

Учредитель
ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет»

ВЕСТНИК

БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

2015/3



Математика, информатика

Журнал издается
с 2012 года

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-48732 от 28 февраля
2012 г. Федеральная служба по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Ответственные за выпуск
Д. О. Трунин, И.-Х. Д. Хишектуева

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. С. Булдаев, д-р физ.-мат. наук, проф.
(гл. редактор, Улан-Удэ)
С. Н. Васильев, акад. РАН, проф. (Москва)
В. И. Гурман, д-р техн. наук, проф. (Москва)
Ж. Г. Дамбаев, д-р техн. наук, проф. (Улан-Удэ)
А. В. Данеев, д-р техн. наук, проф. (Иркутск)
А. И. Кожанов, д-р физ.-мат. наук, проф.
(Новосибирск)
А. В. Лакеев, д-р физ.-мат. наук (Иркутск)

А. Д. Мижидон, д-р техн. наук, проф. (Улан-Удэ)
Ни Минь Кань, д-р наук, проф. (КНР, Шанхай)
Б. Очирбат, д-р наук, проф. (Монголия,
Улан-Батор)
В. А. Срочко, д-р физ.-мат. наук, проф. (Иркутск)
Д. Ш. Ширапов, д-р физ.-мат. наук, проф.
(Улан-Удэ)
Р. Энхбат, д-р наук, проф. (Монголия,
Улан-Батор)

✉ АДРЕС РЕДАКЦИИ
670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Смолина, 24а
☎ 21-77-33, vbsumi@yandex.ru

✉ АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ
670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Смолина, 24а
☎ 21-95-57, riobsu@gmail.com

GH

1. Математическое моделирование и обработка данных

УДК 621.928.13

© *В. Д. Анахин*

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ

Исходная волновая функция приведена к математической модели для продольной бегущей регулярной волны, состоящей из волнообразных движений в виде двух гармоник, каждая из которых имеет разные частоты, амплитуды, ускорения и разность фаз гармонических колебаний. В результате возникает волновая асимметрия нелинейной механической системы, дающие новые представления о физической сущности явлений, обуславливающие их инновационное применение в ряде современных технологий. В статье приведены базовые принципы и методология математического подхода к исследованию бегущей волны в направлении своего распространения в результате асимметричности колебаний вибрирующей системы.

Ключевые слова: волновые функции; волновая асимметрия; продольная бегущая регулярная волна; амплитуда, частота, ускорение и разность фаз колебаний; асимметричность механической системы; волновые эффекты.

© *V. D. Anakhin*

THE MATHEMATICAL CONCEPTS IN THE ANALYSIS OF PERIODIC FUNCTIONS

This paper discusses the mathematical concepts involved in the analysis of vibration data which are essentially steady state time-varying processes. The basic objective of vibration data analysis may be achieved by various means to describe time-varying functions such as displacement, velocity, acceleration, and describes the principle characteristics of these functions. This paper is restricted to a description of the basic principles and techniques of data analysis which represented by the two sine waves, each having a different frequency and amplitude. The waveform is the sum of the two sinusoids whose frequency difference is an integral multiple of the lowest frequency. For complete definition of the waveform it is necessary to specify the phase angle between the two sine waves, and the ratio of the displacement amplitudes.

Key words: periodic functions; the waveform asymmetry; time-varying functions such as displacement, frequency, acceleration; the phase angle between the two sine waves; the asymmetric mechanical system; wavy effects.

Введение

При волновой асимметрии вибрирующей поверхности исходный материал движется в направлении распространения продольной или поперечной бегущей регулярной волны или отдельных волн импульсного характера. Основное условие возникновения исследуемого волнового эффекта - наличие асимметрии механической системы. При гармонических колебаниях закон колебаний поверхности вибрирующей системы будет совершенно симметричен и эффект в этом случае достигается при прямолинейной траектории колебаний под некоторым углом, отличным от нуля и от 90° . Такой эффект достигнут при разработке эффективной вибрационной технологии для разработки транспортно-разделительных процессов полезных ископаемых, минералов, порошкообразных материалов и извлечения ценных компонентов в ряде отраслей индустрии [1]. Волновую асимметрию можно достигнуть за счет распространения продольной бегущей волны, состоящей из двух гармоник с разностью фаз между двумя гармоническими волнами. В этом случае бегущая волнами как бы «несет» материал в направлении своего распространения. Продольная бегущая регулярная волна осуществляет транспортно-разделительный процесс бесшумно и практически без динамических нагрузок на структурные или конструктивные элементы технологического аппарата. В связи с поставленной проблемой использования асимметричного способа воздействия, названного структурной, или конструктивной, целью статьи является разработка математической концепции этого вида асимметрии, метода математического анализа процесса; задачей – установление принципиальных и функциональных характеристик и рассмотрение закономерностей процесса.

1. Анализ периодических функций

Математически, периодические функции, состоящие из двух гармоник и обуславливающие волновую асимметрию, когда материал перемещается в направлении распространения продольной бегущей регулярной волны, можно представить в виде [2]:

$$S = -A \sin \omega t - \frac{1}{2} B \sin(2\omega t + \varphi),$$

$$U = -A\omega[\cos \omega t + \gamma \cos(2\omega t + \varphi)],$$

$$W = A\omega^2[\sin \omega t + 2\gamma \sin(2\omega t + \varphi)],$$

где S – виброперемещение поверхности, U и W – соответственно виброскорость и виброускорение продольно вибрирующей поверхности, ω – угловая частота, A и B – амплитуды смещений первой и второй гармоник, φ – разность фаз, $\gamma = \frac{B}{A}$ – отношение амплитуд.

Уравнение движения материала бегущей регулярной волной можно записать в общем виде:

$$\frac{dV}{dt} = \pm f g ,$$

где g – ускорение силы гравитации, f – коэффициент трения.

При возникновении эффекта транспортирования скорость движения материала суммируется на всех этапах за период колебаний волны:

$$V = \omega \frac{\sum X_j}{2\pi} .$$

2. Графический метод интегрирования

Согласно графическому методу, строят график безразмерной скорости вибрирующей поверхности как функцию безразмерного времени на отрезке периода колебаний и наносят прямые с наклоном

$$\delta = \pm \frac{fg}{A\omega^2} .$$

При этом реальная скорость перемещения материала бегущей волной и кинетика разделения может быть описана следующей зависимостью в общем виде:

$$V = \frac{A\omega}{2\pi} F(\delta, \gamma, \varphi) .$$

Научно обоснованный метод, графические изображения и соответствующие математические выкладки формул расчета в конечном виде приведены в статье [2].

3. Закономерности влияния параметров на регулировку процесса

Детальные исследования рассматриваемых процессов установили, что максимальная скорость транспортирования достигает при разности фаз гармоник $\varphi = 0^\circ$ или 2π , минимальная – в диапазоне $60-90^\circ$; показатель γ изменялся 0.1 to 2.0. Рост этой величины отношения амплитуды второй гармоники к амплитуде первой гармоники бегущей продольной волны ведет к росту максимального значения ускорения вибрирующей поверхности, т.е. к росту динамических нагрузок на конструктивные элементы. Величина $\gamma = 0,5$ или $\gamma = 0,6$ соответствует максимальной скорости транспортирования, безразмерный параметр коэффициента передачи $\frac{V}{U}$ как функция параметра достигает максимума при $\gamma \rightarrow 0,5$ при динамической нагрузке в диапазоне от 4 до 5g. Рассмотренные закономерности динамики колебательных движений распространения продольной бегущей продольной регулярной волны позволяют производить расчет основных элементов структурного и конструктивного, асимметричного и симметричного воздействия.

Графическая интерпретация по полученным формулам скорости позволяет описать динамику колебательных процессов, позволяют анализи-

ровать влияние различных параметров и оценивать режимы процесса для заданных условий. Система уравнений применима для расчета динамических параметров; расчеты по формулам скорости дают возможность обеспечить заданные скорости и ускорения, обеспечить выходные параметры колебаний. Для определения влияния этих факторов рассматриваются изменение амплитуд, частот, ускорений и других параметров. На рис. 1 и рис. 2 приведены типичные зависимости скорости транспортирования материала бегущей продольной волной при бигармоническом цикле.

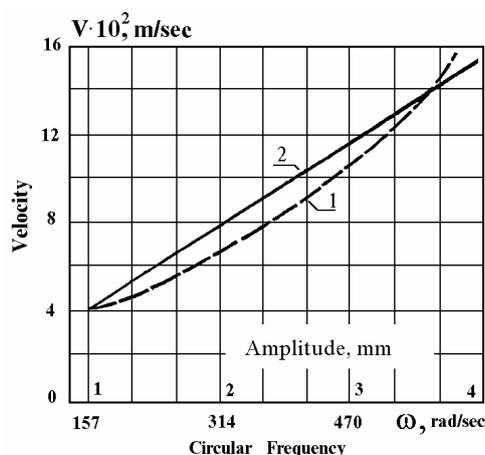


Рис. 1. Зависимость скорости V от ω (1) и амплитуды A (2)

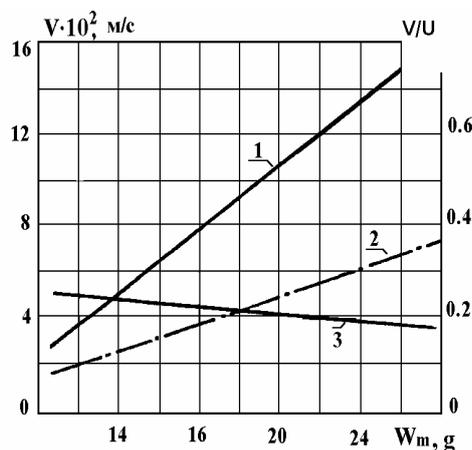


Рис. 2. Зависимость скорости V от ускорения W_m

Повышение амплитуды колебаний пропорционально увеличивает скорость транспортирования (кривая 2, Рис. 1); численное значение скорости в зависимости от частоты колебаний изменяется по закону параболы (кривая 1). Из Рис. 2 видно, что скорость продольного перемещения мате-

риала бегущей регулярной волной зависит от максимального значения ускорения колебаний (кривая 1, при $\omega = 157 \text{ c}^{-1}$; кривая 2, при $\omega = 314 \text{ c}^{-1}$); при его постоянном значении транспортная скорость уменьшается с увеличением частоты ω ; при постоянной угловой частоте возрастание максимального ускорения приводит к увеличению скорости транспортирования; коэффициент передачи скорости уменьшается с повышением величины максимального ускорения (кривая 3). Графическое изображение получили зависимости скорости V от других параметров: от коэффициента трения f ; от углов продольного и поперечного наклона вибрирующей поверхности; от угла вибраций (для гармонического цикла) и др. Сущность метода определения скорости V заключается в том, что для соответствующих параметров материала и колебаний по формуле (7) рассчитывается соответствующая скорость и строится диаграмма. Абсолютные значения скоростей, рассчитанные по формулам, идентичны экспериментам.

Заключение

Концепция объяснения распространения продольной бегущей регулярной волны, состоящей из двух гармоник, приводит к аргументированным выводам и правильности выбора метода познания закономерностей. Дальнейшее развитие этого направления следует осуществлять путем исследования отдельных волн импульсного характера с локально-постоянным ускорением колебаний для повышения производительности процесса. Оба метода имеют самостоятельное значение. Применение таких методов и соответствующих технологических установок перспективно, исходя из эффективности и экологических условий.

Литература

1. Анахин В. Д., Плисс Д. А., Монахов В. Н. Вибрационные сепараторы. – М.: Недра, 1991. – 157 с. (Производственно-практическое издание).
2. Анахин В. Д. Графоаналитический метод моделирования динамики систем с асимметричными колебаниями // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – Выпуск В. – С. 223-229.

References

1. Anahin V. D., Pliss D. A., Monahov V. N. Vibracionnye separatory. – M.: Nedra, 1991. – 157 s. (Proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie).
2. Anahin V. D. Grafoanaliticheskij metod modelirovanija dinamiki sistem s asimmetrichnymi kolebanijami // Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – Vypusk B. – S. 223-229.

Анахин Владимир Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: anakhin@mail.ru.

Anakhin Vladimir Dmitrievich, doctor of technical sciences, professor, e-mail: anakhin@mail.ru.

УДК 519.21

© С.А. Ачитуев, Н. Энебиш

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Представляем результаты оценки эффективности потенциального развития солнечной энергетики и рабочие характеристики фотоэлектрических (PhotoVoltaik) PV модулей в реальных условиях, полученных в течение более 2 годовых экспериментальных исследований.

Ключевые слова: Солнечная радиация, пиргелиометр, автономная солнечная станция, типы солнечных моделей, экспериментальные данные, интерполяция, метод минимизации невязки и аппроксимация функции.

© S.A. Achituev, N. Enebish

EVALUATION OF SOLAR ENERGY POTENTIAL AND PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE PERFORMANCE IN THE REGIONS BURYATIA

Present the result of evaluation of solar energy potential and photovoltaic (PV) module performance from actual data measured over a period of more than 2 years in the Republic of Buryatia. To allow estimation of solar energy potentials and durability of PV system in the Republic Buryatia, a data acquisition system, including crystalline (c-Si), polycrystalline silicon (p-Si) modules.

Keywords: Solar irradiation, pyranometr, avtonomic sun system, experimental data, interpolation, the method of approximation function.

Введение

Представляем оценки (расчеты) потенциала солнечной энергии и характеристики PV модулей на основе экспериментальных данных для поли- и монокристаллических модулей, полученных с помощью набора аппаратуры (актинометр, пиргелиометр, пиранометр, термометр, анемометр и другие приборы и устройства) в местности с координатами: 51 градус 49 минут 33 секунды северной широты и 107 градусов 36 минут 35 секунд восточной долготы, 532 метра высоты над уровнем моря. Производились 23 различных измерения, включая параметры солнечной радиации и метеорологические данные.

Полученные экспериментальные данные с высокой точностью измерения, большой объем базы данных различных измерений с применением математических методов и моделей, позволили построить аналитические, интерполяционные многочлены, устанавливающие необходимые функциональные зависимости, позволяющие более качественно провести ис-

следование поведения различных явлений и процессов при фотоэффекте. Также дана оценка погрешности и условий сходимости функциональных зависимостей.

Полученные математические соотношения, балансовые уравнения и имеющиеся ограничения позволили провести вычислительные и сценарные эксперименты, используя аппарат математического и численного анализа, дать оценку производительности и энергоэффективности различных типов фотоэлектрических модулей в зависимости как от параметров состояния окружающей среды, включая параметры потока солнечной радиации, так и непосредственно от показателей и характеристик самого фотоэлектрического модуля.

1. Экспериментальная установка

Чтобы определить потенциал (PV), было установлено два типа кристаллических модулей, на основе которых проводились эксперименты и мониторинг автономной солнечной станции [2].

Параметры и индексы измеряемых величин:

- глобальное (полное) излучение на горизонте;
- излучение плоскости поверхности модуля под углом 45 градусов;
- скорость ветра и направление;
- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- альbedo – числовая характеристика диффузной отражательной способности поверхности предмета;
- ток короткого замыкания (I_{sc});
- напряжение холостого хода (V_{oc});
- ток максимальной мощности (I_{pm});
- напряжение при максимальной мощности (V_{pm});
- температура модулей (T_1, T_2);

Техническое описание модулей с монокристаллическим кремнием (с-Si) и поликристаллическим кремнием (p-Si) с указанием электрических характеристик при стандартных испытаниях (STC: 1000 Вт/м², АМ 1-5 и температура модуля от 25° С), приведены в таблице.

Имя PV модуля и тип		PV модуль - 1 c-Si	PV модуль - 2 p-Si
Параметр	Блок		
Ток короткого замыкания	A	5*3	4*8
Напряжение холостого хода	V	21*3	21*7
Температура модулей	A	4*74	4*4
Напряжение при максимальной мощности	V	17*1	17*0
Номинальная выходная мощность	W	80	75
Температурный коэффициент	W/C	0*373	0*321

Фотоэлектрический модуль (PV) 1 (80 Вт) использует монокристаллические кремниевые солнечные элементы, размером 125 mm^2 с 12,6% эффективностью преобразования модуля. Использование антибликового покрытия на задней стороне поверхности поля позволило достичь повышения эффективности преобразования элементов до 14%.

Фотоэлектрический модуль (PV) 2 (75 Вт) с применением поликристаллических элементов с запатентованной многослойной текстурой оптимизированной пирамидальной поверхностью (TOPS), который максимизирует поглощения фотонов от прямого и рассеянного света. Было использовано закаленное стекло, с коррозионно-стойкими рамками модуля из анодированного алюминия.

2. Методы обработки данных и его анализ

Полученные полевые данные делятся на три части как параметры состояния окружающей среды, оценки параметров солнечной энергии и параметры производительности PV-модулей [1].

Методы теории приближения сеточных функций в экспериментальных исследованиях позволили для восполнения исходных данных в качестве аппроксимируемой функции выбрать в одном случае алгебраические многочлены второй степени, в других берутся более сложные формульные функции (двух и трех параметрические функции). Аппроксимация функции и вычислительные расчеты проводились с интегральным условием согласования.

2.1. Индексы состояния окружающей среды

Индексы состояния окружающей среды включают в себя окружающую температуру и температуру модуля, среднюю скорость ветра, влажность и альбедо. Средние значения температуры окружающей среды, температу-

ры модуля, скорости, направления ветра, влажности и альbedo были исследованы, чтобы определить фактические условия окружающей среды, где проводятся экспериментальные испытания. Измеренные метеорологические данные сравнивались со средними ежегодными данными, полученными из сводок метеостанции, чтобы оценить условия окружающей среды во время периода измерения по сравнению с нормальным (среднестатистическим) годом.

2.2. Индексы ресурса солнечной энергии

В качестве показателей ресурсов солнечной энергии представлены такие показатели, как:

- горизонтальное излучение и излучение к поверхности модуля под углом в 45 градусов [кВт/м*м/день];

- продолжительность (период) солнечного сияния $T_{meas.Duration}$ [час / месяц];

- величина преломления F_{SD} , как отношение возможного (теоретического) периода солнечного сияния к продолжительности периода наблюдения

$$F_{SD} = T_{meas.Duration} / T_{Possible Duration} \quad (1)$$

Здесь использована продолжительность солнечного сияния при средней продолжительности дня. Сравнивалась ежемесячная радиация и продолжительность солнечного сияния, полученные из сводок метеостанции для оценки радиации в течение периода измерения.

2.3. Индексы производительности фотоэлектрического модуля

Все данные о производительности системы были оценены с точки зрения эксплуатационных характеристик, основанной на стандарте надежности 61724.8 IEC. [3].

$$Y_r = H_A / G_s \quad (2)$$

$$Y_A = E_{A,d} / P_{max} \quad (3)$$

$$PR = Y_A / Y_r \quad (4)$$

Индексы производительности фотоэлектрического модуля включают выходную мощность, коэффициент производительности модуля, факторы изменчивости температуры и другие факторы и риски (потери) производительности фотоэлектрического модуля.

Выходная справочная информация получена как отношение величины солнечной радиации на наклонной плоскости фотоэлектрических модулей к величине радиации равной теоретической (1000 Вт/ м*м). Выходные данные реальных фотоэлектрических модулей - это постоянная (ежедневная) генерация электрической энергии: $E_{A,d}$ [кВт] и представляет собой

количество часов в день, что модули находятся в рабочем режиме на своей номинальной выходной мощности P_{max} .

Коэффициент производительности модуля определяется как отношение показателя фактической выходной мощности модуля к теоретической (Y_A / Y_r). Коэффициент PR не зависит от расположения и размера модуля, и указывает на общие потери по номинальной мощности модуля из-за температуры модуля и неполного использования облучения.

Чтобы оценить влияние температуры модулей на производительность, были определены коэффициенты K_{temp} и параметр, как потеря производительности K_{oth} . Эти факторы были рассчитаны с использованием соотношений (5) и (6) в зависимости от температуры модуля T_{cell} , температурного коэффициент $\alpha_{P_{max}}$ и коэффициента производительности модуля PR .

Коэффициент K_{oth} учитывает угол падения, отражения от земной поверхности, затенение, процессов старения и другие неизвестные факторы за исключением потери температуры модуля PV:

$$K_{temp} = 1 - \alpha_{P_{max}} (T_{cell} - 25) \quad (5)$$

$$K_{oth} = PR / K_{temp} \quad (6)$$

3. Результаты и обсуждение

3.1. Состояние окружающей среды.

Температурные условия были подобны нормальному (среднестатистическому) году. Разница между дневной и ночной температурой воздуха составляет около 10°C , и сезонные температуры воздуха в диапазоне от -20°C до $+30^\circ \text{C}$. Повышение температуры модуля было от 5 до 10°C по отношению к температуре окружающей среды, температура модуля была выше стандартных условиях на 15°C в апреле и январе. Таким образом, модуль PV, рамы и кабель подвергались тяжелой термической нагрузке и работы в широком диапазоне температур.

Среднегодовая скорость ветра была $2,85$ м/с со стандартным отклонением $1,06$ м/с и максимальная зарегистрированная скорость ветра - $19,0$ м/с.

Чтобы определить охлаждающий эффект ветра на температуру модуля, был проведен расчет и анализ математической модели, в которой построена функциональная зависимость температуры модулей от скорости ветра при постоянных составляющих потока солнечной радиации.

Повышение температуры модуля по отношению к температуре окружающей среды ($T_{module} - T_{ambient}$) обратно пропорционально скорости ветра при постоянной освещенности ($G_A \gg 0$). В полночь ($G_A = 0$) при по-

вышении температуры модулей указано отрицательное значение до -5°C из-за радиации с охлаждающим эффектом.

С другой стороны, повышение температуры модуля пропорционально величине радиации на наклонной поверхности модуля при постоянной скорости ветра, что также продемонстрировано на соответствующей аппроксимирующей функции.

Средняя разность температур модулей 1 и 2 была $0,55^{\circ}\text{C}$ (стандартное отклонение $0,38^{\circ}\text{C}$), при том, что эти модули имеют аналогичные теплоемкости.

В теплое время года, альбедо было постоянным и равным 0,28, и увеличивалось до 0,4 в зимний период из-за снежного покрова.

Аппроксимируя экспериментальные данные на неравномерной сетке, используя метод функционального интерполирования с разделенной разностью второго порядка, были получены аналитические функции, позволяющие проводить качественный сценарный анализ. Таким образом, математический и вычислительный эксперимент и его анализ выявил некоторые особенности и свойства, позволяющие, как технологически, так и технически улучшать выходные параметры фотоэлектрических модулей и его эксплуатационные характеристики.

3.2. Ресурс солнечной энергии

Ежемесячные продолжительности света в зимние и летние сезоны составляли 200 и 300 ч соответственно. Продолжительность дневного света была 0,6 летом, из-за сезона дождей увеличивалась до 0,8 или больше в холодный сезон. Среднегодовое горизонтальное облучение было 4,66 кВт/м*м/день. В среднем за год в плоскости облучения было 5,82 кВт/м*м/день.

3.3. Производительность фотоэлектрического модуля

Ежегодные энергетические выходы модулей 1 (p-Si) и 2 (c-Si) были 404 и 351 Вт*час/день соответственно. Стандартные отклонения - 43 и 40 Вт*час/день соответственно.

Ежегодный теоретический показатель выходной мощности горизонтальных поверхностей и поверхностей модуля с уклоном при солнечном облучении были 1695 и 2137 час/год соответственно (с указанием 1695 и 2137 солнечных часов в год к уровню стандартной радиации, равной 1000 Вт/м*м солнечной энергии).

Ежегодная реальная производительность модулей составляла $Y_{A,m1} = 1961$ час/год и $Y_{A,m2} = 1842$ час/год, каждый модуль работал 1961 ч и 1842 ч по номинальной мощности P_{\max} в год, соответственно.

PR- модуль 2 показал очень высокие значения больше 1,0 зимой и около 0,85 в теплое время года из-за влияния температуры модуля. Другие потери были стабильными на уровне около 10%.

Производительность модуля 1 была 0,75 – 0,93, которая на 0,1 меньше, чем у модуля 2. Кроме того, значение K_{oth2} модуля 2 было ниже номинальных значений мощности (в соответствии с производителем), чем у модуля 1, для выходной мощности и производительности. Тем не менее, средние измеренные значения мощности $P_{max,real}$ модулей 1 и 2 были ниже соответствующих номинальных значений мощности 76,3 Вт, (95,4%) и 68,6 Вт (91,4%) в пределах допустимого диапазона допуска $\pm 10\%$.

Эта разница (4,6% , 8,6%) была включена в различия в производительности между модулем 1 и 2. Кроме того, разница в производительности модулей может быть связана с различиями в материалах, используемых для модульной конструкции: например, с различиями в коэффициенте отражения стекла и т.д.

Данное исследование, аналогично исследованию [5], показало, что монокристаллические PV (с-Si) с высоким температурным показателем являются более выгодными для использования в регионе.

Заключение

Республика Бурятия является одним из перспективных регионов РФ для создания крупномасштабных (более 10 МВт и выше) фотоэлектрических систем по производству электрической энергии. [4] .

Точное определение производительности фотоэлектрических модулей имеет решающее значение для проектирования крупномасштабных фотоэлектрических систем и их экономической оценки. Для разработки концептуального проекта и расчета затрат на производство электроэнергии и строительство солнечных систем (PV) в различных районах Республики Бурятия, отработки системы мониторинга и сбора данных, определения производительности фотоэлектрических модулей и был реализован данный проект, аналогичный [1,5].

Результаты показали высокую выходную мощность и, соответственно, производительность модулей, несмотря на крайне низкую температуру окружающей среды. Таким образом, результаты исследования показывают, что фотоэлектрические модули с высокими температурными коэффициентами, такие как монокристаллический кремний, являются предпочтительными для установки системы и использования в районах Республики Бурятия и имеют огромный потенциал для развития автономной солнечной энергетики в целом по Республике Бурятия.

Литература

1. Kurokawa K (ed.). Energy from the Desert, Feasibility of Very Large Scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) Systems. - James & James Ltd: UK, 2003. – 195 p.
2. Ito M., Kato K., Sugihara H., Kichimi T., Song J., Kurokawa K. A preliminary study on potential for very large-scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems in the Gobi desert from economic and environmental view-

С. А. Ачитуев, Н. Энебиш. Оценка потенциала солнечной радиации производительности фотоэлектрических модулей на территории Республики Бурятия

points. - Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2003. - 75(3-4). – P. 507-517.

3. Oozeki T, Izawa T, Otani K, Kurokawa K. An evaluation method of PV systems. - Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2003. - 75(3-4). – P. 687-695.

4. Ачитуев С.А., Ухин М.Ю. Оптимизация стратегий развития региона на многокомпонентной модели. // Автоматика и телемеханика. - 2008. - №3.

5. Enebish N. Возобновляемая энергетика как важный аргумент устойчивого развития Монголии. Труды научного форума по возобновляемой энергетике. 12-13 декабря, 2008, Улан-Батор, Монголия. - С. 6-9.

References

1. Kurokawa K (ed.). Energy from the Desert, Feasibility of Very Large Scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) Systems. - James & Lames Ltd: UK, 2003. – 195 p.

2. Ito M., Kato K., Sugihara H., Kichimi T., Song J., Kurokawa K. A preliminary study on potential for very large-scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems in the Gobi desert from economic and environmental viewpoints. - Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2003. - 75(3-4). – P. 507-517.

3. Oozeki T, Izawa T, Otani K, Kurokawa K. An evaluation method of PV systems. - Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2003. - 75(3-4). – P. 687-695.

4. Achituev S.A., Uhin M.Ju. Optimizacija strategij razvitija regiona na mnogokomponentnoj modeli // Avtomatika i telemehanika. - 2008. - №3.

5. Enebish N. Vozobnovljaemaja jenergetika kak vazhnyj argument ustojchivogo razvitija Mongolii. Trudy nauchnogo foruma po vozobnovljaemoj jenergetiki. 12-13 dekabrja, 2008, Ulan-Bator, Mongolija. - S. 6-9.

Ачитуев Самбу Ачитуевич, доктор наук (PhD), старший научный сотрудник, Бурятский государственный университет, e-mail: sambu59@mail.ru.

Энебиш Н., доктор наук (PhD), профессор Монгольского национального университета, e-mail: enebish_n@seas.num.edu.mn.

Achituev Sambu Achituevich, PhD, senior researcher, Buryat State University, e-mail: sambu59@mail.ru.

Enebish N., PhD, professor, Mongolian National University, e-mail: enebish_n@seas.num.edu.mn.

2. Информационные системы и технологии

УДК 004.932

© Ю. В. Авраменко, Р. К. Федоров

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРЕДИКАТА ДЛЯ УЧЕТА ТЕКСТУРНЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ОБЪЕКТОВ¹

В ИДСТУ СО РАН разработан и активно развивается логический метод распознавания объектов на растровых изображениях в рамках деформируемых моделей. Деформируемая модель задается при помощи логических правил с пространственными ограничениями. Процедура распознавания заключается в поиске комбинации положения объекта и других признаков, удовлетворяющих пространственным ограничениям, с наименьшим значением функции энергии. В статье предлагается реализация предиката texture для учета текстурных и спектральных признаков в процессе распознавания.

Ключевые слова: Пролог, логические методы, распознавание образов, деформируемые модели.

© Y. V. Avramenko, R.K. Fedorov

IMPLEMENTATION OF THE INBUILT PREDICATE FOR TEXTURAL AND SPECTRAL ANALYSIS IN OBJECT RECOGNITION TASK

The logical method of object recognition on raster images within the deformable models is developed at ISDCT RAS. The deformable model is defined by logical rules with spatial constraints. Recognition procedure produces a search of combination of the object position and other features, satisfying spatial constraints, with the lowest value of the energy function. The article suggests the implementation of a predicate to account for texture textural and spectral features in the recognition process.

Keywords: Prolog, pattern recognition, active contour model.

Введение

В настоящее время в области компьютерного зрения продолжают разрабатываться новые и активно развиваться существующие методы распознавания образов на растровых изображениях. Это обусловлено тем, что задача распознавания на растровых изображениях не является полностью решенной из-за влияния множества факторов обработки растровых изображений: шум, размытие, перепады яркости, искажения, отсутствие

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 13 07-12080.

фрагментов и т.д. Различные методы успешно применяются в прикладных задачах, но являются узконаправленными и не всегда дают качественные результаты. Обычно на различных сценах растровых изображений существует большое количество объектов и их альтернатив расположения. Для того чтобы выделить распознаваемые объекты требуется некоторая дополнительная априорная информация, которая значительно изменяется в зависимости от задачи. Поэтому для задачи распознавания на растровых изображениях является важным гибкое применение априорной информации в методе распознавания.

Рассмотрим существующие методы в контексте возможности применения пользователем априорной информации в процессе распознавания. Одним из важных свойств объекта является его структура. Работы [1], [2], [3] показывают развитие методов применения деформируемых моделей, определяющих пространственное расположение фрагментов контура объектов. Пространственное расположение фрагментов контура задается пользователем с помощью различных графических примитивов (отрезков, сплайнов, полиномов и т.д.). В статье [4] описан метод распознавания зданий на космоснимках, использующий информацию о структурных и спектральных свойствах объекта. Используемая информация в методе жестко зашита, и позволяет изменять только ряд параметров. Для качественного распознавания кроме структурных и спектральных свойств, требуется учитывать текстурные свойства, знать относительные положения объектов, в том числе топологические отношения, и т.д. На разных изображениях большее значение могут получить те или иные свойства объектов или их комплекс. Например, в работе [5] для задачи распознавания дорожной сети населенного пункта используются знания о связности дорожной сети. Набор априорной информации, требуемой для корректного распознавания, может изменяться в зависимости от класса объекта, специфики изображения и т.д. Поэтому требуется некоторый механизм включения и применения априорной информации о свойствах объектов в процесс распознавания. Одним из таких подходов является использование некоторого языка, позволяющего формализовать априорную информацию. В статье [6] для распознавания изображений используется язык Пролог. Механизм логического вывода очень удобен для поиска объектов с учетом свойств и связей между ними. Свойства и связи в методе представлены в виде фактов. Основной проблемой является наполнение базы фактов и алгоритмическая сложность, что ограничивает область применения подобных методов. Поэтому распознавание объектов на растровых изображениях с учетом априорной информации является актуальным направлением исследования.

Распознавание объектов

В ИДСТУ СО РАН разработан и активно развивается метод распознавания объектов на растровых изображениях в рамках деформируемых моделей. Деформируемая модель задается при помощи логических правил с пространственными ограничениями. Получение информации методом из изображения (например, положение отрезка границы объекта) осуществляется при помощи встроенных предикатов. С каждым предикатом связана функция принадлежности $\mu \in [0;1]$ – оценка соответствия примитива или свойства изображению, где 1 – полное соответствие, 0 – полное не соответствие.

Оценка соответствия возможного положения объекта и деформируемой модели определяется значением функции энергии

$$L(\mu_1, \dots, \mu_n) = -\sum_1^n \mu_i \rightarrow \min, \text{ где } n \text{ – количество встроенных предикатов.}$$

Процедура распознавания заключается в поиске комбинации положения объекта и других признаков, удовлетворяющих пространственным ограничениям, с наименьшим значением функции энергии. Механизм логического вывода Пролога производит перебор возможных решений поиском в глубину. Из найденных решений в конечном результате остаются со значением функции энергии меньше заданного порога $L < \tilde{L}$. Порог влияет на скорость работы метода, и качество распознавания, подбирается пользователем с учетом специфики конкретной задачи.

Реализация предиката texture

На изображениях могут присутствовать объекты подобной формы, например, крыша здания и асфальтированная площадка. Для того чтобы их различить реализован предикат texture. Принцип работы предиката заключается в оценке соответствия заданной области изображения и прецедентов по текстурным и спектральным признакам на основе метода опорных векторов. Использование предиката состоит из двух шагов. Первый шаг – это обучение, которое производится на серии изображений и информации о прецедентах наличия или отсутствия распознаваемой текстуры и спектра. Второй шаг – это непосредственно оценка заданной области. При обучении формируется набор растровых файлов, на которых с помощью полигональных объектов в формате SHAPE указывается положение прецедентов. В атрибутивной части объектов SHAPE файла должна содержаться информация о классе каждого прецедента. На основе этих данных для каждого прецедента формируются наборы векторов признаков. Для этого все изображения делятся на ячейки (окна). Необходимость обработки изображения на уровне ячеек обусловлена тем, что пиксель подвержен значительному влиянию шума, освещения и т.д. Каждая ячейка изображения проверяется на нахождение в одном из полигональных объектов SHAPE файла. Если ячейка находится внутри полигонального объекта, то формируется вектор с указанием класса прецедента и добав-

ляется в обучающую выборку. После на основе множества векторов признаков формируется файл модели классификации, таких файлов можно создать несколько, для разных текстур или условий съемки.

При оценке предикат *texture* работает следующим образом. На вход подается множество точек $\{s_1, \dots, s_n\}$ – область изображения, которая является контуром объекта. Путь к файлу модели классификации *class.txt*. Изображение, заданной области, разбивается на ячейки. Для каждой ячейки формируется вектор признаков. На основе вектора признаков классификатор относит ячейку к тому или иному классу. Далее вычисляется значение функции принадлежности $\mu = \frac{match}{total}$, где *match* – ячейки

соответствующие объекту, *total* – общее количество ячеек. Классификатор применяется ко всему изображению перед началом процедуры распознавания, для того чтобы избежать подобных многократных вычислений и сократить время работы алгоритма распознавания.

Рассмотрим более подробно формирование векторов признаков. Компонентами вектора признаков являются характеристики частоты встречаемости различных элементов в ячейке изображения размером $n \times n$. Элементами в ячейке являются текстурные и спектральные признаки. Текстурные признаки вычисляются методом LBP [7], который обрабатывает каждый пиксель и её окрестность размером 3×3 по формуле:

$$LBP_a = \begin{cases} 1, & x_c \geq x_i \\ 0, & x_c < x_i \end{cases}, \text{ где } x_c \text{ – центральный пиксель, } x_i \text{ – соседние.}$$

Получается, например, шаблон вида 10101000, где последовательность цифр соответствует последовательности обхода пикселей вокруг центральной точки. Далее каждому пикселю ячейки присваивается номер одного из 256 возможных бинарных шаблонов.

Спектральные признаки соответствуют значениям яркости по каждому из каналов цветовой модели RGB, которые так же принимают одно из 256 возможных значений. Компонентами вектора признаков будут значения частоты встречаемости вычисленных элементов в ячейке. Вектор признаков состоит из четырех наборов компонент $x = \{R, G, B, LBP\}$. На рисунке 1 показано, содержание компонент вектора.

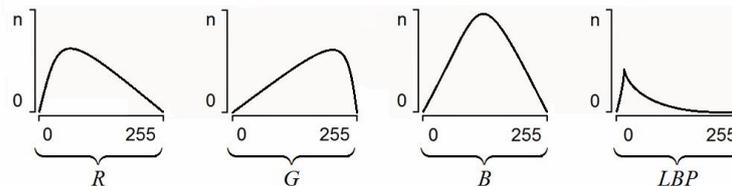


Рис. 1. Компоненты вектора признаков.

Элементы компонент записываются последовательно, в итоге получается вектор размера 1024. На практике большинство из них получают нулевые значения. Поэтому значения элементов хранятся в виде пар $\{i;v\}$, где i – порядковый номер элемента, v – значение.

Апробация предиката *texture*

Приведем пример правила, использующего предикат *texture*, для нахождения объекта здание:

```
building(A,B,C,D):-
line(A,B), line(B,C), line(C,D), line(D,A),
dist(A,B)>50, dist(B,C)>170, dist(C,D)>50, dist(D,A)>170,
dist(A,B)<70, dist(B,C)<200, dist(C,D)<70, dist(D,A)<200,
angle(A,B,C)>85, angle(B,C,D)>85, angle(C,D,A)>85, angle(D,A,B)>85,
angle(A,B,C)<108,angle(B,C,D)<105,angle(C,D,A)<105,angle(D,A,B)<105,
texture([A,B,C,D],class).
```

Правило определяет объект прямоугольной формы с заданной текстурой и спектром. На рисунке 2 показан результат распознавания объектов,

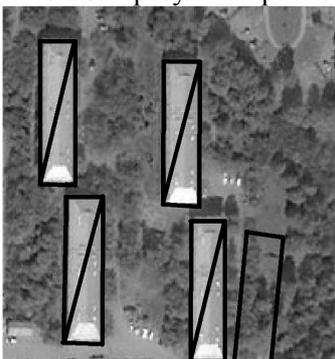


Рис. 2. Результат распознавания объектов. Объекты с диагональной штриховкой распознаны с предикатом *texture*, объект без штриховки распознается, без его использования.

Заключение

С реализацией предиката *texture* появилась возможность гибко учитывать текстурные и спектральные признаки объектов в комбинациях с различными другими признаками. Предикат *texture* повысил качество работы метода, с его помощью стало можно различать объекты подобной формы. Основным недостатком предиката *texture* является то, что для его применения необходимо знать положение контура объекта. Планируется дальнейшая модификация предиката *texture* таким образом, чтобы по текстурным и спектральным признакам можно было определить контур объектов. Предполагается, что это позволит находить границы лесов или водных объектов.

Литература

1. Kass M., Witkin A., Terzopoulos D. Snakes: Active Contour Models // First International Conference on Computer Vision, pub. IEEE Computer Society Press, 1987, pp 259-268.
2. Williams DJ., Shah M. A fast algorithm for active contours and curvature estimation // CVGIP: Image Understanding 1992, 55:14-26.
3. Amini AA., Weymouth TE., Jain RC. Using dynamic programming for solving variational problems in vision // IEEE Trans Pattern Anal Machine Intell 1990, 12:855-867.
4. Muller S., Zaum D. Robust building detection in aerial images // CMRT05 2005, vol. 36, Part 3/W24, pp. 143 – 148.
5. Fedorov R., Hmelnov A. Road axial line builder // Pattern Recognition and Image Analysis. — 2003. — Т. 13, № 2. — С. 256 – 258.
6. Bell B., Pau L.F. Context knowledge and search in object-oriented Prolog-based image understanding // Pattern Recognition Letters vol. 13 pp. 279 – 290, 1992.
7. Ojala T., Pietikäinen M., Harwood D. A Comparative Study of Texture Measures with Classification Based on Feature Distributions // Pattern Recognition. – 1996, vol. 19(3), pp.51-59.

References

1. Kass M., Witkin A., Terzopoulos D. Snakes: Active Contour Models // First International Conference on Computer Vision, pub. IEEE Computer Society Press, 1987, pp 259-268.
2. Williams DJ., Shah M. A fast algorithm for active contours and curvature estimation // CVGIP: Image Understanding 1992, 55:14-26.
3. Amini AA., Weymouth TE., Jain RC. Using dynamic programming for solving variational problems in vision // IEEE Trans Pattern Anal Machine Intell 1990, 12:855-867.
4. Muller S., Zaum D. Robust building detection in aerial images // CMRT05 2005, vol. 36, Part 3/W24, pp. 143 – 148.
5. Fedorov R., Hmelnov A. Road axial line builder // Pattern Recognition and Image Analysis. — 2003. — Т. 13, № 2. — С. 256 – 258.
6. Bell B., Pau L.F. Context knowledge and search in object-oriented Prolog-based image understanding // Pattern Recognition Letters vol. 13 pp. 279 – 290, 1992.
7. Ojala T., Pietikäinen M., Harwood D. A Comparative Study of Texture Measures with Classification Based on Feature Distributions // Pattern Recognition. – 1996, vol. 19(3), pp.51-59.

Авраменко Юрий Владимирович, аспирант ИДСТУ СО РАН, e-mail: avramenko@icc.ru.

Фёдоров Роман Константинович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, e-mail: fedorov@icc.ru.

Avramenko Yuriy Vladimirovich, postgraduate of ISDCT SB RAS, e-mail: avramenko@icc.ru.

Fedorov Roman Konstantinovich, candidate of technical sciences, senior researcher of ISDCT SB RAS, e-mail: fedorov@icc.ru.

УДК 004

© Л. М. Макшанова

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕВОГО ТРАФИКА БУРЯТСКОГО
ФИЛИАЛА ОАО «РОСТЕЛЕКОМ»**

В данной статье предлагается описание реальной системы организации сети широкополосного доступа БФ ОАО «Ростелеком» при помощи теории графов через понятие гиперсети, которая позволяет более полно отразить элементный состав и структуру связей между элементами. Также в статье приведен анализ статистических данных трафика всего филиала, выводы которого будут использоваться для последующего математического моделирования сети ШПД БФ ОАО «Ростелеком», что позволит оценить производительность сети при росте интенсивности нагрузки.

Ключевые слова: трафика сети, пропускная способность, коэффициент самоподобия, метод абсолютных моментов.

© L. M. Makshanova

**A STUDY OF NETWORK TRAFFIC BURYATIA BRANCH
ROSTELECOM**

This article offers a description of a real system of networking broadband Buryat branch of «Rostelecom» using graph theory through the concept hyper-network which allows better reflect the elemental composition and structure of the connections between the elements. The article also provides an analysis of the statistics of all traffic branch, the conclusions of which will be used for further mathematical simulation of the broadband access network «Rostelecom», which will evaluate the performance of the network while increasing the intensity of the load.

Keywords: network traffic, bandwidth, rate of self-similarity, absolute method of moments.

Рынок телекоммуникационных услуг характеризуются динамичностью развития, где каждый оператор связи старается удовлетворить потребности пользователей.

Именно потребители определяют политику развития провайдеров. Условно пользователей можно классифицировать как:

- ✓ корпоративный пользователь;
- ✓ малый бизнес и домашний офис (SOHO);
- ✓ другие операторы связи;
- ✓ частный пользователь.

Удовлетворение всех категорий в принципе и формируют спектр услуг оператора связи. На сегодня наблюдается повышение спроса на ши-

рокопосные услуги связи (видеоконференции, VoD и т.п.). На территории республики Бурятии крупнейшим оператором предоставления телекоммуникационных услуг является БФ ОАО «Ростелеком». И в частности предоставления Интернет-услуг.

Сам Интернет можно представить в виде хаотично соединенных локальных сетей, физически подключенных через NAP (точек доступа) либо посредством межсетевых соединений, по которым и производится обмен трафиком [1]. Условно глобальную сеть можно разделить на зоны (американскую, европейскую, азиатско-тихоокеанскую и т.д), в свою очередь каждая зона разделяется на сегменты, относящиеся к государствам расположенным в ней. Сегмент, описывающий национальную сеть имеет верхний уровень, в который включены федеральные узлы, соединенные между собой магистральными каналами связи, организованными на ВОЛС или спутниковых каналах. Средний уровень – региональные узлы, образующие региональные сети, связанные с федеральными узлами через точки доступа посредством высоко и среднескоростных каналов. Нижний уровень образуют местные узлы, связанные с региональными посредством высоко и среднескоростных каналов. Именно к местным сетям подключают локальные сети предприятий и частных пользователей. В соответствии с данной классификацией на территории государства действуют национальные провайдеры, имеющие собственных представителей в регионах. Последние в свою очередь обеспечивают подключение пользователей к сети Интернет [2].

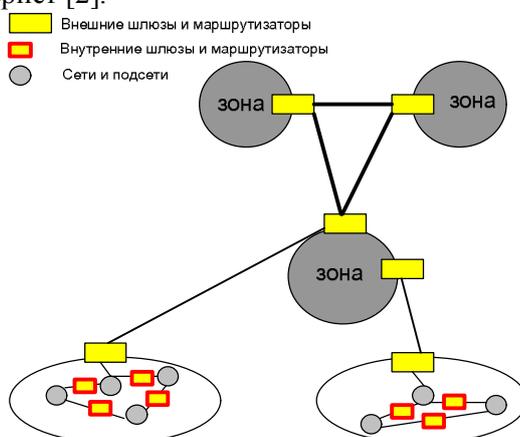


Рис.1. Иерархическая структура глобальной сети Интернет

Данное выше описание сети Интернет можно представить в виде предфрактального графа:

$G1=(X1, V1)$, где $x_i \in X1$ ($i=1, \dots, |X1|$) – множество вершин соответствующих зонам, а $v_i=(v_1, \dots, v_m)$ – множество высокоскоростных каналов, веса которых соответствуют их пропускным способностям. Зонам в соответствие приведем граф $L1_i=(Y1_i, R1_i)$. Вершины графа обозначают сегменты, описывающие отдельные страны, вес ребер также соответствует

пропускной способности каналов. Заместим каждую вершину $x_i \in X1$, ($i=1, \dots, / X1 \setminus$) графовой моделью зоны $L1_i=(Y1_i, R1_i)$, определяемой этой вершиной. Получаем предфрактальный граф $G2=(X2, V2)$ ранга $L=2$. Ребра $V1$ в графе $G2=(X2, V2)$ соответствуют высокоскоростным межзональным соединениям. Вершины графа $G2=(X2, V2)$ описывают национальных провайдеров, вес ребер описывает пропускную способность соединений. Для описания национальных провайдеров элементу $x_j \in X2$ ($j=11, \dots, / X2 \setminus$) в соответствие приведем граф $L2_j=(Y2_j, R2_j)$. При помощи этой затравки получается предфрактальный граф $G3=(X3, V3)$, имеющий ранг $L=3$. Ребра $V2$ в графе $G3=(X3, V3)$ соответствуют мощным высокоскоростным магистральным соединениям, пропускная способность которых описывается весом ребер. Наконец при помощи затравки $L_s=(Y3_s, R3_s)$, ($s=1, \dots, / X3 \setminus$) замещаем вершины $x_s \in G3$, что позволяет описать рабочие станции, NAR и др. БФ ОАО «Сибирьтелеком». Так мы получили предфрактальный граф $G4=(X4, V4)$. [1]

То есть:

$$G1=(X1, V1) \equiv G2=(X2, V2) \equiv G3=(X3, V3) \equiv G4=(X4, V4)$$

Тогда последовательность отображений

$$\{L_{ij}\}: G_k^{Lk} \rightarrow G_{k-1}^{Lk-1} \rightarrow \dots \xrightarrow{L1} G1$$

Определяет иерархическую абстрактную k -гиперсеть. Опишем глобальную сеть через граф:

$$Internet = (G1, G2, G3, G4; L1, L2, L3)$$

Сеть БФ ОАО «Ростелеком» построена по иерархическому типу ВСС РФ, включающей в себя 3 уровня:

1. Системы (службы) электросвязи – комплекс средств, обеспечивающий предоставление пользователям услуг электросвязи.
2. Вторичные сети связи, обеспечивающие транспортировку, коммутацию, распределение сигналов в службах электросвязи.
3. Первичные сети, снабжающие вторичные сети каналами передачи и физическими цепями

В качестве составной части соответствующей службе в архитектуру входит оконечное пользовательское оборудование.

Строится ВСС РФ на оборудовании связи: коммутационном, систем передачи и терминальном оборудовании пользователя. [8]

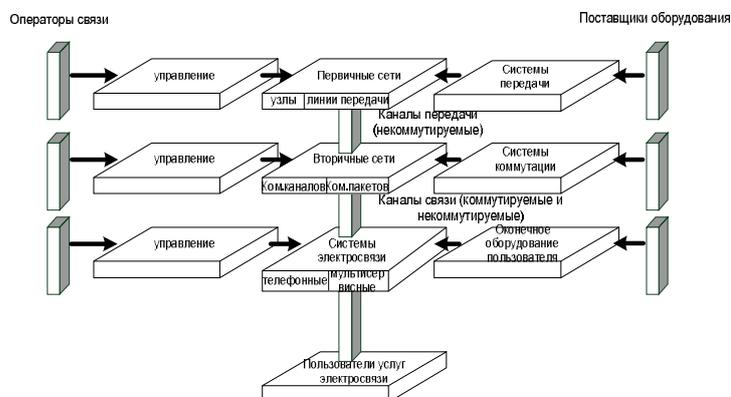


Рис.2. Архитектура Взаимовязанной сети связи РФ

Таким образом, математически структуру сети филиала удобно представить как иерархическую гиперсеть: [2]

$N=(X, V, A, B, C)$, где:

$X = \{x_1, \dots, x_n\}$ – множество вершин;

$V = \{v_1, \dots, v_n\}$ – множество ветвей;

$A = \{a_1, \dots, a_n\}$ – множество ребер 1-го уровня;

$B = \{b_1, \dots, b_n\}$ – множество ребер 2-го уровня;

$C = \{c_1, \dots, c_n\}$ – множество ребер 3-го уровня.

$NO=(X, Y)$ – граф описывающий магистральный уровень. Вершины его соответствуют точкам закупки и продажи трафика (оборудование подключения) региональным провайдером. Ребра описывают высокоскоростные магистральные соединения, пропускную способность которых обозначим соответствующим весом.

1 уровень:

$KO = (X_0 \supseteq X_1, A)$ – сеть кабельной канализации и инженерных сооружений для организации линий связи, где X_1 – вершины соответствующие узлам линейных сооружений, колодцам связи ККС, здание, шкафы, колодцам, пристанционным колодцам, кабельным вводам в здания, где $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – участки кабельной канализации, траншеи, коллекторы, опоры ВЛС и др.

2 уровень:

В общем случае 2-ой уровень в гиперсети N состоит из сравнительно независимых графов соответствующих различным вариантам построения САД.

$PC_k = (X_1 \supseteq X_2^k, B_k)$ – первичная сеть электросвязи, где X_2^k – сетевой узел, РШ, кросс АТС, бокс, муфта, кабельный ящик, НРП, выносной концентратор (далее ВК) и др.;

где $B = \{b_1, b_2, \dots, b_{m_b}\}$ – однородный участок кабельной линии между соответствующими сетевыми узлами. Отображает САД построенную на симметричных медных кабелях (по шкафной системе).

$PC_o = (X_1 \supseteq X_2^o, B_o)$ – первичная сеть электросвязи, где X_2^o – сетевой узел, РШ, кросс АТС, кросс Мультиплексора, (Маршрутизатора), оптический кросс, бокс, муфта, кабельный ящик, НРП, выносной концентратор (далее ВК) и др.;

где $B = \{b_1, b_2, \dots, b_{m_b}\}$ – однородный участок кабельной линии между соответствующими сетевыми узлами. Отображает САД построенную с использованием оптоволоконных кабелей.

3 уровень:

3-й уровень гиперсети содержит два типа графов, для реализации услуг IP-телефонии и сети передачи данных, на каждом графе два уровня возможной реализации обоих видов сетей.

$BC_k^m = (X_2 \supseteq X_3^{(km)}, C_k^m)$ – вторичная сеть электросвязи, где X_3^{km} – вершины соответствующие АТС, РШ, боксу, ВК, где $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – линии связи вторичной сети, включающие в себя неуплотнённые кабельные линии, уплотнённые кабельные линии, а также каналобразующую аппаратуру (далее КОА). Отображает сеть IP-телефонии, построенной с использованием симметричных медных кабелей.

$BC_o^m = (X_2 \supseteq X_3^{(om)}, C_o^m)$ – вторичная сеть электросвязи, где X_3^{om} – вершины соответствующие АТС, оптический кросс, РШ, боксу, ВК, где $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – линии связи вторичной сети, включающие в себя оптические кабельные линии, КОА. Отображает сеть IP-телефонии, построенную с использованием оптоволоконных кабелей.

$BC_k^d = (X_2 \supseteq X_3^{(kd)}, C_k^d)$ – вторичная сеть электросвязи, где X_3^{kd} – вершины соответствующие Маршрутизатору / Роутеру (Серверу доступа xDSL, РШ, боксу) и др., где $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – линии связи вторичной сети, включающие в себя неуплотнённые кабельные линии, уплотнённые кабельные линии, а также каналобразующую аппаратуру (далее КОА) системы xDSL. Отображает сеть передачи данных, построенную с использованием симметричных медных кабелей.

$BC_o^d = (X_2 \supseteq X_3^{(od)}, C_o^d)$ – вторичная сеть электросвязи, где X_3^{od} – вершины соответствующие Маршрутизатору / Роутеру (Серверу доступа xDSL, оптический кросс, РШ, боксу), где $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – линии связи вторичной сети, включающие в себя оптические кабельные линии, КОА. Отображает сеть передачи данных, построенную с использованием оптоволоконных кабелей. [7]

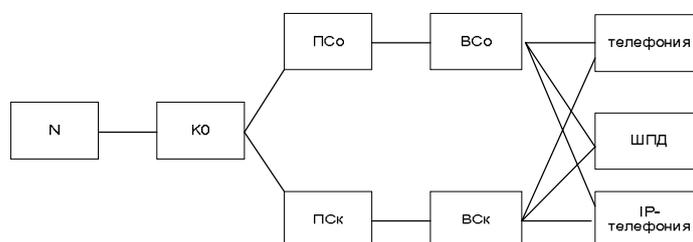


Рис.3. Схема включения графов в гиперсеть N.

Как отмечалось выше, политика развития провайдера определяется пользователями, для которых главным критерием является качество услуги. Провайдер заинтересован в обеспечении качественного функционирования сети, которое характеризуется эффективным использованием пропускной способности узла связи. Возможность узла связи обслуживать трафик зависит от таких характеристик как: надежность, качество передачи и имеющиеся ресурсы сети. Качество передачи определяется уровнем воспроизведения сигнала в пункте приема. Ресурсы сети – это средства коммутации, переприема и хранения информации. Под надежностью сети подразумевают готовность, безотказность, ремонтпригодность, техническое обслуживание и ремонт технических средств.

Нами проведен анализ статистики сетевого трафика на внешнем канале филиала за 2014 год. Результаты измерений получены с помощью ПО RNP Network Weathermap v0.95b. Удобство программного обеспечения состоит в том, что измерения трафика проводятся по двум важным характеристикам – скоростью доступа (Мбит/с) и количеству пройденных пакетов (Кпак/с). На верхнем уровне оси ординат откладывается входящий трафик, на нижнем уровне – исходящий. Имеется возможность выбрать усреднение интервала измерения (5, 20 и 30-минутные интервалы). Также вычисляются максимальное и среднее значения трафика на выбранном временном интервале. В идеале анализ статистических данных должен составить основу для предложений по модернизации и оптимизации сети, а также использоваться в качестве характеристик описанной выше гиперсети БФ ОАО «Ростелеком».

На сегодняшний день существует ряд работ по исследованию сетевых трафиков, в которых доказывается их самоподобие (фрактальность). Непрерывный стохастический процесс $X(t)$, считается самоподобным с параметром Херста H ($0,5 \leq H \leq 1$), если для любого положительного числа a , процессы $X(t)$ и $a^{-H}X(at)$, будут иметь идентичные распределения для всех положительных целых n :

$$\{X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)\} \stackrel{D}{\sim} \{a^{-H}X(a_1t_1), a^{-H}X(a_2t_2), \dots, a^{-H}X(a_nt_n)\}$$

Отношение $\stackrel{D}{\sim}$ означает асимптотическое равенство в смысле распределения.

Для определения принадлежности процесса к классу самоподобных, необходимо рассмотреть агрегированные из него процессы, построенные

с помощью усреднения значений исходного процесса на непересекающихся временных интервалах m :

$$\forall m \geq 1 \quad X_j^{(m)} = \frac{X_{jm-m+1} + X_{jm-m+2} + \dots + X_{jm}}{m}, \quad j \geq 1.$$

В случае сохранения статистических свойств (среднее, дисперсия) говорят об его самоподобии.

Предположим, что исследуемый трафик является самоподобным.

В статье приведены и проанализированы данные собранные в течение суток, недели, а также на протяжении трех месяцев. Суточный трафик дополнительно разделен и проанализирован по интервалам интенсивности нагрузки.

Рассматриваемый временной ряд входящего трафика в течении трех месяцев составляет 2148 часов. Временной ряд усреднен пятиминутными интервалами, часовой пояс соответствует Улан-Удэнскому часовому поясу:

$$X^{(m)} = \{X_k^{(m)}: k=1, 2, \dots, 2148\}$$

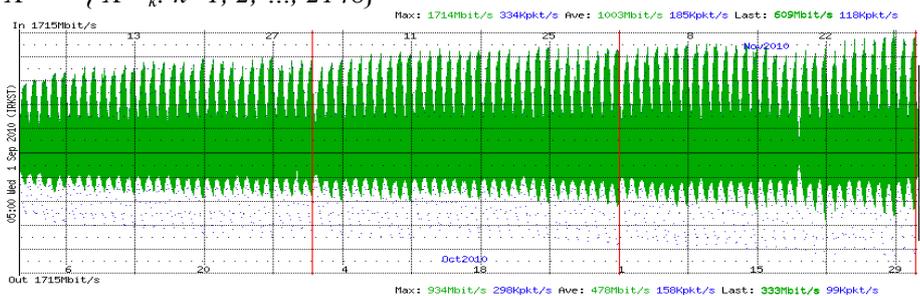


Рис.4. Пример статистики трафика за 3 месяца 2014 года

Рассмотрим агрегационные процессы, полученные из исходного временного ряда.

Уменьшим шкалу наблюдения в три раза. Временной интервал будет составлять 720 часов, что соответствует месячному трафику. Для наблюдений приведем статистику трафика за ноябрь 2014 года.

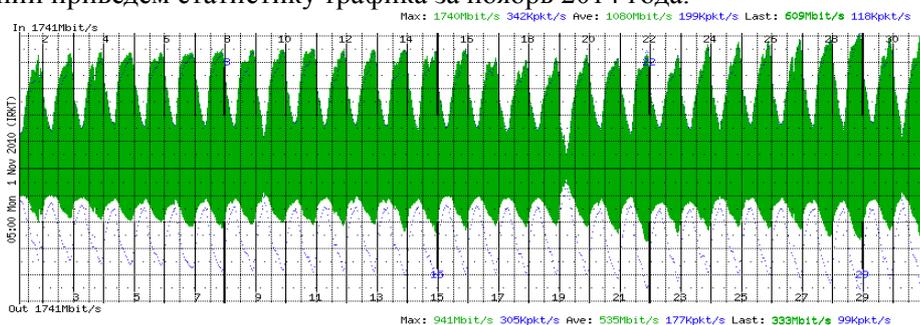


Рис. 4.1. Трафик за 1-30 ноября.

Далее таким же образом уменьшаем исходный ряд в 6 раз (временной ряд составит 358 часов, что соответствует статистике трафика за 15 дней), а затем в 12 раз (недельный трафик).

Визуально структура исходного ряда подобна структурам усредняемых по группам рядов. Этот факт служит предположением о самоподобности трафика сети. Важным параметром оценки «степени» самоподобности является упомянутый выше параметр Херста, который находится в интервале $0,5 < H < 1$. Для фрактальных процессов с долговременной зависимостью данный параметр изменяется в пределах $0,7 \dots 0,9$. Для оценки параметра Херста воспользуемся методом абсолютных моментов, где исходная последовательность с длиной N разделяется на блоки с длиной m . На границах блока последовательность имеет среднее значение (дисперсия):

$$X^{(m)}(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{(k-1)m+i}, \text{ где } k = 1, 2, \dots, \frac{N}{m}, \quad (1.1)$$

где N – длина исходной последовательности, а m – число усредняемых последовательных членов ряда.

Для каждого блока рассчитываем дисперсию и матожидание для всей последовательности:

$$M[X^{(m)}] = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X_k \quad (1.2)$$

Далее для каждого блока находим момент n :

$$AM_n^{(m)} = \frac{1}{\frac{N}{m}} \sum_{k=1}^{\frac{N}{m}} [X^{(m)}(k) - \bar{X}]^n \quad (1.3)$$

В данном случае значение $n=1$ (абсолютное среднее значение). Далее строим график в логарифмическом масштабе - зависимость абсолютных средних значений для последовательностей от степени агрегирования m , строим аппроксимирующую прямую для полученных экспериментальных данных. Угол наклона будет соответствовать β . Далее рассчитываем коэффициент самоподобности $H=1-|\beta|$.

Результаты измерений сведены в таблицу:

Таблица 1.

Коэффициенты Херста для рассматриваемых периодов

Рассматриваемый временной ряд	$ \beta $	H
25 ноября	0,044	0,956
Неделя (1-8 сентября)	0,193	0,807
Сентябрь	0,152	0,848
Октябрь	0,0173	0,9827
Ноябрь	0,168	0,832
3 месяца (сентябрь, октябрь, ноябрь)	0,163	0,837

В качестве примера приведен расчет трафика за 25 ноября. Суточный график был специально разделен по интервалам интенсивности нагрузки:

- с 5.00 до 12.00 – период низкой интенсивности;
- с 12.00 до 13.30 – период средней интенсивности;
- с 13.30 до 18.45 – период высокой интенсивности;
- с 18.45 до 00.00 – период максимальной интенсивности;
- с 00.00 до 2.30 – период высокой интенсивности;
- с 2.30 до 3.20 – период средней интенсивности;
- с 3.20 до 5.00 – период низкой интенсивности.

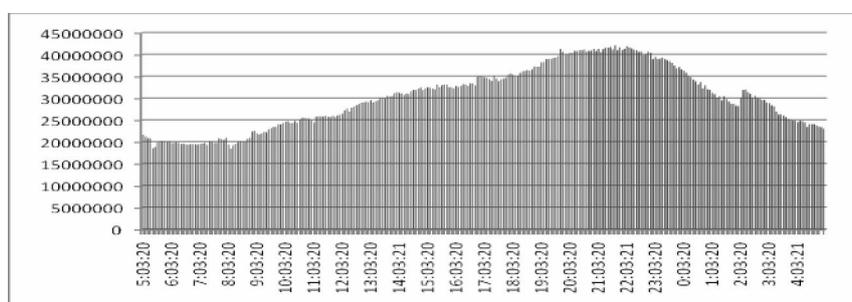


Рис.5. Статистика трафика за 25 ноября 2014г.

Для анализа суточного трафика использовался метод абсолютных моментов.

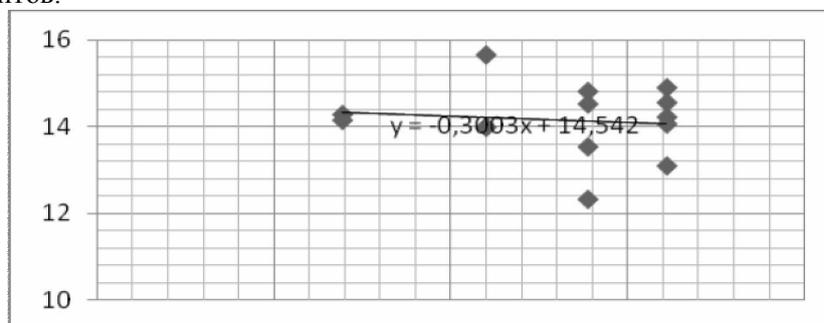


Рис.6. Дисперсионно-временной график для интервала высокой интенсивности с 00.30 до 2.30 утра 26 ноября 2014г.

Данные расчетов сведены в таблицу.

Таблица 2.
Коэффициенты Херста суточного трафика

Интервалы интенсивности	$ \beta $	H
период низкой интенсивности (с 5.00 до 12.00)	0,1575	0,8425
период средней интенсивности (с 12.00 до 13.30)	0,0434	0,9566
период высокой интенсивности (с 13.30 до 18.45)	0,2212	0,7788
период максимальной интенсивности (с 18.45 до 00.00)	0,0778	0,9222
период высокой интенсивности (с 00.00 до 2.30)	0,3003	0,6997
период средней интенсивности (с 2.30 до 3.20)	0,0347	0,9653
период низкой интенсивности (с 3.20 до 5.00)	0,0414	0,9586
Трафик за сутки	0,044	0,956

Исходя из результатов исследования статистических данных можно сделать следующие выводы:

- ✓ сетевой трафик филиала имеет самоподобную природу, так как параметр Херста лежит в интервале 0,7... 0,9;
- ✓ эффект самоподобия проявляется в широком диапазоне времени: от нескольких часов до месяцев;
- ✓ коэффициент самоподобия лежит в интервале от 0,6...0,9.

В статье проведен анализ и мониторинг трафика на внешнем канале сети филиала, результаты которого будут использованы при последующем описании и моделировании.

Литература

1. Спортак Марк А. и др. Компьютерные сети. Книга 2: Networking essentials. Энциклопедия пользователя. - К.: Изд-во «Диа Софт», 1999. – 432 с.
2. Норенков И.П., Трудоношин В.А. Телекоммуникационные технологии и сети.
3. Попков В.В. Математические модели связности. Часть 2. - Новосибирск, 2001. - С. 46 – 48.
4. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телеграфика и ее приложения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
5. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003.
6. Столлингс В. Современные компьютерные сети. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003.

7. Попков Г.В. Диссертация «Исследование и разработка методики оптимизации сетей абонентского доступа».

8. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / В.В. Крухмалиев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалиева. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 421 с.

References

1. Sportak Mark A. i dr. Komp'juternye seti. Kniga 2: Networking essentials. Jenciklopedija pol'zovatelja. - K.: Izd-vo «Dia Soft», 1999. – 432 s.

2. Norenkov I.P., Trudonoshin V.A. Telekommunikacionnye tehnologii i seti.

3. Popkov V.V. Matematicheskie modeli svjaznosti. Chast' 2. - Novosibirsk, 2001. - С. 46 – 48.

4. Krylov V.V., Samohvalova S.S. Teorija teletrafika i ee prilozhenija. – SPb.: BHV-Peterburg, 2005.

5. Vishnevskij V.M. Teoreticheskie osnovy proektirovanija komp'ju-ternyh setej. – М.: Tehnosfera, 2003.

6. Stollings V. Sovremennye komp'juternye seti. 2-e izd. – SPb.: Piter, 2003.

7. Popkov G.V. Dissertacija «Issledovanie i razrabotka metodiki optimizacii setej abonentskogo dostupa».

8. Osnovy postroenija telekommunikacionnyh sistem i setej: Ucheb-nik dlja vuzov / V.V. Kruhmaliev, V.N. Gordienko, A.D. Mochenov i dr.; pod red. V.N. Gordienko i V.V. Kruhmalieva. – М.: Gorjachaja linija-Telekom, 2004. – 421 s.

Макушанова Лариса Михайловна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры ВТИ, Бурятский государственный университет, e-mail: Larisa.M.Makshanova@sibir.rt.ru.

Makshanova Larisa Mikhailovna, candidate of technical sciences, senior Lecturer, department of VTI, Buryat State University, e-mail: Larisa.M.Makshanova@sibir.rt.ru.

УДК 004.67

© *Н. Батжаргал, Т. Г. Дармаев, Б. В. Хабитуев*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ¹

Проведение масштабного тестирования означает большое количество проблем связанных как с непосредственным проведением тестирования, так и с последующим сбором, систематизацией и первоначальной обработкой данных. Внедрение современных информационных технологий в данный процесс позволит автоматизировать большую часть рутинной работы. В работе рассматривается опыт разработки прототипа системы сбора и анализа данных.

Ключевые слова: система сбора, базы данных.

© *N. Batgargal, T.G. Darmaev, B.V. Habituiev*

IT SOLUTIONS IN SOCIOLOGICAL RESEARCH

Global experiments involve some technical problems such as: testing, data collecting, systematization and data pre-processing. System of data collecting can automate routine in the process of data collection.

The paper is dedicated to the experience of system for social data collecting development.

Keywords: collecting system, database.

Введение

В рамках проекта РГНФ №15-23-03001 «Общественное сознание современной молодежи Монголии» авторами была поставлена задача - определить в какой мере у молодёжи Монголии присутствуют знания и уважение к родной культуре, родным традициям, родному языку, уважение и терпимость к людям иной национальности и культур.

Для решения поставленной задачи необходимо провести социологическое исследование. При проведении подобного исследования одной из главных задач является обеспечение массовости. В ходе первоначального анализа задачи было вычислено необходимое число опрашиваемых, оно составило более 800 человек – с учётом разных социальных слоёв, районов проживания и т.д.

1. Требования к системе

На первом этапе выполнения проекта предстоит произвести первоначальный сбор данных с последующим анализом и корректировкой как

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект № 15-23-03001

самих опросников, так и контингента опрашиваемых. При таком числе респондентов стандартное анкетирование (при помощи бумажных носителей) порождает большое число проблем - возникает проблема сбора и первичной обработки данных. Поэтому было решено провести анкетирование при помощи системы тестирования размещённой в сети Интернет [1].

В ходе предварительного анализа тестовой анкеты авторами были выявлены требования к разрабатываемой системе [2], рассмотрим основные:

Использование авторизации респондентов через «агентов». Агент – специально проинструктированный человек, которому объяснены все вопросы в анкете, а также он обучен работе с системой. Идея состоит в том, что тестирование также проводится онлайн, но доступ к анкетам осуществляется через уникальные промокоды, генерируемые агентом в системе.

Примерная схема работы такова:

- 1) Агент запрашивает в своём личном кабинете промокоды;
- 2) Система генерирует запрашиваемое число промокодов и привязывает их к Агенту;
- 3) Агент производит инструктаж респондентов по работе с системой и по вопросам;
- 4) Агент раздаёт каждому респонденту промокод;
- 5) Респонденты авторизуются в системе, активируя промокод, и заполняют анкету.

Такая система авторизации имеет ряд плюсов:

- 1) Минимальная работа с системой авторизации респондентов – нужно только ввести промокод выданный Агентом;
- 2) Личная заинтересованность Агентов вкупе с подробными инструкциями Агентов (как по работе с системой, так и по вопросам анкеты) позволит с большой долей вероятности говорить о валидности заполнения анкет;
- 3) Возможность контроля работы Агентов – результаты анкет привязаны к Агентам через промокоды, в связи с этим существует возможность оценки работы Агентов и исключения ряда результатов в различных ситуациях (например, при соответствующем отчёте Агента);
- 4) Система активируемых промокодов позволяет исключить проблему с роботами, так как даже в случае если активация произведена не респондентом, нежелательные данные можно вычислить (ввиду привязанности кодов к Агентам).

Важно отметить, что в данном случае доступ в личный кабинет Агентов можно закрывать, используя любые доступные способы проверки (так как число Агентов гораздо меньше числа респондентов).

Изначально анкета содержала 49 вопросов. Среди них были как закрытые (выбор ответов из предложенного списка), так и открытые (с возможностью внесения своего варианта ответа). Часть вопросов позволяют выбирать несколько вариантов ответа, в то время как в других можно выбрать только один из предложенных или написать свой вариант.

Кроме того, для удобства прохождения анкеты было заявлено требование создания оптимизированных вопросов вида:

Общий вопрос: *Дайте оценку государственному институту вашей страны* Название института?

Название института №1: Армия

Название института №2: Органы безопасности

Название института №3: Средства массовой информации

Варианты ответов:

Положительная

Отрицательная

Для удобства респондентов подобные вопросы требуется выводить на экран в виде таблицы:

Вопрос: *Дайте оценку государственному институту вашей страны*

	Положительная	Отрицательная
Армия		
Органы безопасности		
Средства массовой информации		

Кроме того, система должна сохранять результаты анкетирования, при этом как отмечалось выше, должна сохраняться связь между результатами анкетирования и агентами, проводившими анкетирование.

Собранные данные будут необходимо обработать. Можно выделить два уровня обработки:

- «Базовый» уровень подразумевает наличие встроенной подсистемы анализа, для осуществления автоматического/полуавтоматического анализа данных анкетирования (например, по ключам), а также базовый статистический анализ (в том числе средствами СУБД). Для реализации данного вида обработки будет разработана подсистема базового анализа данных, встроенная в систему, которая позволит производить анализ «на лету» - сразу после внесения данных в систему.

- «Продвинутый уровень» - использование стороннего программного обеспечения для реализации затратных (по вычислительным ресурсам и времени) алгоритмов и методов анализа. Для использования подобного программного обеспечения требуется создать подсистему выгрузки данных (с выбором необходимых данных в таблицах). Анализ программных комплексов говорит о том, что данная подсистема должна выгружать в формат CSV, но также должна иметь возможность быстрого добавления выгрузки в любой нужный формат.

Исходя из перечисленных требований, разрабатываемая система должна включать в себя следующие подсистемы:

Подсистема	Назначение, требования к реализации
Авторизация и регистрация	Реализация схемы Агент – респонденты, с упрощённой авторизацией респондентов. Закрепление респондентов за агентами, с возможностью отслеживания работы агентов
Тестирование	Создание, неограниченного числа анкет с разными типами вопросов. Сохранение результатов анкет.
Анализ данных	«Базовый» анализ данных анкетирования.
Выгрузка	Выгрузка данных в различные форматы с возможностью выбора необходимых данных. Масштабируемость – добавление новых форматов выгрузки без модификации базовых классов системы.

2. Тестирование системы

В соответствии с итерационной моделью разработки программного обеспечения [3] был реализован прототип системы сбора данных социологических опросов. Прототип реализован в виде информационного веб-ресурса на языке программирования PHP, для отображения в браузере используется язык HTML 5 и фреймворк bootstrap. При реализации системы использованы шаблоны проектирования Command, Data Mapper, Singleton. Для хранения данных используется база данных, в качестве СУБД была выбрана СУБД MySQL.

На данный момент прототип полностью реализован и размещён в сети Интернет по адресу rfhmong.net.

В ходе проекта планируется провести несколько масштабных опросов, на территории Монголии и России. В ходе первого этапа авторами проекта была разработана анкета. Данная анкета содержит 68 вопросов (в том числе и «оптимизированных» вопросов).

В ходе предварительного тестирования были заявлены дополнительные требования к системе:

1) Возможность пропуска вопросов – изначально в системе подразумевалось, что переход к следующему вопросу осуществляется только при условии ответа на текущий вопрос. Однако, учитывая большое число вопросов, а также требования методологии проведения опросов было решено дать возможность респондентам пропускать вопросы. Для этой цели реализована пагинация с номерами вопросов.

2) Досрочное завершение тестирования – изначально в системе можно было завершить опрос только в случае, если респондент отвечал на все вопросы, учитывая предыдущий пункт, данная опция потеряла смысл.

3) Изначально в системе при ответе на вопрос респондент автоматически переходил на следующий вопрос. В ходе тестирования авторами было выделено несколько вопросов, в которых номер следующего вопроса зависел от варианта ответа выбранного респондентом. Данные особенности

также были учтены.

4) Для удобства контроля над прохождением тестирования, было предложено создать дополнительную роль в системе с возможностью просмотра активированных промокодов.

Приведённые требования были учтены в системе. Кроме того, в ходе предварительного тестирования были выявлены ошибки в тексте вопросов и ответов, в типах вопросов, которые также были исправлены.

На данный момент все исправления внесены в серверную версию системы, проходит первый этап тестирования.

Заключение

Масштабные социологические исследования обычно сопровождаются большим числом рутинной работы, связанной с большим числом респондентов. В первую очередь это работы по сбору и первоначальной обработке анкет. Внедрение информационных систем по сбору данных анкетирования позволяет автоматизировать эти работы. Однако, внедрение подобных систем также влечёт за собой ряд проблем.

Авторами проанализированы задачи, возникающие перед подобными системами. Выделены и описаны основные подсистемы. Предложена общая архитектура системы.

На основании заявленных требований реализован и протестирован прототип системы. В ходе тестирования выявлены дополнительные требования, данные требования были учтены.

Авторами запланирован несколько этапов анкетирования, на данный момент реализуется первый этап - прохождение теста, состоящего из 68 вопросов. Тестирование проводится при помощи реализованного прототипа системы, который размещён в сети Интернет и доступен по адресу rfhmong.net.

Литература

1. Цыбиков А.С. Анализ объёма и структуры выборки социологического опроса молодёжи Монголии / Батжаргал Н., Дагбаев Э.Г., Дармаев Т.Г., Цыбиков А.С. // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – Выпуск 9: Математика, информатика. – С. 25-32.

2. Хабитуев Б.В. Информационная система сбора социологических данных/ Очирбат Б., Дармаев Т.Г., Хабитуев Б.В. // Актуальные вопросы вещественного и функционального анализа: материалы семинара молодых учёных с международным участием в рамках Международной конференции «Дифференциальные уравнения и математическое моделирование»(г.Улан-Удэ – оз. Байкал, 20-27 июня 2015 г.). - Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2015. – С. 68-73.

3. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. 2-е издание. - М.: Издательский дом Вильямс, 2013. - 736 с.

References

1. Tsyibikov A.S. Analiz ob'Yoma i strukturyi vyiborki sotsiologicheskogo oprosa molodYozhi Mongolii/ Batzhagral N., Dagbaev E.G., Darmaev T.G., Tsyibikov A.S. // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. – Vipusk 9: Matematika, informatika. – S. 25-32.

2. Habituev B.V. Informatsionnaya sistema sbora sotsiologicheskikh danyih/ Ochirbat B., Darmaev T.G., Habituev B.V.// Aktualnyie voprosyi veschestvennogo i funktsionalnogo analiza: materialyi seminaru molodyih uchYonyih s mezhdunarodnym uchastiem v ramkah Mezhdunarodnoy konferentsii «Differentsialnyie uravneniya i matematicheskoe modelirovanie»(g.Ulan-Ude – oz. Bay-kal, 20-27 iyunya 2015 g.). - Ulan-Ude: Izd-vo Buryatskogo gosuniversiteta, 2015. – S. 68-73.

3. Larman C. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (2th Edition). – M.: Publishing House Williams, 2013. – 736 p.

Нямаахүүгийн Батжаргал, профессор Института иностранного языка Монгольского университета науки и технологий; Монгольский университет науки и технологий, e-mail: intel_bat@yahoo.com.

Дармаев Тумэн Гомбоцыренович; к.ф.–м.н.; доцент; заведующий лабораторией Научно-образовательного и инновационного центра системных исследований и автоматизации, e-mail: dtg@bsu.ru.

Хабитуев Баир Викторович, научный сотрудник Научно-образовательного и инновационного центра системных исследований и автоматизации, e-mail: bairinc0@gmail.com.

Нямаахүүгийн Батгаргал, professor of Intitute of foreignh language of Mongolian Univercity of Science and Technology; Mongolian university of science technology, e-mail: intel_bat@yahoo.com.

Darmaev Tumen Gombotsyrenovitch, PhD in math; Associate Professor; chief of laboratory of Scientific and Educational Centre of System Research and Automatization; e-mail: dtg@bsu.ru.

Khabituev Bair Victorovitch, research associate of Scientific And Educational Centre of System Research and Automatization, e-mail: bairinc0@gmail.com.

УДК 004.5+528.9

© *Г.М. Ружников, Р.К. Федоров,
А.Е. Хмельнов, А.С. Гаченко, Е.С. Фереферов*

ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ПОДХОД СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ¹

Изложен опыт формирования региональной инфраструктуры пространственных данных (ИПД), её компонент, как системообразующей основы создания информационного пространства региона, сервисов обработки, поиска, хранения, передачи информации в задачах территориального управления. Это обусловлено адекватностью ИПД характеру решаемых территориальных задач.

Ключевые слова: региональная инфраструктура пространственных данных, сервисы обработки, поиска, хранения, передачи данных, инструментальные системы.

© *G.M. Ruzhnikov, R.K. Fedorov,
A.E. Hmelnov, A.S. Gachenko, E.S. Fereferov*

THE INTEGRATION APPROACH OF ESTABLISHING A REGIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE

The experience of formation of regional spatial data infrastructure (SDI), its components, as a system basis for the creation of information space of the region, processing service, search, storage, transmission of information in the problems of territorial administration is outlined. This is due to the SDI adequacy of the nature of territorial problems.

Keywords: regional spatial data infrastructure, processing service, search, storage, data transmission, instrumental system.

Введение

Для перехода экономики регионов России к принципиально новой модели устойчивого развития, а также для создания предпосылок перехода к информационному обществу необходимо существенно модернизировать систему управления территориальным развитием за счет масштабного внедрения последних достижений в сфере формирования региональной инфраструктуры пространственных данных (ИПД), её компонент, как системообразующей основы создания информационного пространства

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты 14-07-00166_а, 14-47-04125-р, 13-07-12080-офи_м, 13-05-41105-рго_а, 14-07-31339-мол_а

региона, сервисов обработки, поиска, хранения, передачи информации в задачах управления.

Региональный уровень ИПД

В настоящее время региональные органы государственной власти и местного самоуправления (ОГВМС), хозяйствующие субъекты создают и используют большие объёмы тематических и пространственных данных (ПД) в основном в интересах самих ведомств и территорий, которые, как правило, несопоставимы и нескоординированы между собой, что исключает их совместное и комплексное использование. Это определило актуальность создания региональной инфраструктуры пространственных данных (ИПД) с целью эффективной организации и управления их пространственными ресурсами [1, 2, 3, 7]. Развитие современных ГИС-, Web-, OLAP-технологий и Internet изменили технологии массового сбора, хранения, обработки, использования пространственных и тематических данных. В свою очередь, внедрение Internet ускорило процесс интеграции физически разделённых, но тематически согласованных БД, сделало их более доступными. Создание и внедрение информационно-аналитических систем стало одним из актуальных направлений повышения эффективности управления социально-экономическим развитием региона, решения проблем его безопасности и т.д. Это обусловлено адекватностью ИПД и систем обработки ПД характеру решаемых региональных задач, возможностью использования ПД и единой цифровой модели территории, как системообразующего фактора для принятия решений, их фиксации, отображения последствий.

Цели создания региональной ИПД:

- создание единого информационного пространства региона как части информационного пространства РФ, а также информационных систем, обеспечивающих совместимость, полноту и достоверность всех видов пространственных и тематических данных, предоставляемых потребителям;
- повышение эффективности создания, использования регионально-го, а также муниципальных фондов ПД в управлении развитием территорий области и формирования их инвестиционной привлекательности;
- открытость региональных и муниципальных ресурсов пространственных и тематических данных ИПД для ОГВМС, населения, бизнеса, науки, образования и т.д.

В регионах России в зависимости от полноты формирования пространственных информационных ресурсов, широты внедрения ГИС в территориальном управлении и развитости телекоммуникационной инфраструктуры, актуален интеграционный подход создания ИПД, как среды доступа, обмена, создания, обработки, хранения новых наборов пространственных данных и работы с ГИС [2]. Это позволит ИПД региона стать составной частью «электронного правительства», использующего при принятии

управленческих решений развитые сервисы обработки пространственных данных.

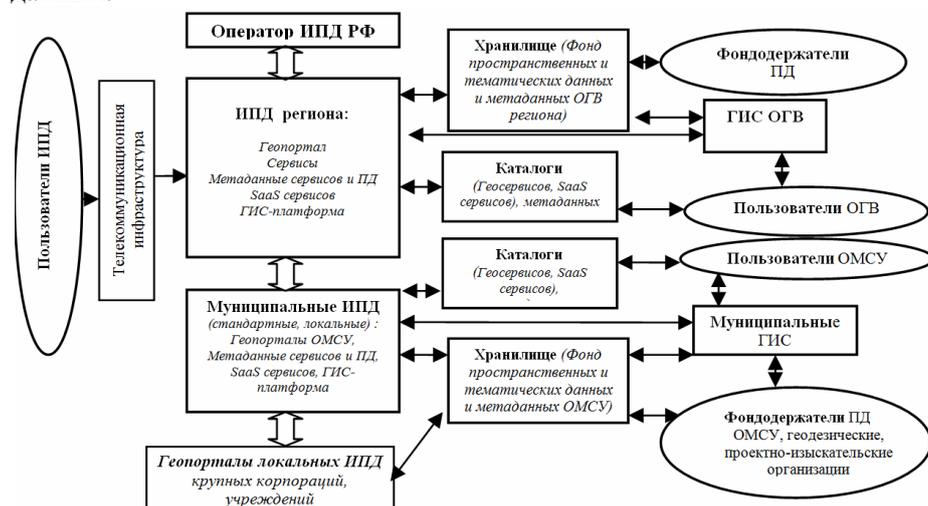


Рис. 1. Схема функционирования ИПД региона

Интеграционный подход формирования ИПД региона позволяет получить не только инфраструктурные, но и конкретные пользовательские результаты, не нарушая режима работы существующих ГИС и основан на:

- учёте требований ИПД РФ, информационной совместимости элементов и отдельных подсистем ИПД на основе стандартизации и унификации программно-технического и нормативно-правового обеспечения;
- использовании современных принципов организации и создания распределённых информационных систем на основе сервис-ориентированной архитектуры, современных информационно-телекоммуникационных технологий;
- свободном доступе и использовании ОГВМС, бизнесом и населением пространственных данных и метаданных через сервисы по спецификациям OGC (WMS, WCS, WFS, CSW, KML и др.);
- использовании в ИПД региона не только Web-сервисов, SaaS-сервисов, сервисов поиска и получения ПД, но и сервисов их корректного создания, анализа и обработки (картографических Web-приложений, а также Web-приложений, обладающих функциональностью ГИС и т.д.);
- создании геопорталов ОГВМС и региональных ресурсных центров - центров обработки, хранения пространственных и тематических данных (ЦОД);
- преимущества существующих пространственных и тематических информационных ресурсов ОГВМС региона;
- включении территорий ОМСУ в зоны охвата сетей Интернет региональных телекоммуникационных инфраструктур, что позволит ускорить формирование ИПД муниципального уровня и ГИС ТП, также МГИС.

Структура региональной ИПД иерархическая, должна включать муниципальный уровень и являясь частью общей структуры ИПД РФ должна содержать компоненты: региональные фонды пространственных, тематических данных и метаданных; организационно-правовое и нормативное обеспечение, технологии и технические средства [4] (таблица 1).

Таблица 1
Компоненты региональной ИПД

Компоненты ИПД	Содержание
Фонд пространственных, тематических данных и метаданных региона. Фонды пространственных, тематических данных и метаданных ОМСУ.	Реестры регионального и муниципальных фондов: БПО; высот; административных границ; населённых пунктов; ортофотокарт и планов; топографических карт и планов; геодезических сетей; метаданных.
Нормативно-правовое обеспечение.	Нормативные акты, регламенты формирования ИПД региона, создания, предоставления и использования БПД и метаданных.
Технологии, программно-аппаратные и телекоммуникационные системы.	Технологии создания, обработки, хранения, предоставления базовых и тематических пространственных данных и метаданных. Программное обеспечение поддержки функционирования ИПД СУБД, ГИС, конвертеры, геопорталы, сервисы и т.д. Региональная телекоммуникационная инфраструктура.
Организационная структура	Региональные ОГВМС, ответственные за создание и ведение ИПД. Межведомственный совет по созданию и ведению ИПД. Региональные и муниципальные операторы ИПД.

К пространственным данным области относятся цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах.



Рис. 2. Типы базовых пространственных данных и их компоненты

БПД обеспечивают поддержку на территории региона единого координатного пространства РФ.

К БПД региональной ИПД относятся сведения о [3]:

- параметрах используемой местной системы координат;
- пунктах сетей сгущения Государственной геодезической сети;
- границах между субъектами РФ и единицами административно-территориального деления региона;
- местоположении и наименованиях населенных пунктов;
- границах кадастрового деления и земельных участках;
- характеристиках и местоположении, наименовании БПО;
- зонах с особыми условиями использования территории;
- территориях, покрытых лесом;
- водных объектах, причалах, портах;
- местоположении автомобильных дорог регионального, межмуниципального и муниципального значения;
- местоположении железнодорожных путей и станций;
- рельефе территории;
- данных ДЗЗ в отношении территории региона;
- региональной картографической основе и/или географически привязанных и геометрически корректных ортофотоизображениях области.

Тематические пространственные данные используются службами органов местного самоуправления (архитектура, муниципальное имущество и хозяйство и т.д.) для выполнения их функциональных задач. Тематические пространственные данные могут создавать ОМСУ и субъекты хозяйственной, научной, учебной и иной деятельности.

Для управления процессами поиска, создания, хранения, обновления, обработки и использования ПД, формируются пространственные метаданные (данные о свойствах наборов пространственных данных и связанных с ними геосервисах), которые используются при каталогизации, учете, статистической обработке и анализе имеющихся ресурсов. Базы пространственных метаданных, размещенные в сети серверов и геопорталов, должны обеспечивать:

- планирование, быстрый поиск и восстановление данных;
- поддержку обмена данными в ИПД региона через каталог геопортала;

- снижение затрат на создание новых пространственных данных и геоинформационных ресурсов за счет исключения дублирования;
- оценку ПД (качество, порядок получения доступа, контактная информация владельца и т.д.);
- подключение новых пользователей.

Стандартизация пространственных метаданных обеспечивает однородность представления метаданных, облегчает ее распространение и предоставление универсального доступа. При изменении и публикации метаданных, БПД в Геопортале должны соблюдаться требования стандартов ГОСТ Р и ISO [7].

Муниципальный уровень ИПД

Значимость ИПД муниципального уровня определяется большим объемом первичных пространственных и тематических данных, создаваемых в ОМСУ. Это относится к данным и цифровым картам, которые объединяют информацию о городской инфраструктуре, градостроительной деятельности, ЖКХ, реестры, планировочную документацию и т.д. [5, 6]. Так единая цифровая картографическая основа (ЕЦКО) ОМСУ включает картографическую информацию в цифровом виде о местной системе координат, общей системе классификации объектов местности: топографическую основу; дежурный топографический план; градостроительную документацию (генеральный план, схема зонирования, проекты планировки территории, проекты межевания); аэрокосмические снимки территории города; адресный план города; схему существующего землепользования; схему расположения социально-культурных объектов; прочие картографические и тематические материалы.

Специфика ИПД муниципального уровня:

- большой объем разноформатных первичных пространственных данных в подразделениях ОМСУ (поставщики/пользователи данных);
- обработка и хранение ПД, как открытых, так и ограниченного использования;
- использование местной системы координат;
- интеграция с разноплатформенными муниципальными системами обработки пространственных данных (ГИС);
- связь с региональной ИПД.

ИПД муниципального уровня больше всего соответствует требованиям локальной ИПД (ЛИПД): территориальность; обеспеченность базами пространственных и тематических данных; информационный обмен на внешнем (сайт) и внутреннем (ЛВС ОМСУ) уровнях; географическая привязка; интеграция с ГИС-пакетами. Особенностью ЛИПД, является также то, что она формируется по инициативе ОМСУ с учетом существующих ГИС и баз пространственных данных.

Внешний уровень муниципальной ИПД должен соответствовать национальным стандартам и обеспечивать информационный обмен по сети

Интернет с ИПД региона и пользователями, которые могут искать, просматривать и получать доступ к БД, публиковать метаданные (рис. 3).

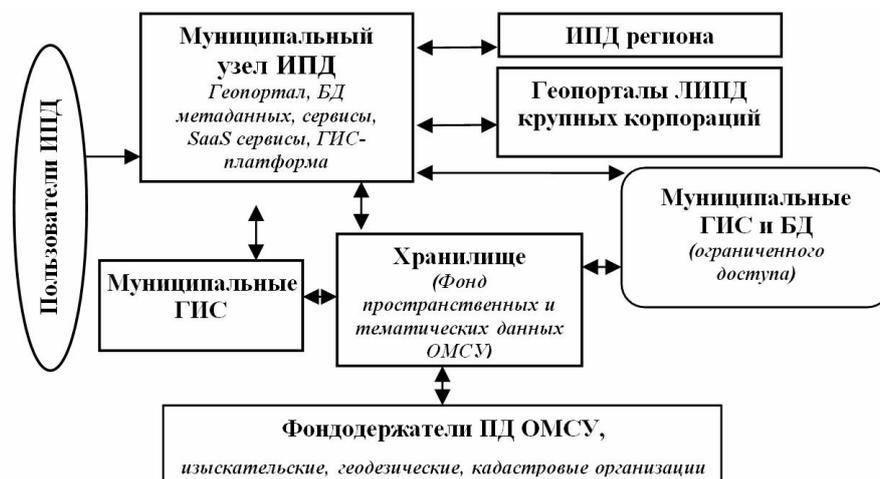


Рис. 3. Структура муниципальной ИПД

Внутренний уровень ЛИПД должен поддерживать актуализацию первичных пространственных и тематических данных ОМСУ, функционирование муниципальных ГИС, а также информационный обмен между подразделениями ОМСУ в ЛВС для решения задач управления территорией. Его структура только при необходимости соответствует национальным стандартам БД. Пользователями внутреннего сегмента являются подразделения ОМСУ, использующие в работе данные дежурного цифрового топографического плана (ДЦТП) и территориального планирования, кадастровыми данные, данные адресного плана и т.д. Локализация данного уровня обусловлена режимными требованиями по работе с данными ДЦТП. Функции внутреннего уровня поиск, просмотр, доступ и получение копий базовых пространственных данных, публикация метаданных о своих ресурсах. Отсутствие требований поддержки национальных стандартов БД и регламентов их формирования позволяет использовать в ЛИПД ранее созданные ГИС и АИС. Взаимодействие между двумя уровнями ЛИПД может осуществляться путем использования общих БД, метаданных и другими способами.

Разделение муниципальной ИПД на два уровня решает вопросы регламентации доступа и конфиденциальности данных.

Блок БД внешнего уровня должен содержать сведения о:

- пунктах местных (условных) систем координат МО;
- пунктах государственных геодезических сетей;
- муниципальной картографической основе;

- границы МО (получаемые от администрации Иркутской области) и единиц административно-территориального деления МО;
- топографический (опорный) план (объекты капитального строительства; проезды, улицы, дороги (автомобильные/железные), благоустройство, объекты водного и лесного фондов и т.д.);
- адресный план;
- объекты градостроительного регулирования (территории объектов культурного наследия и общего пользования; особо охраняемые природные территории, территориальные зоны, «красные линии», и т.д.);
- географически привязанных и геометрически корректных ортофотоизображениях территории МО.

Блок БПД внутреннего уровня локальной ИПД должен включать наборы ПД, которые носят открытый или закрытый характер таких служб ОМСУ, как архитектура, муниципальное имущество и коммунальное хозяйство и т.д. Регламентирование создания, актуализации, хранения и доступа к ПД внутреннего уровня осуществляется в соответствии с действующими федеральными, региональными, местными и нормативно-правовыми документами. Особенность ведения метаданных муниципального уровня состоит в том, что для дежурного цифрового топографического плана (ДЦТП) населённого пункта необходимо вести метаданные для каждого объекта или его части (для протяжённых объектов) отдельно. Для этого необходимо дополнительно вести сведения о дате создания и изменения координатных описаний объекта, а также исполнители и операторе ИПД в виде дополнительных служебных полей в семантическое описание пространственных объектов.

Функциональности муниципальных геопорталов (внешний уровень) и геопортала ИПД региона практически идентичны.

Заключение

Предложены методические основы инфраструктурного подхода формирования пространственных ресурсов региона, основанного на системных знаниях о региональных пространственных данных, комплексно охватывающего вопросы: создания компонент ИПД регионального, муниципального уровней, геоинформационных и информационно-аналитических систем; преемственности и унификации созданных пространственных информационных ресурсов ОГВМС; использования Web-сервисов геообработки, а также современного технологического, аппаратного и телекоммуникационного обеспечения.

Литература

1. Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е. и др. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. - 369 с.
2. Ружников Г.М., Бычков И.В., Плюсин В.М., Хмельнов А.Е., Фе-

доров Р.К., Гаченко А.С. Создание инфраструктуры пространственных данных для управления регионом // География и природные ресурсы. – 2013.– № 2. – С. 145-150.

3. ГОСТ Р. 53339-2009, Данные пространственные базовые. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 53 с.

4. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www/gisa/ru/file/file780.doc>.

5. Осокин С.А. Локальные инфраструктуры пространственных данных [Электронный ресурс]. / С.А. Осокин // ArcReview. – №3 (46). – 2008. – Режим доступа: <http://www.dataplus.ru>.

6. Бычков А.Е. Хмельнов А.Е., Ружников, Г.М. Локальная инфраструктура пространственных данных Иркутского научного центра СО РАН // 14 Всероссийская Объединенная конференция «Интернет и современное общество»: Материалы конф. СПб., 2011. – С. 33–35.

7. Кошкарёв А.В. Инфраструктура распределённой среды хранения, поиска и преобразования пространственных данных: [Электронный ресурс] / А.В. Кошкарёв, В.М. Ряховский, В.А. Серебряков. – Режим доступа: http://seminar2010.fegi.ru/tezis/cat_view/7.

References

1. Bychkov I., Ruzhnikov G., Hmelnov A. The integration of information and analytical resources and processing of spatial data management tasks in territorial development. - Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2012. - 369 p.

2. Ruzhnikov G., Bychkov I., Plyusnin V., Hmelnov A., Fedorov R., Gachenko A. Creating a spatial data infrastructure for the management of region // Geography and natural resources. - 2013. - № 2. - P. 145-150.

3. GOST R 53339-2009, spatial data base. General requirements. - M.: Standartinform, 2006. - 53 p.

4. The concept of creation and development of spatial data infrastructure of the Russian Federation: [electronic resource]. - Mode of access: <http://www/gisa/ru/file/file780.doc>.

5. Osokin S. Local Spatial Data Infrastructure [electronic resource]. // ArcReview. - №3 (46). - 2008. - Access: <http://www.dataplus.ru>.

6. Bychkov I., Ruzhnikov G., Hmelnov A., Gachenko A. Local Spatial Data Infrastructure of the Irkutsk Scientific Center of SB RAS // 14 All-Russian Joint Conference "Internet and Modern Society": Materials Conf. St. Petersburg, 2011. - P. 33-35.

7. Koshkarov A., Ryakhovskiy V., Serebryakov V. The infrastructure of a distributed storage environment, search and conversion of spatial data: [electronic resource], http://seminar2010.fegi.ru/tezis/cat_view/7.

Ружников Геннадий Михайлович, доктор технических наук, зав. отделения ИДСТУ СО РАН, e-mail: ruginikov@icc.ru.

Федоров Роман Константинович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, e-mail: fedorov@icc.ru.

Хмельнов Алексей Евгеньевич, кандидат технических наук, зам. директора ИДСТУ СО РАН, e-mail: hmelnov@icc.ru.

Гаченко Андрей Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, e-mail: gachenko@icc.ru.

Фереферов Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, учёный секретарь ИДСТУ СО РАН, e-mail: fereferov@icc.ru.

Ruzhnikov Gennady Mikhailovich, DSc of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: ruginikov@icc.ru.

Fedorov Roman Konstantinovich, PhD of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: fedorov@icc.ru.

Hmelnov Alexey Evgenievich, PhD of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: hmelnov@icc.ru.

Gachenko Andrey Sergeevich, PhD of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: gachenko@icc.ru.

Fereferov Evgeniy Sergeevich, PhD of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: fereferov@icc.ru.

УДК 004.514

© *Е. С. Фереферов, А. А. Ветров*

МЕНЕДЖЕРЫ КОМПОНОВКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА, НАПРАВЛЯЕМЫЕ СПЕЦИФИКАЦИЯМИ¹

В работе рассматривается задача автоматического размещения визуальных компонентов пользовательских интерфейсов прикладных программных систем, обеспечивающих доступ к базам данных (БД). Управление размещением компонентов позволяет более эффективно использовать пространство формы, а также автоматически адаптировать пользовательский интерфейс под различные разрешения мониторов. Для системы автоматизации создания приложений баз данных авторами разработаны менеджеры компоновки, использующие при размещении компонентов на формах информацию из спецификации систем.

Ключевые слова: информационная система, база данных, интерфейс, менеджеры компоновки, спецификация.

© *E. S. Fereferov, A. A. Vetrov*

USER INTERFACE LAYOUT MANAGERS DIRECTED BY SPECIFICATIONS

The article is devoted to current problems of automatic placement of user interface component for information systems, providing access to databases (DB). Directing of components placement allows for more efficient use of space forms, and automatically adapt the user interface to different monitor resolutions. The authors developed a layout managers, using information from the systems specification of for placing components on forms. The automation system of create database applications based on specifications used these layout managers.

Keywords: information system, data base, user interface, layout managers, specifications.

Введение

Разработка интерфейса является одной из самых важных и неотъемлемых задач при создании информационной системы (ИС), поскольку именно эта часть системы отвечает за взаимодействие с пользователями. Интерфейс должен обеспечивать поддержку выполнения заложенных в систему функций и вместе с тем быть удобным для пользователя. В настоящий момент трудозатраты на проектирование и разработку интерфейса при создании ИС остаются достаточно большими.

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-07-31339

Современный рынок предлагает большое количество инструментальных средств для разработки программ. При этом подходы к созданию интерфейса также различны: описание визуальной части непосредственно в коде, визуальное проектирование из компонентов, генерация форм с визуальными компонентами. Одним из перспективных современных направлений создания систем является порождающее программирование [1,2], когда на основе формальных моделей (например, на UML [3] или в виде онтологий [4,5]) генерируется как подпрограммы отвечающие за бизнес-логику системы, так и пользовательский интерфейс. Но, как показывает практика, сгенерированный код практически всегда требуется дорабатывать программисту, при этом полученные изменения не отражаются в исходных моделях системы.

При разработке пользовательского интерфейса одной из важных задач является расстановка визуальных компонентов на форме (компоновка). При этом, с одной стороны, необходимо эффективно использовать пространство формы, а с другой стороны, создать удобный для работы пользователя интерфейс. Особенно актуальна данная задача при автоматическом создании интерфейсов систем на основе моделей.

1. Существующие подходы к компоновке интерфейса

В большинстве современных языков программирования (например, C#, Delphi) реализован механизм визуального проектирования экранных форм, позволяющий программисту точно задавать расположение каждого компонента. Однако в большинстве приложений пользователю оставляют возможность изменения размеров формы. При этом возникает необходимость в определении правил, контролирующих перемещение компонентов при изменении размеров формы. В роли таких правил, обычно, выступают свойства визуальных компонентов такие, как «Выравнивание» (Align) и «Якорь» (Anchors) (или подобные им), позволяющие задавать правила изменения размещения компонентов при изменении размеров формы.

Свойство «Выравнивание» задаёт размещение компонента относительно того компонента, на котором он размещён (своего «родителя»). Это свойство может принимать значения (alNone, alTop, alBottom, alLeft, alRight, alClient). При значении alNone размер и положение компонента относительно его родителя не изменяются при изменении размеров родителя. При следующих четырех значениях компонент располагается вдоль соответствующей стороны родителя, при этом один из его размеров (вдоль стороны) изменяется, а другой остаётся постоянным. Значение alClient означает, что элемент управления занимает всю клиентскую область родительского окна.

Свойство «Якорь» представляет собой набор флагов, установка каждого из которых обеспечивает фиксацию элемента управления относительно соответствующей стороны родителя. При задании «Якоря» по любой стороне расстояние между соответствующими сторонами элемента управле-

ния и его родителя сохраняется неизменным. Свойство «AutoSize» обеспечивает изменение размеров компонента в соответствии с размерами его содержимого (текста, изображения, списка, иерархического дерева и т. д.).

Описанных механизмов перемещения компонентов оказывается достаточно для реализации большинства приложений. Но ни один из этих механизмов не позволяет, например, разделить приращение размера родительского компонента между несколькими его потомками, расположенными в одной строке. При автоматической генерации интерфейса необходимо иметь возможность получения качественного размещения компонентов без участия человека, для этого требуется опираться не на точные координаты компонентов, задаваемые средствами визуального программирования, а на некоторые правила, динамического вычисления этих координат.

Наиболее гибкий механизм управления размещением компонентов реализован в языке Java [6] в виде менеджеров компоновки (размещения), которые расставляют компоненты в определённом порядке и, как правило, не требуют задания точных координат и размеров компонентов. Наиболее часто используются менеджеры компоновки `BorderLayout`, `FlowLayout`, `GridLayout` и `GridBagLayout`, но программист может создать свои менеджеры размещения, реализовав интерфейсы `LayoutManager` или `LayoutManager2`.

Работа менеджера размещения `FlowLayout` заключается в укладывании в контейнер один компонент за другим слева направо, переходя от верхних рядов к нижним. При изменении размера контейнера компоненты перестраиваются, стараясь занять целиком с начала верхний ряд, а за тем остальные по тому же принципу. При этом размеры каждого компонента остаются статичными. Менеджер `GridLayout` расставляет компоненты в таблицу с заданным числом строк и столбцов. Все компоненты получают одинаковый размер. Можно задать промежутки между компонентами в пикселях по горизонтали и вертикали. Менеджер `GridBagLayout` позволяет размещать компоненты в таблице с неопределённым заранее числом строк и столбцов. При этом один компонент может быть растянут на несколько ячеек этой таблицы, заполнить ячейку целиком, расположиться в заданном месте ячейки. Менеджер размещения `BorderLayout` делит контейнер на пять неравных областей и позволяет заполнить каждую область одним компонентом.

Из недостатков известных менеджеров Java можно отметить следующие: размеры компонентов задаются либо жёстко (`GridLayout`, `GridBagLayout`), либо не указываются вообще (`FlowLayout`). Данные менеджеры удобно использовать при заранее известном количестве компонентов и их свойствах. В ситуации, когда заранее не известен состав компонентов и взаимодействие между ними (группировки компонентов) использование вышеописанных менеджеров может привести к «не дружелюбному» интерфейсу. В рамках автоматического создания пользователь-

ского интерфейса данные менеджеры могли бы быть эффективно использованы, если их доработать на предмет использования при расстановке компонент метаинформацию из модели системы (например, тип и размер данных отображаемых в нём).

2. Менеджеры компоновки, учитывающие информацию из спецификаций

Для автоматизации разработки информационных систем в ИДСТУ СО РАН разработана технология создания приложений баз данных (ПБД), на основе декларативных спецификаций. В рамках данной технологии создано инструментальное средство «ГеоАРМ» [9-10], позволяющие как создавать спецификации ПБД, так и интерпретируя их автоматически (без компиляции) становится предметной ИС, обеспечивающей взаимодействие пользователей с БД. Спецификация ПБД является средством представления и хранения модели системы и содержит минимально необходимую информацию о его структуре, которой, однако, оказывается достаточно для автоматической реализации приложения, и, в частности, создания пользовательских интерфейсов, обеспечения выполнения CRUD-функций, построения пользовательских запросов, поддержки взаимодействия с ПД, а также организации взаимодействия с внешними подключаемыми модулями для решения специфических задач.

Для повышения качества автоматически создаваемого интерфейса в «ГеоАРМ» были реализованы два менеджера компоновки. При реализации первого менеджера, за основу была взята идея менеджера компоновки FlowLayout Java, т.е. менеджера, который укладывает компоненты в ряды друг за другом, слева на право. Если в FlowLayout размер у каждого компонента фиксированный, то в разработанном менеджере было положено, что каждый объект имеет три возможных размера: минимальный (szMin), лучший (szBest) и максимальный (szMax). Максимальный размер — это размер компонента, соответствующий размеру поля таблицы БД. Например, полю типа varchar(150) будет соответствовать максимальный размер компонента, отображающий 150 символов. Было замечено, что часто для хорошего восприятия информации достаточно отображать часть поля таблицы, так как информация в них занимает не все поле целиком. Поэтому для каждого объекта можно вычислить лучший размер (70% от размера поля). Минимальный размер компонента — это размер, при котором читаема хотя бы часть данных (8-10 символов). Кроме того, разработанный менеджер стремится поджать ряды компонентов к верху окна.

В спецификации ПБД содержится информация о способах отображения данных. В описании отображения полей некоторого представления могут быть указаны как отдельные поля, так и группы полей, которые на форме отображаются в виде набора полей, объединенных в контейнер (например, GroupBox).

По своей сути, пользовательская форма — это контейнер (главный контейнер) для элементов управления, на котором могут располагаться как

отдельные элементы, так другие контейнеры (вложенные контейнеры) и т.д. Разработанный менеджер компоновки (рис. 1) автоматически размещает элементы управления в контейнере по следующему алгоритму. Сначала менеджер компоновки получает размеры (szMin, szBest, szMax) всех элементов контейнера и пытается разместить их с максимальными размерами друг за другом, слева на право, сверху вниз. Если при таком размещении все компоненты и контейнеры остаются видимыми на форме, то компоновка останавливается. Иначе, менеджер компоновки пытается разместить компоненты с лучшими (szBest) размерами, при этом, если в какой-то из строк остается место, недостаточное для следующего компонента, то менеджер компоновки проверяет, хватит ли этого места для размещения одного или нескольких компонент данного ряда с максимальными (szMax) размерами. При этом приоритет имеют компоненты с наибольшими максимальными размерами. Если компоновка с лучшими размерами не дает необходимого результата, менеджер расставляет компоненты с минимальными размерами.

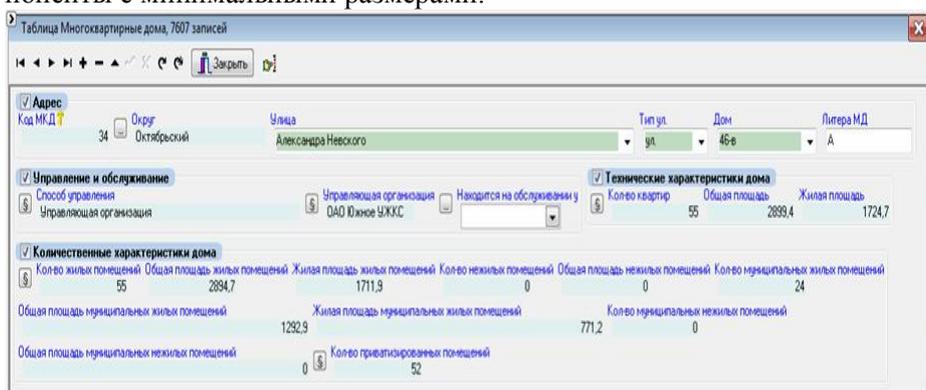


Рис. 1. Пример сформированного интерфейса

Второй разработанный менеджер реализует идеи менеджера GridLayout Java, т.е размещает компоненты в таблицу. Сначала менеджер пытается размещать все компоненты с размером szMax, если же места не хватает, то переходит к предпочитаемым размерам szBest. После расстановки компонентов в ячейки происходит выравнивание их правого края по границе столбца (с учетом отступа). Компонентам с большим весом, к ним относятся выпадающие списки со строковыми значениями, поля для отображения строк, даётся возможность занять место в двух и более столбцах, при условии, что все компоненты помещаются на форме.

Заключение

Разработанные менеджеры компоновки позволяют решить задачу автоматической генерации форм при создании ПБД на основе декларативных спецификаций. Менеджеры компонуют интерфейс так, чтобы пользователю были видны все необходимые данные из таблиц БД (если это возможно), при этом данные были читабельными. В дальнейшем плани-

руется развитие данного менеджера компоновки, а также создание новых менеджеров, реализующих более сложные алгоритмы компоновки элементов управления на форме.

Литература

1. Грибачёв К. Delphi и Model Driven Architecture. Разработка приложений баз данных. - СПб.: Питер, 2004.
2. Чарнецки К., Айзенекер У. Порождающее программирование. Методы, инструменты, применение. Для профессионалов. - СПб.: Питер, 2005. - 736 с.
3. Черкашин Е.А., Федоров Р.К., Бычков И.В., Парамонов В.В. Автоматизация синтеза ядра информационной системы с использованием UML-описания // Вычислительные технологии. - 2005. - Т. 10. - С. 114-121.
4. Грибова В.В., Кисленок Р.С. Автоматизация разработки визуального представления пользовательского интерфейса по модели предметной области // Искусственный интеллект. - 2006. - № 4. - С. 148-152.
5. Грибова В.В., Клещев А.С. Концепция разработки пользовательского интерфейса на основе онтологий // Вестник ДВО РАН. - 2005. - № 6. - С. 123-128.
6. A Visual Guide to Layout Managers. The Java™ Tutorials <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/layout/visual.html>.
7. Фереферов Е.С., Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е. Инструментальное средство автоматизации создания приложений баз данных на основе декларативных спецификаций // Вестник Бурятского гос. ун-та. - 2011. - № 9. - С. 118–122.
8. Фереферов Е.С., Бычков И.В., Хмельнов А.Е. Технология разработки приложений баз данных на основе декларативных спецификаций // Вычислительные технологии. - 2014. - Т. 19, № 5. - С. 85–100.

References

1. Gribachev K. Delphi and Model Driven Architecture. Development of database applications. - SPb.: Peter, 2004.
2. Czarnecki K., Ayzeneker W. generative programming. The methods, tools and application. For professionals. - SPb.: Peter, 2005. - 736 p.
3. Cherkashin E.A., Fedorov R.K., Bychkov I.V., Paramonov V.V. Automation synthesis of core information system using UML-description // Computational technologies. - 2005. - Vol 10. - P. 114-121.
4. Gribova V.V., Kislénok R.S. Automate the development of visual representation of the user interface on the domain model // Artificial intelligence. - 2006. - № 4. - S. 148-152.
5. Gribova V.V., Kleshchev A.S. The concept of user interface development based on ontologies // Bulletin FEB RAS. - 2005. - № 6. - S. 123-128.
6. A Visual Guide to Layout Managers. The Java™ Tutorials <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/layout/visual.html>.

7. Fereferov E.S., Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Hmelnov A.E. Automation tool to create database applications based on declarative specifications // Bulletin of the Buryat State Univ. - 2011. - № 9. - S. 118-122.

8. Fereferov E.S., Bychkov I.V., Hmelnov A.E. Technology development of database applications based on declarative specifications // Computational technologies. - 2014. - Т. 19, № 5. - S. 85-100.

Фереферов Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, учёный секретарь, Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, e-mail: fereferov@icc.ru.

Ветров Александр Анатольевич, программист Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, e-mail: vetrov@icc.ru.

Fereferov Evgeniy Sergeevich, PhD, scientific secretary of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: fereferov@icc.ru.

Vetrov Alexander Anatolievich, programmer of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, e-mail: vetrov@icc.ru.

УДК 004.6

© *Б.В. Хабитуев, Т.В. Кочева,
Г.И. Занданова, Д.Ф. Дерюгин, Ч. Мункбаяр*

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАРОДНЫХ ОРНАМЕНТОВ¹

Проблема сохранения культурного наследия занимает научное сообщество с тех самых пор, как было осознано, что с ростом процессов глобализации и интеграции мир может потерять уникальные народные обычаи и технологии. Народный орнамент является неотъемлемой частью культурного наследия.

В работе рассматриваются подходы к разработке информационного ресурса для сбора и хранения образцов мотивов и композиций орнаментов.

Ключевые слова: база данных, орнамент, классификация.

© *B.V. Khabituev, T.V. Kocheva,
G.I. Zandanova, D.F. Derugin, C. Munkhbayar*

DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR TRADITIONAL ORNAMENTS COLLECTING AND STORAGE

The problem of preservation of cultural heritage interests the scientific community ever since it was realized that with the growth of globalization and integration, the world may lose the unique customs and technologies of ethnic people. Their ornament is an integral part of the cultural heritage.

The work is devoted to approaches to the development of an information resource about the samples of motifs and compositions of ornaments.

Keywords: database, ornament, classification.

Введение

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к традиционной культуре, в частности, к народному орнаменту, и осознание необходимости сохранения и возрождения утраченных национальных художественных традиций в различных видах искусства.

В рамках проекта РФФИ «Система онлайн-формирования орнаментальных композиций в монголо-бурятском стиле» авторами заявлен ряд задач. Одной из основных задач из заявленных в проекте является разработка информационного ресурса для сбора и хранения образцов мотивов и композиций орнаментов.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-47-04328

1. Постановка задачи

В рамках проекта РФФИ №01-07-90370 создана база данных «Орнаменты Центральной Азии», в которую внесены более 2000 изображений мотивов и композиций узоров разных народов указанного региона, в основном – монголов и бурят (база зарегистрирована в Государственном реестре баз данных под № 0220208860).

Первой задачей, поставленной перед коллективом авторов, являлась задача разработки информационного ресурса для сбора, хранения и изучения образцов мотивов и композиций орнаментов.

Основой для разрабатываемого ресурса, по мнению авторов должна стать база данных «Орнаменты Центральной Азии», данная база данных реализована в виде программного комплекса в среде разработки Delphi 7. При реализации использовалась СУБД Interbase, формат файлов db. Помимо изображения (изображения хранятся в таблицах базы в формате BLOB) база данных содержит информацию о более чем 50 параметрах для каждого мотива и композиции.

По мнению авторов, хранение изображений в базе данных информационного ресурса, находящегося в открытом доступе в сети Интернет, не является удачным решением.

В соответствии с этим авторами выделены следующие подзадачи:

1. Импорт базы данных «Орнаменты Центральной Азии» - первоначальное заполнение базы данных проекта уже имеющимися мотивами и композициями орнаментов;
2. Разработка прототипа системы сбора данных орнаментов - добавление дополнительных материалов;
3. Разработка прототипа информационного ресурса;
4. Тестирование.

Помимо непосредственно базы данных мотивов и композиций орнаментов подразумевается создание информационного ресурса, то на данном ресурсе должна быть реализована отдельная система авторизации в которой будут присутствовать следующие роли:

Таблица 1.
Пользователи системы

Роль	Описание
Модератор	Наполнение информационного ресурса - создание новостей, обзорных статей и т.д.
Специалист	Создание/редактирование/удаление данных в базе мотивов и композиций орнаментов.
Администратор	Создание и редактирование учётных записей пользователей.

2. Требования к системе

Авторами сформулированы требования к функциональным возможностям разрабатываемой системы. Система должна обеспечивать:

- создание, редактирование, удаление мотивов и композиций;
- гибкий поиск по всем параметрам мотивов и композиций;
- классификация базы данных по ключевым параметрам;
- удобный просмотр как на десктопах, так и на мобильных устройствах;
- отдельная система авторизации.

Учитывая современные методики проектирования сложных систем необходимо предъявить следующие требования к проектированию и разработке подобной системы:

- итерационный подход к разработке системы [1];
- документирование программного кода;
- максимальная независимость от платформы;
- использование шаблонов проектирования для создания ортогонального программного кода [2].

3. Архитектура системы

Исходя из заявленных выше требований, разрабатываемая система должна включать в себя следующие модули:

Таблица 2.
Модули системы

Название модуля	Описание
Регистрация/ авторизация	Обеспечивает сквозную авторизацию на ресурсе, с возможностью разграниченного доступа с определяемыми правами к различным разделам системы.
CMS информационного ресурса	Предоставляет пользователям функционал для работы с информационной системой. Уровни доступа к ресурсу: - Модератор - редактирование информационных блоков ресурса; - Специалист - создание/ редактирование/ удаление мотивов и орнаментов в базу данных ресурса; - Администратор - работа с учётными записями пользователей.
Публичная часть ресурса	Состоит из двух модулей: - информационный ресурс – данный модуль реализует стандартный функционал информационного ресурса (Лента новостей, публикация статей и материалов и т.д.) - база данных мотивов и композиций орнаментов

	– представление посетителям ресурса имеющихся мотивов и композиций орнаментов.
Поиск	Позволяет производить контекстный поиск по всему информационному пространству системы или по её части (например, только по базе новостей).

Заключение

Использование электронной базы данных в свободном доступе, посвященной традиционному орнаменту, позволит обеспечить широкий доступ заинтересованных лиц к одной из самых ярких и значимых частей национального культурного наследия бурят.

Важнейшей частью проекта является разработка информационного ресурса для сбора и хранения образцов мотивов и композиций орнаментов. Авторами проекта проанализирована существующая база данных, выявлены проблемы и требования разработана архитектура системы.

На основании заявленных требований разработан прототип системы сбора данных, произведён импорт имеющейся базы данных.

Литература

1. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Практическое руководство. 3-е издание // Ларман К. - М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2013. – 736 с.
2. Зандстра М. PHP: объекты, шаблоны и методы программирования, 3-е изд.// Зандстра М. - М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 560 с.

References

1. Larman K. Primenenie UML 2.0 i shablonov proektirovaniya. Prakticheskoe rukovodstvo. 3-e izdanie // Larman K. - M.: ООО «I.D. Vilyams», 2013. – 736 s.
2. Zandstra M. PHP: ob'ektyi, shablonyi i metodyi programmirovaniya, 3-e izd.// Zandstra M. - M.: ООО «I.D. Vilyams», 2011. – 560 s.

Хабитиев Баир Викторович, научный сотрудник Научно-образовательного и инновационного центра системных исследований и автоматизации; e-mail: baairinc0@gmail.com.

Кочева Татьяна Валерьевна, кандидат технических наук, научный сотрудник, Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Бурятский Научный Центр Сибирского Отделения Российской академии наук (БНЦ СО РАН), e-mail: tavako@mail.ru.

Занданова Галина Ильинична, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий Института математики и информатики Бурятского государственного университета; e-mail: gzandan2002@mail.ru.

Дерюгин Даниил Федорович, ассистент кафедры информационных технологий Института математики и информатики Бурятского государственного университета; e-mail: dandwor@gmail.com.

Мункбаяр Чулунбат, научный сотрудник Монгольского государственного педагогического университета; e-mail: ch.munkhbayar@msue.edu.mn.

Khabituev Bair Victorovitch, research associate of Scientific And Educational Centre of System Research and Automatization, e-mail: bairinc0@gmail.com.

Kocheva Tatyana Valerievna, PhD in engineering science, Buryat Scientific center SB RAS, e-mail: tavako@mail.ru.

Zandanova Galina Ilinichna, PhD in math, assistant professor, department of informatics technologies, Institute of Mathematics and Computer Science, Buryat State University, e-mail: gzandan2002@mail.ru.

Derjugin Daniil Fedorovich, assistant, department of informatics technologies, Institute of Mathematics and Computer Science, Buryat State University, e-mail: dandwor@gmail.com.

Munkhbayar Chuluunbat, researcher, Mongolian State University of Education; e-mail: ch.munkhbayar@msue.edu.mn.

3. Дискретная математика и математическая кибернетика

УДК 519.716

© С. А. Бадмаев

О ПОЛНЫХ МНОЖЕСТВАХ ЧАСТИЧНЫХ УЛЬТРАФУНКЦИЙ НА ДВУХЭЛЕМЕНТНОМ МНОЖЕСТВЕ

Рассматриваются мультифункции на двухэлементном множестве. Под мультифункцией на конечном множестве понимается функция, определенная на данном множестве и принимающая в качестве значений его подмножества. В зависимости от вида мультифункции и соответствующей ей суперпозиции возникают частичные функции, гиперфункции, ультрафункции, частичные гиперфункции и частичные ультрафункции.

В заметке построены некоторые полные множества ультрафункций на двухэлементном множестве и доказано, что множество всех одноместных частичных ультрафункций является функционально полным.

Ключевые слова: мультифункции, ультрафункции, полные множества.

© S. A. Badmaev

ON COMPLETE SETS OF PATIAL ULTRAFUNCTIONS ON A TWO-ELEMENT SET

Multifunctions on a two-element set are considered in this paper. Functions from two-element set to sets of all subsets of two-element set are called multifunctions. These functions are natural generalization of Boolean functions. Partial functions, hyperfunctions, ultrafunctions, partial hyperfunctions and partial ultrafunctions are arised depending on the type of multifunctions and superposition.

In this work presents of examples of complete sets of patial ultrafunctions on a two-element set.

Keywords: multifunctions, ultrafunctions, complete sets.

Введение

В предлагаемой работе рассматриваются полные множества дискретных функций, определенных на конечном множестве A и принимающих в качестве значений подмножества множества A . Такие функции, называемые в последнее время мультифункциями, часто рассматриваются как не всюду определенные функции. Неопределенность понимается как некоторое подмножество основного множества. В зависимости от вида мультифункций и соответствующей им суперпозиции принято различать час-

тичные функции, гиперфункции, частичные гиперфункции, ультрафункции и частичные ультрафункции на A .

1. Основные понятия

Пусть $E_2 = \{0,1\}$, множество всех его подмножеств обозначим 2^{E_2} . Определим следующие множества функций:

$$P_{2,n}^{\bar{}} = \{f \mid f : E^n \rightarrow 2^{E_2}\}, P_{2,n}^{\bar{}} = \bigcup_n P_{2,n}^{\bar{}},$$

$$P_{2,n} = \{f \mid f : E^n \rightarrow E\}, P_2 = \bigcup_n P_{2,n}.$$

Функции из первого множества будем называть мультифункциями, а из второго – булевыми функциями.

Для того, чтобы суперпозиция $f(f_1(x_1, \dots, x_n), \dots, f_m(x_1, \dots, x_n))$ определяла некоторую мультифункцию $g(x_1, \dots, x_n)$, следуя [1], определим значения мультифункции на наборах из подмножеств множества E_2 .

Если $(a_1, \dots, a_n) \in E_2^n$, то по определению

$$g(a_1, \dots, a_n) = \begin{cases} \bigcap_{b_i \in f_i(a_1, \dots, a_n)} f(b_1, \dots, b_m); \\ \bigcup_{b_i \in f_i(a_1, \dots, a_n)} f(b_1, \dots, b_m), \end{cases}$$

пересечение берется если оно не пусто, в противном случае берется объединение. На наборах, содержащих пустое множество, значение мультифункции равно пустому множеству.

Это определение позволяет вычислить значение мультифункции на любом наборе $(a_1, \dots, a_n) \in (2^{E_2})^n$.

Если мультифункции рассматриваются с данной суперпозицией, то их называют частичными ультрафункциями.

Проекцией назовем n -местную частичную ультрафункцию $e_i^n(a_1, \dots, a_n) = a_i$.

Для множества частичных ультрафункций B замыкание $[B]$ определим следующим образом:

1. $B \cup \{e_i^n\} \subseteq [B]$;
2. если $f, f_1, \dots, f_m \in [B]$, то $f(f_1, \dots, f_m) \in [B]$;
3. других частичных ультрафункций в $[B]$ нет.

Множество частичных ультрафункций называется замкнутым, если оно совпадает со своим замыканием, и полным в замкнутом множестве M , если его замыкание совпадает с M .

В дальнейшем, если это не вызовет недоразумений, частичную ультрафункцию будем называть просто функцией.

Для упрощения записи договоримся использовать кодировку:

$$\emptyset \leftrightarrow *, \{0\} \leftrightarrow 0, \{1\} \leftrightarrow 1, \{0,1\} \leftrightarrow -.$$

Функцию из $P_{2,n}^*$ будем задавать её значениями на двоичных наборах, причем вектор значений будем записывать в строку или столбец, а двоичные наборы будем считать заданными в натуральном порядке.

Если $h(x, y) = (001-), f(x, y) = (1001), g(x, y) = (-00*)$, то запись

$$\begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ - \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & - \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & * \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ * \end{pmatrix} \text{ означает, что суперпозиция } h(f(x, y), g(x, y)) \text{ рав-}$$

на функции $(100*)$.

2. Основной результат

Теорема 1. Пусть функция $f(x_1, \dots, x_m)$ принимает все значения из множества 2^{E_2} , а множество B является полным в P_2 . Тогда множество $\{f \cup B\}$ является полным в P_2^* .

Доказательство. Пусть $h(x_1, \dots, x_n)$ - произвольная функция из $P_{2,n}^*$. Так как множество B является полным в P_2 , то мы имеем все булевы функции. Построим суперпозицию функции $f(x_1, \dots, x_m)$ и булевых функций $g_1(x_1, \dots, x_n), \dots, g_m(x_1, \dots, x_n)$, которая будет давать функцию $h(x_1, \dots, x_n)$, следующим образом.

Пусть $h(c_1, \dots, c_n) = \alpha$. Функция f принимает все значения из 2^{E_2} , поэтому существует набор (a_1, \dots, a_m) такой, что $f(a_1, \dots, a_m) = \alpha$. Определим булевы функции $g_i(x_1, \dots, x_n)$ так, чтобы $g_i(c_1, \dots, c_n) = a_i$. Тогда $f(g_1(c_1, \dots, c_n), \dots, g_m(c_1, \dots, c_n)) = f(a_1, \dots, a_m) = \alpha = h(c_1, \dots, c_n)$.

Теорема доказана.

Теорема 2. $[(1-), (-0), (1*)] = P_2^*$.

Доказательство. Функция $(1-)$ легко дает функцию (-1) и константу 1: $1 \begin{pmatrix} 1 \\ - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - \\ 1 \end{pmatrix}$, $- \begin{pmatrix} - \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$, а функция (-0) - функцию $(0-)$ и константу 0: $- \begin{pmatrix} - \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ - \end{pmatrix}$, $0 \begin{pmatrix} 0 \\ - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$.

Рассмотрим следующую цепочку суперпозиций, которая приводит к

конъюнкции:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & * \\ 1 & - & 1 \\ 1 & - & * \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 \\ * \\ - \\ * \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ - & - \\ - & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - \\ - \\ 1 \\ - \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 1 & - \\ - & 0 \\ * & 1 \\ * & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ * \\ 1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & * \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \\ \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ - & - \\ * & - \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} - \\ - \\ - \\ 1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 0 & - \\ 0 & - \\ - & 0 \\ - & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ - \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 0 & - \\ 0 & - \\ * & - \\ 1 & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Из функций (00*1), (1-) и проекции можно получить бинарную функцию, принимающую все четыре значения:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & - & 0 \\ * & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} * \\ 0 \\ 1 \\ - \end{pmatrix}.$$

Отрицание может быть выражено следующей цепочкой суперпозиций:

$$\begin{pmatrix} * & 0 & 0 \\ 0 & 0 & - \\ 1 & 1 & 0 \\ - & 1 & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} * \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} * & 0 & - \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & - \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ * \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 0 & 0 & - & 1 \\ 0 & - & & - \\ 1 & - & 1 & - \\ 1 & 0 & - & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Имея конъюнкцию, отрицание (конъюнкция и отрицание образуют полное в P_2 множество [3]) и функцию (*01-), с учетом теоремы 1, получим полное в P_2^* множество.

Теорема доказана.

Следствие 1. Множество всех унарных частичных ультрафункций на двухэлементном множестве является полным в P_2^* .

Справедлива следующая

Лемма 1. Функция (-0) содержится во множестве [(1-), (1*)].

Доказательство. Из функций (1*), (1-), (11) легко получаются функции (*1) и (—).

Получим отрицание следующими суперпозициями:

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & * \\ 0 & - & * \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (*) & * & (- & 1) \\ * & * & - & - \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ - & - & 1 & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (- & 1 & (- & 0) \\ - & 1 & - & 0 \\ - & * & - & 1 \\ 1 & * & 1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1) & 0 & (0 & 1) \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ * & 1 & (1 & *) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0) \\ 0 \\ 1 \\ * \end{pmatrix}; \\ & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & - & 1 \\ * & - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1) \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Рассмотрим цепочку суперпозиций:

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} * & 1 & 1 \\ * & 1 & - \\ 1 & - & 1 \\ - & - & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (- & 1 & (- & 0) \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ - & * & - & 1 \\ - & * & - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1) & 0 & (0 & 1) \\ * & 0 & 1 & * \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ (1) & 1 & (1 & 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0) & 0 & (0 & -) \\ * & * & 0 & - \\ 0 & 0 & 1 & - \\ (1) & 1 & (1 & -) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0) \\ 0 \\ - \\ - \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Используя отрицание и функцию $(0-)$, легко получим функцию (-0) .

Лемма доказана.

Теорема 3. Множество функций $[(1-), (1*)]$ является полным в P_2^* .

Доказательство. Доказательство следует из теоремы 2 и леммы 1.

Теорема доказана.

Теорема 4. Множество функций $[(-0), (*0)]$ является полным в P_2^* .

Доказательство. Из функций $(*0)$, (-0) нетрудно получить следующие функции:

$$\begin{aligned} & \begin{matrix} * & (-) & = & \begin{pmatrix} (0) \\ * \end{pmatrix}, & - & (-) & = & \begin{pmatrix} (0) \\ - \end{pmatrix}, & 0 & (0) & = & \begin{pmatrix} (0) \\ 0 \end{pmatrix}, & - & (0) & = & \begin{pmatrix} - \\ - \end{pmatrix}. \end{matrix} \end{aligned}$$

Функцию $(1*)$ дает следующая цепочка суперпозиций:

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & * \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (*) & * & (- & 0) \\ * & * & - & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ (1) & 1 & (0 & 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1) \\ 1 \\ * \\ * \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

А функция $(1-)$ является суперпозицией функций $(01*1)$, (10) и $(-)$:

$$\begin{matrix} 0 \\ 1 \\ * \\ 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & - \\ 1 & - \\ 0 & - \\ 0 & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ - \\ - \end{pmatrix}.$$

Получим первые две функции:

$$\begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} - & 0 \\ 0 & 0 \\ - & * \\ 0 & * \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - \\ 0 \\ * \\ * \end{pmatrix} \begin{matrix} - \\ - \\ * \\ * \end{matrix} \begin{pmatrix} - & - \\ - & 0 \\ 0 & - \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - \\ - \\ 0 \\ - \end{pmatrix} \begin{matrix} * \\ * \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \begin{pmatrix} - & 0 \\ - & 0 \\ 0 & 1 \\ - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ * \\ 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & * \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ * \\ 1 \end{pmatrix};$$

$$\begin{matrix} - \\ 0 \\ * \\ * \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & - \\ 0 & 0 \\ - & - \\ - & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ - \\ - \\ 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} * \\ * \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ - & 0 \\ 0 & - \\ - & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} * \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & * \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} * \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} * \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} - & 0 \\ - & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

В силу предыдущей теоремы, утверждение верно.

Теорема доказана.

В булевых функциях полное множество может состоять лишь из одной функции, например, штриха Шеффера. Ниже приведем примеры бинарных частичных ультрафункций, аналогичных по этому свойству, штриху Шеффера.

Теорема 5. Множество $\{f\}$ является полным в P_2^- , где $f \in \{(10^*-), (11^*-), (1-^*-), (1^{**}-), (-0^*0), (-0^*-), (-1^*0), (-1^*-), (- -^*0), (-^{**}0)\}$.

Доказательство. Приведем доказательство для случаев, когда f совпадает с функциями а) $g(x, y) = (10^*-)$ и б) $h(x, y) = (-0^*0)$. Остальные случаи доказываются аналогично.

а) Из функции $g(x, y)$ легко получить функцию $(1-)$ из которой следует константа 1. С помощью функции $(0-0-) = g(y, 1)$ получим константу 0. Затем получим функцию $(11^{**}) = g(x, 0)$. Тогда по теореме 3 $[(10^*-)] = P_2^-$.

б) Отождествлением переменных в функции $h(x, y)$ получим функцию (-0) , а значит и функцию $(0-)$ с константой 0. Далее легко получить функцию $(-)$. Константу 1 получим из функции (-1) , которая получается следующим образом:

$$0 \begin{pmatrix} 0 & - \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & * \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ * \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ * \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & - \\ 0 & - \\ 1 & - \\ 1 & - \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} - \\ - \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Имея константу 1, получим функцию $(*0) = h(1, y)$. Полнота множества $\{(10*-)\}$ следует из теоремы 4.

Теорема доказана.

Заключение

Замыкание двух определенных унарных частичных ультрафункций является полным в P_2^* , что существенно отличается от частичных гиперфункций на двухэлементном множестве, где замыкание всех унарных частичных гиперфункций полным во множестве частичных гиперфункций не является [2].

Литература

1. Пантелеев В. И. Критерий полноты для доопределяемых булевых функций // Вестник Самарского гос. университета. Естественнонаучная серия. – 2009. – № 2(68). – С. 60–79.
2. Пантелеев В. И. Критерий полноты для недоопределенных частичных булевых функций // Вестник НГУ. Серия: Математика, механика, информатика. – 2009. – Т.9. – № 3. – С. 95–114.
3. Post E. L. Introduction to a general theory of elementary proposition // Amer. J. Math. - 1921. - Vol. 43, No 4. - P. 163-185.

References

1. Panteleyev V. I. Completeness Criterion for Incompletely Defined Boolean Functions // Vestnik Samar. Gos. Univ. Est.-Nauch. Ser. – 2009. - Vol. 2, No 68. - P. 60-79.
2. Panteleyev V. I. Completeness Criterion for Incompletely Defined Partial Boolean Functions // Vestnik Novos. Gos. Univ. Ser.: Math., mechanics, inf. – 2009. - Vol. 9, No 3. - P. 95-114.
3. Post E. L. Introduction to a general theory of elementary proposition // Amer. J. Math. - 1921. - Vol.43, No 4. - P. 163-185.

Бадмаев Сергей Александрович, аспирант, Бурятский государственный университет, тел.: (3012)219757 (badmaevsa@mail.ru).

Badmaev Sergey Alexandrovich, Postgraduate, Buryat State University, Phone: (3012)219757 (badmaevsa@mail.ru).

Содержание

1. Математическое моделирование и обработка данных	
Анахин В.Д. Математический анализ волновой функции.....	3
Ачитуев С.А., Энебиш Н. Оценка потенциала солнечной радиации и производительности фотоэлектрических модулей на территории Республики Бурятия.....	8
2. Информационные системы и технологии	
Авраменко Ю.В., Федоров Р.К. Реализация предиката для учета текстурных и спектральных признаков при распознавании объектов.....	16
Макшанова Л.М. Исследование сетевого трафика Бурятского филиала ОАО «Ростелеком».....	22
Нямхуугийн Батжаргал, Дармаев Т.Г., Хабитуев Б.В. Информационные технологии в социологических исследованиях.....	33
Ружников Г.М., Федоров Р.К., Хмельнов А.Е., Гаченко А.С., Фереферов Е.С. Интеграционный подход создания региональной инфраструктуры пространственных данных.....	39
Фереферов Е.С., Ветров А.А. Менеджеры компоновки пользовательского интерфейса, направляемые спецификациями.....	49
Хабитуев Б.В., Кочева Т.В., Занданова Г.И., Дерюгин Д.Ф., Мункбаяр Ч. Разработка информационной системы для сбора и хранения народных орнаментов.....	56
3. Дискретная математика и математическая кибернетика	
Бадмаев С.А. О полных множествах частичных ультрафункций на двухэлементном множестве.....	61

Contents

1. Mathematical modeling and data processing

Anakhin V.D. The mathematical concepts in the analysis of periodic functions	3
Achituev S.A., Enebish N. Evaluation of solar energy potential and photovoltaic (PV) module performance in the regions Buryatia	8

2. Information Systems and Technology

Avramenko Y.V., Fedorov R.K. Implementation of the inbuilt predicate for textural and spectral analysis in object recognition task	16
Makshanova L.M. A study of network traffic Buryatia branch Rostelecom.....	22
Nyamaahuugiin Batgargal, Darmaev T.G., Habituev B.V. IT solutions in sociological research.....	33
Ruzhnikov G.M., Fedorov R.K., Hmelnov A.E., Gachenko A.S., Fereferov E.S. The integration approach of establishing a regional spatial data infrastructure.....	39
Fereferov E.S., Vetrov A.A. User interface layout managers directed by specifications	49
Khabituev B.V., Kocheva T.V., Zandanova G.I., Derugin D.F., Munkhbayar C. Development of information system for traditional ornaments collecting and storage	56

3. Discrete mathematics and mathematical cybernetics

Badmaev S.A. On complete sets of partial ultrafunctions on a two-element set.....	61
---	----

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ
«ВЕСТНИК БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА. МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА»

Отбор и редактирование публикуемых статей производятся редакционной коллегией из ведущих ученых и приглашенных специалистов.

В журнал следует направлять статьи, отличающиеся высокой степенью научной новизны и значимостью. Каждая статья имеет УДК, а также письменный развернутый отзыв (рецензию) научного руководителя или научного консультанта, заверенный печатью. Рецензенты должны являться признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и иметь в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

Автор статьи обязан заключить лицензионный договор о предоставлении неисключительных прав на использование созданного им произведения (статьи) ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет». Образец лицензионного договора представлен на сайте БГУ.

Общие требования	Тексты представляются в электронном и печатном виде. Файл со статьей может быть на дискете или отправлен электронным письмом. На последней странице – подпись автора(ов) статьи. Название статьи и аннотация даются на русском и английском языках. Аннотация (авторское резюме) должна заключать от 100 до 250 слов. После аннотации дать ключевые слова (не менее семи слов) на русском и английском языках. Несоответствие между русскоязычным и англоязычными текстами не допускается. Выполнить транслитерацию русского текста литературы латиницей.
Электронная копия	Статья представляется на русском языке в doc-файле, набранная в текстовом редакторе Microsoft Word. Текстовый редактор Microsoft Word (версии XP, 2003). В имени файла указывается фамилия первого автора.
Параметры страницы	Формат А5. Поля: левое – 1,5 см, верхнее, нижнее, правое – 1 см.
Форматирование основного текста	С нумерацией страниц внизу по центру. Абзацный отступ – 0,5 см. Интервал – одинарный.
Гарнитура шрифта	Times New Roman. Размер кегля – 11 пт.
Объем статьи (ориентировочно)	Кратких сообщений – 4-8 с., статей на соискание ученой степени кандидата наук – 8-15 с., на соискание ученой степени доктора наук – 15-30 с. Название статьи должно содержать не более 10 слов.
Сведения об авторах	Указываются фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, звание, должность и место работы, страна, адрес с почтовым индексом, телефоны/факсы, e-mail (на русском и английском языках)

В начале статьи ставится подробный индекс УДК согласно действующим в настоящее время классификаторам. Далее следуют инициалы и фамилии авторов (полуужирный курсив, выравнивание по правому краю), название статьи (полуужирным шрифтом, по центру), аннотация, ключевые слова и перевод перечис-

ленных частей текста на английский язык. В конце документа после списка литературы приводятся сведения об авторах и их перевод на английский язык (фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученое звание, должность, место работы (указываются официальные названия организаций), контактный адрес с почтовым индексом, телефоны/факсы, e-mail). Ссылки на гранты приводятся в сноске на первой странице.

Статья должна быть структурирована и содержать введение, ряд разделов с возможными подразделами, заключение, список литературы.

Набор формул осуществляется в редакторе формул Microsoft Equation 3/4 или MathType 5/6. Не допускается: набор формул как текста (включая таблицу символов, надстрочные и подстрочные индексы), а также с применением автофигур; вставка формул как рисунков; сжатие формулы как рисунка. Не допускается набор формул с применением появившегося в Word 2007 нестандартного редактора формул, функционирующего только с форматом docx. Все формулы, на которые в тексте даются ссылки, выносятся в отдельную строку с нумерацией в круглых скобках в тексте по правому краю страницы (строка выравнивается по правому краю). Основной размер шрифта в формулах 11 пт.

- Список литературы – все работы необходимо пронумеровать, в тексте ссылки на литературу оформлять в квадратных скобках.

- Материалы, не соответствующие предъявленным требованиям, к рассмотрению не принимаются. Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат. ВУЗ».

- Решение о публикации статьи принимается редакцией «Вестника БГУ». Корректурa авторам не высылается, присланные материалы не возвращаются. Гонорар авторам не выплачивается.

- Допустима публикация статей на английском языке, сведения об авторах, название, аннотацию и ключевые слова которых необходимо перевести на русский язык.

- Формат журнала 70 x 100 1/16.

- Желательно использование только вертикальных таблиц и рисунков. Все объекты должны быть черно-белыми без оттенков. Рисунки и графики должны иметь четкое изображение и быть выдержаны в черно-белой гамме, лучше применять штриховку. Фотографии и рисунки в формате *.tif или *.jpg должны иметь разрешение не менее 300 dpi. Диаграммы, рисунки, графики должны прилагаться отдельными файлами, чтобы издательство имело возможность ввести в них правки. Математические формулы в текстах должны быть выполнены в MathType. Если работа содержит примеры на старославянском языке или языках народов, то отправить соответствующие символы.

Стоимость опубликования одной статьи составляет за одну страницу формата А5 для сотрудников БГУ – 150 р., для остальных – 300 р.

Оплата за публикацию статьи, авторами которой являются только аспиранты, не взимается. Должна прилагаться справка учреждения, подтверждающая, что авторы являются аспирантами этого учреждения.

Адрес: 670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а, Издательство БГУ.

Факс (301-2)-21-05-88

Научное издание

В Е С Т Н И К
БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

2015/3

Математика, информатика

В авторской редакции
Компьютерная верстка Д. О. Трунина

Свидетельство о государственной аккредитации
№ 1289 от 23 декабря 2011 г.

Подписано в печать 21.09.15. Формат 70 x 100 1/16.
Усл. печ. л. 5,85. Уч.-изд. л. 3,29. Тираж 1000. Заказ 204.
Цена свободная. Дата выхода в свет 28.09.15.

Издательство Бурятского госуниверситета
670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: riobsu@gmail.com

Отпечатано в типографии Бурятского госуниверситета
670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сухэ-Батора, 3а