурах. Данная работа исследует только КЗИМ, поэтому в дальнейшем будем для сокращения говорить «коммуникационная модель», имея в виду КЗИМ. К основным элементам коммуникационной информационной модели относят:

- источники информации (И);
- массивы дескриптивных моделей (МДМ) [14];
- массивы прескриптивных моделей (МПМ) [15];
- блоки преобразования информации (БПИ);
- блоки интерактивного обмена (БИО);
- информационные потребности системы или потребителя (ИП);
- функциональные связи (ФС);
- результат функционирования.

Источники информации – объекты информационного поля [16], из которых получают данные и информацию. Для дальнейшей обработки данные и первичная информация преобразуются в модели.

Массивы дескриптивных моделей – массивы, включающие средства информационного описания. Массивы дескриптивных моделей могут быть разделены на первичные (сигнальные или регистрационные данные) и вторичные (результаты обработки или агрегации).

Массивы прескриптивных моделей – это массивы, включающие метаданные, модели, содержащих методы, способы, инструкции, алгоритмы, программы, процедуры обработки информации, и предназначенные для потокового перемещения, хранения и использования в блоках преобразования информации. Массивы процедурных данных формируются разработчиками программного обеспечения.

Блоки преобразования информации представляются «черными ящиками», содержащими алгоритмы и программы, необходимые для обработки информации в интересах реализации соответствующих целей, задач и удовлетворения информационных потребностей.

Блоки интерактивного обмена являются узлами сети информационной системы, в которых осуществляется взаимодействие между человеком и элементами информационной инфраструктурой системы.

Функциональные связи указывают направление и характеристики надёжности, объёмов, способов переноса информации между отдельными элементами КЗИМ, а также реализуемые стандарты информационного взаимодействия.

Информационная потребность

Информационная потребность является движущей силой информационных процессов и информационных взаимодействий. Она является движущей силой в КЗИМ. Информационная потребность как мотивация широко используется в информационном поиске. В широком смысле информационная потребность применяется при анализе и управлении. Информационная потребность чаще всего порождается информационной неопределенностью. Информационная потребность возникает в человеке или в обществе при необходимости решения известных и новых задач [7; 9]. Существуют разные точки зрения на понятие информационной потребности и выделения в ней наиболее важных признаков. Рассмотрим некоторые из них.

Одна из точек зрения состоит в том, что термин «информационные потребности» был введен американским журналистом Робертом С. Тейлором в своей статье «Процесс задавать вопросы» [17]. Он анализировал информационные потребности в локальном информационном поле. Если информация

находится внутри информационной системы и влияет на информационную потребность и ее формирование, то Тейлор делит ее на пять групп (рисунок 1), которые в данной работе представим обобщенно. Эта модель имеет вид пентаграммы по числу важных сущностей, которые выделяет Тейлор.

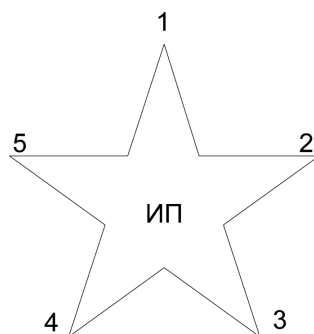


Рисунок 1 – Информационная потребность в виде пентаграммы С. Тейлора

В модели, показанной на рисунке 1, применяют следующие обозначения: ИП – информационная потребность; 1 – общие информационные аспекты, включая физические и географические факторы; 2 – метод и система ввода информации (какой тип материала вводится в систему и какие информационные единицы заданы?); 3 – внутренняя организация информации или данных (классификация, индексация, предметный заголовок и аналогичные схемы доступа); 4 – входная организация информации при запросе (корректный запрос подразумевает корректный ответ); 5 – выходная организация информации при ответе (важным является наличие обратной связи).

Такая информационная потребность может быть названа локальной, внутренней или закрытой, поскольку она ориентирована на локальную информационную систему, локальную базу данных или опрос человека. Такая локальная закрытая информационная система содержит однородную информацию и однородные документы (файлы) или иные информационные источники.

Другой подход к оценке информационной потребности предлагает Герберт Менцель [18]. Он исследовал информационные потребности в широком смысле в информационном поле [16], в котором предполагается наличие большого числа существенно разнородных информационных источников и видов информации. Близким к такому информационному полю является информационное поле библиотечных коллекций.

Менцель анализирует информационную потребность с трех точек зрения, что приводит его к построению тринитарной системы [19; 20] или тринитарной модели (рисунок 2). Поскольку его исследования связаны, в первую очередь, с поиском в библиотечном фонде, то расширим его подход к более широкому поиску и более широкому понятию информационной потребности. Это дает основание ввести расширенную интерпретацию трех аспектов информационной потребности в информационном поле.



Рисунок 2 – Тринитарная модель информационной потребности Менцеля

В модели на рисунке 2 введены следующие обозначения. *Коммуникация* – аспект потребности ученого или специалиста в области управления в коммуникации с подобными специалистами. *Применение* – аспект потребности в аспекте практического применения информации в научных исследованиях, управлении и производстве. *Комплементарность* – аспект информационного соответствия [21]

необходимой новой информации к системе научной информации и семантическому полю уже существующей информации.

Третий подход предлагает Уильям Дж. Пейсли исходя из руководящих принципов информационной системы [22]. Информационная потребность определяется исходя из потребностей пользователей. Он изучал теорию применения информации с учетом разных факторов: качества канала передачи информации; количества запросов к информационной системе качества информации, разнообразия типов информации, роль мотивационных и когнитивных факторов и т.д. Модель информационной потребности он представляет в виде концентрической системы (рисунок 3), в центре которой находится информационная потребность ученого.

Уильям Дж. Пейсли рассматривает в качестве основного пользователя информации ученого, и его потребность является основной и самой полной. На окружности находятся десять факторов, которые мы, применительно к современной ситуации, интерпретируем следующим образом.

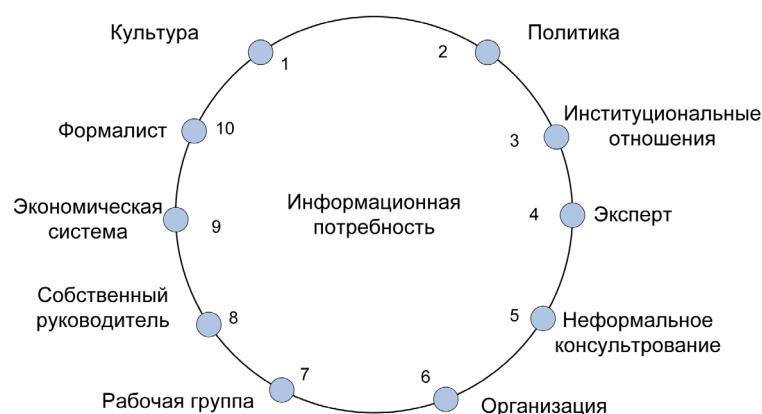


Рисунок 3 – Концентрическая модель У. Дж. Пейсли

В модели на рисунке 3 введены следующие обозначения, обуславливающие информационную потребность ученого (субъекта).

Культура – ученый в своей культуре. Политика – ученый в рамках политической системы (political system), в которой он находится и живет. Институциональные отношения – ученый в рамках членства своей социальной группы. Эксперт – ученый в контрольной группе (reference group). Неформальное консультирование – ученый в невидимом колледже (invisible college). Организация – ученый в рамках формальной организации, в которой он работает. Рабочая группа – ученый внутри конкретной рабочей группы. Собственный руководитель (own head) – ученый как индивидуальность и личность, способная самостоятельно, обоснованно и ответственно принимать решения. Экономическая система – ученый как часть и элемент правовой и экономической системы. Формалист (бюрократ) – ученый как субъект, действующий в рамках существующих норм поведения, работы и общественных отношений.

Структура КЗИМ

Структура КЗИМ описывается обобщенной схемой (рисунок 4), которая включает источники информации (И), массивы дескриптивных моделей (МДМ) [14], массивы прескриптивных моделей (МПМ) [15], блоки преобразования информации (БПИ), блоки интерактивной обработки (БИО), результат функционирования модели (РФ). При этом движущей силой функционирования модели является интегральная информационная потребность (ИП). Функциональные связи отображаются стрелками.

Источники информации (И) характеризуются достоверностью, периодичностью, актуальностью, полнотой, точностью и надежностью. Перечень источников информации должен быть достаточным для удовлетворения информационных потребностей всей модели.

Блоки преобразования информации (БПИ) обладают свойством закрытости. Это свойство состоит в том, что при выполнении функций, возложенных на них, взаимосвязь каждого блока с остальными элементами КЗИМ возможна только по входам и выходам. Внутренние процессы БПИ закрыты. Это определяет КЗИМ как закрытую модель. Описание блока включает описание цели, описание преобразования информации, спецификации данных. В описание функций БПИ входят временные характери-

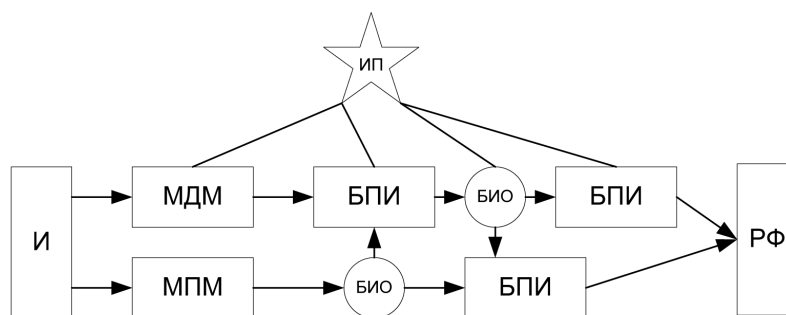


Рисунок 4 – Структурная схема КЗИМ

стики его работы, условия синхронизации обработки информации с другими блоками, описание набора спецификаций информационного взаимодействия. Блоки преобразования информации характеризуются объемом, скоростью обработки, надежностью, точностью.

Массивы дескриптивных моделей обладают свойством целостности. Оно заключается в том, что все элементы массива передаются по каналам связи как связанная совокупность. Описание массива включает перечень идентификаторов, параметров, характеристик, атрибутов с учетом допустимых взаимосвязей между ними.

Функционально МДМ делятся на три массива: массивы исходной информации, массивы результатов функционирования БПИ, массивы накопления и хранения текущей и архивной информации. Массивы первого класса подразделяются на внешние и внутренние. Массивы второго класса подразделяются на внутренние, диалоговые и конечные. Массивы третьего класса делятся на документальные (могут состоять из информационных объектов, например, документов) и фактографические (содержат поименованные атрибуты описываемых сущностей). Массивы дескриптивных моделей характеризуются объемом, доступностью, полнотой, гарантированностью, достоверностью, актуальностью.

Блоки интерактивной обработки являются местом взаимодействия ЛППР с моделью и потоками информации. В БПО идентифицируются группы пользователей и их информационные потребности. Блоки интерактивной обработки характеризуются сценарием диалога, особенностями формализованного языка диалога, перечнем предоставляемых информационных услуг, доступностью информационных объектов и ресурсов с учетом аутентификации потребителей и конфиденциальности информационных объектов и ресурсов. В БПО устанавливается информационное соответствие между информационными потребностями пользователей и предоставляемыми услугами, мощность которых определяется набором и возможностями блоков преобразования информации.

Функциональные связи физически реализуются через каналы связи, которые имеют определенную пропускную способность [23]. Каналы связи имеют физические характеристики: объем, скорость и надежность передачи данных. Это также является характеристикой закрытой модели. Функциональные связи реализуют взаимодействие между отдельными элементами КЗИМ. Описание связей состоит из списка элементов КЗИМ, взаимодействие между которыми осуществляет данная функциональная связь; направления обмена информацией; перечня данных, передаваемых в рамках данного канала; описания правил, по которым осуществляется передача данных

Процесс построения КЗИМ заканчивается тогда, когда на всех уровнях иерархии обработки данных, во всех точках диалога обеспечено удовлетворение информационных потребностей (или достижение целей, либо решение поставленных задач) пользователей. После этого начинается процесс эксплуатации КЗИМ. После каждого сеанса работы проводятся сеансы экспертизы: эксперты указывают на соответствие реальных информационных потребностей результатам функционирования модели.

Заключение

Коммуникационная закрытая информационная модель занимает особое место среди прочих информационных моделей. Структурно ее можно отнести к сложной системе, но она не обладает системным свойством сложной системы – устойчивостью связей [24, 25]. В отличие многих информационных моделей она не является узконаправленной. Многие модели являются специализированными: моде-

ли данных, модели потоков, модели процессов, модели ситуаций, модели конструкций и т.п. КЗИМ включает данные, массивы, потоки и интерактивное взаимодействие. Это определяет высокий уровень сложности модели. Но основная ее цель – коммуникация и преобразование информации – достигается за счет этой сложности. КЗИМ может использоваться для анализа информационных процессов в информационном поле. Ценность коммуникационной информационной модели заключается в структурировании информационных потоков от источников информации до точек диалога и связанных с ними групп пользователей и их информационных потребностей, а также в декомпозиции процесса обработки информации на единичные контуры обработки с соответствующими информационными массивами и блоками переработки информации. Коммуникационная информационная модель обеспечивает исчерпывающее формализованное параметрическое описание процесса циркуляции информационных потоков в информационном поле любой сложной антропогенной системы.

Список литературы

1. *Corrado C.A., Hulten C.R.* How Do You Measure a «Technological Revolution»? // *The American Economic Review*. – 2010. – V. 100. – № 2. – P. 99–104.
2. *Цветков В.Я.* Глобализация и информатизация // *Информационные технологии*. – 2005. – №2. – С. 2–4.
3. *Hirst P., Thompson G., Bromley S.* Globalization in question. – John Wiley & Sons, 2015.
4. *Webster F.* Theories of the information society. – Routledge, 2014.
5. *Daniel B.* The social framework of information society // *The microelectronics revolution*. – 1980. – V. 545. – P. 45.
6. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_revolution (дата доступа: 14.01.2017).
7. *Bernal J. D.* (1939). *The Social Function of Science*, George Routledge & Sons Ltd.. – London.
8. *Bell Daniel* (1980). *Sociological Journeys: Essays 1960–1980* // Heinemann. – London. ISBN 0435820699.
9. *Поляков А.А., Цветков В.Я.* Прикладная информатика: в 2-х ч. / под общ. ред. А.Н. Тихонова. – М.: МАКС Пресс. Т. 1. 2008. – 788 с.
10. *Дешко И.П.* Информационный подход в моделировании // *Образовательные ресурсы и технологии*. – 2016. – №5 (17). – С. 21–26.
11. *Tsvetkov V.Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models // *Nanotechnology Research and Practice*. – 2014. – Vol. (1). – № 1. – P. 57–64.
12. *Tsvetkov V.Ya.* Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // *European researcher. Series A*. – 2013. – № 4-1 (45). – С. 782–786.
13. *Tsvetkov V.Ya.* Information interaction // *European researcher. Series A*. – 2013. – № 11-1 (62). – С. 2573–2577.
14. *Ожерельева Т.А.* Дескриптивные модели // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – №5. Ч. 4. – С. 675–675.
15. *Цветков В.Я.* Дескриптивные и прескриптивные информационные модели // *Дистанционное и виртуальное обучение*. – 2015. – №7. – С. 48–54.
16. *Кудж С.А.* Информационное поле: монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 97 с. ISBN 978-5-317-05530-1.
17. *Taylor, Robert S.* “The Process of Asking Questions” *American Documentation*. – Vol. 13. – No. 4. October, 1962. – Pp. 391–396. DOI: 10.1002/asi.5090130405.
18. *Menzel H.* Information needs and uses in science and technology // *Annual review of information science and technology*. – 1966. – V. 1. – № 1. – P. 41–69.
19. *Цветков В.Я.* Триада как интерпретирующая система. // *Перспективы науки и образования*. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
20. *Цветков В.Я.* Системная категориальная триада // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 4. Ч. 3. – С. 651–651.
21. *Цветков В.Я.* Информационное соответствие // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – №1–3. – С. 454–455.
22. *Paisley W.J.* Information needs and uses // *Annual review of information science and technology*. – 1968. – V. 3. – № 1. – P. 1–30.

23. Хелд Г. Технологии передачи данных. 7 изд. – СПб.: Питер, 2003. – 720 с.
24. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
25. Кудж С. А. Системный подход // Славянский форум. – 2014. – № 1(5). – С. 252–257.

COMMUNICATION CLOSED INFORMATION MODEL

Deshko Igor Petrovich,

*associate professor, Ph.D., Associate Professor, Institute of Information Technology, Moscow Technologies
University (MIREA),
119454, Prospect Vernadskogo, 78,
Moscow, Russia, e-mail: dip@mirea.ru*

The article reveals the content of a complex information model related to communication processes in the field of management. The article describes the structural composition of a closed communication information model. Paper describes the reasons for the fact that this model is closed. The article describes the information need as a motivation for the functioning of the communication model. The article describes three models of information needs. Paper describes the structure of a communication closed information model.

Keywords: information model, management, complex models, information flows, information need

УДК 53.088.6 + 62-50

СИНТЕЗ РЕКУРРЕНТНЫХ АЛГОРИТМОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА БАЗЕ ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ

Андрашитов Дмитрий Сергеевич,
кандидат технических наук,
e-mail: dima-andrahitov@rambler.ru,
доцент кафедры математики и информатики,
Московский университет им. С.Ю. Витте,
+7 (495) 500-03-63,
<https://www.mui.v.ru>

Предложены алгоритмы параметрической идентификации, которые отличаются от традиционных решений за счет использования вариационного принципа в процедуре синтеза. Их эффективность подтверждается результатами математического моделирования задачи идентификации параметров акселерометра.

Ключевые слова: динамическая система, математическая модель, параметрическое оценивание, обратная измерительная задача

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-06-00486 А

Введение

Стремление к миниатюризации и снижению стоимости современных измерительных преобразователей и датчиков привело к тому, что технология MEMS – компонентов находит широкое применение в различных областях радиоэлектроники.

Использование MEMS датчиков в автомобильной технике позволило улучшить функциональность и надежность его систем, в том числе, систем безопасности водителя и пассажиров. В компьютерной и бытовой технике они применяются в качестве устройств контроля, обеспечивающих оптимальную работу его блоков [1].

Однако наибольший интерес вызывают микроэлектромеханические датчики угла поворота и перемещения (гироскопы и акселерометры), магнитометры и датчики давления. Их применение в медицинской и спортивной технике в качестве кардиостимуляторов, дефибрилляторов, нейростимуляторов, счетчиков калорий и измерителей пульса, систем жизнеобеспечения выводит их практическую значимость на новый уровень [1; 2].

Эффективность использования инерционных MEMS-датчиков напрямую зависит от адекватности математической модели, максимально соответствующей реальной системе и точности определения параметров измерительных сигналов [3; 4]. Первое решается применением для построения модели дифференциальных уравнений высших порядков. Оценивая, повысить точность позволяют алгоритмы идентификации, которые легко разрешимы с использованием мощностей современных вычислительных систем.

В этих условиях новое направление развития получили алгоритмы параметрической идентификации на базе вариационных принципов и методов регуляризации. Особенностью данных алгоритмов выступает гипотеза в отношении протекающих динамических процессов, которая состоит в том, что они удовлетворяют принципу Гамильтона-Остроградского. Это позволило синтезировать целый ряд эффективных в плане точности и скорости сходимости к истинным значениям алгоритмов идентификации [9–13].

Общая постановка задачи для данных алгоритмов заключается в построении расширенного функционала, учитывающего через множитель Лагранжа невязку в виде действия по Гамильтону. Дальнейшее исследование приращения полученного функционала при условии его минимизации позволяет построить уравнения процедуры параметрической идентификации. Отличие в постановке синтезируемых алгоритмов заключается в построении модели динамики процесса идентификации параметров.

Цель исследований – провести анализ влияния модели динамики процесса идентификации синтезированных алгоритмов параметрической идентификации на базе вариационных принципов и методов регуляризации на точность и скорость сходимости к оцениваемым параметрам.

Результаты исследования следует подтвердить математическим моделированием путем сравнения их с классическим фильтром.

1 Постановка задачи

Пусть изменение состояния динамической системы происходит под действием вектора причинных характеристик Q , имеющего смысл обобщенных сил. При этом выполняется принцип Гамильтона-Остроградского для интеграла действия [6]

$$\delta'W = \int_{t_0}^{t_1} (\delta T(q, \dot{q}) + \delta' A(q, \dot{q})) dt = 0, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия динамической системы;

$q, \dot{q}$ – выходные переменные состояния – вектора обобщенных координат и скоростей размерности n ;

A – работа обобщенных внешних сил;

t_0, t_1 – время начала и окончания процесса;

δ' – знак, обозначающий бесконечно малую величину, не являющуюся вариацией.

Из требования (1) следует математическая модель протекающих в информационно – управляющей системе процессов в форме дифференциального уравнения Лагранжа второго рода [6]

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T(q, \dot{q})}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial T(q, \dot{q})}{\partial q} = Q(q, \dot{q}, z), \quad Q \in L_2^n[t_0, t_1]. \quad (2)$$

Пусть форма уравнения (2) известна и определяется следующим выражением:

$$\ddot{q} = f(q, \dot{q}, z, t), \quad q(t_0) = q(0), \quad \dot{q}(t_0) = \dot{q}(0), \quad (3)$$

где $z \in R^n$ – вектор неизвестных параметров;

k – натуральное число, определяющее количество неизвестных параметров;

f – вектор-функция, непрерывная вместе со своими частными производными.

Уравнение измерения имеет вид:

$$y = H(q, t) + n(t), \quad (4)$$

где $y \in Rk$ – вектор измерений;

$H(q, t)$ – непрерывная вместе с частными производными вектор-функция;

k – натуральное число, определяющее количество измерительных каналов информационно-управляющей системы;

$n(t)$ – вектор белого гауссовского шума с известными локальными характеристиками.

$$M[n(t)] = 0, \quad M[n(t)n^T(\tau)] = \frac{1}{2} N \delta(t - \tau),$$

где N – матрица односторонней спектральной плотности шума измерения;

$\delta(\cdot)$ – векторная дельта-функция.

Требуется определить вектор оценок $\hat{z}$ параметров z динамической системы (3) из условия минимума функционала невязки:

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} [y - H(\hat{q}(\hat{z}, t))]^T N^{-1} [y - H(\hat{q}(\hat{z}, t))] dt \rightarrow \min. \quad (5)$$

Поставленная задача идентификации параметров динамических систем (3) – (5) является обратной, некорректно поставленной [7 – 9, 10].

2 Синтез алгоритмов параметрической идентификации

Рассматриваются два подхода к решению поставленной задачи. В рамках первого подхода предполагается, что динамика процесса идентификации параметров z удовлетворяет следующему векторному дифференциальному уравнению первого порядка

$$\dot{z} = u, \quad z(t_0) = z(0), \quad (6)$$

где u – вектор неизвестных неслучайных возмущений, удовлетворяющий требованиям физической реализуемости $u \in L_2^m[t_0, t_1]$;

m – натуральное число, определяющее количество параметров измерительного преобразователя.

Для решения задачи (3)–(5) при ограничениях (1), (6), следующих из принятых допущений о динамике протекающих процессов в (2), предлагается воспользоваться известной процедурой регуляризации А.Н. Тихонова и методом неопределенных множителей Лагранжа. Тогда расширенный целевой функционал принимает вид

$$J^*[z, q] = J + \mu W + \alpha \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} u^T(t) u(t) dt, \quad (7)$$

где α – параметр регуляризации.

Минимизация (7) позволяет получить необходимое условие экстремума в форме двухточечной краевой задачи. Ее решение требует использования процедуры инвариантного погружения, что приводит к уравнениям вариационного метода многопараметрической идентификации [4, 7]

$$\begin{aligned} \dot{\hat{z}} &= PG^T \frac{\partial H^T}{\partial \hat{q}} N^{-1} (y - H(\hat{q}(\hat{z}), t)), \quad \hat{z}(t_0) = z(0), \\ \dot{P} &= \alpha^{-1} \cdot I - PG^T \frac{\partial}{\partial \hat{q}} \left\{ \frac{\partial H^T}{\partial \hat{q}} N^{-1} (y - H(\hat{q}(\hat{z}), t)) \right\} GP, \quad P(t_0) = P(0), \quad (8) \\ \ddot{G} &= \frac{\partial f}{\partial \hat{q}} \dot{G} + \frac{\partial f}{\partial \hat{q}} G + \frac{\partial f}{\partial \hat{z}}, \quad \dot{G}(t_0) = \dot{G}(0), G(t_0) = G(0), \\ \ddot{\hat{q}} &= f(\hat{q}, \hat{q}, \hat{z}) - \mu^{-1} \frac{\partial H^T}{\partial \hat{q}} N^{-1} (y - H(\hat{q}(\hat{z}), t)), \quad \dot{\hat{q}}(t_0) = \dot{q}(0), \quad \hat{q}(t_0) = q(0), \end{aligned}$$

где P – матрица размера $m \times m$;

μ – множитель Лагранжа;

G – матрица чувствительности системы (3) по вектору параметров z .

Постановка задачи идентификации во втором случае отличается тем, что динамика процесса идентификации параметров z удовлетворяет неоднородному дифференциальному уравнению второго порядка

$$\ddot{z} = u, \quad z(t_0) = z(0), \quad \dot{z}(t_0) = \dot{z}(0) \quad (9)$$

для которого также справедлив принцип Гамильтона-Остроградского. В соответствии с ним

$$\delta' R = \int_{t_0}^{t_1} (\delta \theta(z, \dot{z}) + \delta' a(z, \dot{z})) dt = 0, \quad (10)$$

где θ – аналог кинетической энергии для динамики параметров;

$$\delta' a = \sum_{i=1}^m \theta_i \delta z_i - \text{работа возмущения.}$$

Тогда для задачи (3)–(5) при ограничениях (1), (10), следующих из принятых допущений о динамике протекающих процессов (2), (9), поиск необходимых условий минимума (5) осуществляется на основе аппарата негладкого анализа методом объединенного принципа максимума из условия минимума расширенного целевого функционала [5, 8–11]

$$J^{**}[z, q] = J + \mu W + \lambda R, \quad (11)$$

где λ – множитель Лагранжа. В результате получен алгоритм идентификации следующего вида:

$$\begin{aligned} \ddot{\hat{z}} &= \lambda^{-1} \left(\frac{-|\dot{\hat{z}}| \dot{\hat{z}}}{L |\dot{\hat{z}}|} - N^{-1} G \frac{\partial H}{\partial \hat{q}} (y - H(\hat{q}(\hat{z}), t)) \right), \quad \hat{z}(t_0) = \hat{z}(0), \quad \dot{\hat{z}}(t_0) = \dot{\hat{z}}(0), \quad (12) \\ \ddot{G} &= \frac{\partial f}{\partial \hat{q}} \dot{G} + \frac{\partial f}{\partial \hat{q}} G + \frac{\partial f}{\partial \hat{z}}, \quad \dot{G}(t_0) = \dot{G}(0), G(t_0) = G(0), \end{aligned}$$

$$\ddot{\hat{q}} = \hat{f}(\dot{\hat{q}}, \hat{q}, z) - \mu^{-1} N^{-1} \frac{\partial H^T}{\partial \hat{q}}(y - H(\hat{q}(\hat{z}), t)), \quad \hat{q}(t_0) = \hat{q}(0), \quad \dot{\hat{q}}(t_0) = \dot{\hat{q}}(0), \quad (12)$$

где L – константа Липшица.

Пусть уравнения (2) описывают динамику процессов, протекающих в MEMS – акселеро-метре и представлены следующим образом [3]:

$$m\ddot{q}(t) + z_0\dot{q}(t) + z_1q(t) = mP(t), \quad (13)$$

$$q(t_0) = 2, \quad \dot{q}(t_0) = 0, \quad m = 1,$$

где m – величина инерционной массы; z_0 – жесткость упругого элемента; z_1 – коэффициент сопротивления; $q(t)$ – смещение инерционной массы внутри датчика относительно нулевого положения в рассматриваемой системе координат; $P(t) = \sin(t)$, $mP(t) = Q(t)$ – ускорение движения объекта [1]. Подобными уравнениями описывается подавляющее большинство датчиков, применяемых в авто-, аэро- и космической технике [1–4].

Уравнение измерения имеет вид:

$$y(t) = q(z_0, z_1, t). \quad (14)$$

Требуется оценить параметры жесткости $z_0 = 2$ и сопротивления $z_1 = 5$ из условия минимума целевого функционала

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} N^{-1} \{y(t) - \hat{q}(z_0, z_1, t)\}^2 dt \rightarrow \min, \quad (15)$$

$$t_0 = 0, \quad t_1 = 2000,$$

характеризующего точность измерений.

Обозначив $q_0 = q$, $q_1 = \dot{q}$ и применив процедуру расширения состояния, запишем (8) как

$$\begin{aligned} \dot{\hat{z}} &= \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{00} & G_{01} \\ G_{10} & G_{11} \end{bmatrix}^T N^{-1} (y - \hat{q}_0), \quad \hat{z}(t_0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \\ \dot{P} &= \begin{bmatrix} \alpha^{-1} & \alpha^{-1} \\ \alpha^{-1} & \alpha^{-1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{00} & G_{01} \\ G_{10} & G_{11} \end{bmatrix}^T \cdot \\ &\cdot \begin{bmatrix} -N^{-1} [G_{00}P_{00} + G_{01}P_{10}] & -N^{-1} [G_{00}P_{01} + G_{01}P_{11}] \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad P(t_0) = 10 \begin{bmatrix} 2 & 7 \\ 10 & 2 \end{bmatrix}, \\ \dot{G} &= \begin{bmatrix} G_{10} & G_{11} \\ G_{00}\hat{z}_0 - \hat{q}_1 + G_{10}\hat{z}_1 & G_{01}\hat{z}_0 - \hat{q}_0 + G_{11}\hat{z}_1 \end{bmatrix}, \quad G(t_0) = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.01 \\ 0.01 & 0.01 \end{bmatrix}, \\ \dot{\hat{q}} &= \begin{bmatrix} \hat{q}_1 \\ -\hat{z}_0\hat{q}_1 - \hat{z}_1\hat{q}_0 - mP - \mu^{-1}N(y - \hat{q}_0) \end{bmatrix}, \quad \hat{q}(t_0) = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (16)$$

Обозначив $x_0 = z_0$, $x_1 = \dot{z}_0$, $x_2 = z_1$, $x_3 = \dot{z}_1$ и применив процедуру расширения состояния, запишем (12) в виде:

$$\begin{aligned} \dot{\hat{z}} &= \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \lambda^{-1} \left[\frac{-|\hat{x}_1|\hat{x}_1}{L_0|\hat{x}_0|} - N^{-1}G_0(y - \hat{q}_0) \right] \\ \hat{x}_3 \\ \lambda^{-1} \left[\frac{-|\hat{x}_3|\hat{x}_3}{L_0|\hat{x}_2|} - N^{-1}G_1(y - \hat{q}_0) \right] \end{bmatrix}, \quad \hat{z}(t_0) = \begin{bmatrix} 0.01 \\ 0 \\ 0.01 \\ 0 \end{bmatrix}, \\ \dot{G} &= \begin{bmatrix} G_{10} & G_{11} \\ G_{00}\hat{x}_0 - \hat{q}_1 + G_{10}\hat{x}_2 & G_{01}\hat{x}_0 - \hat{q}_0 + G_{11}\hat{x}_2 \end{bmatrix}, \quad G(t_0) = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.01 \\ 0.01 & 0.01 \end{bmatrix}, \\ \dot{\hat{q}} &= \begin{bmatrix} q_1 \\ -\hat{x}_0\hat{q}_1 - \hat{x}_2\hat{q}_0 - Q - \mu^{-1}N^{-1}(y - \hat{q}_0) \end{bmatrix}, \quad \hat{q}(t_0) = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (17)$$

3 Результаты математического моделирования

Результаты математического моделирования процесса идентификации параметров z_0 и z_1 для исследуемых методов (8), (12) и фильтра Калмана [12] приведены на рисунке 1.

Начальные условия для моделирования приняты следующие: $\lambda = 0.9$, $\alpha = 0.9$, $\mu = 0.79$, $L_0 = 0.9 \times 10^{-3}$, $L_0 = 0.05 \times 10^{-3}$, $N = 0.5$.

При $t = 1200$ определена относительная погрешность идентификации первого и второго параметров, которая равна 2.09%, 0.88% соответственно для исследуемого метода (8); 4.22%, 0.02% для метода (12) и 12.7%, 3.8% для фильтра Калмана. При этом как видно из рисунков скорость сходимости оценок к их действительным значениям у разработанных авторами алгоритмов идентификации выше, чем у фильтра Калмана.

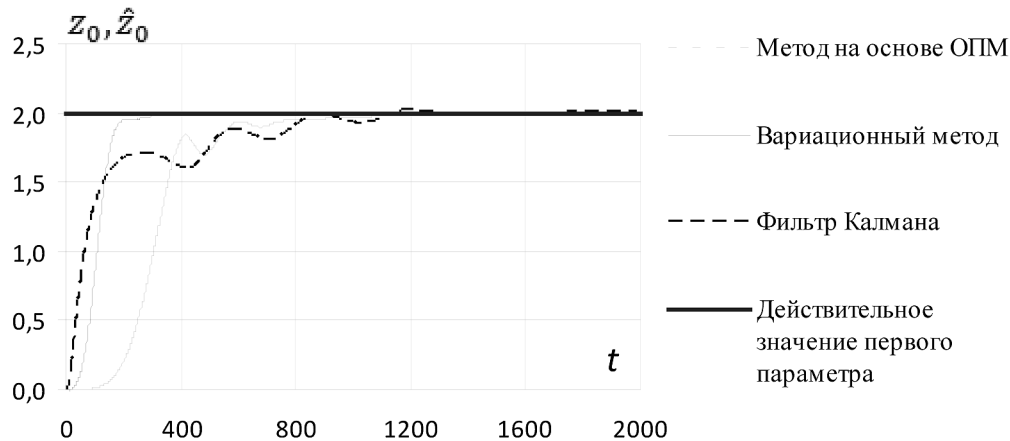


Рисунок 1 – Процесс оценки параметров $\hat{z}_0$

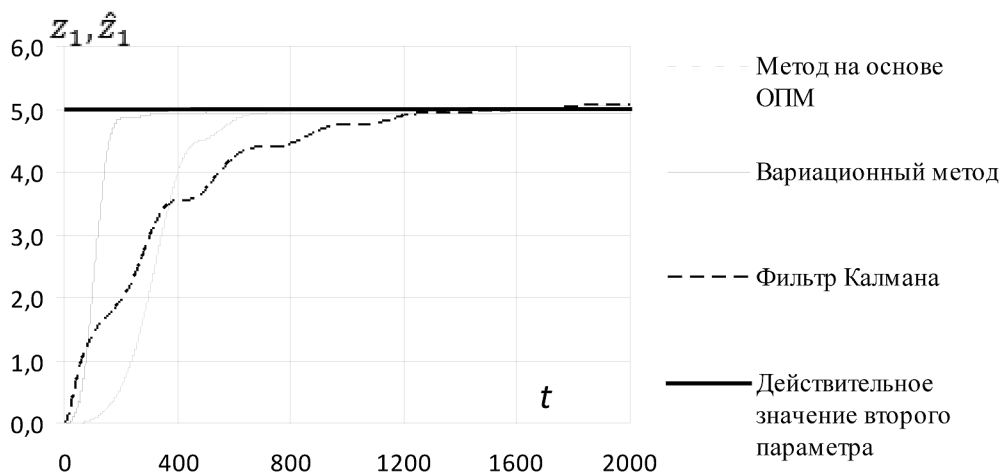


Рисунок 2 – Процесс оценки параметров $\hat{z}_1$

Синтезированные алгоритмы превосходят фильтр Калмана по критерию точности в условиях малых ошибок измерений. Это подтверждается результатами математического моделирования, приведенного в [13].

Вывод. Таким образом, математическое моделирование доказало конструктивность предлагаемого подхода. Использование принципа Гамильтона-Остроградского позволяет синтезировать эффективные с точки зрения скорости сходимости и ошибок оценивания в условиях, когда уровень погрешности измерений не превышает 15%, алгоритмы параметрической идентификации MEMS-датчиков.

Новизной работы следует считать синтезированные алгоритмы оценивания параметров на базе вариационных принципов, практическая значимость которых заключается в повышении точности идентификации параметров MEMS-датчиков.

Данные исследования применимы в области радиоэлектроники.

Список литературы

1. Гавриков В. Универсалы для быта и промышленности: новая линейка MEMS-гироскопов от MAXIM // Новости электроники. – 2013. – № 10. – С. 14–19.
2. Барулина М.А., Панкратов В.М. Моделирование динамических процессов в микромеханических датчиках инерциальной информации и их компонентах с помощью специализированного программного обеспечения // Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – Т. 14. – № 2. – С. 223–231.
3. Диденко В.А., Поленко В.Н., Бондаренко А.Ф. Математическая модель MEMS – акселерометра // Сборник трудов Донбасского государственного технического университета. – 2011. – № 35. – С. 21 – 30.
4. Вавилов В.Д., Волков В.Л., Улюшкин А.В. Оптимизация параметров микромеханического акселерометра // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2010. – № 3 (82). – С. 308–314.
5. Андрашитов Д.С. и др. Метод коррекции динамической погрешности акселерометра с текущей идентификацией его параметров на основе объединенного принципа максимума / Д.С. Андрашитов, И.В. Дерябкин, А.А. Костоготов, С.В. Лазаренко, Б.М. Ценных // Радио-техника. – 2014. – № 12. – С. 17–24.
6. Лурье А.И. Аналитическая механика. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. – 453 с.
7. Шаврин В.В., Конаков А.С., Тисленко В.И. Калибровка микроэлектромеханических датчиков ускорений и угловых скоростей в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. – 2012. – № 1 (25). – С. 265–269.
8. Андрашитов Д.С. и др. Синтез алгоритма автономного управления математическим маятником на основе объединенного принципа максимума / Д.С. Андрашитов, И.В. Дерябкин, А.А. Костоготов, А.А. Кузнецов, С.В. Лазаренко // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2010. – № 3. – С. 9–14.
9. Андрашитов Д.С. и др. Многопараметрическая идентификация конструктивных параметров методом объединенного принципа максимума [Электронный ресурс] / Д.С. Андрашитов, А.А. Костоготов, А.И. Костоготов, С.В. Лазаренко // Инженерный вестник Дона: [сайт]. [2011]. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/issue/97?page=2> (дата обращения 08.08.2013).
10. Андрашитов Д.С. и др. Многопараметрическая вариационная идентификация динамических систем на основе объединенного принципа максимума / Д.С. Андрашитов, А.А. Костоготов, А.И. Костоготов, С.В. Лазаренко // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – № 4. – С. 68–76.
11. Андрашитов Д.С. и др. Вариационный метод многопараметрической идентификации динамических систем на основе итерационной регуляризации / Д.С. Андрашитов, И.В. Дерябкин, А.А. Костоготов, С.В. Лазаренко // Успехи современной радиоэлектроники. – 2012. – № 6. – С. 67–72.
12. Сейдж Э.П., Мелс Д.Л. Идентификация систем управления. – М.: Наука, 1974. – 246 с.
13. Андрашитов Д.С. и др. Анализ функционирования алгоритмов параметрической идентификации информационно-управляющих систем, удовлетворяющих принципу Гамильтона-Остроградского / Д.С. Андрашитов, И.В. Дерябкин, А.А. Костоготов, С.В. Лазаренко // Динамика сложных систем – XXI век. – 2014. – Т. 8. – № 2. – С. 90–95.

SYNTHESIS OF RECURRENT ALGORITHMS FOR PARAMETRIC IDENTIFICATION BASED ON VARIATIONAL PRINCIPLES

Andrashitov Dmitry Sergeevich,
candidate of technical sciences,
e-mail: dima-andrahitov@rambler.ru,
associate professor of the Department of mathematics and informatics,
Moscow University S.U. Witte,
+7 (495) 500-03-63,
<https://www.muiiv.ru>

Proposals are algorithms for parametric identification, which differ from solutions for using the variational principle in the synthesis procedure. Their effectiveness is confirmed by the results of mathematical modeling of accelerometer parameters determination tasks.

Keywords: dynamic system, mathematical model, parametric estimation, inverse measurement problem

УДК 001.8: 165: 167: 004.942

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИДЕАЛЬНОГО В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Бутко Евгений Яковлевич,

*д-р эконом. наук, профессор, лауреат премии Президента РФ в области образования, профессор
Московского государственного университета геодезии и картографии,
105064, Москва, Гороховский пер., 4,
e-mail: Miigaiknir@bk.ru*

В статье рассмотрены механизмы трансформации неявного знания как идеального феномена в формальные и материальные модели. Рассмотрены процессы преобразования неявного знания. Введены понятия формализованного и неформализованного неявного знания. Статья анализирует информационную модель SECI как четырехэтапную модель трансформации знания. В физическом плане рассмотрена модель информационного сообщения. Она рассматривается как трансформационная модель, в которой разные модели меняют форму при сохранении содержания.

Ключевые слова: философия информации, моделирование, трансформация, информационный морфизм, коммуникация, информационная модель, информационное соответствие

Введение

Современное определение содержания понятия «информация» учитывает три аспекта [1]: всеобщность категории «информация», диверсификация понятия в разных областях, прагматизм информации, то есть ее направленность на удовлетворением информационных потребностей человека или системы [2]. Одной из проблем, связанной с анализом феномена информации, является ее использование с сохранением «идеального» в «материальном». Эти процессы осуществляются посредством информационного моделирования. Роль моделей в исследовании окружающего мира и построении картины мира [3; 4] весьма велика. Модели широко применяются в прикладных исследованиях [5]. Моделирование создает возможность замены эксперимента математическими или информационными манипуляциями и переноса результатов моделирования на объект исследования. Это прикладное значение моделирования. Междисциплинарное значение моделирования состоит в возможности переноса знаний. Математическое [6] и системное [7] моделирование, может служить критерием проверки истинности знаний и средством получения новых знаний. В ходе построения моделей применяют семиотический подход [8], в котором идеи опережают формальную модель и служат основой ее построения. Технологически моделирование связано с построением моделей и созданием новых методов моделирования для новых явлений и объектов. В ходе научных исследований возникает необходимость построения новых моделей для решения новых задач. При этом происходит трансформация идей в некие проблемно ориентированные системы [9], формулы и приборы. Однако теоретический анализ этих процессов пока описан недостаточно.

Материалы и методы

В качестве материалов использованы работы в области информационного моделирования и коммуникации. В качестве методов использован лингвистический и системный анализ.

Идеи как неявное знание

По существу на определенном этапе всякое знание является неявным. Для студента вуза оно представляет собой содержание изучаемых предметов. Для научного исследования оно представляет собой первоначально не связанные факты, обобщение которых порождает вопросы. Вопросы порождают исследования, которые ставят ряд проблем и получают их решения. Трансформация идей как неявного знания [10] осуществляется на этапе, когда эти идеи уже сформированы, а носитель идей их внутренне сформулировал или формализовал. Следовательно, можно говорить только о трансформа-

ции тех идей, которые внутренне формализованы и обладают системным свойством целостности. Это дает основание ввести характеристику «внутренняя формализация».

Цель познавательной деятельности человека состоит в получении явного знания. Предшествующее ему неявное знание [10] служит основой для получения явного знания. Изучение неявных форм знания и познания обусловлено информационной потребностью человека в познании окружающего мира. За достаточно длительный период развития человечества ученые определили различные виды и типы знаний. Например, понятие близкое к неявному знанию, «предпосылочное знание» [11], которое на основе когнитивных процессов позволяет получать «апостериорное» – явное знание. Когнитивные свойства неявного знания определяют различие между внутренне формализованным и внешне формализованным неявным знанием. При этом надо отличать внешне формализованное неявное знание от явного формализованного знания. Примером внешне формализованного неявного знания является шифрованное сообщение. Внешне формализованное явное знание является расшифровкой данного сообщения.

Внешняя и внутренняя формализация означает применение некоего формального языка для описания объекта размышления, то есть идеального объекта. Исследуя трансформацию неявного знания, следует отметить, что концепции и этот механизм описал Nonaka [12].

Нонака предложил информационную модель, называемую SECI (SECI model of knowledge dimensions) [12], как одну из наиболее популярных в описании перехода неявного знания в явное. Она позволяет представить по спирали процессы управления знаниями на основе взаимодействия между явным и неявным знанием. Название модели обусловлено 4 входящими в нее процессам: SECI (Socialization, Externalization, Combination, Internalization) (рисунок 1).

Социализация означает переход от неявного к неявному знанию. Например, появление интуиции [13], которую первоначально нельзя описать, но можно осознать. Экстернализация означает переход от неявного знания к явному знанию. Например, публикации, защита диссертации, формулирование знаний, что делает их доступными. Комбинация означает переход от одной формы явного знания к другой форме явного знания. Изготовление прототипов, развитие идей в публикациях.

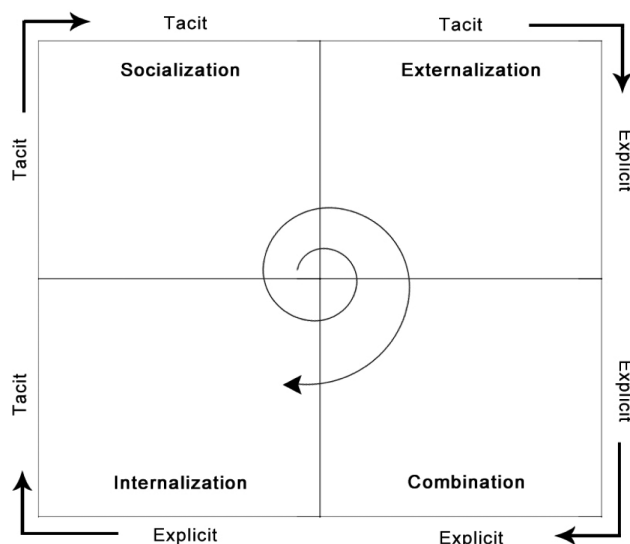


Рисунок 1 – Трансформация неявного знания

Интернационализация означает переход от явного к неявному знанию. Она состоит в поиске и постановке проблем на основе изученного известного знания. Явное знание становится частью знаний индивидуума и становится средством для создания нового неявного знания. Такое развитие по спирали в общем способствует приращению знания и развитию отношений между явным и неявным знаниями.

Коммуникация как трансформация

Основной метод коммуникации в информационном поле – передача сообщения. Передача сообщения – представляет собой последовательность процессов, реализующая распространение инфор-

мации из одного источника в другие [14]. Передача сообщения может быть рассмотрена как информационное моделирование и преобразование одной информационной модели в другую. При этом основное условие при таком моделировании это соблюдение информационного соответствия [15] между исходной моделью и последующей. При передаче сообщения используют каналы связи. В одноканальных системах передача очередного сообщения из некоторого источника может осуществляться каждый раз после завершения передачи предыдущего сообщения. В информационном поле это соответствует преобразованию одной модели в другую. Каждая модель применяется на своем этапе. Такая модель называется трансформационной [16], поскольку включает преобразование формы при сохранении содержания. Такая модель также является динамической, поскольку содержит динамику преобразования.

В теории коммуникации сообщение как информационная модель выполняет две функции: передачу некоего физического объема данных, и передачу содержательной части модели. Направление передачи от приемника к получателю. Технические характеристики сообщения формируются в первую очередь для возможности его передачи как физического объекта по выбранному каналу связи. Семантические характеристики сообщения формируются для возможности сохранения содержательности сообщения и минимизации влияния помех, искажающих содержательность или семантику.

Рассматривая сообщение как трансформационную информационную модель, можно детализировать уровни качественного преобразования моделей внутри сообщения при сохранении его содержания. Эти модели или уровни их формирования приведены на рисунке 2. Сущность передачи сообщения как обобщенной информационной модели состоит в переходе от «идеального» к «формальному», от «формального» к «материальному» и затем в обратном порядке. Таким образом осуществляется передача знания или обмен идеями. На «идеальном уровне 1» осуществляется формирование или возникновение идеи, передаваемой в сообщении.

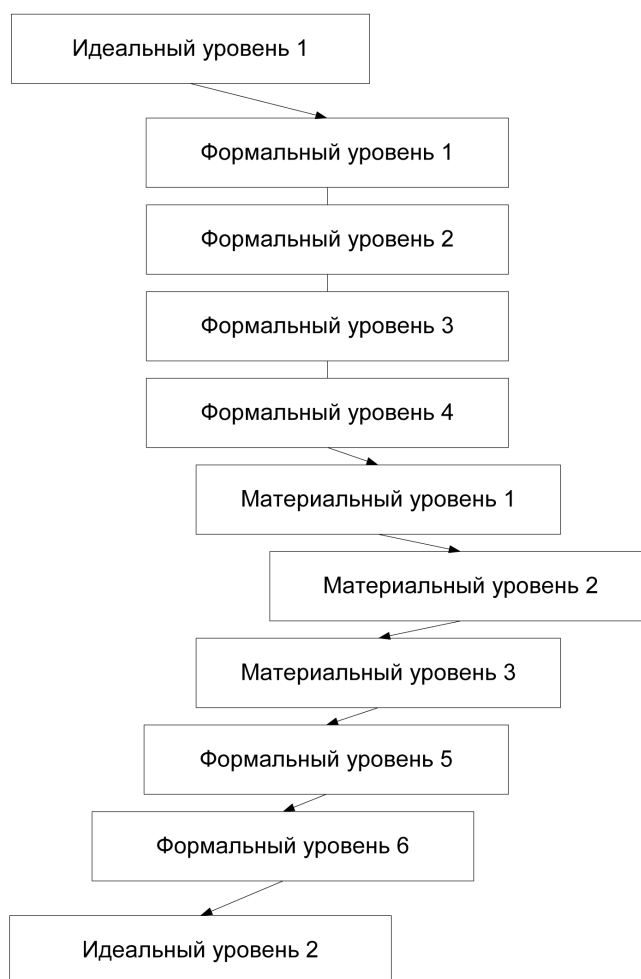


Рисунок 2 – Фазы преобразования сообщения

Затем следуют формальные уровни. На последующих этих формальных уровнях осуществляется формализация идеи. На формальном уровне 1 осуществляется создание формальной системы, необходимой для описания идеи. На формальном уровне 2 происходит создание формального инфологического описания идеи. Это описание может быть неполным и нецелостным. В нем могут быть не детализированы некоторые фрагменты. По существу это совокупность «черных» и «белых» ящиков.

На формальном уровне 3 формируется многоуровневое смысловое значения сообщения. На формальном уровне 4 происходит создание формального логического описания. По существу это «белый» ящик.

Следующий этап характеризуется материальными уровнями. Материальные уровни используют каналы связи. На материальном уровне 1 происходит кодирование или запись сообщения на материальный носитель информации. На материальном уровне 2 происходит передача сообщения, в ходе которого сообщение может меняться вследствие помех. На материальном уровне 3 осуществляется прием сообщения.

На формальном уровне 5 происходит интерпретация сообщения. На формальном уровне 6 осуществляется анализ глубины смысловых значений сообщения. На «идеальном уровне 2» осуществляется анализ идеи из принятого сообщения. Передача сообщения осуществляется на материальном уровне. Это происходит с использованием носителя сообщения, схема которого приведена на рисунке 3.

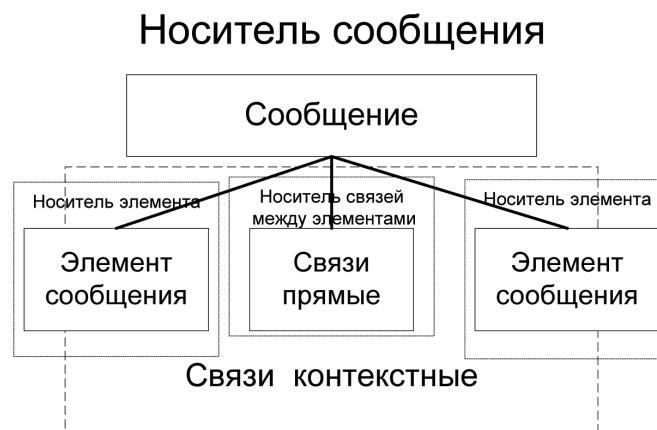


Рисунок 3 – Носитель сообщения

Как физический объект сообщение имеет информационную емкость. Носитель сообщения также имеет информационную емкость. Правило информационного соответствия [15] требует, чтобы информационная емкость носителя превосходила или была равной информационной емкости сообщения.

Рассматривая сообщение как структурную информационную модель, можно говорить об элементах и информационных единицах [17], которые его образуют. Поскольку сообщение включает элементы, то оно может передаваться поэлементно. В этом случае каждый элемент сообщения имеет свой носитель. Например, отдельная буква или символ являются носителями элемента сообщения. Эти буквы образуют слова и предложения, которые несут смысл и это составляет сущность и ценность сообщения. Между элементами сообщения существуют связи, которые позволяют объединять и разделять элементы сообщения для передачи смысла [18].

Если эти связи прямые, то есть выражены явно, то они требуют введения служебных символов, слов или моделей для описания этих связей. Эти дополнительные информационные объекты увеличивают информационную емкость сообщения на носителе. Если связи скрытые, то они не требуют специального дополнительного описания носителя. Таким образом, носитель сообщения представляет собой совокупность материального и формальных носителей.

В человеческом общении и при передаче сообщений особую роль играет смысл информации в сообщении, то есть семантический аспект. Смысловое содержание сообщения определяет его ценность, служит источником получения знаний из сообщения и, собственно, определяет количество информации в сообщении независимо от информационной емкости носителя сообщения.

Смысл (англ. sense, фр. sens, acception, нем. Sinn, ucn. Aception) имеет различные интерпретации в зависимости от области применения термина [19]: 1) идеальное содержание, идея, конечная цель

(ценность) чего-либо (С. жизни, С. истории и т.д.); 2) целостное содержание какого-либо высказывания (научного, философского, художественного), не сводимого к значениям составляющих его частей и элементов, но само определяющее эти значения; 3) в логике то же, что значение; 4) в языкознании – иногда синоним значения; 5) в лингвистике это содержание (значение), которое слово (выражение, оборот речи и т. п.) получает в данном контексте употребления. Смысл зависит и меняется от конкретной речевой ситуации (situations of communication).

В контексте семиотики строго различаются смысл и значение. Существует критерий *смыслоразличительный* [19]. Этот критерий дифференцирует значимые единицы языка в плане выражения, поэтому его называют также дифференциальный.

Уровни смыслов могут различаться по степени возможности их к актуализации, т.е. к развертке их в последовательность раскрывающих различные смысл актуальных ситуаций (слов, предложений, представлений, действий и т.п.). Смыслы, которые могут быть актуализированы сразу без каких-либо дополнительных преобразований и интерпретаций, образуют «текущее смысловое состояние» сообщения. В таблице 1 приведены смысловые характеристики информационных единиц сообщений.

Таблица 1 – Смысловые характеристики информационных единиц сообщений

Часть сообщения	Смысловый уровень	Морфология	Контекст 1 Семантика	Контекст 2 Ассоциации
Знак (символ)	0	-	-	-
Слово	1	+	-	-
Предложение	2	+	+	-
Фраза	3	+	+	+

Знак как символ и элемент слова имеет нулевой смысловый уровень. Смысл как таковой появляется только в слове. Плюсами отмечено наличие соответствующего признака у элемента сообщения.

Следует подчеркнуть наличие двух видов контекста. Первый появляется в предложении, второй во фразе как совокупности предложений. Можно выделить следующие смысловые уровни: знаковый, словесный, предикативный, фразеологический.

Контекст (англ. context, уcn. Contexto) 1) лингвистическое окружение данной языковой единицы; условия, особенности употребления данного элемента в речи. Контекст речевой (контекст речи); 2) информационное окружение данной информационной единицы; 3) законченная в смысловом отношении часть текста, позволяющая установить значение входящего в него слова или иной информационной единицы сообщения.

С информационных позиций контекст представляет собой информационную ситуацию [20], в которой находится элемент сообщения.

Два значения контекста в таблице 1 обусловлены разным окружением информационной единицы «слово». В предложении это окружение меньше, во фразе (как совокупности предложений) оно больше. Все эти факторы влияют на смысл сообщения и трансформацию идеального в формальное. Для каналов связи также должно выполняться требование информационного соответствия между физическими возможностями канала связи и емкостью сообщения.

Заключение

Трансформация идеального в формальное и материальное имеет философский и познавательный аспект. Общий механизм таких процессов можно рассматривать как информационный морфизм [21]. В данной работе основным инструментом такой трансформации показано сообщение. Оно может рассматриваться узко, как коммуникационная модель, и широко, как трансформационная информационная модель. Это свойство позволяет реализовать процесс трансформации идеального в материальное и неявного знания в явное. Сообщение как информационная модель связывает идеальное, формальное и материальное. Информационное поле позволяет это осуществлять [22], что создает перспективу использования информационного поля для развития подобных трансформаций и процессов.

Список литературы

1. Соловьев И.В., Цветков В.Я. О содержании и взаимосвязях категорий «информация», «информационные ресурсы», «знания» // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2011. – № 6. – С. 11–21.
2. Paisley W.J. Information needs and uses // Annual review of information science and technology. – 1968. – V. 3. – № 1. – P. 1–30.
3. Савиных В.П. Космические исследования как средство формирования картины мира // Перспективы науки и образования. – 2015. – №1. – С. 56–62.
4. Коваленко Н.И. Информационный подход при построении картины мира // Перспективы науки и образования. – 2015. – №6. – С. 7–11.
5. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. – 2009. – №4. – С. 50–51.
6. Арнольд В.И. Жесткие и мягкие математические модели. – М.: МЦНМО, 2004.
7. Савин Г.И. Системное моделирование сложных процессов. – М.: Фазис, 2000.
8. Цветков В.Я. Семиотический подход к построению моделей данных в автоматизированных информационных системах // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – №5. – С. 142–145.
9. Цветков В.Я. Разработка проблемно ориентированных систем управления. – М.: ГКНТ, ВНИИЦентр, 1991. – 131 с.
10. Kimble C. Knowledge management, codification and tacit knowledge // Information Research. – 2013. – № 18(2). – P. 577.
11. Дмитриевская И.В. Феномен понимания и предпосылочное знание // Философские науки. – 2003. – № 9. – С. 24–49.
12. Nonaka I. A dynamic theory of organizational knowledge creation // Organization Science. – 1994. – № 5(1). – С. 14–37.
13. Номоконова О.Ю. Интуиция специалиста как неявное знание // Славянский форум. – 2015. – № 2(8). – С. 216–223.
14. Кудж С.А., Цветков В.Я. Информационные сообщения. – М.: МГТУ МИРЭА, 2013. – 142 с. [электронное издание]; рег. свид. № 34320 от 24.12.2013, номер гос. регистрации 0321305022.
15. Цветков В.Я. Информационное соответствие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №1–3. – С. 454–455.
16. Елсуков П.Ю. Трансформация неявного знания // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 87–93.
17. Ожерельева Т.А. Логические информационные единицы // Славянский форум. – 2015. – № 2(8). – С. 240–249.
18. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. – М.: Радио и связь, 1989. – 184 с.
19. Ахманова О.С. Словарь лингвистических терминов. – М.: КомКнига, 2007. – 576 с.
20. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – №5. – С. 4–11.
21. Охотников А.Л. Информационный морфизм в информационном поле // Перспективы науки и образования. – 2017. – №4 (28). – С. 7–11.
22. Кудж С.А. Информационное поле: монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 97 с.

TRANSFORMATION OF IDEAL IN INFORMATION MODELING**Butko E.Ya.**

*Doctor of Economics, professor, laureate of the Russian President in the field of education. Professor of the Moscow State University of Geodesy and Cartography
e-mail: Miigaiknir@bk.ru*

The article explores the mechanisms for transforming implicit knowledge as an ideal phenomenon into formal and material models. The article explores the processes of transforming implicit knowledge. The article introduces

the concepts of formalized and unformalized implicit knowledge. The article analyzes SECI's information model as a four-stage model of knowledge transformation. The article considers the model of an information message. The information message model is considered as a complex model in which different information models change their shape while maintaining the content.

Keywords: Information Philosophy, Modeling, Transformation, Information Morphism, Communication, Information Model, Information Conformity

УДК 004.6; 528; 004.8.

ИНФОРМАЦИЯ, УМЕНЬШАЮЩАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И ИНФОРМАЦИЯ, УВЕЛИЧИВАЮЩАЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНОСТЬ

Елсуков Павел Юрьевич,
к.т.н., старший научный сотрудник,

e-mail: elsukov_p@bk.ru,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН),

<http://isem.irk.ru>,

Иркутск, Россия

Статья анализирует два вида информации. Первый вид информации связан с энтропией и работами К.Э. Шеннона. Эта информация уменьшает неопределенность. Второй вид информации связан с негэнтропией и работами Н. Виннера и Л. Флориди. Статья описывает различие между понятиями «незнание» и «знание». Приводится пример, показывающий различие между количеством информации по К.Э. Шеннону и по Н. Виннеру. Описан метод оценки негэнтропии на основе «не гаусовости».

Ключевые слова: науки об информации, теория информации, количество информации, знание, не знание, информационная неопределенность

Введение

В настоящее время в науке иногда применяют «догму одномерности». Она проявляется в ситуациях, когда сложное или полисемическое понятие пытаются интерпретировать с помощью одного определения. Такая ситуация возникает, когда сложное явление пытаются описать одним термином или одной дефиницией. Такая ситуация возникает, когда множество разных ситуаций пытаются заменить одной общей моделью, в реальности точно описывающую только одну из множества ситуаций, а другие ситуации – приближенно. Например, говорят, что поезд идет со средней скоростью 55 км/час, что является упрощением, так как в реальности скорость поезда меняется в зависимости от ситуации. Однако вариации отбрасывают и принимают упрощенную ситуацию. По существу подобные упрощения реальности исключают детали и различия. В некоторых случаях сведение множества ситуаций к одной с исключением остальных создает искаженную модель реальности. Подобная ситуация имеет место с теорией информации, когда всю информационную теорию связывают с математической теорией коммуникации К.Э. Шеннона, исключаяющей семантику.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались работы по статистической теории информации К.Э. Шеннона. Использовались работы по семантической теории информации Н. Виннера, Р. Карнапа, Л. Флориди, А. Н. Колмогорова. В качестве методов использовался системный и логический анализ.

Два подхода к теории информации

Когда К.Э. Шеннон писал свою знаменитую работу «Математическая теория связи» [1], он не ставил целью создание теории информации. В соответствии с исследователями [2], описывающими его деятельность, к тому времени использовались следующие системы, характеризующие разные направления связи: телеграф (1830), телефон (1870), беспроводный телеграф (1890), радио (1900), телевидение (1930), телетайп (1930), системы частотной модуляции (1930), вокодер (1930) и др. Не имелось универсальной теории для объединения разных направлений. Поэтому коммуникация или передача информации была главной целью исследования. В своей работе [1] К.Э. Шеннон пишет замечательную фразу «*семантические аспекты информации не релевантны техническим проблемам связи*». Этим он делает четкое разграничение между содержательностью информации и ее передачей по каналам связи. Однако в последующие годы, вплоть до настоящего времени, многие авторы, особенно специали-

сты в области гуманитарных наук, трактуют теорию К.Э. Шеннона как всеобщую теорию информации, а информацию, которую рассматривал К.Э. Шеннон как единственную универсальную информацию. Работа [1] и последующая его работа с Уивером [3] рассматривает определенный тип информации не равнозначный другим видам информации. Информацией в теории Шеннона-Уивера называют «нечто», что уменьшает неопределенность [4] и уменьшает «незнание».

Винер назвал теорию К.Э. Шеннона «статистической теорией количества информации» [5]. «В этой теории за единицу количества информации принимается количество информации, *передаваемое при одном выборе между двумя равновероятными альтернативами*. Такая мысль возникла одновременно у Р.А. Фишера, у доктора Шеннона из *Bell Labs* и у автора настоящей книги» [5]. «При этом Фишер исходил из статистической теории, а Шеннон из проблемы кодирования информации» [5].

Количеством информации в этой теории называют информационную емкость носителя информации, или информационную емкость сообщения. Ее измеряют в байтах и битах, безотносительно к тому, что в этих байтах содержится или не содержится ничего. По К.Э. Шеннону совокупность символов содержит информацию, определяемую количеством информации в символах, безотносительно к тому, в какой последовательности эти символы объединены. Они могут образовать слово из словаря или бессмысленную совокупность. На количество информации по Шеннону это не влияет.

Первоначально К.Э. Шеннон не относил свою работу к теории информации, но затем появилась совместная работа Шеннона и Уивера [3], в которой возникла точка зрения «теории информации на основе математической теории связи». В работе [3] рассматривается «три уровня» проблемы, опять же коммуникации: техническая проблема передачи сообщений, семантическая проблема, проблема эффективности передачи сообщений. В этой работе [3] как и в первой [1] речь идет о передаче сообщений, а не о передаче информации. Проблема семантики сводится к вопросу «**How** precisely do the transmitted symbols convey the desired meaning?» «Как точно передаваемые символы передают желаемое значение?». Однако ответ и на этот вопрос семантики не касался, а касался точности полученных символов сообщения в сравнении с символами в исходном сообщении.

Основоположителем информационной теории следует считать Р. Хартли [6], который занимался исследованием информации и ее количества. Именно Р. Хартли ввел понятие количества информации в сообщении. Именно его идеи использовал К.Э. Шеннон. Еще одна идея, которую использовал К.Э. Шеннон, это идея энтропии. Останавливаемся на этом факте потому, что существует экономико-математический словарь, в котором утверждается, что впервые понятие энтропии ввел К.Э. Шеннон.

На самом деле почти за 200 лет до работы [1] К.Э. Шеннона это понятие ввел Клаузиус (1865). Независимо от него это понятие ввел Виллард Гибс (1873). Затем (так считается) независимо от Клаузиуса энтропию ввел Л. Больцман (1897):

$$S = H = k \ln W, (1)$$

где W – вероятность состояния; k – постоянная Больцмана. Единица измерения величины S определялась как (джоуль/ ($k \times$ микросостояние)). Таким образом, *постоянная Больцмана* задавала единицу измерения энтропии, которая оценивалась на одно микросостояние. Энтропия у К.Э. Шеннона рассматривалась как мера неопределенности и информация, определяемая на ее основе, рассматривалась как информация, снимающая неопределенность, то есть уменьшающая незнание.

Такая точка зрения на теорию информации была не однозначно принята научным сообществом и стали появляться работы отражающие другие точки зрения на информацию. Другое направление было изложено в работах Н. Виннера [5; 7], Р. Карнапа [8; 9], Л. Флориди [10], А. Н. Колмогорова [11], Ю.А. Шрейдера [12] и др. [13; 14]. В этом подходе под информацией понимают семантику содержания информации безотносительно к ее объему. Эта теория часто называется семантической теорией информации. Под «информацией» в этой теории понимают «нечто», что содержит знание и увеличивает в итоге знание получателя. Количество информации по К.Э. Шеннону и Н. Виннеру различается [15] и это является предметом регулярного обсуждения.

Анализ оппозиционной пары «незнание – знание»

По Шеннону информация уменьшает «незнание», по Виннеру и Флориди – информация увеличивает «знание». «Незнание» относится к «не-факторам» [16], то есть к оппозиционной величине [17], образованной отрицанием первой величины.

Для раскрытия содержания «незнания» можно воспользоваться работой Нариньяни о «НЕ-факторах» [16]. Нариньяни утверждает «НЕ-факторы отнюдь не нечто диковинное, – они «встроены» в нашу Картину мира, как основная составляющая знаний, являясь их материей и строительным материалом» [16]. Картина мира как модель служит универсальной моделью оценки результатов научных исследований [18].

Исследование НЕ-факторов Нариньяни связывает с идеей *недоопределенных множеств*, которую затем стали связывать с теорией нечетких множеств (*fuzzy sets*).

В ряде работ Нариньяни формирует идею *недоопределенности* как общего явления. При переносе этого метода в область информации возникает понятие информационной неопределенности. «Выяснилось, что интервальное представление может служить примером как недоопределенного числа, так и неточного с тем принципиальным различием, что первое может уточняться, а второе нет» [19]. Развивая этот подход, следует констатировать наличие незнания с одной стороны, знания, с другой стороны, и нечетких множеств между этими понятиями.

Для пояснения различия между подходами Шеннона и Винера рассмотрим один пример. Полагая, что небольшой кубик (*K*) лежит на одной из 81-й клетки квадрата 9 x 9 (рисунок 1). Неопределенность состоит в вопросе: «На какой клетке лежит кубик?».

Сообщение, уменьшающее неопределенность и незнание звучит так: «Кубик *не лежит* на клетке *a*».

Сообщение, содержащее определенность и знание звучит так: «Кубик *лежит* на клетке *b*».

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10								18
19								27
28								36
37								45
46					<i>K</i>			54
55								63
64								72
73	74	75	76	77	78	79	80	81

Рисунок 1 – Условное положение кубика (*K*) в квадрате

По Шеннону все сообщения, уменьшающие неопределенность, следующего характера: «Кубик не содержится в первой клетке»; «Кубик не содержится в четвертой клетке»; «Кубик не содержится в десятой клетке»; «Кубик не содержится в сороковой клетке» и так далее.

Каждое из перечисленных сообщений информирует получателя и уменьшает его незнание (информационную неопределенность). Однако, только при получении восьмидесяти сообщений, получатель методом исключения может прийти к выводу, что кубик находится в клетке 50.

По Винеру правильным и содержательным будет только одно сообщение «Кубик содержится в 50 клетке». Все остальные сообщения типа: «кубик может содержаться в 10 и/или в 20 квадрате», «кубик не содержится...» являются бессодержательными по Виннеру, но содержательными по К.Э. Шеннону. По рассмотренному примеру следует, что 80 сообщений по Шеннону, уменьшающие неопределенность, равнозначны одному содержательному сообщению по Винеру.

В общем случае для *n* состояний совокупность *n-1* сообщений, уменьшающих «незнание», эквивалентны одному сообщению, содержащему знание.

Негэнтропия и энтропия как отражение отношений между определенностью и неопределенностью

Понятие знания и незнания связаны с понятием системности и хаоса. Энтропия, с помощью которой определяют информацию снимающую неопределенность, характеризует неопределенность и хаос. В противовес ей введено понятие негэнтропии, которая характеризует системность.

Негэнтропия имеет множество значений: отрицательная энтропия, синтропия, экстропия, эстропу и entaxy. Термин «отрицательная энтропия» впервые был введен физиком Эрвином Шредингером в 1944 г. в книге «Что такое жизнь?» [20]. Леон Брилюэн сократил этот термин до «негэнтропии» [21]. При этом его идея состояла в переносе понятия в природу и живые системы. В силу этого понятие негэнтропия используется биологами в качестве основы исследования цели. В 2009 году Махуликар и Хервиг дали новое определение негэнтропии как динамически упорядоченной подсистемы или как специфический дефицит энтропии в упорядоченной подсистеме по отношению к окружающему хаосу [12].

В силу разнообразия применения негэнтропия имеет больше единиц измерения в системе единиц СИ. В частности, ее определяют на основе удельной энтропии на единицу массы, или на основе удельной энтропии на единицу энергии.

Термин «негэнтропия» применяется в информационной области. Ее связывают с понятием «негауссовости». Распределение Гаусса приводят, когда говорят о случайной величине и неопределенности. Рост энтропии можно рассматривать как стремление элементов системы к случайным величинам, то есть к распределению Гаусса.

Это определило один из подходов нахождения негэнтропии на основе выделения разницы между распределением случайной величины и реальным распределением величины p_x , характеризующей статистический ансамбль или систему. Согласно этому подходу негэнтропию $J(p_x)$ определяют как разницу между случайным Гауссовским распределением $S(\phi_x)$ и распределением в реальной ситуации $S(p_x)$ [23; 24].

$$J(p_x) = S(\phi_x) - S(p_x).$$

Функция $S(\phi_x)$ есть дифференциальная энтропия гауссовой плотности с тем же средним и дисперсией, как p_x . Функция $S(p_x)$ есть дифференциальная энтропия распределения величины p_x с тем же средним и дисперсией, как p_x . Такой подход привел к появлению термина «негауссовость» (Non-Gaussianity). С этих позиций метод оценки $J(p_x)$ зависит от метода измерения негауссовости (Measures of Non-Gaussianity) (рисунок 2) [24].

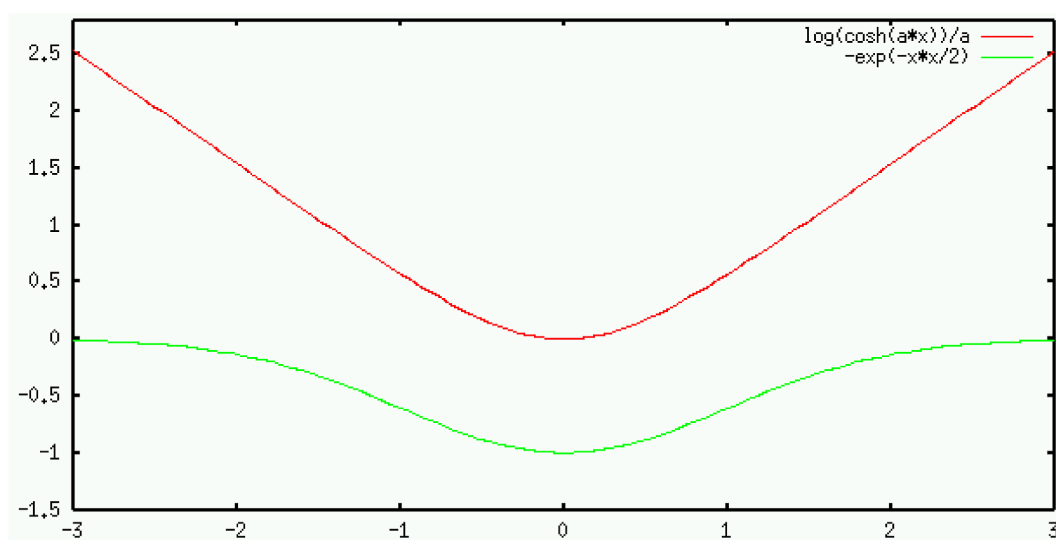


Рисунок 2 – Негэнтропия

Сравнивая рисунок 2 с графиком энтропии [13] можно отметить, что максимум негэнтропии соответствует минимуму энтропии и наоборот.

В молекулярной биологии и термодинамике негэнтропия J состояния определяется как разница между максимальной энтропией $S_{\max}$ и энтропией этого состояния S .

$$J = S_{\max} - S.$$

Содержательное сообщение в приведенном примере – это пример применения негэнтропии. Сообщения, снимающие неопределенность это пример применения энтропии. Это разные виды информации, имеющие разные качества и приравнивать их нельзя. Этот пример подчеркивает различие между негэнтропией и энтропией в качественном и количественном смысле.

Заключение

Информация, снимающая неопределенность, имеет другое качество в сравнении с информацией, создающей знание. Следует отметить наличие различных видов информации, для каждого из которых существуют свои условия применения. Информация, снимающая неопределенность, связана с энтропией. Информация, создающая знание, связана с негэнтропией. Теория информации, связанная с работами К.Э. Шеннона, согласно Н. Виннеру, должна называться статистической теорией информации и это должно определить ее сущность и границы применения. Теория информации, связанная с работами Н. Виннера и Л. Флориди, относится к семантической теории информации. Семантическая информация исследует задачи передачи семантики и развивает теории создания знания. Обе информации дополняют друг друга. Использование информации, снимающей неопределенность, более допустимо для случаев, когда нельзя получить информацию создающей знание.

Список литературы.

1. C.E. Shannon (1948). «A Mathematical Theory of Communication» // Bell System Technical Journal. – Vol. 27. – Pp. 379–423 & 623–656, July & October, 1948.
2. Thomas M. Cover, Joy A. Thomas. Elements of information theory, 2nd Edition. – New York: Wiley–Interscience, 2006. ISBN 0471241954.
3. Claude E. Shannon. Warren Weaver. The Mathematical Theory of Communication. Univ of Illinois Press, 1963.
4. Цветков В.Я. Информационная неопределенность и определенность в науках об информации // Информационные технологии. – 2015. – №1. – С. 3–7.
5. Winner N. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Mashine. The Technology Press and John Wiley & Soris Inc. – New York – Herman et Cie, Paris, 1948. – 194 p.
6. Hartley R.V.L. «Transmission of Information» // Bell System Technical Journal, July, 1928 – Pp. 535–541.
7. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М. Советское радио, 1958.
8. Carnap R. Empiricism, semantics, and ontology // Revue internationale de philosophie. – 1950. – С. 20–40.
9. Bar-Hillel Y., Carnap R. An Outline of a Theory of Semantic Information // Bar-Hillel Y. Language and Information: Selected Essays on Their Theory and Application. – London : Addison-Wesley, 1964. – P. 221 – 274.
10. Floridi L. (ed.). The Blackwell guide to the philosophy of computing and information. – John Wiley & Sons, 2008.
11. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению количества информации // Проблемы передачи информации. – 1965. – Т. 1. Вып. 1. – С. 3–11.
12. Шрейдер Ю.А. О семантических аспектах теории информации // Информация и кибернетика. – М.: Советское радио, 1967. – С. 15–47.
13. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Основы теории информации. – М.: Макс Пресс, 2007. – 356 с.
14. Adriaans P., van Benthem J. Philosophy of information // Handbook of the Philosophy of Science. – 2008. – № 8.
15. Tsvetkov V.Ya. The K.E. Shannon and L. Floridi's amount of information // Life Science Journal. – 2014. – № 11 (11). Pp. 667–671.
16. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: краткое введение // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – Вып. 2. – М.: КОМКНИГА, 2006. – С. 52–63.
17. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis // Life Science Journal. – 2014. – № 11(6). – Pp. 586–590.
18. Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. – 2014. – № 31 (2). – P. 211–215.
19. Нариньяни А.С. Недоопределенные модели и операции с недоопределенными значениями. – Препринт ВЦ СО АН СССР. – № 400. – 1982.
20. Schrödinger Erwin. What is Life – the Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge University Press, 1944.
21. Brillouin, Leon: (1953) “Negentropy Principle of Information”, *J. of Applied Physics*. V. 24(9). – Pp. 1152–1163.

22. Mahulikar, S.P. & Herwig, H. (2009). «Exact thermodynamic principles for dynamic order existence and evolution in chaos», *Chaos, Solitons & Fractals*. V. № 41(4). Pp. 1939–1948.
23. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Negentropy> (дата доступа: 20.05.2017).
24. Measures of Non-Gaussianity. URL: <http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/ica/node4.html> (дата доступа: 20.05.2017).

References

1. C.E. Shannon (1948). “A Mathematical Theory of Communication” // *Bell System Technical Journal*. – Vol. 27. – Pp. 379–423 & 623–656, July & October, 1948.
2. Thomas M. Cover, Joy A. Thomas. Elements of information theory, 2nd Edition. – New York: Wiley–Interscience, 2006. ISBN 0471241954.
3. Claude E. Shannon. Warren Weaver. The Mathematical Theory of Communication. Univ of Illinois Press, 1963.
4. Tsvetkov V.Ya. Informatsionnaya neopredelennost' i opredelennost' v nauках ob informatsii // *Informatsionnyye tekhnologii*. – 2015. – №1. – S. 3–7.
5. Winner N. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. The Technology Press and John Wiley & Sons Inc. – New York – Herman et Cie, Paris, 1948. – 194 p.
6. Hartley R.V.L. “Transmission of Information” // *Bell System Technical Journal*, July, 1928 – Pp. 535–541.
7. Wiener N. Cybernetics, or control and communication in an animal and a machine. – M.: Soviet Radio, 1958.
8. Carnap R. Empiricism, semantics, and ontology // *Revue internationale de philosophie*. – 1950. – C. 20–40.
9. Bar-Hillel Y., Carnap R. An Outline of a Theory of Semantic Information // Bar-Hillel Y. Language and Information: Selected Essays on Their Theory and Application. – London : Addison-Wesley, 1964. – P. 221 – 274.
10. Floridi L. (ed.). The Blackwell guide to the philosophy of computing and information. – John Wiley & Sons, 2008.
11. Kolmogorov A.N. Tri podkhoda k opredeleniyu kolichestva informatsii // *Problemy peredachi informatsii*. – 1965. – T. 1. Vyp. 1. – S. 3–11.
12. Shreyder YU.A. O semanticheskikh aspektakh teorii informatsii // *Informatsiya i kibernetika*. – M.: Sovetskoye radio, 1967. – S. 15–47.
13. Ivannikov A.D., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.YA. Osnovy teorii informatsii. – M.: Maks Press, 2007. – 356s.
14. Adriaans P., van Benthem J. Philosophy of information // *Handbook of the Philosophy of Science*. – 2008. – № 8.
15. Tsvetkov V.Ya. The K.E. Shannon and L. Floridi's amount of information // *Life Science Journal*. – 2014. – № 11 (11). Pp. 667–671.
16. Narin'yani A.S. NE-factory: kratkoye vvedeniye // *Novosti iskusstvennogo intellekta*. – 2004. – Vyp. № 2. – M.: KOMKNIGA, 2006. – S. 52–63.
17. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis // *Life Science Journal*. – 2014. – № 11(6). – Pp. 586–590.
18. Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // *World Applied Sciences Journal*. – 2014. – № 31 (2). – P. 211–215.
19. Narin'yani A.S. Nedoopredelennyye modeli i operatsii s nedoopredelennymi znacheniyami. – Preprint VTS SO AN SSSR. – 1982. – № 400.
20. Schrödinger Erwin. What is Life – the Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge University Press, 1944.
21. Brillouin, Leon: (1953) “Negentropy Principle of Information”, *J. of Applied Physics*. V. 24(9). – Pp. 1152–1163.
22. Mahulikar, S.P. & Herwig, H. (2009). «Exact thermodynamic principles for dynamic order existence and evolution in chaos», *Chaos, Solitons & Fractals*. V. 41(4). Pp. 1939–1948.
23. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Negentropy> (data view: 20.05.2017).
24. Measures of Non-Gaussianity. URL: <http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/ica/node4.html> (data view: 20.05.2017).

INFORMATION, REDUCING UNCERTAINTY AND INFORMATION, INCREASING CONTENT

Elsukov P.Yu.,

Ph.D., Senior Researcher,

e-mail: elsukov_p@bk.ru,

*Federal State Institution of Science Institute of Energy Systems. LA Melentyeva Siberian Branch of the
Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS), Irkutsk, Russia*

The article analyzes two types of information. The first kind of information is related to entropy and the work of K. E. Shannon. This information reduces uncertainty. The second type of information is associated with negentropy and the works of N. Winner and L. Floridi. The article describes the difference between the concepts of “ignorance” and “knowledge”. Paper describes an example showing the difference between the amount of information for KE Shannon and N. Winner. The article describes a method for estimating negentropy based on “non-Gaussian”.

Keywords: information science, information theory, amount of information, knowledge, not knowledge, information uncertainty

УДК 528.2 + 519.113.115

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА

Розенберг Игорь Наумович,

*профессор, доктор технических наук, Генеральный директор ОАО НИИАС, Академик академии транспорта, Академик международной академии наук Евразии
ОАО «НИИАС», 109029, Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1,
Москва, Россия,
e-mail: ig.rozenb2012@yandex.ru*

Статья описывает новый подход к модели информационной ситуации. Описаны виды информационных ситуаций. Даются структурные модели сложных систем. Даются структурные модели информационных ситуаций. Показано сходство и различие между структурными моделями сложной системы и информационной ситуации. На основе сравнения моделей информационных ситуаций и сложных систем делается вывод о возможности применения модели сложной системы для описания информационной ситуации. Это делает возможным применение теории систем для исследования модели информационной ситуации.

Ключевые слова: общая теория систем, моделирование, модели, информационная ситуация, сложная система, структура

Введение

Одна из первых работ [1], посвященная информационной ситуации, послужила для проведения исследований, отраженных в других работах [2–5]. Однако и в настоящее время существует необходимость анализа сущности модели информационной ситуации. С моделью информационной ситуации связывают понятия объекта, микросреды и микроокружения. Информационная ситуация позволяет оценить информационную позицию и информационное преимущество [6] объекта в этой ситуации. Информационные связи и информационные отношения [7; 8] также определяют информационную ситуацию. С моделью информационной ситуации часто связано понятие объекта исследования в данной ситуации. В этих случаях информационная ситуация рассматривается как дополнительный объект к основному объекту исследования. Например, объектом исследования может быть подвижный транспортный объект. В этом случае окружение подвижного объекта будет составлять динамическую информационную ситуацию вокруг данного объекта. Объектом исследования может быть стационарный объект (например, недвижимость). В этом случае окружение объекта недвижимости, которое влияет на состояние и использование, будет составлять статическую и динамическую информационную ситуацию. С понятием информационной ситуации связывают управление объекта в заданной ситуации или ситуационное управление. Объектом исследования может быть объект управления. В этом случае внешние и внутренние факторы, которые влияют на состояние объекта управления, будут описывать информационную управленческую ситуацию. Объектом исследования может быть субъект. В этом случае окружение и среда субъекта, которая меняется по мере его взаимодействия с другими субъектами, будет описывать его субъектную информационную ситуацию. Информационная ситуация может рассматриваться как самостоятельный объект исследования, характеризующий некую тенденцию, явление или процесс внешнего мира. С понятием такой процессуальной информационной ситуации связана совокупность взаимодействующих объектов или процессов. Объектом исследования в этом случае является система взаимодействующих процессов между объектами. Содержание процессуальной информационной ситуации будет определяться характером взаимодействия между объектами. Многообразие информационных ситуаций требует обобщения и систематики этого понятия. Таким образом, современное понятие информационной ситуации является многоаспектным и дифференцированным. Это требует исследования и развития этой модели.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались исследования сложных систем в общей теории систем, а также исследования в области информационных ситуаций и информационного моделирования. В качестве методов использовались системный, структурный и информационный анализы.

Аналоги информационной ситуации

Информационная ситуация как всякая модель имеет аналоги среди других моделей и объектов. Принципиальным является то, что информационная ситуация имеет некое ядро [9] и окружающие это ядро объекты и процессы. Это определяет информационную ситуацию как сетевую модель. Одним из аналогов информационной ситуации может быть выбран фрагмент сети. Фрагмент сети представляет собой сосредоточение на узком круге объектов сети, что моделирует информационную ситуацию.

Классическая информационная сеть представляет собой совокупность, которая образована сущностями (вершинами) и информационными отношениями между сущностями. Такая сеть может быть использована как форма представления знаний. Графически информационная сеть моделируется как неориентированный граф, состоящий из вершин, представляющих понятия, и ребер, которые представляют собой информационные отношения [9] между понятиями. Информационная сеть создается в условиях информационной определенности, то есть когда человек имеет информацию о ситуации, как о совокупности связанных объектов или процессов. Компьютерные реализации информационных сетей были разработаны для автоматизированных систем хранения информации и Web-технологий. Следует отметить, что информационная ситуация представляет собой аналог только части сети. Однако сети могут служить основой построения информационных ситуаций.

Другим аналогом информационной ситуации может быть выбран кластер. Кластер представляет собой сосредоточение на узком круге объектов из некой совокупности, объединенных по признаками сходства и отделенных от других объектов признаками различия.

При кластерном анализе выдвигаются требования, которые пока не выполняют при построении некоторых информационных ситуаций. Первое требование, которое часто не выполняется, состоит в определении метрики в пространстве параметров. Согласно этому требованию каждый объект описывается «расстояниями параметров» до всех остальных объектов выбранного пространства (метрического или параметрического). Метрика информационной ситуации пока не определена и не исследована.

Второе требование, которое выполняется, состоит в задании критериев общности между объектами [10] кластера. В этих критериях оценивается степень сходства объекта в кластере с другими объектами совокупности. Часто критерии общности дополняют критериям различия, так что в нормированном пространстве их сумма равна 1.

Таким образом, фактор модель информационной ситуации давно используется в информационных сетях и в кластерном анализе. Отсутствие информационного подхода [11] в этих исследованиях не привело исследователей к модели информационной ситуации.

Моделирование сложных систем

Несмотря на широкое применение общей теории систем до настоящего времени не разработано четких критериев оценки сложности сложных систем. Существует достаточно большое количество различных систем, которые с разной степенью можно отнести к сложным системам: прикладные системы [12]; системы хранения данных; системы обработки данных; сложные технические системы; сложные социотехнические системы [13]; сложные организационно-технические системы [14]; сложные социальные системы [15] и другие. При этом системный анализ и общая теория систем по существу уходят от анализа сложных систем и рассматривают упрощенную модель сложной системы, содержащую однородные элементы и простые связи. В системном анализе сложной системой называют множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которые образуют определенную целостность и единство, обладающее новым качеством, не присущим отдельным элементам [16].

Такая «модель сложной системы» по существу является простой. Она не в состоянии учесть разные аспекты сложности реальных сложных систем. В аспекте проблемы «больших данных» сложность систем обусловлена такими факторами: большим объемом, большим числом связей, с задержкой в обработке, с разнообразием типов данных, с когнитивными факторами. В визуальном моделировании и управлении сложность связывают с понятием «большие графы» [17]. Сложные программы обработки данных можно рассматривать как пример сложных технологических или сложных процессуальных систем. Поэтому исследования в области сложного программного обеспечения можно использовать как анализ сложных систем.

Общая теория систем умалчивает то обстоятельство, что при анализе сложных систем фактически используют модели этих систем. Это порождает неоднозначность в толковании понятий: модель объекта, модель системы, модель объекта как системы.

Общая теория систем умалчивает так же то обстоятельство, что в зависимости от аспекта рассмотрения формируют разные модели сложных систем. Существует мнение, что сложные системы являются разделом или подмножеством теории систем. В зарубежной литературе [18] принята диаметрально противоположная точка зрения, согласно которой теория сложных систем включает в себя ряд научных направлений, в том числе и общую теорию систем. В теорию сложных систем помимо общей теории систем включают самоорганизацию, эмерджентизм [19], теорию игр, теорию сетей, теорию адаптации и пр.

В соответствии с формулировкой [18] сложными системами считают сетевые системы, «которые имеют большое количество компонент, взаимодействующих друг с другом, для которых типичными являются нелинейные функции».

Важными характеристиками сложных систем, которые упущены в общей теории систем, являются воспринимаемость, валидность и надежность. Воспринимаемость [20] – когнитивный фактор, связанный с возможностью восприятия объекта или модели человеком.

Валидностью модели сложной системы называют информационное соответствие или информационное согласование [21], которое показывает, насколько точно предсказание поведения модели системы совпадает с реальным поведением.

Надежность модели сложной системы определяется ее не чувствительностью к незначительным вариациям параметров. На рисунке 1 приведена модель сложной системы с одним входом и одним выходом.

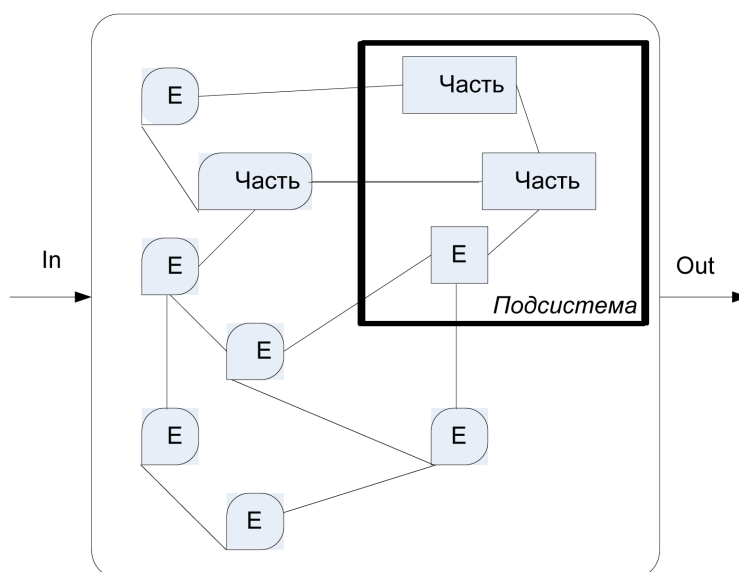


Рисунок 1 – Структурная схема сложной системы с одним входом и одним выходом

Такие модели называют транспортными сетями. Существуют другие схемы сложных систем, которые создают с использованием процедуры стратификации. На рисунке 2 приведена стратифицированная модель сложной системы.

Эта модель имеет несколько входов и выходов. На схеме показаны связи и нисходящие и восходящие информационные потоки. Модель на рисунке 2 показывает отношения иерархии между подсистемами. Общая теория систем говорит о границе сложной системы. На рисунках 1 и 2 показана эта граница. На рисунке 3 приведены укрупненные схемы сложных систем по отношению к внешней среде.

По количеству входов и выходов различают сложную систему первого типа (один вход один выход); сложную систему второго типа (множество входов и множество выходов). Реальная сложная система может иметь одну или несколько целей, т.е. являться одноцелевой или многоцелевой. В общем случае формальное описание сложной системы имеет вид:

$$COTS = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, int, out \rangle, (1)$$

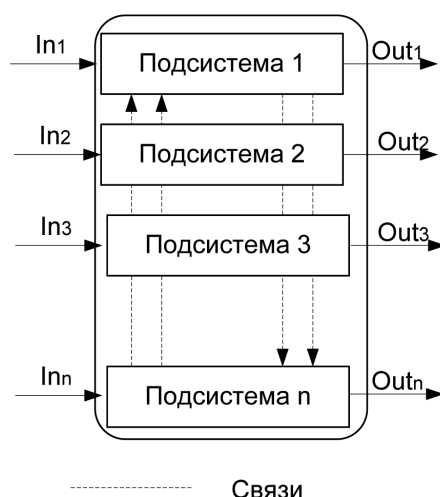


Рисунок 2 – Стратифицированная модель сложной системы

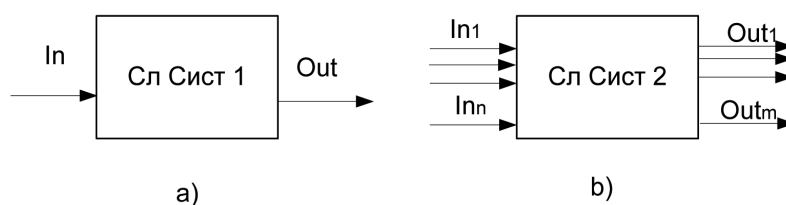


Рисунок 3 – Обобщенное представление сложных систем двух типов

где Ps – совокупность подсистем системы;

Pr – совокупность частей системы;

Str – структура системы;

E – множество элементов системы;

C – множество связей в системе;

R – множество отношений между элементами, частями и подсистемами;

G – множество целей системы;

int – множество входов;

out – множество выходов системы.

Количество входов может отличаться от количества выходов (рисунок 3).

Наличие входов и выходов системы отделяет систему от среды и позволяет моделировать внутреннее (рисунки 1 и 2) и внешнее информационное взаимодействие системы с внешней средой. Границы сложной системы в ряде случаев определить сложно. В качестве критерия часто выбирают силу связей между элементами.

Модель информационной ситуации

Модель информационной ситуации [22] является модификацией информационной модели. Она моделирует переход от модели объекта к модели окружения объектов.

Согласно [22] модель информационной ситуации это – формализованное отображение существующей ситуации, в которой находится объект, с помощью системы взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров. При параметрическом описании под информационной ситуацией понимают совокупность характеристик, связанных между собой или участвующих в информационных взаимодействиях. Это дает основание интерпретировать модель информационной ситуации как сложную или составную информационную модель [23].

Выше отмечалось два типа информационной ситуации: информационная ситуация как вспомогательный объект и окружение объекта исследования и информационная ситуация как самостоятельный объект исследования. В первом случае говорят об объектной информационной ситуации, во втором – о

процессуальной информационной ситуации. На рисунке 4 приведена объектная информационная ситуация.

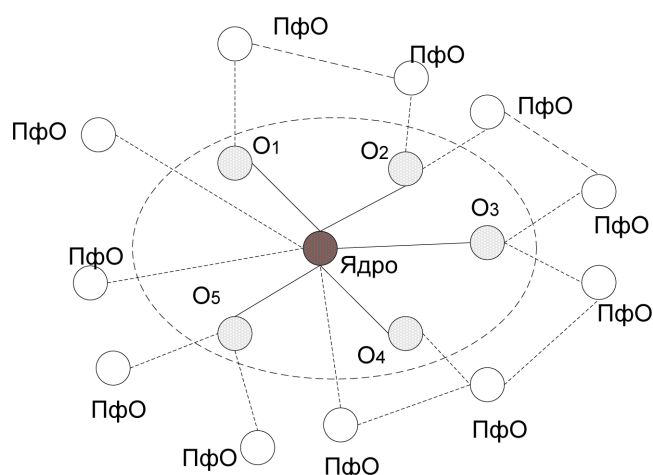


Рисунок 4 – Объектная информационная ситуация

Такая информационная ситуация может быть рассмотрена как кластер в информационном поле. Центроидом кластера является ядро, включающее объект и тесно связанные с ним инфраструктуру и другие объекты.

На рисунке 4 пунктиром выделены границы информационной ситуации. Этим подчеркивается динамика таких границ. Различие между кластером и моделью информационной ситуации в том, что в кластерном анализе используют метрики, а при построении информационной ситуации оценивают интенсивность информационного взаимодействия [23; 24]. На рисунке 4 пунктиром выделены связи слабо взаимодействующих объектов. Сплошными линиями показаны активно взаимодействующие с ядром объекты. На рисунке 5 показана информационная ситуация как объект исследования или процессная информационная ситуация.

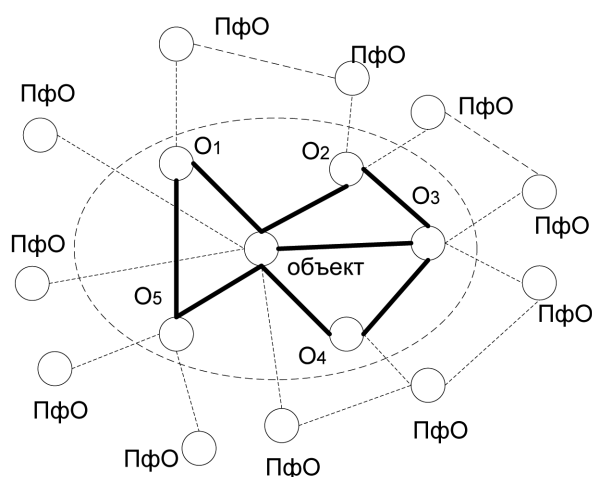


Рисунок 5 – Информационная ситуация как объект исследования

На рисунке 5 объекты, входящие в кластер, выделены одинаковой штриховкой и имеют обозначение O_i , $i=1...5$. Объекты, не входящие в информационную ситуацию, обозначены как «Периферические объекты» (ПфО). Ключевым при формировании процессной информационной ситуации являются существенные информационные взаимодействия, которые обозначены жирными сплошными линиями. Слабые информационные взаимодействия обозначены мелким пунктиром. Объекты O_i , входят в информационную ситуацию, периферические объекты ПфО не входят в информационную ситуацию.

Схемы на рисунках 4 и 5 сопоставимы со схемой на рисунке 2. Они имеют границы, внутренние и внешние связи. В обеих схемах есть сильные и слабые связи, которые задают границы. Различие в качестве связанных элементов и частей. В сложной системе элементы и подсистемы согласованы в аспек-

те информационного взаимодействия. В информационной ситуации связаны не элементы, а объекты. Они взаимодействуют, но эти взаимодействия могут быть согласованными или антагонистическими (противоборствующими) в аспекте информационного взаимодействия.

Можно констатировать, что структурное сходство существует, но аспекты взаимодействия различаются. Это приводит к тому, что структура информационной ситуации является более неустойчивой и более изменяемой. Соответственно, границы информационной ситуации более изменчивы. Общим для схем информационной ситуации и сложной системы является то, что их элементы могут быть интерпретированы как информационные единицы.

Проведенное сравнение дает основание утверждать, что структура объекта или системы может быть рассмотрена как информационная ситуация при наличии ситуативных параметров. При наличии только структурных параметров такая схема описывает только структуру. Проведенное сравнение дает основание утверждать, что как для сложной системы, так и для информационной ситуации применимы топологические модели и топологический анализ.

Проведенное сравнение дает основание дать формальную модель информационной ситуации по аналогии с моделью сложной системы:

$$InfSit = \langle Os, Cint, Str, Cout, R, G \rangle, \quad (2)$$

где *Os* – совокупность объектов в информационной ситуации;

Cint – совокупность внутренних связей в информационной ситуации;

Str – структура информационной ситуации;

Cout – множество внешних связей в информационной ситуации;

R – множество отношений между объектами информационной ситуации;

G – множество целей применения информационной ситуации.

Выражение (2) еще раз подчеркивает сходство и различие между сложной системой и информационной ситуацией. Важным следует сделать вывод о том, что сложная система может быть более активной и самостоятельной. Она имеет свои цели. Информационная ситуация более пассивная. Она имеет цели применения кем-то извне.

Заключение

С позиций структуры информационная ситуация является аналогом фрагмента сети, то есть открытой системой. Сложная система в рамках общей теории систем постулируется как закрытая система. Многообразие видов топологий сетей создает многообразие видов топологий информационных ситуаций. Общим для сложной системы и информационной ситуации является возможность топологического отображения. Сложная система имеет структуру согласованных элементов и частей, решающих общие функциональные задачи. Ее компоненты всегда комплементарны. Информационная ситуация имеет структуру комплементарных и антагонистических частей.

Применение информационной ситуации решает задачи выявления сильного и слабого взаимодействия. Информационная ситуация является переходной моделью между сложной системой и когнитивной картой. Информационная ситуация служит основой для построения когнитивных карт. Информационная ситуация служит основой анализа изображений. Ее используют для разбиения цифрового изображения на отдельные области [25]. Информационная ситуация служит основой для интеллектуального анализа данных. Применение модели информационной ситуации расширяет возможности анализа и управления. Проведенные исследования дают основания говорить о переносе знаний из области сложных систем в область информационных ситуаций и обратно. Системный подход дает возможность по новому исследовать структуру информационной ситуации. Модель информационной ситуации дает по новому исследовать структуру объектов и открытых сложных систем, которые включают не согласованные и антагонистические части.

Список литературы

1. *Tsvetkov V.Ya.* Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. Series A. – 2012. – Vol. (36). – № 12–1. – P. 2166–2170.
2. *Ожерельева Т.А.* Информационная ситуация как инструмент управления // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 176–181.

3. Павлов А.И. Пространственная информационная ситуация // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 198–203.
4. Богоявленская Д.Б. О модели проблемной ситуации // Научное творчество. – М. – 1969. – С. 381–387.
5. Лустина Е.А. Преодоление ситуации неопределенности в процессах мышления и воображения // Вопросы психологии. – 1982. – № 5. – С. 122–125.
6. Tsvetkov V.Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. – 2014. – Vol. (86). – № 11-1. – Pp. 1901–1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
7. Васютинская С.Ю. Пространственные отношения в кадастре // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 4 (12). – С. 91–96.
8. Савиных В.П. Информационные пространственные отношения // Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. – № 1 (18). – С. 79–88.
9. V.Ya. Tsvetkov. Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence. – 2015. – Vol. (8). – Is. 4. – P. 252–260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252 www.ejournal11.com.
10. Kaufman L., Rousseeuw P.J. Finding groups in data: an introduction to cluster analysis. – John Wiley & Sons, 2009. – 344 p.
11. Пеньков В.Е. Информационный подход: философские и методологические основания // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2008. – № 5. – С. 25–27.
12. Цветков В.Я. Прикладные системы // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофото-съемка. – 2005. – № 3. – С. 78–85.
13. Матрусова Т.Н. Организация как социотехническая система и управление персоналом в японской фирме // Труд за рубежом. – М.: НИИ труда. – 1999. – № 4. – С. 77–93.
14. Корнаков А.Н. Модель сложной организационно-технической системы // Перспективы науки и образования. – 2015. – №2. – С. 44–50.
15. Парсонс Т. Социальные системы // Личность. Культура. Общество. – 2003. – Т. 5. – № 1–2. – С. 169–203.
16. Берталанфи фон Л. Общая теория систем – критический обзор / В кн. Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
17. Курчанов А.А., Юдин Е.Б. Программа расчета метрических характеристик больших графов // Омский научный вестник. – 2014. – № 3 (133). – С. 217–221.
18. Hiroki Sayama. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. – Open SUNY Textbooks, Milne Library. State University of New York at Geneseo, 2015. – 498 p.
19. Цветков В.Я. Эмерджентизм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2–1. – С. 137–138.
20. Цветков В.Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Интеграция образования. – 2014. – № 3 (76). – С. 71–76. DOI : 10.15507/Inted.076.018.201403.071.
21. С.К. Дулин, И.Н. Розенберг, В.И. Уманский. Аспекты пространственной согласованности географической информационной системы. // Системы и средства информатики. – 2011. – Вып. 21. – № 2. – С. 73–96.
22. Цветков В.Я. Модель информационной ситуации // Перспективы Науки и Образования. – 2017. – № 2 (26). – С.13–19.
23. 23 Потапов А.С. Информационная ситуация и информационная позиция в информационном поле // Славянский форум. – 2017. – № 1(15). – С. 283–28.
24. Розенберг И.Н. Взаимодействие в информационных системах // Славянский форум. – 2015. – № 4(10) – С. 292–300.
25. Мулюха В.А., Заборовский В.С, Ильяшенко А.С, Лукашин А.А. Сетевые методы организации информационного взаимодействия киберфизических объектов в среде облачных вычислений // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – № 3(4). – С. 43–47.
26. Номоконов И.Б. Цифровая обработка рентгеновских изображений// Славянский форум. – 2015. – № 4(10). – С. 244–251.

References

1. *Tsvetkov V.Ya.* Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. Series A. 2012, Vol.(36), № 12-1, p. 2166–2170.
2. *Ozherel'yeva T.A.* Informatsionnaya situatsiya kak instrument upravleniya // Slavyanskiy forum, 2016. – №4(14). – s. 176–181.
3. *Pavlov A.I.* Prostranstvennaya informatsionnaya situatsiya // Slavyanskiy forum, 2016. – 4(14). – s. 198–203.
4. *Bogoyavlenskaya D.B.* O modeli problemnoy situatsii // Nauchnoye tvorchestvo. – M. – 1969. – S. 381–387.
5. *Lustina Ye.A.* Preodoleniye situatsii neopredelennosti v protsessakh myshleniya i voobrazheniya // Voprosy psikhologii. – 1982. – № 5. – S. 122–125.
6. *Tsvetkov V.Ya.* Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European researcher. Series A. 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
7. *Vasyutinskaya S.YU.* Prostranstvennyye otnosheniya v kadastre // Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii. – 2015. – №4 (12). – s. 91–96.
8. *Savinykh V.P.* Informatsionnyye prostranstvennyye otnosheniya // Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii. – 2017. – №1 (18). – s. 79–88.
9. *V.Ya. Tsvetkov.* Information Relations // Modeling of Artificial Intelligence, 2015, Vol.(8), Is. 4. – p. 252-260. DOI: 10.13187/mai.2015.8.252 www.ejournal11.com.
10. *Kaufman L., Rousseeuw P. J.* Finding groups in data: an introduction to cluster analysis. – John Wiley & Sons, 2009. – 344 p.
11. *Pen'kov V.Ye.* Informatsionnyy podkhod: filosofskiye i metodologicheskiye osnovaniya // Gumanitarnyye i sotsial'no-ekonomicheskiye nauki. – 2008. – № 5. – S. 25–27.
12. *Tsvetkov V.YA.* Prikladnyye sistemy // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yemka. – 2005. – №3. – s. 78–85.
13. *Matrusova T.N.* Organizatsiya kak sotsiotekhnicheskaya sistema i upravleniye personalom v yaponskoy firme // Trud za rubezhom. -M.: NII truda. – 1999. – № 4. – S. 77–93.
14. *Kornakov A.N.* Model' slozhnoy organizatsionno-tekhnicheskoy sistemy // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2015. – №2. – s. 44–50.
15. *Parsons T.* Sotsial'nyye sistemy // Lichnost'. Kul'tura. Obshchestvo. – 2003. – T. 5. – № 1–2. – S. 169–203.
16. *Bertalanfi fon L.* Obshchaya teoriya sistem – kriticheskiy obzor. / V kn. Issledovaniya po obshchey teorii sistem. – M.: Progress, 1969. – S. 23–82.
17. *Kurchanov A.A., Yudin Ye. B.* Programma rascheta metricheskikh kharakteristik bol'shikh grafov // Omskiy nauchnyy vestnik. – 2014. – № 3 (133). – s. 217–221.
18. *Hiroki Sayama.* Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. – Open SUNY Textbooks, Milne Library. State University of New York at Geneseo, 2015. – 498 p.
19. *Tsvetkov V.YA.* Emerdzhentizm // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2017. – № 2-1. – S. 137–138.
20. *Tsvetkov, V.YA.* Kognitivnyye aspekty postroyeniya virtual'nykh obrazovatel'nykh modeley // Integratsiya obrazovaniya. – 2014. – № 3 (76). – S. 71–76. DOI : 10.15507/Inted.076.018.201403.071.
21. *S.K. Dulin, I.N. Rozenberg, V.I. Umanskiy.* Aspekty prostranstvennoy soglasovannosti geograficheskoy informatsionnoy sistemy. // Sistemy i sredstva informatiki. – 2011. Vyp. 21, № 2. – s. 73–96.
22. *Tsvetkov V.YA.* Model' informatsionnoy situatsii // Perspektivy Nauki i Obrazovaniya. – 2017. – 2 (26). – s. 13–19.
23. *Potapov A.S.* Informatsionnaya situatsiya i informatsionnaya pozitsiya v informatsionnom pole // Slavyanskiy forum. – 2017. – 1(15). – s. 283–28.
24. *Rozenberg I.N.* Vzaimodeystviye v informatsionnykh sistemakh // Slavyanskiy forum, 2015. – 4(10) – s. 292–300.
25. *Mulyukha V.A., Zaborovskiy V.S, Il'yashenko A.S, Lukashin A.A.* Setetsentricheskii metod organizatsii informatsionnogo vzaimodeystviya kiberfizicheskikh ob'yektov v srede oblachnykh vychisleniy // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2014. – 3(4). – s. 43–47.
26. *Nomokonov I.B.* Tsifrovaya obrabotka rentgenovskikh izobrazheniy // Slavyanskiy forum, 2015. – 4(10) – s. 244–251.

INFORMATION SITUATION AS COMPLEX SYSTEM

Rozenberg I.N.,

Professor, Doctor of Technical Sciences, General director of the Research Institute of automated systems in railway transport,

JSC NIIS – HEAD OFFICE 27, bldg 1 Nizhegorodskaya Str.,

109029 Moscow, Russia,

E:mail: ig.rozenb2012@yandex.ru

The article describes a new approach to the information situation model. The article describes the types of information situations. The article analyzes structural models of complex systems. The article analyzes structural models of information situations. Paper shows the similarity and difference between structural models of a complex system and information situation. Paper compares models of information situations and models of complex systems. Paper concludes that it is possible to use a model of a complex system to describe the information situation. Paper concludes that it is possible to apply the theory of systems to study the information situation model.

Keywords: General theory of systems, modeling, models, information situation, complex system, structure

К ВОПРОСУ О РОЛИ ДИОКСИД УГЛЕРОДА И ЕГО ВЛИЯНИИ НА БИОСФЕРУ

Шаповалов Александр Борисович,
доцент кафедры математики и информатики,
Московского университета имени С.Ю. Витте,
e-mail: shapovalov-ab@yandex.ru

Рассмотрен процесс образования и трансформации доминирующих выбросов при энергогенерации диоксида углерода (CO₂). Показано влияние CO₂ на климатические термоколебания. Раскрыто использование антропогенных выбросов CO₂ как инструмента рыночных манипуляций. Показана неактуальность сокращения антропогенных выбросов CO₂ в РФ. Обосновано предложение о взимании платежей «углеродной ренты» со стран эмиттеров.

Ключевые слова: энергогенерация, выбросы, диоксид углерода, экзотермическое окисление, нанодеструкция

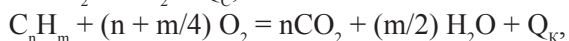
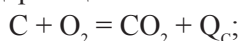
Современная энергогенерация на основе экзотермического окисления (сжигания) более 10 млрд т/год (в нефтяном эквиваленте) углеродосодержащего топлива обеспечивает около 85 % энергопотребления социума, определяя тем самым уровень его развития и качества жизни. Как известно, доминирующим продуктом реакций экзотермического окисления (горения) всех видов углеродосодержащих веществ и их композиций является диоксид углерода (CO₂). Сопутствующие энергогенерации выбросы CO₂ оцениваются [1] около 91 % всех его антропогенных выбросов, что составляет более 32 млрд т/год диоксида углерода. Антропогенные выбросы CO₂ по праву признаны самым масштабным неиспользуемым отходом.

Но и это не самое главное. Доминирование антропогенных выбросов CO₂ при энергогенерации, являющейся фундаментом формирования прибавочной стоимости и соответственно материально-финансовых ресурсов (базы рыночных механизмов), что и определило их как инструмент конкуренции и манипуляции. Вероятно это и легло в основу вариаций на тему глобального негативного влияния выбросов CO₂ на существование социума.

Переход проблемы выбросов сопутствующих энергогенерации в область различных коммерческих и политических манипуляций [2] и в конечном итоге трансформация ее в инструмент международного давления на нашу страну зафиксирован в Резолюции международной научной конференции «Экологические и природоохранные проблемы современного общества и пути их решения» от 30 марта 2017 г. Конференция от имени более 200 ученых и специалистов обратилась к Президенту РФ с предложением: «провести слушания (конференцию) о целевых показателях развития, в частности целесообразности использования в РФ показателя «удельной углеродоемкости экономики», в том числе как индикатора эффективности деятельности губернаторов».

Ниже рассматриваются противоречия современных рыночных механизмов, связанных с манипуляцией CO₂.

Образование выбросов CO₂ раскрывает механизм экзотермического окисления (горения) углеродосодержащей части веществ:



где n , m – число атомов углерода и водорода в молекуле;

Q_c и Q_k – тепловые эффекты реакций или теплота сгорания.

Содержание углерода в исходном веществе определяет соответственно и количество CO₂, поступающего в биосферу при энергогенерации. При условии равной энергогенерации [3] сжигание различных видов топлива сопровождается соответственно разной эмиссией CO₂, что показано на рисунке 1.

Так, подавляющая часть CO₂ в составе громадного потока в 250 трлн м³ дымовых газов тепловых электростанций, где его концентрация менее 12 %, выбрасывается в атмосферу.

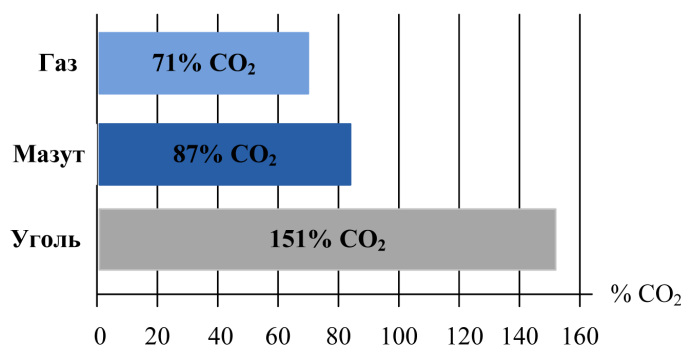


Рисунок 1 – Эмиссия CO₂ при равной энергогенерации

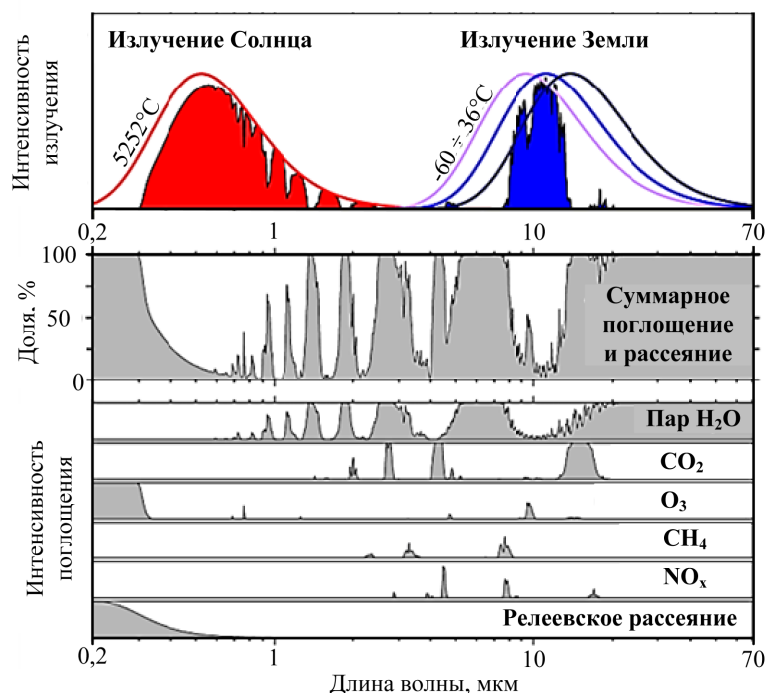


Рисунок 2 – Молекулярное преобразование излучения Солнца в земной атмосфере

Для наглядности рассмотрим общие закономерности атмосферы Земли (дома, где мы живем). Преобразование электромагнитной энергии Солнца в атмосфере Земли и влияние ее составляющих наглядно раскрыто на рисунке 2.

На рисунке 2 приводится спектральное поглощение в области длин волн от 0,2 мкм до 70 мкм. В верхней части рисунок 2 сплошными линиями аппроксимируются излучения абсолютно черного тела, соответствующего Солнцу (5525 K) и Земле (210–310 K). Заливкой показано излучение с учетом его потерь в атмосфере при переносе солнечного и атмосферного излучений. В нижней части рисунка 2 представлено молекулярное поглощение и релеевское рассеяние электромагнитной энергии составляющими атмосферы. Дискретность уровней энергий, формирует отдельную *линию поглощения*. Поскольку каждая молекула состоит из конкретных атомов и имеет определенную структуру, спектр ее поглощения индивидуален, что и отождествляет их химическую природу и структуру.

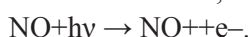
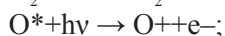
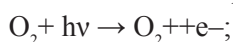
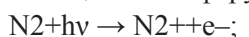
Релеевское рассеяние обусловлено поляризацией молекул во внешнем электромагнитном поле, что формирует собственное электрическое поле и аппроксимируется как электрический диполь. Колебания внешнего поля приводят к колебаниям диполя, в результате чего диполь сам становится вторичным центром генерации электромагнитной волны. Эта вторичная волна и есть *рассеянное излучение*. Молекулярное рассеяние оценивается в соответствии с законом Релея: интенсивность излучения диполя, колеблющегося по гармоническому закону, обратно пропорционально четвертой степени длины волны:

$$I(\lambda) \sim \lambda^{-4}.$$

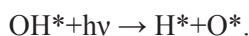
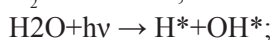
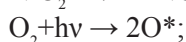
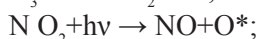
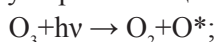
Отсюда следует, что рассеяние коротковолнового излучения происходит гораздо более интенсивно, чем длинноволнового. Собственно, именно этим рассеянием и объясняется голубой цвет дневного неба.

Поглощаемая молекулами газовой оболочки Земли электромагнитная энергия (рисунок 3) трансформируется ее посредством фотохимических процессов (фотодиссоциации и фотоионизации) и изменением свойств молекул в многослойную оболочку защищающую жизнь на Земле от избыточной Солнечной энергии (радиации, ультрафиолета и т.п.) и «космического мусора».

Внешний слой атмосферы от 50 до 1000 км – ионосфера образован за счет трансформации энергии рентгеновского излучения Солнца; метеоритов, сгорающих на высотах 60–1000 км; космических лучей, энергочастиц магнитосферы и т.п. посредством *фотоионизации*. В результате образуются слои с высокой плотностью свободных электронов и смесью ионов NO^+ и O_2^+ , положительных кластерных ионов $[\text{H}^+(\text{H}_2\text{O})_n, \text{NO}^+(\text{H}_2\text{O})_n, \text{NO}^+(\text{CO}_2)]$ и др., отрицательных ионов $[\text{NO}_3^-, \text{CO}_3^-, \text{NO}_3^-(\text{H}_2\text{O})]$ и др. в сочетании с квазинейтральной плазмой и спорадическими слоями, в которых преобладают ионы металлов метеорного происхождения (Fe^+ , Mg^+ , Na^+ и др.). Непрерывное образование ионов из молекул и атомов, составляющих атмосферу, под действием кванта света происходит, например:



В результате *фотодиссоциации* образуется озоносфера O_3 от 15 до 50 км. Непрерывный распад молекул при поглощении кванта света приводит к образованию свободных радикалов, например:



Озоновый слой поглощает от 97 до 99 % солнечного излучения в области длин волн от 0,2 до 0,315 мкм. Поглощенная озоном солнечная энергия нагревает атмосферу и приводит к повышению температуры с высотой. Таким образом, тропосфера и стратосфера разделяются тропопаузой, и практически не смешиваются. Лишь после образования озонового слоя (500–600 млн лет назад) жизнь смогла выйти из океанов, без этого не возникли бы ни растения, ни высокоразвитые формы жизни, включая человека. Более того, Земля и ее ионосфера, образуют сферический резонатор, содержащий стоячие электромагнитные волны в атмосфере, в частности «волны Шумана», соответствующие биоритмам головного мозга.

Таким образом, «парниковые газы», образующие атмосферу Земли, под воздействием излучения Солнца трансформируются не только в многослойную защиту Земли, но и, вероятно, образуют хранилище эталонов биоритмов, то есть их своеобразные камертоны.

Углекислый газ (CO_2) пропускает электромагнитные волны Солнца в оптическом диапазоне ($\lambda = 0,1 \div 4$ мкм), но эффективно поглощает отраженные от поверхности Земли волны в инфракрасном диапазоне ($\lambda = 4 \div 120$ мкм), что показано на рисунке 2. Поэтому углекислый газ, присутствующий в атмосфере, действует как «защитный экран», уменьшая тепловые потери планеты.

Рассматривая различные механизмы формирования климата Земли Ж. Фурье в 1827 г. предложил механизм парникового эффекта. А в 1896 году С. Аррениус выдвинул гипотезу, что динамика концентрации в атмосфере углекислого газа может являться одной из причин климатических термоколебаний. Таким образом, сформировалась гипотеза, что избыток CO_2 нарушает терморегуляцию биосферы и посредством «парникового» эффекта приводит к глобальному потеплению климата.

Итак, эпопея о влиянии CO_2 на глобальное потепление конца 18 века обрела «магическую силу» в 21 веке.

Но, как видно [4] из рисунка 2 и рисунка 3, доминирующим парниковым газом является водяной пар, его вклад в «парниковый» эффект более чем в 3 раза превосходит вклад CO_2 . Следует так же отметить, что метан (CH_4) является в 20 раз более сильным парниковым газом, чем CO_2 благодаря более высокому молярному коэффициенту поглощения.

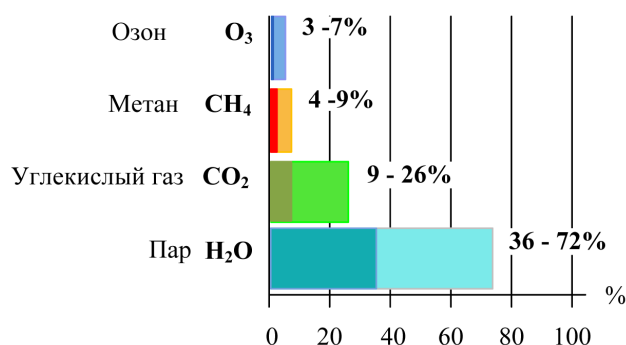


Рисунок 3 – Вклад атмосферных газов в «парниковый» эффект

Более того, известно [5] как минимум 7 гипотез о природе климатических термоколебаний (в том числе потепления) не связанных с CO₂, однако определить степень их влияния и взаимную корреляцию, как и рассматриваемой гипотезы пока не представляется возможным. Точка зрения о влиянии выбросов CO₂, сопутствующих энергогенерации, на климатические термоколебания приводит к естественному поиску путей их снижения и/или устранения [6]. Наиболее популярен кардинальный путь: альтернативные источники энергогенерации.

Наибольшие необоснованные ожидания по сокращению выбросов CO₂ возлагаются на водородную энергогенерацию. Однако, промышленное производство водорода на 80 % осуществляется за счет конверсии природного газа, а остальные 20 % приходятся на долю конверсии угля. Естественно, стоимость получения водорода из этих источников в разы ниже стоимости его получения с применением «чистых» технологий или «возобновляемых» источников. В итоге его полная энергетическая эффективность значительно ниже других источников энергии, а полная эмиссия вредных веществ в атмосферу с учетом процессов его получения – значительно выше. Ну и самое главное: энергогенерация на основе водородного топлива в качестве выбросов дает водяной пар. То есть как раз такая альтернатива заведомо и приведет к глобальным климатическим термоколебаниям.

В принципе любые природные факторы можно трансформировать в энергию: солнце, ветер, атмосферное электричество, движение воды, геотермальные явления, биоэнергетика и т.п. Сейчас возобновляемые источники уже прочно завоевали определенную нишу в секторе локальной распределенной энергогенерации малой мощности. По самым оптимистичным оценкам, вклад возобновляемых источников в энергогенерацию наиболее технологически развитых стран, несмотря на многолетние усилия и многомиллиардные затраты (без гидроэнергетики), не превышает 2÷3 %, а в глобальное производство первичной энергии не превышает 3 %.

Таким образом, на сегодняшний день вклад альтернативных источников энергогенерации (возобновляемые источники, гидроэнергетика, атомная, водородная) в глобальное производство первичной энергии не превышает 14,4 % и фиксируется насыщение экономически обоснованного рынка данных технологий. Альтернативные источники энергогенерации [6] не решают основную задачу – обеспечение экобезопасной энергогенерации. Одни экологические проблемы заменяются не менее вредоносными другими. Реальной энергоэффективностью обладает только гидроэнергогенерация, однако ресурс практически исчерпан.

Более реально представляется путь по переводу энергогенерации на топливо с меньшими выбросами (рисунок 1).

Показательно, что при условии равной энергогенерации использование газа вместо угля и мазута приводит к снижению:

- выбросов CO₂ в 2,13 раза в сравнении с углем и в 1,22 раза – с мазутом;
- выбросов окислов азота в 1,2 и 2,2 раза ниже, чем при применении соответственно мазута и угля;
- выбросов оксидов серы до 99 %;
- потребление кислорода атмосферного воздуха на 24 % по сравнению с углем.

Однако, сегодня структура топливного баланса следующая: природный газ – 63 % потребляемого на ТЭС топлива, уголь 28 %, мазут и прочие виды топлива 19 %. Это показывает, что ресурс этой концепции практически исчерпан. Но самое главное в другом: сравним энергетическую рентабельность

(аналог КПД) EROEI рассматриваемых энергоносителей. Средние значения (даже сделаем скидку на точность абсолютных значений) показывают тенденцию EROEI: уголь 50÷80, мазут (нефть) менее 19, природный газ около 10. То есть уголь, как топливо, в 5÷8 раза эффективнее природного газа и нефти. Очевидно, что рыночная экономика в первую очередь использует энергетические ресурсы с наиболее высоким EROEI, поскольку они дают больше всего энергии при наименьших затратах. Поэтому надежды на дальнейшее существенное изменение топливного баланса в сторону природного газа практически ничтожны.

Таким образом, ресурс сокращения и/или ликвидации выбросов CO₂ при энергогенерации [6] как за счет альтернативной энергогенерации, так и за счет перехода на более «чистое» топливо практически исчерпан. Тем не менее, первое международное соглашение об охране окружающей среды – Киотский протокол [7] с 01.2008 г. охватывало 15 % всех мировых выбросов парниковых газов путем торговли квотами на эти выбросы при условии их сокращения. Но, пресловутые рыночные механизмы привели к переизбытку квот и обесценили уникальные международные усилия по борьбе с выбросами. А, благодаря «рыночным» усилиям Катера, с 12.2017 г. РФ вышла из данного соглашения. Так бесславно рыночная экономика хоронит надежду прогрессивного человечества на чистое будущее, сводя все к банальной спекуляции.

«Никогда такого не было, и вдруг опять» – характеризуют энергетику и экономику стран удельной «углеродоемкостью» экономики. Все выбросы CO₂ от сжигания топлива делят на общий объем произведенной продукции, товаров и услуг (валовый внутренний продукт страны – ВВП в \$ США, с учетом поправки на его разную покупательную способность в разных странах). И вот, фондом Карнеги в серии «Политический взгляд» публикуется [8] доклад «Климатическое видение России: от слов к делу», где делается вывод: «факт, что углеродоемкость страны остается высокой, подрывает роль России в качестве серьезного игрока на мировой арене». В работе [9] также отмечается точка зрения некоторых ведущих ученых в данной области, направленная к снижению углеродоемкости экономики. В итоге, отечественные специалисты Минэкономики планируют сделать показатель углеродоемкости регионального ВВП одним из индикаторов эффективности деятельности губернаторов [10].

Сомнительные показатели, определяющие еще более сомнительные цели нашей экономики, не только контрпродуктивны и опасны, но и отвлекают впустую гигантские ресурсы – «за чей счет банкет»? В связи с этим целесообразно, даже в общих чертах, оценить роль и значимость CO₂ в нашем мире.

Для начала уместно напомнить, что наш мир определяют более 10 млн углеродосодержащих веществ с динамикой роста более 500 видов в год, в то время как остальных известных веществ лишь несколько десятков тысяч. Собственно существование и развитие биосферы, как и жизни в целом, есть не что иное, как динамика трансформации углеродосодержащих веществ. В этом глобальном процессе CO₂ является не только источником построения жизни и регенерации ее функций, но и одним из важнейших *биотрансмиттеров*, в частности, медиатором ауторегуляции кровотока.

Таким образом, предлагаемые ограничения оборота CO₂ в биосфере противоречат самой сути жизни. Реальное же влияние на биосферу оказывает концентрация CO₂.

Концентрация CO₂ определяется сезонными колебаниями, турбулентностью атмосферы, соотношением локальных характеристик источника и биосферы и многим другим. Качественная картина сезонной динамики содержания углекислого газа в атмосфере, рассчитанная [11] по данным ORNL (национальная лаборатория Министерства энергетики США Oak Ridge National Laboratory) на разных широтах, представлена на рисунке 4.

По вертикали отложена концентрация CO₂ в ppm. *По левой горизонтальной оси* – географическая широта: от Южного полюса до 82°с. ш. *По правой* – время с сентября 1988 года по сентябрь 1992-го. Образующие вдоль оси времени, соединяют точки, относящиеся к одной широте (шаг 10). Образующие, идущие перпендикулярно, вдоль оси географической широты, соединяют точки, относящиеся к одной дате.

Сезонные колебания концентрации атмосферной углекислоты на планете определяются, преимущественно, растительностью средних (40÷70°) широт Северного полушария. С марта по сентябрь вследствие фотосинтеза содержание CO₂ в атмосфере падает, а с октября по февраль – повышается.

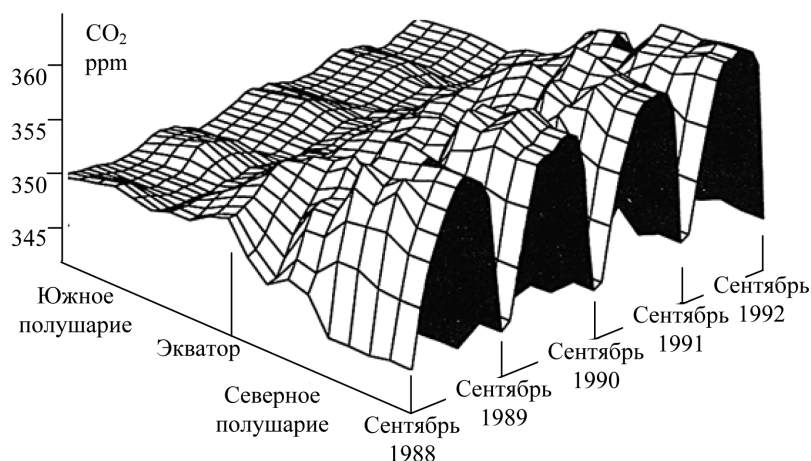


Рисунок 4 – Сезонная динамика концентрации CO_2 в атмосфере Земли

Следует так же отметить [2], что атмосферная циркуляция в северном полушарии Земли приводит к значительному трансграничному переносу газообразных выбросов из стран Западной и Восточной Европы на территорию России. Поступление газообразных выбросов в нашу страну почти в 8 раз превышает их отток в другие государства. Подобный дисбаланс наблюдается со стороны Германии, Польши, Чехии, Словакии и Украины в переносе выбросов на Европейскую часть России. Очевидно, что эту ситуацию необходимо учитывать при формировании программ Европейского сотрудничества.

По данным [1] антропогенные выбросы углекислого газа почти в 2 раза превышают поглощающую способность планеты, хотя динамика их роста сократилась с 0,7 % в 2014 г. до 0,2 % в 2016 г., то есть в 3,5 раза. Несмотря на разнородность (рис.5) концентрации CO_2 в атмосфере Земли ее абсолютная величина фиксируется по наибольшему локальному значению около 400 ppm. Далее это значение ложится в основу различных анализов и соответственно выводов.

Итак, концентрация CO_2 , составляющая на данный момент [1] примерно 400 молекул на миллион (ppm), уже практически достигла оптимума для фотосинтеза у C_4 -растений, но очень далека от оптимума для доминирующих C_3 -растений. Практически у всех видов растений рост концентрации CO_2 в атмосфере приводит к активизации фотосинтеза и ускорению роста. По экспериментальным данным [11], удвоение текущей концентрации CO_2 приведет (в среднем) к ускорению прироста биомассы у C_3 -растений на 41 %, а у C_4 на 22 %. Что и используется при производстве растительной продукции в закрытых объемах (теплицах). Вопреки существующей точке зрения ряда ученых и специалистов по ограничению углеродоемкости экономики [9], CO_2 либо используют образовавшийся при энергогенерации, либо специально генерируют как источник жизни, для ускорения прироста товарного объема (увеличения урожайности) при производстве растений.

Как видно из отечественных исследований [9], результаты которых представлены на рисунке 5, поглощение CO_2 биотой РФ существенно выше кривой антропогенных выбросов. Это означает, что российская биота с учетом доли «океанической» составляющей полностью поглощает антропогенные выбросы CO_2 (индустриальные выбросы при сжигании топлива и производстве продукции из минерального сырья, выбросы при пожарах и эмиссии срубленной древесины). В итоге [9]: «совершенно очевидно – только естественных поглощающих ресурсов лесов России хватит до конца столетия для эндогенного развития отечественной энергетики». Из этого следует, что рыночные манипуляции с CO_2 , не актуальны для нашей страны.

А вот страны-эмиттеры (по их же утверждениям) безвозмездно используют ресурс, который Россия имеет для своего развития, и, более того, принуждают осваивать ее дорогостоящие углеродосберегающие технологии. Поэтому закономерно требование о взимании платежей: «карбонной ренты» [9] со стран эмиттеров.

Таким образом, традиционные подходы в борьбе с выбросами при энергогенерации не дают приемлемого решения. Эффективная энергогенерация возможна [13; 14; 15] на основе отмеченного международной наградой рециклинга отходов нанодеструкцией: «деструкция вещества отходов на наноразмерные частицы и формирование из них вещества товарного продукта». Данный подход позволяет

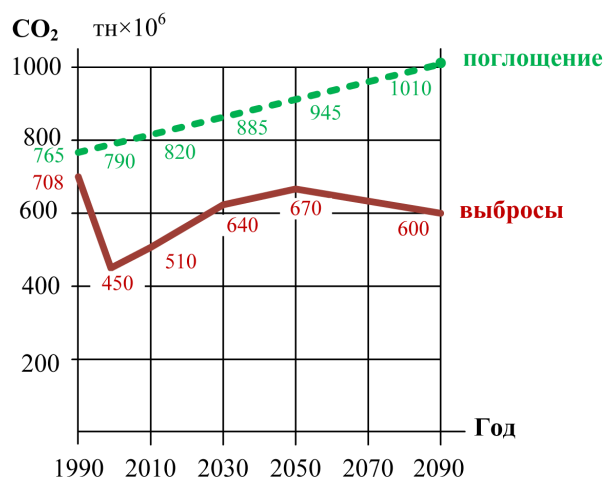


Рисунок 5 – Динамика и прогноз выбросов и поглощений углекислого газа России

трансформировать выбросы не только в товарные продукты, но и в энергоносители, возвращая их в процесс энергогенерации. В результате образуются обратные связи в процессе энергогенерации. Такой подход обеспечивает как эффективность энергогенерации, так и ее надежность, устойчивость и экологическую безопасность. Возврат выбросов, в частности CO_2 , в процессе энергогенерации приводит [14; 15] не только к снижению потребления добываемых энергоносителей, но и к естественной демонопользации их рынка и соответственно снижению конфликтного потенциала в социуме.

Список литературы

1. Global carbon budget / C. Le Que're' [et al.], 2016 doi:10.5194/essd-8-605-2016. URL: <http://www.earth-syst-sci-data.net/8/605/2016/essd-8-605-2016.pdf> (дата обращения: 11.08.2017).
2. Образование доминирующих выбросов при энергогенерации / Лазарев Г.Е., Шаповалов А.Б. / Экологические и природоохранные проблемы современного общества и пути их решения: материалы XIII международной научной конференции; в 2-х ч. / под ред. А.В. Семенова, Н.Г. Малышева, Ю.С. Руденко. – М.: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2017. – Ч. 1. – 504 с. – С. 53–66. URL: <http://www.muiv.ru/novosti/sostoyalas-xiii-mezhdunarodnaya/> (дата обращения: 11.08.2017).
3. Особенности выбросов углекислого газа и потребление кислорода при сжигании различных видов топлива / М.А. Елекеев, А.В. Барвиков, З.А. Естемесов / Вестн. Казах. нац. техн. ун-та. – 2009. – № 3. – С. 36–39.
4. Флинт Р.Ф. История Земли – М.: Прогресс, 1978. – С. 340.
5. Гусев Г.А. Глобальное потепление: критический взгляд. URL: http://bio.1september.ru/view_article.php?ID=201001101 (дата обращения: 11.08.2017).
6. К вопросу альтернативной энергогенерации / Шаповалов А.Б. / Экологические и природоохранные проблемы современного общества и пути их решения: материалы XIII международной научной конференции; в 2-х ч. / под ред. А.В. Семенова, Н.Г. Малышева, Ю.С. Руденко. – М.: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2017. – Ч. 1. – 504 с. – С. 127–134. URL: <http://www.muiv.ru/novosti/sostoyalas-xiii-mezhdunarodnaya/> (дата обращения: 11.08.2017).
7. Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Киото, 11 декабря 1997 года. Вступил в силу для России 16.02.2005. [Текст] / URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (дата обращения: 11.08.2017).
8. A climate vision for Russia: from rhetoric action/ Anna Korppoo, Adan Vatansever/ Carnegia endowment for international peace/ august 2012. URL: http://www.rusecounion.ru/sites/default/files/RussiaClimate_Anna_Korppoo.pdf (дата обращения: 11.08.2017).
9. Федоров Б.Г. Карбонная рента (биота России) [Электронный ресурс] / Б.Г. Федоров // Лесохоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2016. – № 3. – С. 86–94. URL: http://lhi.vniilm.ru/PDF/2016/3/LHI_2016_03-05-Fedorov.pdf (дата обращения: 11.08.2017).
10. Газета «Коммерсантъ» 28.12.2015. URL: <http://kommersant.ru/doc/2887703> (дата обращения: 11.08.2017).

11. Kiehl, J.T., Kevin E. Trenberth «Earth's Annual Global Mean Energy Budget». *Bulletin of the American Meteorological Society* 78 (2) February 1997, pages 197–208.
12. Idso, C.D., Idso, K.E. Forecasting world food supplies: the impact of rising atmospheric CO₂ concentration // *Technology* 7 (suppl). 2000. – Pp. 33—56.
13. Шаповалов А.Б. Рециклинг отходов нанодеструкцией в товарные продукты// *Справочник эколога*. – 2015. – № 3(27). С. 82–90.
14. Шаповалов А.Б. Сокращения техногенного диоксида углерода нанодеструкцией // *Экологический вестник*. – 2011. – № 11. – С. 116–121.
15. Шаповалов А.Б. Энергопотребление на основе нанодеструкции углеродосодержащих отходов // *Справочник эколога*. – 2017. – № 3. – С. 76–85.

TO THE QUESTION OF THE ROLE OF CARBON DIOXIDE AND ITS INFLUENCE ON THE BIOSPHERE

Shapovalov A.B.,

*Associate Professor, Moscow Vite University,
e-mail: shapovalov-ab@yandex.ru*

The process of formation and transformation of dominant emissions in the case of energy generation – carbon dioxide (CO₂) is considered. The effect of CO₂ on climatic thermal vibrations is shown. The use of anthropogenic CO₂ emissions as a tool for market manipulation is disclosed. The irrelevance of the reduction of anthropogenic CO₂ emissions in the Russian Federation is shown. The proposal to collect payments of «carbon rent» from the emitter countries is substantiated.

Keywords: power generation, emissions, carbon dioxide, exothermic oxidation, nanodestruction

СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Цветков Виктор Яковлевич,

заместитель руководителя центра стратегического анализа и развития,
Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации,
автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС),
Москва, Россия
e-mail: cvj2@mail.ru

Статья анализирует сложную техническую систему. Исследуется понятие сложной технической системы. Показано, что в современном понимании сложная техническая система является информационно-технической системой. Проводится сравнение сложной системы и сети. Показано сходство и различие между сложной технической системой и сетью. Описан аутопойезис сложной технической системы. Раскрываются аспекты теории социальных систем Лумана применительно к сложной технической системе. Показана приемлемость теории Лумана к описанию сложной технической системы. Описаны принципы и свойства сложной технической системы. Статья доказывает, что общая теория систем не пригодна для полного описания сложных систем. Для описания сложных технических систем необходима новая теория сложных систем.

Ключевые слова: сложность, сложная техническая система, аутопойезис, сетевая система, блоки системы, энтропия

Введение

Сложными техническими системами называют системы, поведение которых сложно моделировать из-за сложных зависимостей между их частями или из-за сложных взаимодействий между данной системой и окружающей средой [1; 2]. Системы, которые называют «сложными», имеют специфические свойства, такие как нелинейность, гетерогенность, частичная стохастичность, неопределенность, петли обратной связи (циклы) и другие [3–5]. Такие системы применяют в разных областях [6], поэтому можно выделять общие характеристики таких систем и частные характеристики. Соответственно разделяют общее направление исследования систем и специальные направления. Общие характеристики являются специальной темой исследований, которая связана с системным анализом и теорией систем. Специальные характеристики служат основой изучения систем применительно к предметной области или специфическому взаимодействию системы и среды. Сложные системы используются в качестве обобщающего термина, охватывающего многие дисциплины, включая транспорт, физику, нелинейную динамику, биологию, информатику, астрономию, социологию, экономику и прочее. Следует подчеркнуть различие между современными сложными техническими системами (СТС) и сложными техническими системами, существовавшими в «докомпьютерный период». Проведем параллель, современные информационные технологии отличаются от докомпьютерных информационных технологий (телефония, телеграф). Точно также современные СТС отличаются от ранее существовавших СТС, включением информационной компьютерной и телекоммуникационной компонент. Поэтому современные СТС можно обозначить термином «сложные информационно-технические системы», что по сути соответствует этим системам, но такой термин не нашел широкого применения. Поэтому будем говорить о СТС, имея в виду наличие информационной составляющей в этих системах как основной. В целом исследование сложных технических систем имеет междисциплинарное значение.

Сложные системы и сложные сети

Термины сложные системы и сложные технические системы (СТС) изучают с использованием подхода, который исследует, как отношения между частями системы приводят к ее общему поведению и изменению состояния системы. Этот подход включает исследование того как система взаимодействует с внешней средой [1; 7]. Этот подход включает исследование того, как система изменяет внутренние отношения между частями и внешние отношения со средой. Изучение сложных систем включает изу-

чение коллективного или общесистемного поведения. Важную роль в этом играет структурный анализ [8] и структурное моделирование [9].

Следует отметить принципиальное различие между системным анализом и теорией сложных систем. Системный анализ исследует сложные системы как некую абстракцию одинаковую для разных предметных областей. Он исключает особенности сложных технических систем, сводя их к абстрактной и упрощенной модели сложной системы. По существу системный анализ исключает «сложность системы» и рассматривает системы упрощенно.

Теория сложных систем направлена на изучение сложности как главной характеристики сложных систем и сложных технических систем. Соответственно, эта теория изучает все факторы, которые влияют и создают сложность системы. Рассмотрение СТС как сложной системы приводит к понятию распределенная система как к примеру сложной системы. В свою очередь, изучение распределенной системы приводит к понятию сети или сетевой системы. Поэтому можно говорить о сходстве СТС с сетевой системой или сетью.

Если структура сети или системы имеет большое количество узлов, то это является признаком сложности и дает основание применять теорию работы с «большими графами» [10]. Для больших сетей (и соответственно СТС) возникает проблема анализа структуры и выделения в ней «над структуры», как наиболее важной части структуры. Как правило, такая «над структура» является скрытой, или латентной характеристикой. Выявление латентной структуры, скрытой в масштабных сетях, является важной задачей, решение которой необходимо для качественной оценки сложных сетей, а также для анализа сложных систем. Сложные системы содержат множество компонентов (блоков), которые имеют определенные функции.

Различие между сложными системами и сложной сетью в том, что сеть, прежде всего, отражает простую структуру связей между узлами и взаимодействие между узлами. Сеть структурно характеризует либо состояние объекта, либо переход объекта из одной точки сети в другую. В сети может находиться множество объектов, и она является характеристикой множества объектов. Отсюда для сети важной характеристикой являются переходы между узлами сети. Сеть отражает структуру связей между узлами и взаимодействие между узлами.

Сложные системы чаще структурно характеризуют один объект. Структура СТС характеризует отношение между компонентами системы и взаимодействие СТС с внешней средой. Сложные системы имеют по отношению к сети дополнительные свойства: целостность, эмерджентность, инегративность [11], многоуровневость структуры, а также наличие отношений, которые не являются связями, но влияют на функционирование системы.

Сеть является более простым объектом в сравнении со сложной системой [12]. В силу этого представление сложной системы и сложной сети не эквивалентны, хотя имеют общие признаки. Этими общими признаками являются блоки или компоненты системы и сети. В сети и в СТС можно выделить блоки, которые имеют внешние и внутренние связи. В представлении сети блоки (компоненты системы) являются совокупностью вершин с высокой плотностью внутренних связей и низкой плотностью внешних связей. Это является основным критерием группировки (кластеризации) и генерализации сетей и переходе от простой сети к блочному представлению. Таким образом, генерализация сети в графовом представлении означает переход от простого узлового представления сети к сложному блочному представлению. Такое представление является формальным. В когнитивном управлении этот механизм лежит в основе построения когнитивных карт [13].

В представлении сложной системы блоки или компоненты являются объединениями элементов по общему функциональному назначению. Такое представление является физическим, поскольку компоненты или блоки системы можно представить как малые системы, имеющие общий вход и выход.

Различие между сетью и СТС прослеживается при анализе энтропии этих объектов. Для сети перемещение объекта может быть рассмотрено как случайная величина X , которая переходит из одного состояния (узла) в другой с частотами p_i . Это определяет энтропию сети $H_N(X)$ по множеству узлов и переходов между ними.

$$H_N(X) = -\sum p_i \log(p_i). \quad (1)$$

Здесь $i=1 \dots n$, n – количество узлов в сети.

Сеть физически состоит только из узлов, поэтому выражение (1) описывает такую простую модель.

Энтропия сложной системы определяется на основе того что СТС физически состоит из компонент (подсистем, частей, блоков), которые включают элементы (аналоги узлов сети). Это определяет энтропию $H_s(X)$ сложной технической системы как покомпонентную энтропию (первый член в выражении (2)) и внутри компонентную энтропию (второй член в выражении (2)).

$$H_s(X) = -\sum q_i \cdot \log(q_i) + \sum H_{ci}. \quad (2)$$

Здесь $i=1 \dots m$, m – количество компонентов в системе $m < n$. H_{ci} – энтропия компонента системы. Сравнение (1) и (2) дает основание прийти к выводу

$$H_N(X) \gg H_s(X). \quad (3)$$

Энтропия сети, характеризующая неопределенность и непредсказуемость сети на много больше, чем энтропия СТС. Сложная техническая система более устойчивая и предсказуемая по сравнению с сетью. Причина этого кроется в меньшем числе переходов или связей при том же количестве элементов. С ростом числа узлов количество связей в плоской сети растет пропорционально $(n^2/2)$ квадрату узлов в сети. В сложной системе таких переходов значительно меньше $(m^2/2)$. Косвенно из этого следует вывод, что для устойчивости и определенности любой системы ее необходимо разбивать на блоки с уменьшением количества переходов между ними.

Аутопойезис сложной технической системы

При исследовании этого вопроса придерживаемся точки зрения, что современная СТС является информационно-технической и включает элементы искусственного и естественного интеллекта. Только для таких систем применимо понятие аутопойезис. Термин «аутопойезис» введен социологом Никласом Луманом в его теории социальных систем, которая основана на трех концепциях, связанных воедино в его работе [14]. Это следующие концепции: теория систем как теория общества; теория коммуникации; теория эволюции. Эти положения развиты в его работе [15]. Основные категории, которые лежат в основе теории систем Лумана следующие: комплексность, редукция, рефлексия, аутопойезис, функциональная дифференциация. Следует отметить качественное отличие теории систем Лумана от большинства теорий систем других авторов [3–8]. Классические теории систем базируются на абстрактных моделях, привязанных к логике и математике. Теория систем Лумана базируется на аналогиях развития биосистем и социальных систем.

Различие целого (системы) и части (блока системы) в теории Лумана трансформировано на различие системы и окружающей среды. Это является новым по отношению к классической теории сложных систем, поскольку сложные системы часто трактуются как замкнутые системы. Теория систем Лумана находится между классической теорией систем и теорией динамических систем [3]. Она с разной степенью применима к различным сложным техническим системам. На рисунке 1 даны основные принципы теории социальных систем.

Особенность схемы на рисунке 1 в том, что она включает три пары принципов и один основополагающий принцип аутопойезиса.

Первая пара сложность и редукция. Сложность, которая может быть динамической, является основополагающим принципом. Этот принцип соотносит теорию Лумана с теорией сложных систем. Сложность как отношение между системой и внешней средой трактуется Луманом как неограниченное количество возможностей, которые угрожают системе. Эта модель напоминает модель энтропии сети (1).

В паре со сложностью идет редукция. Этот принцип формально соотносит теорию Лумана с теорией систем и системным анализом. Однако в трактовке Лумана редукция означает изменение качества системы или ее подсистем не в сторону упрощения системы, а в сторону уменьшения внешних связей и внешней сложности для снижения угроз для возможности системы их отражать и при этом функционировать. Таким образом, Луман трактует редукцию не как механизм упрощения систем, а как основу рациональности поведения и фактор выживания. Такой трактовки в общей теории систем нет, но она вполне приемлема для СТС.



Рисунок 1 – Основные принципы теории социальных систем Лумана

Следующая пара связанных принципов рефлексия и самореференция. В общей теории систем таких категорий нет. Рефлексия в трактовке Лумана означает самоотношение с другим, то есть взаимодействие системы с внешней средой. Самореференция несколько отличается от общепринятого значения и означает в теории Лумана самоидентификацию, то есть характеристику внутреннего взаимодействия блоков системы. Таким образом эта пара принципов связывает внутреннее и внешнее взаимодействие в СТС.

Третья пара принципов дифференциация и коммуникация. Коммуникация означает передачу и обмен информацией. Функциональная дифференциация состоит в различии и обособлении подсистем общества, что применительно к теории систем Лумана, означает дифференциацию внутренних частей системы и дифференциацию отношений между системой и внешней средой. Дифференциация является динамической характеристикой и направлена на выделение новых свойств и качеств в системе, которые происходят в процессе ее функционирования и развития.

Важнейшим не парным принципом является аутопойезис. Он объединяет все остальные принципы. Аутопойезис означает самоорганизацию и самовоспроизводство.

Луман выделяет аутопойезис как важнейший системный принцип [16]. Данный термин Луман заимствовал у нейробиологов, полагая, что сложная система должна быть аналогичной биологическим системам и способна создавать все имеющиеся части на основе собственных ресурсов. В современном синергетическом понимании это свойство называют самоорганизацией и саморазвитием. Аутопойезис является интегратором, соединяющим все принципы социальных систем и обеспечивающим функционирование системы. Все рассмотренные принципы применимы к СТС.

Особенность СТС в том, что она не является интеллектуальной системой, но содержит интеллект в отдельных блоках и в человеческом участии в работе. Поэтому аутопойезис СТС формируется на основе синтеза моделей саморазвития сложных систем и человеческого интеллекта. Аутопойезис СТС имеет следующие свойства:

- 1 Способность формировать и развивать внутреннюю модель мира.
- 2 Способность извлекать знания и производить новые знания.
- 3 Способность к моделированию.
- 4 Способность формирования собственных ресурсов.
- 5 Способность трансформации неявного знания в явное.

При наличии аутопойезиса многие блоки СТС обладают либо внешним или внутренним интеллектом. Каждый блок СТС при наличии аутопойезиса может осуществлять информационное взаимо-

действие с другими блоками. Сообщество боков может осуществлять взаимодействие с внешней средой. Интеллектуальный блок способен к саморазвитию и кооперации с другими блоками системы.

Информационное взаимодействие между блоками в пределах системы и блоками со средой различается. Информационное взаимодействие между блоками в системе основано на принципе информационного соответствия [17]. Информационное взаимодействие между элементами и средой основано на принципе редукции [14; 15].

Блоки СТС, имеющие интеллект, с течением времени накапливают системные отличия и осуществляют системную дифференциацию по Луману. При этом могут возникать новые целевые функции как результат саморазвития системы. Саморазвитие системы требует ее периодического обновления. Наличие блоков СТС с интеллектом обеспечивает адаптивность СТС и ее саморазвитие. В силу модификации и обновления блоков реакция СТС системы на одинаковое воздействие внешней среды изменяется с течением времени.

Возвращаясь к теории систем Лумана следует отметить, что аутопойезис является связующим звеном между теорией систем, теорией коммуникации и теорией эволюции. В связи с этим за рубежом выделяют класс аутопойетических систем, числу которых можно отнести СТС.

Характеристика СТС

Для сложных технических систем можно выделить определенные принципы и определенные характеристики. В основе функционирования современных СТС положены следующие системные принципы:

- принцип эмерджентности [18], который означает несводимость свойств СТС к сумме свойств составляющих ее блоков;
- принцип функциональной принадлежности каждого элемента к компоненту системы;
- принцип структурного описания системы в виде блоков;
- принцип реактивной связи СТС с воздействиями среды.

Сложная техническая система характеризуется зависимостью от когнитивного фактора.

Все блоки СТС являются управляемыми на основе собственного или внешнего интеллекта. Каждый блок системы может осуществлять информационное взаимодействие с другими, связанными с ним блоками. Каждый блок системы способен к развитию или саморазвитию. Кроме того, через каждый блок возможно воздействие на другие, связанные с ним блоки. Информационный обмен между блоками может содержать неопределенность. Вследствие этого между блоками с течением времени может накапливаться информационная асимметрия и нарушаться информационное соответствие. Наличие блоков с интеллектом обеспечивает адаптивность СТС и ее аутопойезис. Функционирование СТС протекает при возможном противодействии внешней среды. В связи с этим в СТС формируются функции противодействия внешней среде.

СТС имеет следующие основные свойства: адаптивность, ресурсность, возможность самоорганизации, устойчивость, организованность, интеллект, целостность.

Свойство адаптивности означает, что СТС и ее блоки могут находиться во множестве состояний. Состояние СТС характеризуется суммой энтропий боков и внутри блоковых энтропий. Самоорганизация СТС выражается в ее способности изменять свои свойства и возвращаться в устойчивое состояние при выходе из него под внешними воздействиями.

Целостность СТС выражается в ее способности сохранять свои системные свойства. Формальное описание сложной организационно-технической системы основывается на применяемом формализме описания и группах информационных единиц, которые служат таким языком.

В качестве элементов носителей ресурсов СТС могут рассматриваться блоки, комплементарные между собой. Комплементарность блоков и информационных ресурсов – одна из отличительных особенностей СТС. Важными для анализа и управления СТС являются ее информационная ситуация и информационная позиция.

Заключение

Сложные технические системы являются этапом в развитии сложных систем и ближе относятся к области «больших данных», «больших графов», «больших сетей», чем к области общей теории

систем. Автор не согласен с точкой зрения ряда авторов [19], согласно которой сложные системы являются «подмножеством» общей теории систем. По мнению автора для описания современных сложных систем и сложных технических систем должна быть написана теория сложных систем, которая качественно отличается от общей теории систем. Примером различия является понятие редукции. В общей теории систем редукция это механизм упрощения модели или системы как замкнутой системы. В теории сложных социальных систем редукция это механизм уменьшения внешних воздействий на систему как на открытую систему. Для теории сложных систем применимы принципы рефлексии и самореференции, коммуникации и дифференциации, которые в теории систем отсутствуют как таковые. Наконец для теории сложных систем применимо понятие и принцип аутопойезиса, который в теории систем представлен неявно и больше выражен в синергетической теории. В целом теория сложных систем ожидает дальнейшего анализа и развития. Сложные технические системы являются разновидностью систем, которые попадают в теорию сложных систем.

Список литературы

1. Bar-Yam, Yaneer (2002). «General Features of Complex Systems» (PDF). Encyclopedia of Life Support Systems. EOLSS UNESCO Publishers, Oxford, UK. Retrieved 16 September 2014.
2. Цветков В.Я. Сложные технические системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10-4. – С. 670–670.
3. Кудж С.А. Многоаспектность рассмотрения сложных систем // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 1. – С 38–43.
4. Бергаланфи фон Л. Общая теория систем – критический обзор. / В кн. Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
5. Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
6. Савиных В. Системность в диссертационных исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – №2 (10). – С. 92–98.
7. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
8. Бутко Е.Я. Системный подход в формировании структуры // Славянский форум. – 2017. – 2(16). – С. 25–31.
9. Цветков В.Я. Структурное моделирование: монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 84 с. ISBN 978-5-317-05518-9.
10. Коломейченко, М.И., Чеповский А.М. Визуализация и анализ графов больших размеров // Бизнес-информатика. – 2014. – № 4(30). – С. 7–16.
11. Цветков В.Я. Ресурсность и интегративность сложной организационно технической системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5-4. – С. 676–676.
12. Борисенко В.В., Лахно А.П., Чеповский А.М. Специальное представление графов и визуализация семантических сетей. // Фундаментальная и прикладная математика. – 2010. – Т. 16. – № 8. – С. 27–35.
13. Гольдштейн А.Б., Пожарский Н. А., Лихачев Д.А. О когнитивных картах в управлении телекоммуникационным оператором. // Информатизация и связь. – 2016. – №1. – С.11–15.
14. Niklas Luhmann systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikations theorie // Soziologische Gids. – 1975. – 22 3. – Pp. 154–168.
15. Луман Н. Введение в системную теорию. – Логос, 2007. – 360 с. ISBN 5-8163-0076-8.
16. Niklas Luhmann. Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie, Frankfurt: Suhrkamp, 1984. (English translation: Social Systems, Stanford: Stanford University Press. – 1995.
17. Цветков В.Я. Информационное соответствие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №1. – Ч. 3. – С. 454–455.
18. Цветков В.Я. Эмерджентизм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2-1. – С. 137–138.
19. Bar-Yam, Yaneer (2002). «General Features of Complex Systems»(PDF). Encyclopedia of Life Support Systems. EOLSS UNESCO Publishers, Oxford, UK. Retrieved 16 September 2014.

COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Tsvetkov V.Ya.

*Professor, Doctor of Technical Sciences. Center for strategic analysis and development, the deputy head.
Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport
Moscow, Russia
e-mail: cvj2@mail.ru*

The article analyzes a complex technical system. Paper examines the concept of a complex technical system. Paper shows that in the modern understanding, a complex technical system is an information technology system. The article compares a complex system and network. Paper describes the similarity and difference between a complex technical system and a network. Paper describes the autopoiesis of a complex technical system. Paper describes aspects of the theory of social systems of Luhmann in relation to a complex technical system. Paper describes the acceptability of Luhmann's theory to describe a complex technical system. Paper describes the principles and properties of a complex technical system. The article proves that the general theory of systems is not suitable for a complete description of complex systems. The article proves that a new theory of complex systems is needed to describe complex technical systems.

Keywords: Complexity, complex technical system, autopoiesis, network system, system blocks, entropy

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЕДИНИЦЫ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Чехарин Евгений Евгеньевич,*заместитель начальника центра информатизации МИРЭА, старший преподаватель кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий,**Московский технологический университет (МИРЭА),**119454, Проспект Вернадского, 78,**Москва, Россия,**e-mail: tchekharin@mirea.ru*

В статье дается описание метода представления сложной системы с помощью информационного подхода. Коротко описаны языки информатики. Даются топологические описания информационных единиц. Дается структурное описание сложной системы. На основе сравнения структур сложных информационных единиц и сложных систем предполагаются аналогии между этими структурами. Делается вывод о возможности декомпозиции сложной системы на информационные единицы этой системы. На основе сравнения информационных единиц языка, информационного описания и информационных единиц системы делается вывод об информационной интерпретируемости сложной системы.

Ключевые слова: информационное поле, сложная система, информационные единицы, топологические модели, информационная структура, информационный язык

Введение

В общей теории систем [1–3] сложная система определяется как абстрактная модель, включающая совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом. Эта совокупность обладает свойством целостности эмерджентности [4]. Существуют разные подходы к формализации и описанию сложных систем, из которых можно выделить структурные [5; 6] и функциональные [7; 8]. Общая теория систем рассматривает абстрактную сложную систему. В настоящее время существует различные сложные системы от информационных [4] до социальных [9]. Структурный подход анализа сложных систем использует понятие элемента. В теории сложных систем элементом называют неделимую сущность. В информационном поле [10] неделимой сущностью и элементом информационного поля является информационная единица [11–14]. Поэтому вполне логично проанализировать связь элементов сложной системы и элементов информационного поля. При этом необходимо принять во внимание наличие естественного и искусственного информационного полей. При таком анализе необходимо принять во внимание наличие или отсутствие информационного языка, который задает область интерпретации.

Материалы и методы

В качестве материалов использованы существующие теоретические и экспериментальные исследования в области сложных систем и общей теории систем. В качестве методов использованы: системный анализ, структурный анализ и информационный подход.

Информационный язык как базис описания систем и моделей

Существуют естественные и искусственные языки [15]. К числу таких языков относится и язык информатики [16]. Он в общем случае представляет набор базовых символов (алфавит) синтаксис и набор слов. Наборов базовых символов может быть много и это определяет свойства такой формальной системы. Рассмотрим некоторые употребляемые языковые системы. Для них введена оценка усредненной энтропии. Такое название обусловлено предположением того, что вероятность $p=1/n$ (n – объем алфавита) появления символов в языке одинакова для всех символов. Как усредненная оценка языка эта энтропия допустима.

1 Двоичная система: $(0,1)_2$ – объем алфавита – 2.

- 2 Усредненная энтропия $H_2=1$.
- 3 Восьмеричная система: $(0, 1, 2, \dots, 7)_8$ – объем алфавита – 8.
- 4 Усредненная энтропия $H_2=3$.
- 5 Десятичная система: $(0, 1, 2, \dots, 9)_{10}$ – объем алфавита – 10.
- 6 Усредненная энтропия $H_2=3,32$.
- 7 Шестнадцатеричная система: $(0, 1, 2, \dots, E, F)_{16}$ – объем алфавита – 16.
- 8 Усредненная энтропия $H_2=4$.
- 9 Однорегистровый русский алфавит: $(а, б, в, \dots, ю, я)_{32}$ – один регистр объем алфавита – 32.
- 10 Усредненная энтропия $H_2=5$.
- 11 Двухрегистровый русский алфавит: $(Аа, Бб, Вв, \dots, Юю, Яя)_{64}$ – два регистра объем алфавита – 64.
- 12 Усредненная энтропия $H_{64}=6$.

Хотелось бы обратить внимание, что во многих публикациях объем русского алфавита объявляют равным 32 символам, по количеству символов. На самом деле с учетом регистра (что учитывается при создании пароля в компьютерных технологиях) русский алфавит имеет 64 разных символа и позволяет создавать достаточно большое количество криптостойких кодов, большее, чем латинский алфавит. Все рассмотренные символы являются структурными информационными единицами. Они взятые сами по себе не несут смысловой нагрузки.

Топологические модели информационных единиц

Для информационных единиц можно построить топологические модели на основе их связанности или отсутствия связи. Следует обратить внимание, что старый русский алфавит «глаголица» (не путать с кириллицей) не имел цифр и буквы (их было больше 32) служили для обозначения цифр. Если буква использовалась как цифра, над ней ставили специальный знак «титло», который сигнализировал о том, что данный символ является цифрой, а не буквой. То есть задолго до возникновения 16-ричного кода и компьютеров в русском языке существовало буквенно-цифровое обозначение и более чем 30-разрядный цифровой код. Это дает основание в современном русском языке цифрами обозначать буквы по порядку их расположения в алфавите. Это можно использовать при анализе топологических моделей языка информатики.

На рисунке 1 представлены топологические модели информационных единиц для разных языковых систем и разрозненные символы.

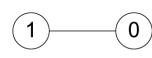
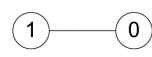
Информационные единицы	Тип алфавита	Значение
	Разрозненные символы	
	Двоичная система	$10=2$
	Восьмеричная система	$10=8$
	Шестнадцатеричная система	$10=16$
	Русский алфавит	Слово «астра»

Рисунок 1 – Топологические модели информационных единиц

Линия означает связь между единицами. Как следует из рисунка 1 одно и то же обозначение информационной единицы 10 интерпретируется по-разному, в зависимости от типа алфавита, то есть от набора базовых символов, образующих язык. Символы можно обозначать цифрами в порядке их следования в алфавите. В силу этого информационная единица (1 19 20 18 1) в русском алфавите интерпретируется как буквенное слово «астра».

Рассмотренные связанные информационные единицы на рисунке 1 представляют собой слова. На рисунке 2 дана топологическая модель информационной единицы «слово».

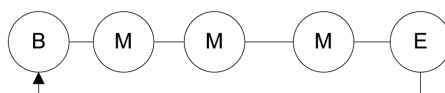


Рисунок 2 – Слово как информационная единица

Информационная единица «слово» в любом алфавите характеризуется признаком начала слова (B), признаком окончания слова (E) и промежуточными символами (M), которые формируют семантическое значение. Линия показывает наличие связи между символами. Более сложной информационной единицей, включающей слова как составляющие, является предложение. На рисунке 3 дана топологическая структура информационной единицы «предложение» как совокупности информационных единиц «слово» (W).

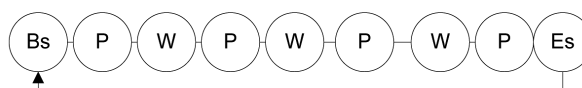


Рисунок 3 – Предложение как информационная единица

Информационная единица «предложение» характеризуется признаком начала предложения (Bs), признаком окончания предложения (Es) и промежуточными символами (P) между словами и связанными словами (W). Линия показывает наличие связи между словами. Предложение может служить основой для формирования более сложной информационной единицы фраза. На рисунке 4 показана топологическая модель информационной единицы «фраза». В предложении связь между словами осуществляется за счет падежных окончаний или предлогов.

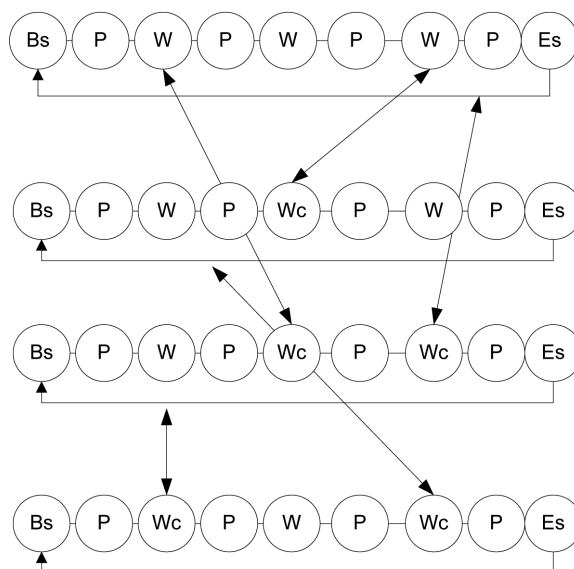


Рисунок 4 – Топологическая модель фразы

На рисунке 4 приведен пример фразы, состоящей из четырех предложений. Информационная единица «фраза» характеризуется совокупностью предложений, из которых выделяют начальное предложение и последнее предложение фразы. В нем существует скрытая иерархия между предложениями. Нижестоящие по иерархии предложения включают слова заменители (Wc). Примерами слов заменителей могут служить местоимения или специальные термины, для которых существует дефиниция. Слово заменитель может обозначать другое слово или смысл предложения. Если во фразе не будет слов заменителей и связей между предложениями, то она будет представлять совокупность самостоятельных предложений.

Важным выводом из рассмотренного является то, что информационные единицы могут быть разными по качеству и сложности. Более простые информационные единицы могут входить в более сложные [17]. Важным выводом является то, что между элементами информационной единицы должны существовать связи.

Информационные единицы в описании сложных систем

На рисунке 5 приведена обобщенная структура сложной системы.

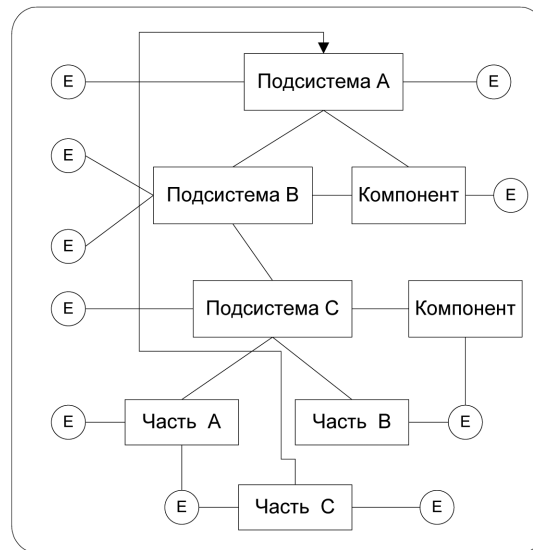


Рисунок 5 – Обобщенная структура сложной системы

Сложная система может быть описана как следующая совокупность составляющих: подсистемы, компоненты, части, элементы. Элементом сложной системы является неделимая по заданному признаку часть системы. Часть системы – совокупность связанных элементов, функционируемых как единое целое. Компонент – часть системы, обладающая общей функцией. Подсистема – часть системы, имеющая вход и выход, включающая компоненты, обладающая набором собственных функций, согласованных с функциями всей системы. Если в системе не будет связей между подсистемами, то она будет представлять совокупность самостоятельных систем.

Сопоставление структуры на рисунке 5 со структурой на рисунке 4 выявляет сходство по структуре, но различие по функциям. Информационные единицы до настоящего времени рассматривают в информационном аспекте. Информационный аспект означает рассмотрение описательной стороны модели или системы. Системы рассматривают, прежде всего, в структурном и функциональном аспекте. Структурный аспект анализирует структуру и связи между частями структуры. Функциональный аспект рассматривает функции и применение системы.

В структурном аспекте совокупность составляющих, образующая сложную систему, может быть рассмотрена как совокупность информационных единиц. Кроме того, термин информационные единицы позволяет обобщить и объединить совокупность составляющих сложной системы. Термин «информационные единицы» позволяет анализировать семантику функции, связи и отношения. Он позволяет подключать понятие информационные отношения к анализу сложной системы.

Интерпретация сложных систем с использованием информационных единиц.

Интерпретация в информационном поле [10] может быть рассмотрена как процесс информирования [18; 19]. Как правило, научные теории создаются для интерпретации области исследования.

Интерпретация информационных систем осуществляется в интерпретационной области [19]. Интерпретационная область – это область, в которой находятся информационные единицы, их алфавит, синтаксис словообразования и существует возможность интерпретации. Возможны три информационные ситуации интерпретации сложной системы с помощью информационных единиц. Они приведены на рисунке 6.

Если существует информационный язык и информационные единицы этого языка (ИЕЯ), то они задают поле интерпретации. Сложную систему можно подвергнуть декомпозиции и представить с помощью информационных единиц системы (ИЕС). Возможны три вида отношений между ИЕС и ИЕЯ. Они приведены на рисунке 6. Формальное описание этих ситуаций дано в выражениях (1–3):

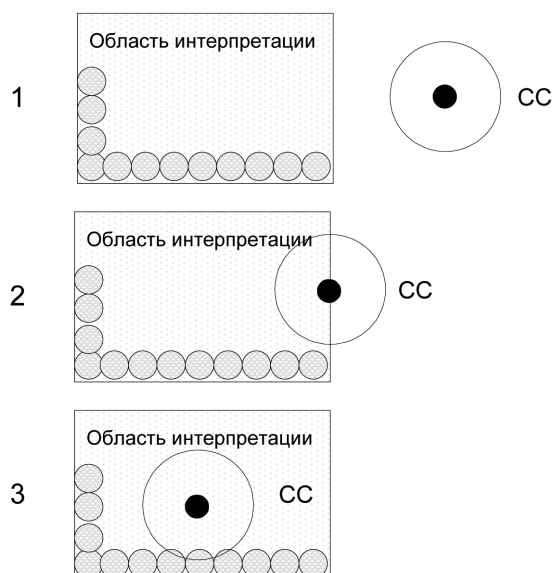


Рисунок 6 – Три информационные ситуации интерпретируемости сложной системы

- 1) $ИЕЯ \cap ИЕС = \emptyset$; (1)
- 2) $ИЕС \cap ИЕЯ \neq \emptyset$; (2)
- 3) $ИЕС \subset ИЕЯ$. (3)

Ситуация под номером 1 соответствует полной не интерпретируемости сложной системы (СС). Ситуация под номером 2 соответствует частичной интерпретируемости сложной системы (СС). Ситуация под номером 3 соответствует полной интерпретируемости сложной системы (СС) с помощью заданного информационного языка.

Заключение

Сущность данной статьи в применении информационного подхода [20; 21] для описания модели сложной системы. Метод описания сложной системы с помощью информационных единиц позволяет проводить анализ сложной системы в информационной области. Описание сложной системы с помощью информационных единиц позволяет проводить сопоставительный анализ разных сложных систем в информационной области. Представление сложной системы с помощью информационных единиц позволяет оценивать интерпретируемость сложной системы с помощью информационного языка. При этом один язык может обеспечивать полную интерпретацию, а другой частичную. Поэтому выбор информационных единиц для описания сложной системы может обеспечивать ее интерпретируемость в рамках информационного языка или нет.

Список литературы

1. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
2. Урманцев Ю.А. Начала общей теории систем / в кн. Системный анализ и научное знание. – М.: Наука, 1978, С. 7–41.
3. Кудж С.А. Системный подход // Славянский форум. – 2014. – 1(5). – С. 252–257.
4. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
5. Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
6. Бутко Е.Я. Системный подход в формировании структуры // Славянский форум. – 2017. – 2(16). – С. 25–31.
7. Номоконова О.Ю., Цветков В.Я. Системный подход в научных исследованиях // Славянский форум, 2015. – 2(8). – С. 224–232.
8. Цветков В.Я. Решение проблем с использованием системного анализа // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 50–55.

9. Парсонс Т. Социальные системы // Личность. Культура. Общество. – 2003. – Т. 5. – № 1-2. – С. 169–203.
10. Цветков В.Я. Естественное и искусственное информационное поле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5. – Ч. 2. – С. 178–180.
11. Ozhereleva T.A. Systematics for information units // European Researcher. – 2014. – Vol.(86). – № 11/1. – Pp. 1894–1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900.
12. Markelov V.M. The Application of Information Units in Logistics // European Journal of Technology and Design. – 2014. – Vol.(6). – № 4. – P. 176–183.
13. I.N. Rozenberg. Information Construction and Information Units in the Management of Transport Systems // European Journal of Technology and Design. – 2016. – Vol.(12). – Is. 2. – Pp. 54–62. DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.54. URL: www.ejournal4.com.
14. Tsvetkov V.Ya. Information objects and information Units // European Journal of Natural History. 2009. – №2. – P. 99.
15. Тарский А. Понятие истины в языках дедуктивных наук. Философия и логика Львовско-Варшавской школы. – М.: РОССПЭН, 1999. – С. 19–155.
16. Цветков В.Я. Язык информатики // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 129–133.
17. Tsvetkov V.Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. – 2014. – Vol.(1). – № 1. – P. 57–64.
18. Чехарин Е.Е. Интерпретация информационных конструкций // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 37–40.
19. Чехарин Е.Е. Методы и алгоритмы информационной интерпретации // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – №5 (17). – С. 39–49.
20. Неймарк Ю.И., Стронгин Р.Г. Информационный подход к задаче поиска экстремума функций. // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1966. – № 1. – С. 17–26.
21. Коваленко Н.И. Информационный подход при построении картины мира // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 7–11.

References

1. Uyemov A.I. Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem. – M. Mysl', 1978. – 272 s.
2. Urmantsev YU.A. Nachala obshchey teorii sistem / v kn. Sistemnyy analiz i nauchnoye znaniye. – M.: Nauka. 1978, s. 7–41.
3. Kudzh S. A. Sistemnyy podkhod // Slavyanskiy forum. – 2014. – 1(5). – s. 252–257.
4. Monakhov S.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.YA. Metodologiya analiza i proyektirovaniya slozhnykh informatsionnykh sistem. – M.: Prosveshcheniye, 2005. – 264 s.
5. Mesarovic M., Takahara N. General theory of systems: mathematical foundations. – Moscow: Mir, 1978. – 311 p.
6. Butko E.Ya. A systematic approach to the formation of the structure // Slavic Forum. – 2017. – 2 (16). – p. 25–31.
7. Nomokonova O.Yu., Tsvetkov V.Ya. The system approach in scientific research // Slavic Forum, 2015. – 2 (8). – p. 224–232.
8. Tsvetkov V.Ya. Solution of problems with the use of system analysis // Prospects of science and education. – 2015. – №1. – p. 50–55.
9. Parsons T. Social Systems // Personality. Culture. Society. – 2003. – Т. 5. – No. 1–2. – P. 169–203.
10. Tsvetkov V. Ya. Natural and artificial information field // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2014. – № 5. p.2. – p. 178–180.
11. Ozhereleva T.A. Systematics for information units // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11/1, pp. 1894–1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900.
12. Markelov V.M. The Application of Information Units in Logistics// European Journal of Technology and Design, – 2014, Vol.(6), № 4. – p. 176–183.
13. I.N. Rozenberg. Information Construction and Information Units in the Management of Transport Systems // European Journal of Technology and Design, 2016, – Vol.(12), Is. 2, pp. 54–62, DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.54 www.ejournal4.com.

14. *Tsvetkov V. Ya.* Information objects and information Units // European Journal of Natural History. 2009. – № 2. – p. 99.
15. *Tarski A.* The concept of truth in the languages of the deductive sciences. Philosophy and logic of the Lviv-Warsaw school. Moscow: ROSSPEN, 1999. – p. 19–155.
16. *Tsvetkov V. Ya.* Language of Informatics // Successes of modern natural science. – 2014. – No.7. – p. 129–133.
17. *Tsvetkov V. Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. – 2014, Vol.(1), № 1, p. 57–64.
18. *Chekharin Ye.Ye.* Interpretatsiya informatsionnykh konstruktsiy // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 6. – s. 37–40.
19. *Chekharin Ye.Ye.* Metody i algoritmy informatsionnoy interpretatsii // Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii. – 2016. – №5 (17). – s. 39–49.
20. *Neymark YU. I., Strongin R.G.* Informatsionnyy podkhod k zadache poiska ekstremuma funktsiy. //Izv. ANSSSR. Tekhn. kibernetika. – 1966. – № 1. – S. 17–26.
21. *Kovalenko N.I.* Informatsionnyy podkhod pri postroyenii kartiny mira // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 6. – s. 7–11.

INFORMATION UNITS IN COMPLEX SYSTEMS

Cheharin Evgenii Evgen'evich,

*Deputy Head of the Center of Information Technologies MIREA, Senior lecturer of the Department Institute of Information Technology,
Moscow Technological University (MIREA),
119454, Vernadsky Prospekt, 78,
Moscow, Russia
e-mail: tchekharin@mirea.ru*

The article describes the method of representing a complex system using an information approach. The article describes the languages of computer science. Paper describes topological models of information units. Paper describes the structure of a complex system. The article compares the structures of complex information units and complex systems. On the basis of comparison, the article suggests an analogy between these structures. The article formulates a conclusion about the possibility of decomposition of a complex system into informational units of this system. The article explores three situations of interpretation of complex systems using information units.

Keywords: Information field, complex system, information units, topological models, information structure, information language

БАЗЫ ГЕОДАННЫХ

Матчин Василий Тимофеевич,
*старший преподаватель,
Московский технологический университет (МИРЭА),
119454, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78,
e-mail: matchin.v@gmail.com*

Статья исследует новый тип баз данных – базы геоданных. Раскрыто содержание базы геоданных с применением разных аспектов рассмотрения. Рассмотрены принципы построения базы геоданных. Исследованы геоданные как основа содержания базы геоданных. Исследованы виды баз геоданных в аспекте соединения с внешней информационной системой. Описаны схемы интеграции баз геоданных на основе серверной и облачной технологий.

Ключевые слова: прикладная геоинформатика, базы данных, базы геоданных, принципы построения базы геоданных, геоданные

Введение

Современные информационные ресурсы хранятся в базах данных (БД). В настоящее время характерно увеличение информационной потребности [1] в пространственной информации. Пространственная информация хранится в разных фондах, включая обычные базы данных, базы геоданных, банки пространственных данных (геоданных) [2], информационные хранилища и фонды инфраструктуры пространственных данных [3]. Информационные хранилища пространственных данных и фонды инфраструктуры пространственных данных, в свою очередь, используют связанные между собой базы геоданных. Поэтому базы пространственных данных (БПД) или базы геоданных (БГД) являются основой хранения пространственной информации. Термин базы геоданных имеет более чем 20-летнюю историю [4–7]. Однако его применение не всегда согласовано и не всегда обозначает одинаковый объект. Понятие базы геоданных является более широким понятием. Оно включает: картографические базы данных, археологические базы геоданных [8], логистические базы геоданных [9], экологические базы геоданных [10], гравиметрические базы геоданных [11], трехмерные базы геоданных [12] и другие. Этот не полный перечень подчеркивает важность функционирования и применения баз геоданных. Целью данной работы является систематизация исследования в области баз геоданных и устранение противоречий или неточностей в их описании.

Материалы и методы

В качестве материалов использованы существующие описания баз данных, пространственных хранилищ, систем управления базами данных и описания геоданных. В качестве материалов использованы существующие методы создания баз данных в ГИС и применение геоинформационных технологий для организации данных. В качестве методов использовался системный анализ, пространственный анализ и информационное моделирование и геоинформационное моделирование.

Геоданные как основа организации баз геоданных

Как средство систематизации и повышения структурной согласованности в базах геоданных используют организованные в единую систему геоданные. А не их компоненты. Геоданные также являются многоаспектным понятием [14] и применяются в разных направлениях [15–17]. В отличие от других пространственных данных, геоданные являются организованным, структурированным и системным ресурсом [18], что позволяет решать на их основе системные задачи и проводить системный анализ на основе БГД. Геоданные позволяют формировать информационные модели объектов, процессов и ситуаций [19] на основе внутренней связанности данных и их интегрированности. Одним из важных свойств геоданных является то, что они позволяют получать пространственные знания и геознания [20]. Геоданные создают с использованием семиотического подхода [21] на стадии первичной обработки информации [22].

Геоданные – тематические, пространственные и временные данные, отражающие свойства объектов, процессов и явлений, происходящих на Земле [18]. В околоземном пространстве, под земной поверхностью. В геоинформатике геоданные более структурированы, чем данные в информатике. Они изначально содержат три группы и имеют вид [23]:

$$GD = \Phi \{ (C_1, C_2, \dots, C_n), (Pt_1, Pt_2, \dots, Pt_m), (A_1, A_2, \dots, A_l) \}, \quad (1)$$

где C_i – совокупность координатных (пространственных) параметров ($i=1 \dots n$); Pt_i – совокупность временных параметров ($i=1 \dots m$); A_i – совокупность тематических характеристик ($i=1 \dots k$). Такая структура данных делает их удобными для моделирования в пространстве и времени.

Геоданные применяют в разных областях исследований, что приводит к понятию *геоданные предметной области* (рисунок 1).

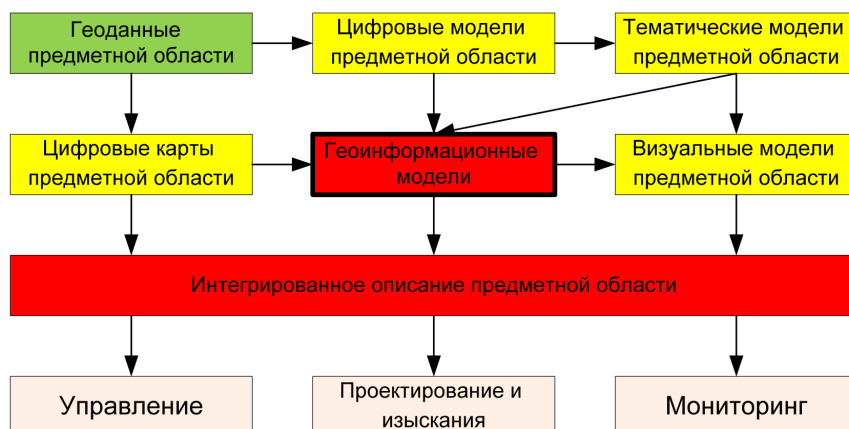


Рисунок 1 – Геоданные как инструмент исследования разных предметных областей

Геоданные предметной области преобразуют в цифровые карты, цифровые модели [24] и тематические модели предметной области. Геоданные преобразуют в геоинформационные модели и в интегрированную информационную основу, в которой содержатся данные разных предметных областей и разных технологий сбора информации.

В результате комплексной обработки с использованием интегрированной информационной основы получают специализированные наборы геоданных для решения задач каждой предметной области.

Принципы построения баз геоданных

Существует большое количество работ, посвященных методам создания баз геоданных. Однако при внимательном рассмотрении оказывается, что это технологические решения, привязанные к определенному программному продукту ГИС, например, фирмы ESRI. Отсюда возникают такие определения типа [25]: «На базовом уровне база геоданных ArcGIS представляет собой набор географических наборов данных различных типов, хранящихся в общей папке файловой системы, базе данных Microsoft Access или многопользовательской реляционной СУБД (например, Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix или IBM DB2). Базы геоданных бывают разных размеров, имеют различное количество пользователей и могут масштабироваться от небольших однопользовательских баз данных, созданных на основе файлов до более крупных рабочих групп, отделов и предприятий, к которым обращаются многие пользователи».

В таких работах [7; 8; 25] БГД раскрывается не как объективный феномен, а как техническая сущность, привязанная к определенному программному продукту. Поэтому опираясь на некоторые положения из [25], дадим свое более расширенное толкование БГД. Прежде всего, следует отметить, что БГД это широкое понятие [4–12; 26] и его нельзя привязывать только к цифровым картам или географической информации. Раскроем содержание базы геоданных через многоаспектное рассмотрение.

Аспект связи с обычными базами данных [27]

База геоданных – развитие обычной базы данных применительно к организации пространственной информации трех типов (место, время, тема) и решению задач с использованием пространственной информации. Связь осуществляется в первую очередь за счет использования системы управления базами данных (СУБД) или файловой системы. Работа с БГД осуществляется с использованием SQL.

Структурный аспект

База геоданных может быть рассмотрена как организованная структура данных для ГИС или базы данных, не связанной напрямую с ГИС. Примером может служить кадастровая база данных или Федеральная Информационная Адресная Система (ФИАС). Организованная структура данных применяется также в ИПД.

Аспект физического хранилища информации

База геоданных как система хранения информации может быть рассмотрена как физическое хранилище разной информации, включая пространственную и географическую информацию. БГД хранит временные и тематические данные, которые не являются географическими. Поэтому правильно трактовать в этом аспекте БГД как базу данных с интегрированной информацией, в которой пространственная информация играет роль структурно образующей информации.

Аспект моделирования и пространственного моделирования

База геоданных содержит набор информационных моделей для представления и управления интегрированной информацией. Эта комплексная информационная модель реализуется как сложная совокупность разных моделей: топологий, цифровых карт, моделей Земли, моделей преобразований, моделей САПР (САПР – основа ГИС), таблиц, содержащих классы объектов, наборов визуальных моделей и атрибуты. Следует отметить, что она хранит не только пространственные модели, но и абстрактные модели типа информационной конструкции. Она хранит и специальные модели типа информационной ситуации или информационного преимущества.

Системный аспект

Системный аспект позволяет рассматривать БГД как целостную систему, данные которой также обладают системностью и целостностью. При этом такая БГД обладает дополнительными правилами управления пространственной целостностью. БГД обладает набором разных отношений, включая пространственные отношения и информационные отношения.

Логический аспект организации БГД

Логический аспект организации БГД включает логику организации геоданных, логику алгоритмов, логику верификации, логику валидации результатов и обработки. Логика программного обеспечения базы геоданных обеспечивает общую логику приложения, используемую в ГИС или независимой БГД для доступа и работы со всеми данными в различных файлах и форматах.

Интеграционный аспект

Интеграционный аспект БГД поддерживает работу с базой геоданных и включает в себя работу с разнообразными форматами файлом от пространственных до визуальных. Эти форматы описывают: данные САПР, триангуляционные сети (TIN), регулярные сетки, изображения, файлы географической разметки (GML) и многими другими данными разных источников. Интеграционный аспект включает также возможность объединения БГД между собой и в сети с другими информационными системами.

Учет этих особенностей позволяет сформулировать основные принципы создания БГД, которые приведены на рисунке 2. При этом принимается во внимание то, что БГД предназначена не только для хранения, но и для решения задач моделирования. Совокупность принципов представляет собой одиннадцать последовательных этапов.

На первых этапах осуществляют работу с моделями данных, если в качестве исходных данных применяют геоданные. Которые уже организованы, то эти этапы опускают. Поскольку БГД предназначена для моделирования, то одних моделей данных недостаточно для решения этой задачи. Поэтому следующим этапом идет формирование моделей объектов. Как правило, база геоданных содержит не один, а множество связанных объектов, поэтому следующим этапом следует формирование связанных наборов моделей объектов.

Связанные наборы объектов являются аналогами информационной ситуации [19; 28] и фактически являются графической реализацией типовых информационных пространственных ситуаций. БГД как всякая БД работает с классифицированной информацией. Это ставит задачу создания классов объектов или использования известного классификатора.

Пространственные отношения играют важную роль в пространственном анализе и моделировании. Поэтому шестым этапом и принципом идет создание и формализация пространственных отношений.

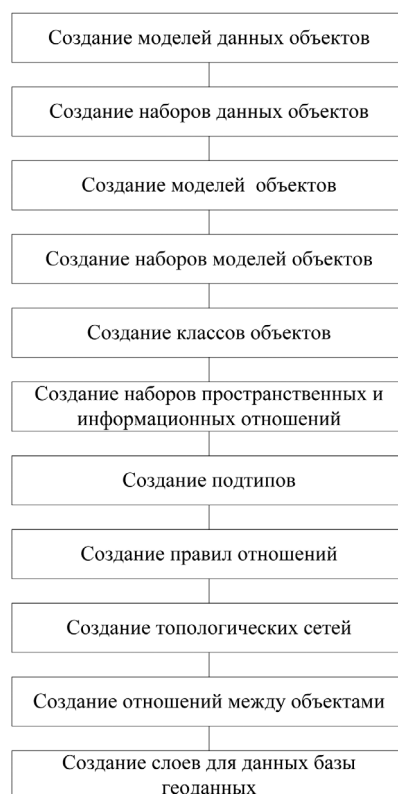


Рисунок 2 – Основные принципы построения БГД

Поскольку класс не охватывает все детали, то обязательным принципом является принцип детализации классов. Он реализуется путем создания типов и подтипов для данных, моделей, отношений, наборов.

База геоданных описывает не только статические объекты, но и динамику развития ситуации. Поэтому для описания динамики развития ситуации и возможности подключения методов искусственного интеллекта восьмым принципом является создание правил отношений, задающих возможность моделирования и включение построения динамической ситуации.

Важным свойством пространственной информации и в первую очередь электронных карт является включение топологических свойств. Это определяет девятый принцип создания БГД как создание топологических сетей.

В дополнение к топологии сетей необходимо задавать отношения между объектами сети и вне сети. Это определяет десятый принцип создания БГД как создание отношений между объектами.

Стратификация является важным системным и аналитическим свойством. Она способствует повышению эффективности анализа и обработки. Для реализации свойства стратификации применяют одиннадцатый принцип построения БГД как создание слоев в пространственной информации и геоданных для их фиксации в базе геоданных.

Взаимодействие базы геоданных с ГИС

База данных является неотъемлемой составляющей любой интегрированной информационной системы. База геоданных является составляющей геоинформационной системы. Однако существуют варианты, при которых БГД является независимой информационной системой. При этом база геоданных также может соединяться с ГИС или любой информационной системой (ИС). Базы геоданных в зависимости от метода соединения с ГИС или ИС делятся на три типа [29]. Базы геоданных могут быть внутренними, то есть являться подсистемой информационной системы (включая ГИС), либо автономными (внешними) по отношению к другой информационной системе.

Первый вариант – это внутренняя БГД по отношению к ГИС или ИС.

Второй и третий вариант – это внешняя БГД. В этом случае БГД имеет собственное программное обеспечение (СУБД плюс прикладное обеспечение) и ее можно рассматривать как независимую

информационную систему. Любая информационная система имеет ограничения по объему хранимых данных и возможностям их обработки. ГИС не является исключением. Из-за того, что как информационная емкость базы данных ГИС ограничена по объему и функциям возникает необходимость подсоединения к внешней базе данных.

Поэтому для организации многофункциональной информационно-аналитической системы на базе геоинформационной системы необходимо организовать различные варианты соединения ГИС с базами данных или с внешними информационными системами, осуществляющими аналитическую обработку. Три варианта взаимодействия ГИС с БГД показаны на рисунках 3–5. В первом варианте база данных является подсистемой геоинформационной системы. В этом случае имеет место ассоциативная внутренняя связь информации базы данных с другими (например, графическими) данными.

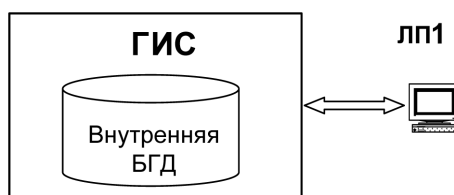


Рисунок 3 – БГД как подсистема ГИС

Локальный пользователь (ЛП1) взаимодействует с внутренней БД данных через интерфейс ГИС. В этом случае база данных хранит только геоданные. Недостатком данного подхода является ограниченная информационная емкость любой внутренней базы данных. Она, как правило, меньше, чем у автономных БД. Кроме того, по функциональным возможностям внутренняя БД любой информационной системы всегда уступает внешним БД. Наконец, внутренние базы данных, как правило «плоские» и не пригодны для хранения и обработки многомерной информации. Многомерность имеется в виду в пространстве параметров, а не в реальном пространстве. Все это приводит к необходимости дистанционного варианта соединения ГИС с БГД. Способов дистанционного соединения два.

Во втором варианте база данных является внешней по отношению к геоинформационной системе. Связь осуществляется через интерфейс ODBC. Стандарт ODBC был разработан фирмой Microsoft для обеспечения совместимости прикладных программ и использования различных приложений при работе с базами данных. Расшифровывается ODBC как Open DataBase Connectivity (открытая система связи с базами данных). Open (открытая) в данном случае означает «расширяемая», «легко наращиваемая», «открытая для модификаций». ODBC представляет собой промышленный стандарт прикладного программного интерфейса (Application Programming Interface – API) и позволяет программам, работающим в среде Microsoft Windows, взаимодействовать (посредством операторов языка SQL) с различными СУБД как персональными, так и многопользовательскими, функционирующими в различных операционных системах.

В этом случае возможна организация внешней базы как базы геоданных (БГД) или как базы данных (БД), включающей кроме геоданных данные, которые к пространственным не относятся.

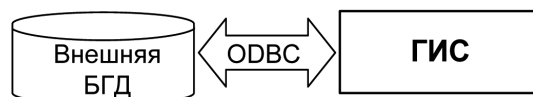


Рисунок 4 – БГД как внешняя по отношению к ГИС

Данный механизм встроен во многие ГИС. Он дает возможность связывать ГИС с различными базами данных, форматы которых отличаются от формата внутренней базы данных ГИС. Кроме того, он дает принципиальную возможность связывать ГИС с другой информационной системой. Недостатком второго варианта соединения ГИС с БД являются трудности при работе с удаленными пользователями и невозможность обмена через сеть, а также использования сетевых ресурсов.

Для устранения этого недостатка применяют третий вариант, при котором БД является элементом сети. В этом случае база данных подсоединяется к геоинформационной системе через Web-сервер. В этом случае возможна организация распределенной базы данных в режиме удаленного доступа.

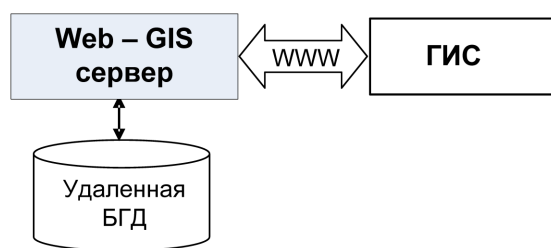


Рисунок 5 – Удаленная БД

В третьем варианте удаленная БГД может подсоединяться к любой ГИС или ИС через сеть. Таким образом, три варианта подсоединения БГД определяют три типа БГД: внутренняя, внешняя, сетевая.

Интеграция баз геоданных

Развитие сетей и необходимость распределенной обработки и обмена информации между БД и БГД мотивирует организацию связанных совокупностей БГД для повышения качества обработки и обеспечения доступа пользователей к пространственной информации. Выделяют два направления интеграции БГД через серверы и через облако.

Сервер распределяет ресурсы и управляет информационными потоками. Серверы могут быть различными. *Web-серверами* называют серверы, предназначенные для работы с WWW паутиной. *Почтовые серверы* – серверы, которые обеспечивают прием и пересылку электронной почты. *FTP серверы* – серверы, предназначенные для хранения информационных ресурсов.

Специальным соединением ГИС и Web-технологий служит геоинформационный сервер или ГИС-сервер. Он является средством, предоставляющим своим пользователям возможности удаленного доступа и анализа геоданных. ГИС-сервер позволяет совместить аналитическую мощь при обработке тематической статистики, оперативность сетевого первичного сбора информации, высокую мобильность и доступность данных, размещенных на узлах сети Интернет. В зависимости от используемых технологий и платформ существующие GIS-серверы можно разделить на несколько классов:

- передающие исходные данные;
- передающие статичные графические изображения;
- обрабатывающие запросы к метаданным;
- формирующие карты в интерактивном режиме;
- использующие конверторы данных «на лету»;
- аналитические.

Схема подключения и интеграции БГД приведена на рисунке 5. Ее следует дополнить несколькими БГД, что и создаст интегрированную БГД.

Облачный сервис как развитие информационных технологий предоставляет ряд принципиально новых возможностей и преимуществ, как потребителям ресурсов, так и его владельцам. Он завоевывает все большее признание и применение в разных сферах деятельности [30–33]. С экономической точки зрения выгода потребителя состоит в оплате только за реально использованные ресурсы (вычислительные, программные, хранения данных и т.д.). Выгода владельца состоит в повышении коэффициента использования установленных аппаратно-программных средств и сокращении сроков окупаемости вложенных в них инвестиций [34]. Пользователи получают возможность удаленного получения заказанных услуг в любое время и в любой точке сети Интернет посредством комфортного веб-интерфейса. Владельцы, со своей стороны, реагируя на растущий спрос, могут с минимальными затратами быстро масштабировать и адаптировать свои ресурсы. Принципиальная схема облачной интеграции БГД приведена на рисунке 6.

Облачная интеграция объединяет технологии облачных вычислений и Web-ГИС технологий. Облачные сервисы являются новой информационной конструкцией, ориентированной в первую очередь на информационные взаимодействия и виртуальные возможности. Облачные сервисы являются самым быстрорастущим трендом мирового рынка. Это нужно принять во внимание и успеть воспользоваться преимуществами «облаков». Тем компаниям, которые их не используют, будет тяжело угнаться за лидерами. Для того, чтобы наиболее полно понять тему облачных вычислений, необходимо обратиться к

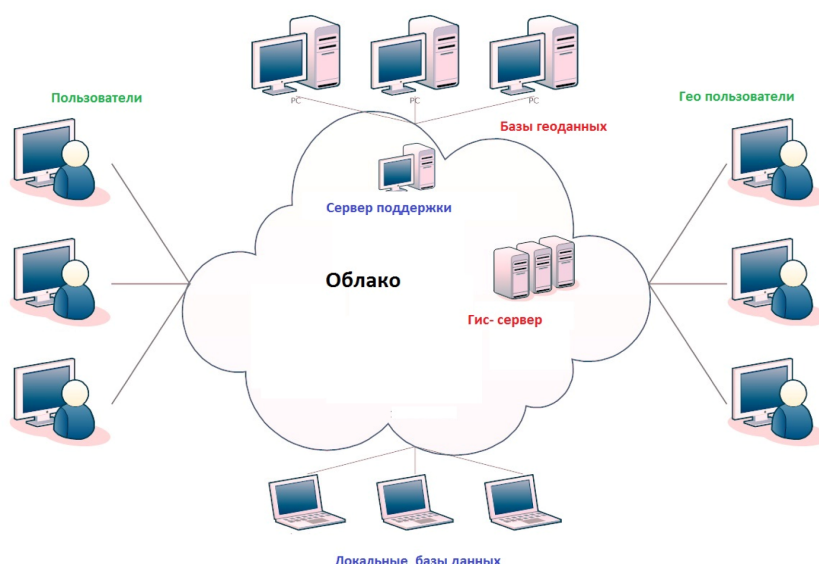


Рисунок 6 – Облачная интеграция ГБД

принципам и парадигмам [35], а также шаблонам, которые используются в корпоративных системах. Знание основ позволит отойти от существующих реализаций и сделать свою, которая будет максимально полно им соответствовать. Как и в любой другой области, основы лежат в теории и принципах, заложенных многими учеными, и даже писателями.

Облачные вычисления как метод интеграции БГД находятся в стадии интенсивного развития. Однако все более совершенные технические решения зачастую опережают уровень остальных составляющих этой экосистемы. В качестве примера рассмотрим актуальные проблемы, находящиеся в центре внимания европейского сообщества. Согласно выводам экспертной группы европейской комиссии [36], необходимо более детальное исследование Облачных вычислений как Интернет сервиса с трех различных точек зрения: пользователей, провайдеров и разработчиков. Пользователи не интересуются техническими аспектами реализации, им важны высокая доступность Облачных услуг, их меньшая стоимость и простота использования. Предоставляя Облачные услуги, провайдеры заинтересованы в наиболее эффективном использовании своих ресурсов и должны быстро, «на лету» масштабироваться и адаптироваться к запросам пользователей. Наконец, разработчикам необходимо учитывать интересы как пользователей, так и провайдеров. Гармонизация этих позиций представляет актуальную задачу, требующую своего решения.

Заключение

Современные базы геоданных являются новым видом информационных систем хранения информации и являются более широким понятием, чем базы данных геоинформационных систем. Базы геоданных являются основой организации инфраструктуры пространственных данных. Они связаны с сетевыми технологиями, облачными вычислениями и методами искусственного интеллекта. Их содержание нельзя сводить только к географической информации. Оно значительно шире. Базы геоданных являются основой хранения пространственных информационных ресурсов и основой получения новых информационных ресурсов. Базы геоданных являются основой получения пространственных знаний и геознаний. По своей организации они имеют более широкое применение, чем только исследование информации о земле. Подобно космической геодезии и космической геоинформатике базы геоданных могут содержать космическую информацию. Например, быть основой хранения информации о малых небесных телах. Это дает возможность междисциплинарного переноса знаний и всестороннего системного анализа пространственной информации, хранимой в БГД.

Список литературы

1. Розенберг И.Н. Информационные революции и информационные потребности // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2017. – № 4. – С. 5–12.

2. Железняков В.А. Интеллектуальное обновление информации в банке геоданных // Инженерные изыскания. – 2012. – № 5. – С. 58–61.
3. Савиных В.П., Соловьев И.В., Цветков В.Я. Развитие национальной инфраструктуры пространственных данных на основе развития картографо-геодезического фонда Российской Федерации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 5. – С. 85–91.
4. Kilpeläinen T. Updating multiple representation geo-databases by incremental generalization // Proceedings of the international society for optical engineering. – SPIE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL, 1994. – С. 440–440.
5. Kilpeläinen T., Sajakoski T. Incremental generalization for multiple representations of geographical objects // GIS and Generalization: Methodology and Practice. – 1995. – С. 209–218.
6. Kilpeläinen T. Multiple representation and generalization of geo-databases for topographic maps // NASA. – 1997. – № 19980218655.
7. Zeiler M. The ESRI Guide to Geodatabase Design: Modeling our world. – ESRI Press, 1999.
8. Tennant E.W. A sample geodatabase structure for managing archaeological data and resources with ArcGIS // Technical Briefs in Historical Archaeology. – 2007. – V. 2. – P. 12–23.
9. Котиков Ю.Г. Разработка транспортно-логистической базы геоданных мегаполиса средствами ГИС ArcGIS // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – № 2. – С. 46–50.
10. Андреев Д.Н. Использование базы геоданных ООПТ «Черняевский лесопарк г. Перми» для решения экологических задач // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2007: сб. материалов. – 2007. – С. 155–159.
11. Симанов А.А. Основные принципы формирования базы геоданных для первичной обработки, хранения и анализа гравиметрической информации // Глубинное строение. Геодинамик. Мониторинг. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Третьи научные чтения памяти ЮП Булашевича. Материалы. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН. – 2005. – С. 139.
12. Breunig M., Zlatanova S. 3D geo-database research: Retrospective and future directions // Computers & Geosciences. – 2011. – V. 37. – № 7. – P. 791–803.
13. Дулин С.К., Розенберг И.Н. Об одном подходе к структурной согласованности геоданных // Мир транспорта. – 2005. – Т. 11. – № 3. – С. 16–29.
14. Омельченко А.С. Геоданные как инновационный ресурс // Качество, инновации, образование. – 2006. – № 1. – С. 12–14.
15. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 4. – С. 50–51.
16. Бахарева Н.А. Геоданные как инструмент управления // Государственный советник. – 2016. – № 2. – С. 23–27.
17. Бахарева Н.А. Геоданные в земельном кадастре // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 3 (15). – С. 69–79. DOI: 10.1016/2312-5500-2016-3-69-79.
18. V.P. Savinykh and V.Ya. Tsvetkov. Geodata As a Systemic Information Resource. Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 84. – No. 5. – Pp. 365–368. DOI: 10.1134/S1019331614050049.
19. Цветков В.Я. Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – №5. – С. 4–11.
20. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. – 2013. – № 12. – С. 2–9.
21. Цветков В.Я. Семиотический подход к построению моделей данных в автоматизированных информационных системах // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – №5. – С. 142–145.
22. Маркелов В.М. Добыча данных и геоданных // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – №2 (10). – С. 126–131.
23. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики // Информационные технологии. – 2013. – № 11. – С. 2–7.
24. Цветков В.Я. Цифровые карты и цифровые модели // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 2. – С. 147–155.

25. URL: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>.
26. Плякин А.В., Бодрова В.Н. Структура базы геоданных ГИС для решения задач экодиагностики территории региона // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. – 2013. – С. 384–388.
27. Цветков В.Я. Проектирование структур данных и базы данных: учебное пособие. – М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 1997. – 90 с.
28. Лотоцкий В.Л. Информационная ситуация и информационная конструкция // Славянский форум. – 2017. – 2(16). – С. 39–44.
29. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Прикладная геоинформатика. – М.: МаксПресс, 2005. – 360 с.
30. Солодова Е.Н., Епишина Е.В., Набильская Н.В. Анализ рынка облачного сервиса интеллектуальной обработки видеопотоков высокой доступности, интегрированного с корпоративными и ведомственными видеоподсистемами, основанных на использовании открытых протоколов // Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – № 2. – С. 132–135.
31. Цветков В.Я., Дешко И.П. Облачный сервис // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 3 (15). – С. 88–95.
32. Кудрявцев А.О. и др. Высокопроизводительные вычисления как облачный сервис: ключевые проблемы // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2013): труды международной научной конференции. – 2013. – С. 432–438.
33. Риз Д. Облачные вычисления (Cloud Application Architectures). – БХВ-Петербург, 2011.
34. Якушева Н.А. Расчет экономической эффективности облачных вычислений // Инженерный журнал: наука и инновации: электронное научно-техническое издание. – 2012. – № 3. – С. 3.
35. Cloud computing: principles and paradigms / Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. – USA: John Wiley & Sons, 2011. – 674 p.
36. Advances in Clouds. Research in Future Cloud Computing. Report from the CLOUD Computing Expert Working Group.

GEODATABASES

Matchin V.T.,

Moscow Technological University (MIREA),
119454, Moscow, Vernadsky Prospekt, Building, 78,
e-mail: matchin.v@gmail.com

The article explores a new type of database – the geodatabase. The article reveals the content of the geodatabase with the use of different aspects of the review. The article explores the principles of building a geodatabase. The article reveals the geodata content as the basis of the geodatabase. The article analyzes the types of geodatabases in terms of connecting to an external information system. The article describes the integration schemes for geodatabases based on server and cloud technologies.

Keywords: Applied geoinformatics, databases, geodatabases, principles of building a geodatabase, geodata

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Савиных Виктор Петрович,

*доктор технических наук, профессор, Президент Московского государственного университета геодезии и картографии, Член-корреспондент РАН, Летчик-космонавт, Дважды Герой Советского союза, Лауреат государственной премии, Лауреат премии Президента РФ, Дважды Лауреат премии Правительства РФ, «Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники», «Заслуженный геодезист», Академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Академик Инженерной Академии, Академик Международной Академии астронавтики, Академик Международной академии наук Евразии, Московский государственный университет геодезии и картографии,
Москва, Гороховский пер., 4, Россия,
e-mail: president@miigaik.ru*

Статья описывает геоинформационное моделирование, применяемое при исследовании космического пространства. Описана интеграция земных наук с космическими исследованиями. Описаны особенности геоинформационного моделирования, которые могут применяться в космических исследованиях. Дано сравнение информационного моделирования и геоинформационного моделирования при космических исследованиях. Показано преимущество геоинформационного моделирования в части большей систематизации и детализации пространственной информации. Статья раскрывает содержание ситуационного пространственного моделирования. Статья описывает визуальное геоинформационное моделирование как обязательную функцию при космических исследованиях.

Ключевые слова: прикладная геоинформатика, космические исследования, геоинформационное моделирование, информационное моделирование, геоданные, пространственные модели, визуализация информации

Введение

Космические исследования являются важным средством исследования окружающего мира [1; 2]. Современные космические исследования связаны с применением «земных» наук геоинформатики, географии, геодезии. Существует и применяется космическая геодезия и космическая география и даже геодезическая астрономия [3]. Возникло новое направление космическая геоинформатика [4; 5]. Геоинформатика как наука, интегрирует науки о Земле, включая космическую геодезию. Космическая геоинформатика, с одной стороны, служит средством интеграции наук, с другой – требует развития новых методов анализа, обусловленных новыми задачами и требованиями. Естественно, что, геоинформационное моделирование как основной метод геоинформатики, может использоваться в космической геоинформатике, то есть в космических исследованиях. Особенностью геоинформационного моделирования в космических исследованиях является комплексный подход к исследованию космического пространства и специфическая интеграция данных. Этим космическая геоинформатика и геоинформационное моделирование обеспечивают на уровне данных сопоставимость и анализ.

На уровне технологий космическая геоинформатика создает инструмент обработки космической информации большим набором средств ГИС и геоинформатики. Принципиальным и важным является то, что геоинформационное моделирование включает широкий набор координатных преобразований. Координатные преобразования важны при космических исследованиях поскольку космические объекты фиксируются в разных системах по мере их приближения к Земле. Таким образом, геоинформационное моделирование применимо к работе с космической информацией с учетом ее специфики. Существует тенденция интеграции геоинформатики и методов дистанционного зондирования [6]. Это служит еще одним аргументом в пользу применения геоинформационного моделирования при космических исследованиях.

Материалы и методы

В качестве материала применялись существующие методы геоинформатики, космической геоинформатики и методы исследования космического пространства, а также существующие методы моделирования и информационного моделирования. В качестве методов применялись системный и качественный анализ.

Принципы геоинформационного моделирования

Геоинформационное моделирование как метод научного познания [7–9] представляет собой совокупность процессов построения моделей и действия с моделями. Геоинформационное моделирование в узком смысле рассматривают как работу с геоинформационными и цифровыми пространственными моделями. Геоинформационное моделирование в широком смысле рассматривают как работу с информационными, интеллектуальными, геоинформационными и пространственными моделями. При космических исследованиях применяют геоинформационное моделирование в широком смысле. То есть включают набор методов анализа и моделирования, которые в земной геоинформатике не встречаются.

Геоинформационное моделирование создает возможность переноса результатов, полученных в ходе космических исследований на земные модели и накопленный опыт моделирования. Моделирование не только одно из средств отображения явлений и процессов реального мира, но и объективный практический критерий проверки истинности знаний. Геоинформационное моделирование позволяет получать пространственные знания и геознания [10; 11].

Целью моделирования является либо «объяснение того, что есть», либо «прогнозирование того, что будет». Моделирование позволяет с меньшими затратами воссоздать процессы взаимодействия реального объекта и внешней среды и выявить критерии оптимизации этого взаимодействия [12]. Основой моделирования являются модели. На рисунке 1 приведена схема информационного моделирования при космических исследованиях.

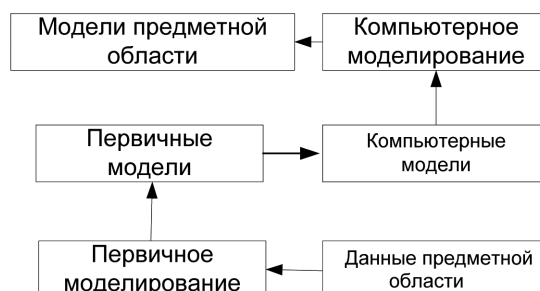


Рисунок 1 – Схема информационного моделирования при космических исследованиях

При таком моделировании данные предметной области преобразуют в первичные модели, которые затем используют при компьютерной обработке. На основе обработки по заданным алгоритмам и при семантическом моделировании получают модели предметной области для решения прикладных задач [13; 14]. Эти модели отличает узкая специализация и порой плохая сопоставимость. Данные предметной области преобразуют в модели предметной области, что задает специфику, отражающую особенности предметной области. Для информационного моделирования все данные равнозначны и представляют совокупность вида

$$D(A1, A2, A3, \dots, An).$$

Здесь D – данные, A – качественно однородные группы данных. В результате обработки получают специализированные наборы данных как описание объектов, явлений, процессов для каждой предметной области

На рисунке 2 приведена схема геоинформационного моделирования при космических исследованиях.

В этом моделировании первичные модели заменяются на геоданные, которые создают на основе типизации по трем группам: место, время, тема. После этого данные систематизируют и стратифицируют. В результате геоданные (рисунок 2) изначально становятся системным информационным ресурсом [15; 16], в сравнении с первичными моделями в информационном моделировании (рисунок 1).



Рисунок 2 – Схема геоинформационного моделирования при космических исследованиях

Геоанализ более структурированы, чем данные при информационном моделировании. Они изначально содержат три группы и имеют вид:

$$GD = \Phi \{ (C_1, C_2, \dots, C_n), (Pt_1, Pt_2, \dots, Pt_m), (A_1, A_2, \dots, A_k) \} \quad (1)$$

Здесь C_i – совокупность координатных (пространственных) параметров ($i=1 \dots n$); Pt_i – совокупность временных параметров ($i=1 \dots m$); A_i – совокупность тематических характеристик ($i=1 \dots k$).

Для дальнейшей обработки из геоанализа строят цифровые модели объектов, явлений, процессов и ситуаций [17–20]. Эти цифровые модели поступают в компьютерную обработку, которая может быть включена в геоинформационное моделирование либо выполняться независимо. В результате получают три группы моделей предметной области, каждая из которых связана с пространством, временем или тематическими характеристиками. Это существенно упрощает анализ и применение таких моделей.

Процесс информационного моделирования [12] формально отражается следующим образом

$$O \rightarrow PM \rightarrow KM_i \rightarrow MPO, \quad (2)$$

где O – объект исследования; PM – первичная модель; KM – компьютерное моделирование; MPO – модель предметной области (космические исследования).

Процесс геоинформационного моделирования более сложный и имеет следующий вид.

$$O \rightarrow GD(M, B, T, Strat) \rightarrow GM (Sem, Topol, Sistem) \rightarrow MPO (M, B, T, Sem, Topol, Sistem, Strat) \quad (3)$$

где O – объект исследования; $GD(M, B, T, Strat)$ – геоанализ; $GM (Sem, Topol, Sistem)$ – геоинформационное моделирование; MPO – модель предметной области (космические исследования).

На уровне геоанализа данные группируются по трем типам и стратифицируются ($Strat$), что существенно упрощает обработку. На уровне геоинформационного моделирования в модель включается семантика (Sem), топология ($Topol$) и системность ($Sistem$). Таким образом при геоинформационном моделировании результат моделирования более сопоставим и более упорядочен в сравнении с информационным моделированием.

Геоинформационное ситуационное моделирование

Ситуационное моделирование отличается тем, что исследует не отдельный объект, а группу взаимодействующих объектов в некой ситуации [21–23]. Поскольку геоинформатика изучает пространственные ситуации, то геоинформационное ситуационное моделирование чаще связано с пространственными ситуациями и исследованием динамики объектов в пространстве. Это свойство очень важно для космических исследований, поскольку они часто связаны с исследованием подвижных объектов.

Геоинформационное моделирование как обобщение моделирования в геоинформатике делится на две группы статистическое и ситуационное. Статистическое моделирование описывает различные статические ситуации. Ситуационное моделирование применяется для анализа динамики ситуаций.

Геоинформационное ситуационное моделирование рассматривает в качестве объекта исследований комплекс качественно разных, но связанных между собой, объектов. Оно включает исследование и моделирование как минимум трех компонент как зависимых сложных систем: объекта исследования; среды вокруг объекта; системы отношений и вытекающих из них связей «объект–среда». Поэтому для понимания специфики ситуационного моделирования необходимо учитывать пространственные отношения.

При ситуационном пространственном моделировании пространственные отношения играют доминирующую роль как инструмент описания именно ситуации, в которой находится объект моделирования или группа объектов. Пространственные отношения задают описание начальной ситуации и определяют динамику ее развития. Связи «объект–среда», которые были упомянуты выше, в геоинформатике задают именно пространственные отношения. Следует подчеркнуть, что пространственные отношения не эквивалентны связям, а только задают условия для их возникновения, существования и развития. Особенность ситуационного моделирования в том, что во внимание принимается объект моделирования и окружающая его микроситуация или микросреда. Совокупность развития ситуаций образует сценарий.

Ситуационное моделирование предполагает моделирование объектов, как связанных и зависимо меняющихся систем. При визуализации такого моделирования аналогом будет видеофильм или видеозапись. Структурно ситуационное геоинформационное моделирование опирается на ряд специализированных моделей (рисунок 3).

Основой ситуационного моделирования является предварительное создание языка моделирования, то есть создание различных информационных единиц. Это могут быть: графические информационные единицы, единицы информационного взаимодействия, единицы коммуникационного обмена, структурные информационные единицы и графические семантические единицы [24; 25].

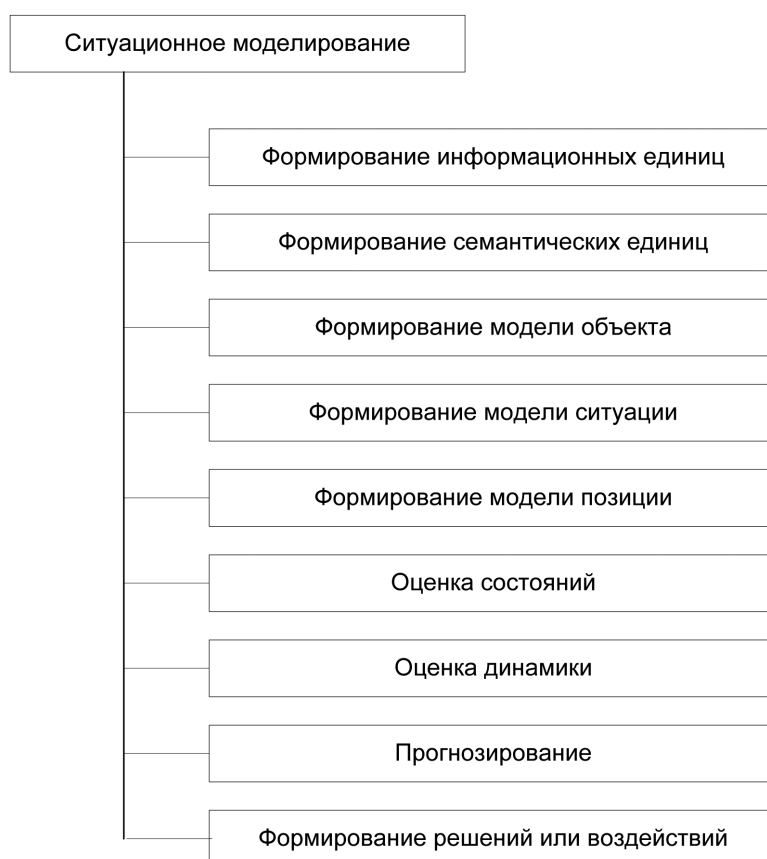


Рисунок 3 – Этапы ситуационного геоинформационного моделирования [23]

На основе информационных единиц формируются составные информационные модели объекта и ситуации [24; 26–28]. Понятие ситуации и позиции используется широко [29]. Например ситуация и позиция в одном пространстве. Это может быть пространственная ситуация и пространственная позиция, экономическая ситуация и экономическая позиция, экологическая ситуация и экологическая позиция.

Возможны комбинации ситуаций и позиций. Например, пространственная ситуация и экономическая позиция. Другой пример, пространственная ситуация плюс экологическая ситуация плюс пространственная позиция и экономическая позиция. В целом такие комбинации создают основу геоинформационного ситуационного моделирования. В геоинформатике информационная модель ситуации ISMg имеет вид:

$$ISMg = \Phi \{ (C1, C2, \dots, Cn), (Pt1, Pt2, \dots, Ptm), (A1, A2, \dots, Al) \}. \quad (4)$$

Здесь C_i – совокупность координатных (пространственных) параметров ($i=1 \dots n$); Pt_i – совокупность временных параметров ($i=1 \dots m$); A_i – совокупность тематических характеристик ($i=1 \dots k$).

При ситуационном моделировании всегда ставится определенная цель. Наличие в модели параметров, необходимых для достижения данной цели T1 дает основание считать такую модель информационной ситуации – полной по задаче (цели) T1 и ситуацию моделируемой.

$$ISMg = \Phi_{\rightarrow T1}.$$

Модель (4) является открытой и ряд параметров можно дополнять. Для каждого из информационно определяемых параметров «А» должен существовать справочник кодов или классификатор. Это приводит к онтологиям и сближает геоинформационное ситуационное моделирование с технологиями получения знаний.

В целом геоинформационное моделирование в совокупности с информационным подходом и информационным моделированием служит источником получения новых знаний. На основе этих моделей осуществляют прогноз и выработку управленческих решений

Ситуационное геоинформационное моделирование включает три компонента: 1) задание и определение пространственных отношений как основы моделирования и развития событий; 2) определение модели микросреды, которая задает ситуацию; 3) определение модели объекта с учетом связей и отношений с микросредой и макросредой.

Ситуационное геоинформационное моделирование создает в итоге новые информационные ресурсы и новые знания. Оно позволяет решать широкий круг задач, который с помощью иных методов моделирования решить нельзя. Особое значение ситуационного моделирования в том, что оно используется при поддержке принятия решений, при управлении подвижными объектами. Оно входит в интеллектуальные транспортные системы и интеллектуальные логистические системы. Структура модели информационной ситуации приведена на рисунке 4.

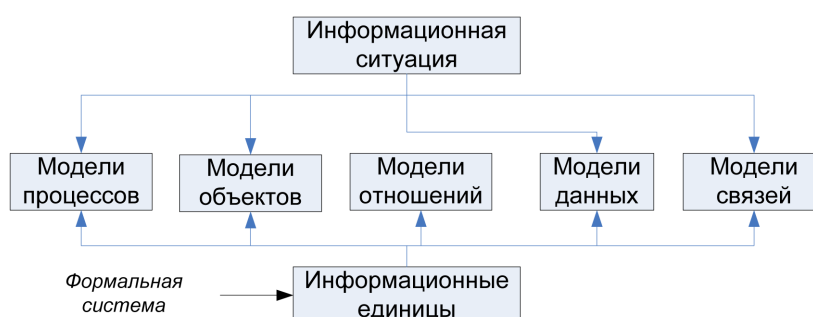


Рисунок 4 – Структура модели информационной ситуации при геоинформационном моделировании

Если сравнивать исходную ситуацию (Sit) и информационную ситуацию (ISit) при геоинформационном моделировании, то получится следующее отношение:

$$Sit (O (n), R, Pe, Pn, struc) \rightarrow ISit(O (m), Re, Pe, istruc, pos(i), Super (k)) \quad (5)$$

Здесь: $O (n)$ – n – объектов, включенных в ситуацию; R связи между объектами; Pe – существенные параметры в ситуации; Pn – несущественные параметры в ситуации; $struc$ – структура, которую образуют объекты в ситуации.

Информационная ситуация характеризуется следующим набором параметров. $O (m)$ – m – объектов, включенных в информационную ситуацию; Re – существенные связи между объектами; Pe – существенные параметры в ситуации; $istruc$ – структура, которую образуют объекты в информационной ситуации. Новыми параметрами являются $pos(i)$ – информационная позиция i -го объекта в ситуации, $Super (k)$ – информационное преимущество k -го объекта в ситуации [30]. В информационной ситуации

появились в явном виде новые параметры – позиция объекта и его преимущество по заданному критерию. Например, оптимальный маршрут движения транспортного средства имеет информационное преимущество перед другими маршрутами.

Геоинформационное моделирование космического пространства

Космическое пространство с точки зрения координирования представляет систему вложенных пространств, приведенную на рисунке 5.

В работах [31; 32] даны границы некоторых из приведенных на рисунке 5 пространств. Следует отметить тенденцию смещения границы околоземного пространства, что обусловлено освоением космического пространства.



Рисунок 5 – Структурная вложенность космических пространств

Говоря о познании окружающего мира, следует отметить процедуру наблюдения. В космических исследованиях функции наблюдения выполняет глобальный космический мониторинг [32]. Кроме процедуры наблюдения в процессах познания используют сравнение. Одну из функций сравнения в космических исследованиях выполняет сравнительная планетология.

Важным свойством геоинформационного моделирования является возможность визуального представления результатов исследования и моделирования. Это становится возможным благодаря применению геоданных и стратификации информации. Визуальные геоинформационные модели подразделяют на статические и динамические. В космических исследованиях чаще используют динамические визуальные модели, которые представляют в статической форме для простоты изучения.

По размерности геоинформационные визуальные модели делятся на плоские (2D), квазиобъемные (2,5D) и трехмерные (3D). В аспекте цвета моделей выделяют следующие функции: контроль пороговых значений, цветопередачу объектов и цветопередачу характеристик. Визуальные геоинформационные модели в космических исследованиях выполняют три функции, позиционную, индикационную, знаковую.

Знаковая функция в космических исследованиях заключается в указании значения объекта (типа, класса, опасность).

Позиционная функция заключается в указании места в космическом пространстве, в котором находится или перемещается объект.

Индикационная функция заключается в указании важного свойства объекта. Например, особо опасный космический объект, объект для которого велика вероятность столкновения с поверхностью Земли [33].

Визуальная геоинформационная модель передает большее количество информации по сравнению с текстом и цифрой, что определяет их преимущества в аналитическом и ассоциативном анализе. Визуальная геоинформационная модель в равной степени применима к космическим объектам и к наземным объектам. Выделяют три вида программных средств создания визуальных геоинформацион-

ных моделей. Первый вид включает методы построения. Второй вид включает методы композиции существующих визуальных моделей. Третий вид включает методы репрезентации моделей первого и второго вида с возможностью сценарного моделирования.

Заключение

Современные космические исследования дополняют наземные исследования и в комплексе являются важным средством построения научной картины мира [1]. Современные космические исследования включают с применением «земных» наук геоинформатики, геологии, географии, геодезии [3; 4]. Это с большим основанием дает возможность применения геоинформационного моделирования для космических исследований. Например, космический мониторинг в своей основе содержит геоинформационный мониторинг [34]. Геоинформационное моделирование дает возможность комплексного исследования явлений и процессов и позволяет осуществлять междисциплинарный перенос знаний. Геоинформационное моделирование дает возможность применять комплексный подход [35] к исследованию и интерпретации информации космического пространства. Геоинформационное моделирование обеспечивает сопоставимость данных, получаемых при космических исследованиях. Геоинформационные модели являются инструментом исследования окружающего пространства и в этом их преимущество перед другими моделями. Как метод познания геоинформационное моделирование в космических исследованиях служит инструментом извлечения знаний из космического пространства. В социальном плане геоинформационное моделирование в космических исследованиях служит средством обеспечения безопасности человечества от космических угроз [33].

Список литературы

1. *Савиных В.П.* Космические исследования как средство формирования картины мира // Перспективы науки и образования. – 2015. – №1. – С. 56–62.
2. *Tsvetkov V.Ya.* Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. – 2014. – № 31 (2). – P. 211–215.
3. *Господинов Г.С.* Геодезическая астрономия и космическая геоинформатика // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – № 1(1). – С. 45–50.
4. *Савиных В.П.* Развитие космической геоинформатики // Славянский форум. 2016. – № 2(12). – С. 223–230.
5. *V.G. Bondur, V.Ya. Tsvetkov.* New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design. – 2015. – № 4. – Vol. 10. – Is. 4. – Pp. 118–126. DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118 www.ejournal4.com.
6. *Савиных В.П., Цветков В.Я.* Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // Информационные технологии. – 1999. – № 10. – С. 36–40.
7. *Розенберг И.Н.* Геоинформационная модель // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №5. – Ч. 4. – С. 675–676.
8. *Чехарин Е.Е.* Геоинформационное исследование окружающего мира // Славянский форум. – 2015. – № 2(8). – С. 327–335.
9. *Булгаков С.В.* Особенности геоинформационного моделирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 3. – С. 77–80.
10. *Розенберг И.Н., Вознесенская М.Е.* Геознания и геореференция // Вестник Московского государственного областного педагогического университета. – 2010. – № 2. – С. 116–118.
11. *Кулагин В.П., Цветков В.Я.* Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. – 2013. – № 12. – С. 2–9.
12. *Охотников А.Л.* Информационные модели при управлении транспортом // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – № 2(2). – С. 60–75.
13. *Лотоцкий В.Л.* Пространственное информационное моделирование // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 3 (15). – С. 114–122. DOI: 10.21777/2312-5500-2016-3-114-122.
14. *Дешко И.П.* Информационный подход в моделировании // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 5 (17). – С. 21–26.

15. *V.P. Savinykh and V.Ya. Tsvetkov*. Geodata As a Systemic Information Resource. Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 84. – No. 5. – Pp. 365–368. DOI: 10.1134/S1019331614050049.
16. *Омельченко А.С.* Геоданные как инновационный ресурс // Качество, инновации, образование. – 2006. – №1. – С. 12–14.
17. *Замышляев А.М.* Эволюция цифрового моделирования // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – № 1(1). – С. 82–91.
18. *Цветков В.Я.* Цифровые карты и цифровые модели // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 2. – С. 147–155.
19. *Куприянов А.О.* Цифровое моделирование при подземных геодезических работах // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 4 (12). – С. 57–65.
20. *Павлов А.И.* Цифровое моделирование пространственных объектов // Славянский форум. – 2015. – № 4(10). – С. 275–282.
21. *Markelov V.M.* Situational Modeling in Logistics // European Journal of Economic Studies. – 2013. – Vol. (6). – № 4. – P. 204–209.
22. *Коваленков Н.И.* Ситуационное управление в сфере железнодорожного транспорта // Государственный советник. – 2015. – № 2. – С. 42–46.
23. *Цветков В.Я.* Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. – 2014. – №6. – С. 64–69.
24. *I.N. Rozenberg*. Information Construction and Information Units in the Management of Transport Systems // European Journal of Technology and Design. – 2016. – Vol. (12). – Is. 2. – Pp. 54–62. DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.54. URL: www.ejournal4.com.
25. *Докукин П.А.* Графические информационные единицы // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 32–39.
26. *Tsvetkov V.Ya.* Information Situation and Information Position as a Management Tool // European researcher. Series A. – 2012. – Vol.(36). – № 12-1. – P. 2166–2170.
27. *Шайтура С.В.* Информационная ситуация в геоинформатике // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – №5 (17). – С. 103–108.
28. *Павлов А.И.* Пространственная информационная ситуация // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 198–203.
29. *Потанов А.С.* Информационная ситуация и информационная позиция в информационном поле // Славянский форум. – 2017. – № 1(15). – С. 283–289.
30. *Tsvetkov V.Ya.* Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European Researcher. Series A. – 2014. – Vol. (86). – № 11-1. – Pp. 1901–1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
31. *Цветков В.Я.* Космический мониторинг: монография. – М.: МАКС Пресс, 2015. – 68 с.
32. *V. Barmin, V.P. Kulagin, V.P. Savinykh, V.Ya. Tsvetkov*. Near_Earth Space as an Object of Global Monitoring // Solar System Research. – 2014. – Vol. 48. – No. 7. – Pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X.
33. *Кулагин В.П.* Принципы создания системы мониторинга опасных небесных тел // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 119–124.
34. *Цветков В.Я.* Геоинформационный мониторинг // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 5. – С. 151–155.
35. *Чехарин Е.Е.* Интерпретация космической информации при исследовании Земли // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 2 (10). – С. 137–143.

GEOINFORMATION MODELING IN SPACE RESEARCHES

Savinykh V.P.,

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
President of the Moscow State University
of Geodesy and Cartography,
Moscow, Russia,
e-mail: president@miigaik.ru*

The article describes geoinformation modeling used in the study of outer space. The article describes the integration of terrestrial sciences with cosmic research. The article describes the features of geoinformation modeling, which can be used in space research. The article compares information modeling and geoinformation modeling in space research. The article shows the advantage of geoinformation modeling in terms of more systematic and detailed spatial information. The article reveals the content of situational spatial modeling. The article describes visual geoinformation modeling as an obligatory function in space research.

Keywords: applied geoinformatics, space research, geoinformation modeling, information modeling, geodata, spatial models, information visualization

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 3(20)'2017

Электронное периодическое издание

Редактор и корректор

Альтенгоф А.А.

Компьютерная верстка

Савеличев М.Ю.

Электронное издание.

Подписано в тираж 30.09.2017

Печ. л. 7,37. Усл.-печ. л. 6,85. Уч.-изд. л. 7,26.

Объем 7 Мб. Тираж 500 (первая партия тиража 40) экз. Заказ № 17-0442.

Отпечатано в ООО «СиДи Копи»,

111024, Москва, ул. Пруд Ключики, д. 3, тел. 8 (495) 730-41-88

Макет подготовлен в издательстве электронных научных журналов

ЧОУВО «Московский университет им. С.Ю. Витте»,

115432, Россия, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1,

тел. 8(495) 783-68-48, доб. 45-11.