

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российская академия наук
Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского
Комиссия Российской Федерации по делам ЮНЕСКО
Администрация Тамбовской области
Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**
Национальный офис TEMPUS в Российской Федерации
Университет г. Генуя (Италия)

*150-летию со дня рождения
Владимира Ивановича Вернадского
посвящается*

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ, ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

Сборник докладов

Том 3

**Международная
научно-практическая конференция
6 – 8 июня 2013 г.**



Тамбов
2013

УДК 502
ББК Б1я43
Н-34

Редакционная коллегия:

С.И. Дворецкий – *председатель*,
Н.С. Попов – *зам. председателя*,
Н.В. Молоткова, М.Н. Краснянский, А.В. Козачек

Н-34 Наука и образование для устойчивого развития экономики, природы и общества : сборник докладов Международной научно-практической конференции. – В 4 т. / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.С. Попова ; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2013. – Т. 3. – 444 с. – 62 экз. ISBN 978-5-8265-1203-6.

ISBN 978-5-8265-1199-2

В третий том материалов конференции вошли доклады участников пятой и шестой секций, посвященные геоэкологическому мониторингу и контролю качества окружающей среды, а также современным информационным технологиям, обеспечивающим решение проблем устойчивого развития.

Предназначены для специалистов, аспирантов и студентов, занимающихся проблемами современного развития природы и общества, инновационными технологиями и изучением наследия В.И. Вернадского.

*Материалы представлены в электронном виде и
сохраняют авторскую редакцию.*

ISBN 978-5-8265-1199-2
ISBN 978-5-8265-1203-6

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Тамбовский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»),
2013 (полиграфическое исполнение)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 625.7/.8

ББК Н820.9я73-5

Study of the transport situation in Tambov and evaluation of its impact on the environment

Andrianov K.A., Matveeva I.V., Voyakina E.Yu.

Tambov State Technical University (Russia, Tambov)

The analysis of the current state of the road network of Tambov showed that the traffic situation in the city is becoming more complicated each year. The average width of the roadway and the rate of linear density of highways do not meet the regulatory requirements [1]. Insufficient number of main streets and lack of their duplicate roads lead to excessive concentration of traffic flows. The highest concentration of flows is observed in the central part of the city as well as at the intersections of streets and junctions; there is a noticeable decrease in the average speed of the traffic, the frequent occurrence of congestions, increase of the accident rate and, accordingly, the deterioration of the ecological environment of the city (fumes and noise pollution).

The growth in the number of vehicles (car ownership growth) is ahead of the pace of the road network development. So, the annual increase in the vehicle fleet in the Tambov region over the past few years is from 1500 to 5,000,000 units. Currently 1,000 Tambov residents are accounted for more than 30 cars and according to analytical materials [4] in a few years there will be 350 – 400 cars; at the same time the city vehicle fleet in recent years has increased by 11,6%, while the length of the road network has not undergone any changes.

The analysis of Tambov transport scheme shows that the configuration of the network of main streets was influenced by historical circumstances, placement of city-forming objects, natural geographical, topographical and other local conditions and is a combination of several systems [3]. Functional planning framework is

formed by the meridian system of connections and latitudinal direction and the network of streets formed within planning districts. There is a meridional axis in the structure of the main frame that goes through the whole territory of the urban district from north to south (Sovetskaya St., K. Marx St.). It is formed by the system of main streets of planning regions – east, west, north, which coincide with the administrative districts of the city – the Soviet, Lenin and October, respectively. The zones formed at the intersections of the main streets with the main highways of latitudinal direction, execute the functions of the city center. The central part of the city has a system of rectangular layout, but in general the city is dominated by the radial system that turns into radial-ring (fan-shaped) one. This leads to a large density of the transport network in the center of the city where the main passenger forming points are situated.

The transport scheme in the city has a direct impact on the distribution of traffic flows. There is a concentration of traffic flows on a limited number of city-wide highways that leads to their overload. Congestions are formed in the central crossroads (the crossroads of Soviet St. and International St., Proletarian St. and Mitchurinskaya St., Blvd. Enthusiasts and Soviet St., Astrakhanskaya St. and Proletarian St., Soviet St. and Moscow St., etc.), so that there is an overall reduction in the average speed of traffic vehicles, deterioration of ecological status of the city, the growth of accidents. Another important problem is that the direction of the main traffic flows goes through the center of the city. This makes it difficult to move, especially in “rush hours”.

One of the important problems is also inadequate to the modern requirements sizes and sometimes complete lack of parking lots in places where a lot of vehicles are parked (near business centers, supermarkets, apartment buildings, parks, etc.), which leads to wrong parking, and can cause congestion and accident.

To streamline traffic flows and solve the problems of busy streets it is necessary, in our opinion, to analyze their distribution and determine the centers of gravity in connection with the objectives (purposes) of rides. In determining the number of correspondences between separate zones it is necessary to do the following:

- to break up the city into settlement zones (number and size of settlement zones are made in accordance with the size of the city and its planning features, so we determine 25 settlement zones in Tambov). Rivers, ravines, ROW railroads, reservoirs, parks, etc. can serve as boundaries of the zones. In other cases the boundaries may be the points that are equidistant from the main street highways, on which it is expected to lay a line of transport. Sizes of the territory of settlement zones are taken so that the residents when travelling inside them do not use transport. After splitting the city into zones it is necessary to determine the conditional center of residential “gravity” for each of them. Citywide points of gravitational mass (industrial areas, parks, etc.) are allocated to specific zones [5]. We should clarify that the movement committed in the city is subdivided into three categories: labor and business, educational and cultural and community;

- to define (specify) the number of residents living in zones;
- to define (specify) the number of workers in zones.

As a result of such studies we can determine the busiest places on the closing of settlement zones and to analyze the causes of their congestion.

The analysis of the size and composition of traffic (actual and estimated prospective of traffic, which is determined in accordance with [2]) allows us to set the appropriate technical and vehicle-operating characteristics of roads, to define their traffic density, to take control of deterioration of the pavement to require repairs as well as to increase the efficient use of funds allocated for the repair and maintenance of roads. After studying the actual traffic we can draw conclusions about the structure of the distribution of traffic according to the duration (time of the day, hours of the week, months and seasons) as well as areas of roads on which bandwidth is significantly reduced.

The experience of a number of foreign countries shows that the solution of the problem of the road network development can be carried out only on the basis of state programs that identify the main directions and measures for the development of roads in relation to the provision of financing, as many solutions offered on the reconstruction of the existing transport system require considerable expenses, and in

some cases they are impossible to implement (for example, the construction of interchanges at different levels entails the demolition of the existing historical buildings in the city).

Taking into consideration the above it should be noted that the development of reasoned recommendations are required to improve the road network of Tambov in order to increase residential mobility, improve transport accessibility of the various areas of the city and improve the ecological environment.

To solve this problem, we believe it is necessary to develop a technique for investigating the distribution of traffic in urban areas, which should include the following tasks:

- to establish centers of traffic flows formation and patterns of their distribution;
- to set transport and operational characteristics of main urban roads and compare them with the regulatory requirements;
- to evaluate the possibility of using reconstructed secondary streets as duplicates of existing main city streets;
- to determine the actual traffic on the main city streets according to travel destinations and to calculate the perspective traffic;
- to identify the main areas of traffic concentration and reasons of congestions;
- to offer recommendations on reconstruction and repair of existing level crossings, bridges;
- to evaluate the feasibility of the off-street pedestrian crossings, roundabouts at different levels taking into account the existing buildings in the city;
- according to the obtained results to construct noise maps and maps of gas contamination of adjacent to roads building areas and to find possible solutions to the environmental problems;
- taking into account the results to develop recommendations for the reconstruction of the existing road network of Tambov.

The results of such studies can predict the concentration of traffic flows in various districts. Knowing the traffic situation in the city (actual and prospective) it will be possible to make recommendations to reduce the harmful effects of transport

through setting noise barriers, noise-reducing strips of green space, and having the data on the concentration and redistribution of traffic flows to offer the use of appropriate street-doubles in order to reduce the harmful effects of vehicles in residential areas of the city.

References

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.
2. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. – М.: Стройиздат, 1980.
3. Куликов, А.С. Формирование планировочной системы исторического города Тамбова на основе градостроительного генетического кода / А.С. Куликов // Вестник центрального регионального отделения. – Вып. 8. – 2009. – 320 с.
4. Based on site <http://www.city.tambov.gov.ru/>.
5. Менделев, Г.А. Транспорт в планировке городов: учебное пособие / Г.А. Менделев. – М.: МАДИ (ГТУ), 2005.

Метод расчета шума в зданиях как системах акустически связанных помещений

Антонов А.И., Жоголева О.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Шумовое загрязнение один из наиболее важных параметров среды помещений, ухудшающих экологические условия в современных гражданских зданиях. В этой связи объективная оценка шумового режима в зданиях важная задача, требующая своего решения на стадии проектирования объекта. Решение важно при наличии надежных методов расчета распределения звуковой энергии в зданиях как системах акустически связанных помещений. Ниже предлагается метод расчета, пригодный для решения данной задачи.

В практике встречается большее количество зданий, в которых помещения разделены перегородками с малой звукоизоляцией и связаны между собой открытыми проемами или дверями. С акустической точки зрения их можно рассматривать как системы акустически связанных помещений, в одном из которых или во всех из них располагаются источники шума. В большинстве случаев в помещениях системы формируются диффузные звуковые поля, при которых уровни шума в отдельных объемах одинаковы по всему их пространству. Поэтому при оценке распределения звуковой энергии в них как элементах системы акустически связанных помещений можно использовать методы расчета, основанные на статистической теории акустики. В частности, такой подход использовался при исследованиях реверберационных процессов и распределения энергии в двух связанных открытым проемом помещениях. Впервые эта задача была исследована Эйрингом. Он рассмотрел условия связанного затухания звуковой энергии для системы из двух помещений [1]. Аналогичные работы были выполнены Л. Кремером [2], В.С. Маньковским [3] и позднее К. Лилем [4].

С позиций статистической акустики уравнение нестационарного звукового поля в акустически связанных соразмерных помещениях можно получить на

основе закона сохранения энергии. Изменение количества энергии E_i в i -ом помещении определяется потерями энергии за счет звукопоглощения $\eta_i E_i$, излученной энергией источника шума в данном помещении P_i и притоком энергии от соседних, акустически связанных j -х помещений $\beta_{ij} E_j$, то есть

$$\frac{\partial E_i}{\partial t} = -\eta_i E_i + P_i + \sum_{j=1}^N \beta_{ij} E_j, \quad (1)$$

где η_i – коэффициент потерь в i -ом помещении; β_{ij} – коэффициент передачи энергии из j -го помещения в i -е помещение.

При $i, j \in \{1, \dots, N\}$; $i \neq j$, где N – общее количество акустически связанных помещений. Начальные условия могут задаваться в виде $E_i = E_{oi}$ при $t = t_0$. Следует отметить, что при $t \gg t_0$ и при наличии действующего источника шума влияние начального распределения энергии E_{oi} на звуковое поле достаточно быстро спадает. При длительном действии источника постоянной акустической мощности $P_{i(t)} = \text{const}$ устанавливается стационарное звуковое поле, описываемое системой уравнений

$$\eta_i E_i = P_i + \sum_{j=1}^N \beta_{ij} E_j. \quad (2)$$

Уравнение (2) также является математической записью закона сохранения энергии: при установившемся процессе количество поглощенной энергии $\eta_i E_i$ компенсируется излученной энергией источника и энергией, проходящей от связанных помещений (см. рис. 1).

Коэффициенты потерь η_i в условиях диффузного звукового поля находится как

$$\eta_i = \frac{c \alpha_i S_i}{4V_i(1 - 0,5\alpha_i)}. \quad (3)$$

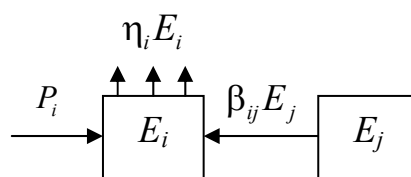


Рис. 1. Схема баланса энергии для i -го помещения

Коэффициент передачи энергии из j -го помещения в i -е рассчитывается по формуле

$$\beta_{ij} = \frac{c}{4V_i(1-0,5\alpha_j)} (s_{ij}^{\partial\partial} \cdot \tau_{ij}^{\partial\partial} + s_{ij}^{nep} \cdot \tau_{ij}^{nep}). \quad (4)$$

В выражениях (3) и (4) приняты обозначения: c – скорость звука в воздухе; s, v – площадь ограждений и объем помещения; α – средний коэффициент звукопоглощения ограждающих конструкций помещения; $s^{\partial\partial}, \tau^{\partial\partial}$ – площадь и коэффициент звукопередачи двери; s^{nep}, τ^{nep} – то же перегородки. Индексы при $s^{\partial\partial}, \tau^{\partial\partial}, s^{nep}, \tau^{nep}$ определяют принадлежность параметра i -му или j -му помещению.

При выводе выражений (1) – (4) использованы известные зависимости статистической акустики [3]:

- изменение общей звуковой энергии в объеме

$$\frac{\partial E}{\partial t} = J \cdot S; \quad (5)$$

- интенсивность поглощенной звуковой энергии в объеме

$$J_{noz} = \frac{c\alpha s}{4(1-0,5\alpha)}; \quad (6)$$

- интенсивность прошедшей через ограждение звуковой энергии

$$J_{прош} = \frac{c\varepsilon\tau}{4(1-0,5\alpha)}; \quad (7)$$

- плотность звуковой энергии в объеме

$$\varepsilon = \frac{E}{V}; \quad (8)$$

- коэффициент звукопередачи через ограждение

$$\tau = 10^{-0,1R}, \quad (9)$$

где R – звукоизоляция ограждения.

В уравнениях (1) и (2) в явном виде не указана энергия, передающаяся из рассматриваемого i -го помещения в связанные с ним j -е помещения через двери

и перегородки. Отток этой энергии учтён в коэффициентах потерь η_i звукопоглощающими свойствами ограждений.

Решение уравнений (1) и (2) не представляет большой сложности. Общее количество N связанных помещений почти всегда относительно невелико, например для квартир в жилых зданиях оно как правило меньше десяти.

Стационарные звуковые поля, описываемые системой линейных уравнений (2), можно рассчитать любым методом, например методом Гаусса.

Нестационарное звуковое поле может рассчитываться по явным и неявным схемам. Наиболее просто алгоритмизируется решение системы уравнений (1) методом конечных разностей по явной схеме. Заменяя дифференциалы на конечные разности ΔE и Δt , запишем выражение для приращения энергии в i -ом помещении за интервал времени Δt

$$\Delta E_i = \left(-\eta_i E_i + P_i + \sum_{j=1}^N \beta_{ij} E_j \right) \cdot \Delta t. \quad (10)$$

Величина энергии во время $t + \Delta t$ выражается через энергию во время t

$$\Delta E_i^{t+\Delta t} = E_i^t + \Delta E_i = E_i^t (1 - \eta_i \Delta t) + P_i \Delta t + \sum_{j=1}^N \beta_{ij} E_j^t \cdot \Delta t \quad (11)$$

с учетом начальных условий $E_i^{t_0} = E_{0i}$.

Наши расчеты показали, что устойчивость решения уравнения по явной схеме обеспечивается при выполнении условия

$$\Delta t < \frac{0,05}{\eta_i}. \quad (12)$$

Ниже в качестве примера, приведен расчет звукового поля в типовой трехкомнатной квартире, схема которой показана на рис. 2. Квартира состоит из 8 помещений, разделенных кирпичными перегородками со звукоизоляцией 48 дБ и дверными проемами со звукоизоляцией 10дБ. Источник с мощностью 90 дБ располагается в комнате 1. Геометрические и акустические параметры помещений квартиры даны в табл. 1. Там же приведены полученные при расчете уровни шума в помещениях системы при всех закрытых дверях.

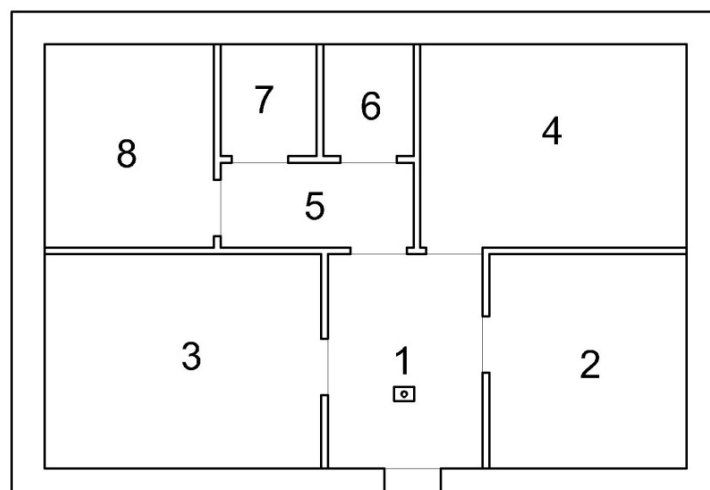


Рис. 2. Схема квартиры к расчету

Таблица 1

Параметры помещений и рассчитанные значения уровней звука в них

№	Площадь ограждений, м ²	Объем помещений, м ³	Средний КЗП	Эквивалентное звукопоглощение $A = \alpha s$	Уровни звука, дБ
1	56,8	28,5	0,2	11,9	84,8
2	63,6	34,2	0,1	7,1	69,6
3	89,4	55,9	0,3	26,8	63,3
4	83,6	50,8	0,3	25,1	63,6
5	52,2	12,6	0,2	7,9	68,9
6	28,0	9,6	0,05	1,4	60,8
7	44,0	19,2	0,05	1,4	60,6
8	63,8	34,6	0,3	18,4	49,0

Предложенный метод расчета распределения звуковой энергии в системах акустически связанных помещений дает возможность выполнять качественную оценку шумовых полей квартиры, производить зонирование помещений по степени шумности, разрабатывая на этой основе планировку квартир с позиций ограничения распространения шума в них.

Возможность исследований процессов формирования нестационарных звуковых полей в системах также имеет большое практическое значение. Например, на основе обработки полученных реверберационных графиков можно оценивать необходимые звукопоглощающие характеристики помещений. Исследования структуры нестационарных звуковых полей необходимы также для анализа разборчивости сигнала и проектирования систем звукоусиления [3]. На графиках рис. 3 и 4 в качестве примера приведены процессы нарастания и затухания звуковой энергии в помещениях приведенной на рис. 2 квартиры после включения и отключения источника звука.

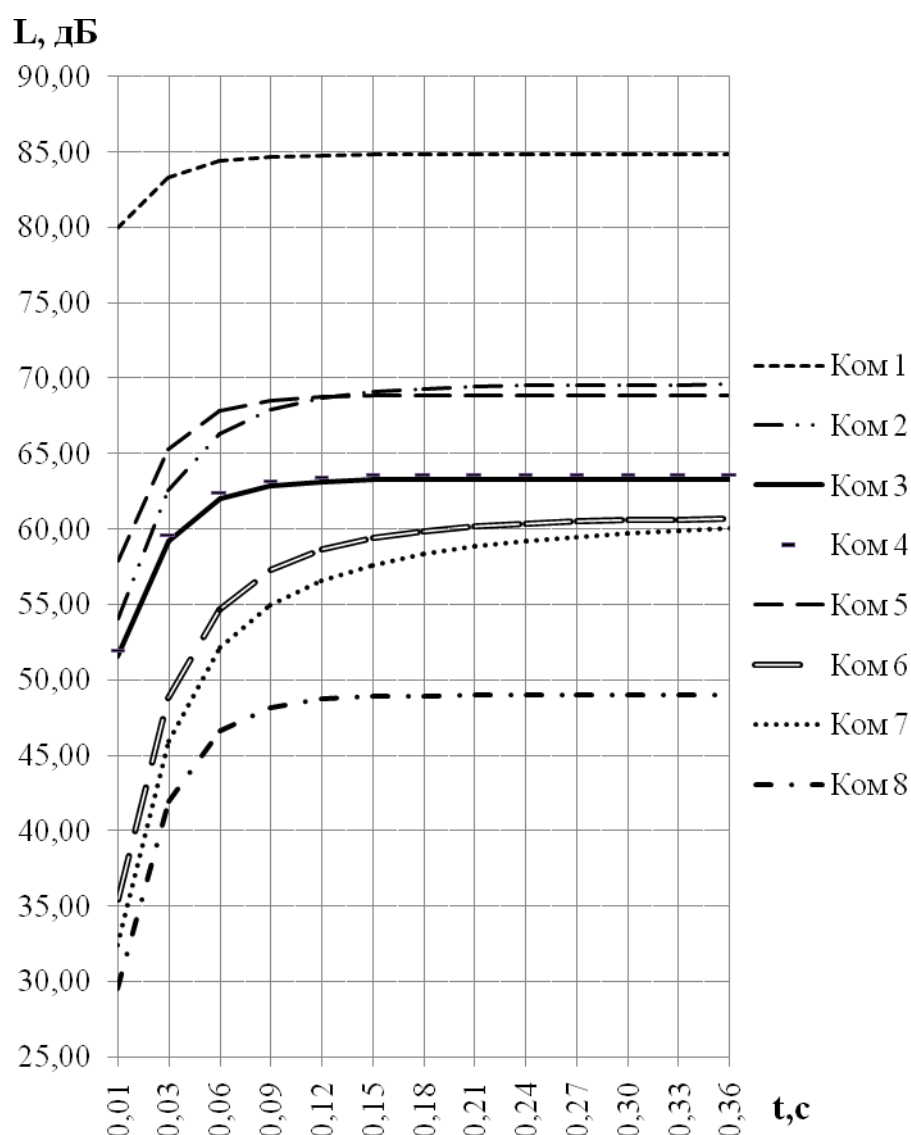


Рис. 3. Процесс нарастания звуковой энергии в квартире как системе акустически связанных помещений

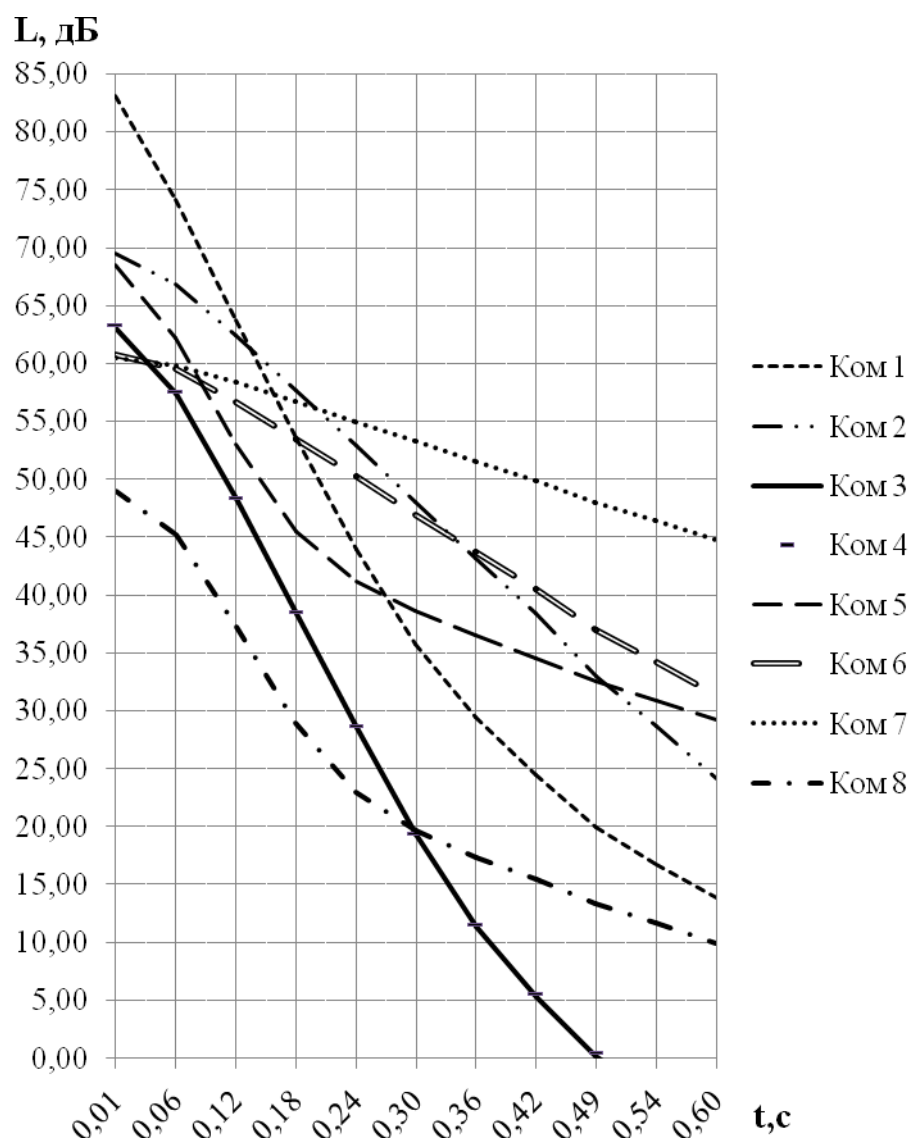


Рис. 4. Процесс реверберации в квартире как системе акустически связанных помещений

В табл. 2 приведены значения времени реверберации помещений, рассчитанные на основе системы уравнений (11) как для связанных помещений, и значения времени реверберации, рассчитанные по формуле Эйринга [3] как для изолированных одиночных помещений. Видно, что рассчитанное двумя способами время реверберации совпадает только в помещениях 2, 6 и 7 с низкими коэффициентами звукопоглощения ограждений. В остальных помещениях наличие акустической связи значительно увеличивает время реверберации. На заключительных стадиях реверберации графики затухания звуковой энергии ста-

новятся более пологими, что объясняется перераспределением энергии между помещениями. Звуковая энергия из помещений с более низкими коэффициентами звукопоглощения и с более низкой скоростью затухания передается в акустически связанные с более высокой скоростью затухания звука.

Таблица 2

Время реверберации в помещениях квартиры

№ помещения	Время реверберации, с	
	расчет по формуле Эйринга	расчет для системы акустически связанных помещений
1	0,35	0,53
2	0,75	0,76
3	0,29	0,51
4	0,28	0,51
5	0,23	0,95
6	1,09	1,15
7	2,10	2,15
8	0,26	0,90

Таким образом, акустическая связь между помещениями оказывают существенное влияние на распределения звуковой энергии между помещениями как при стационарных, так и нестационарных процессах. Для расчета звуковых полей и разработки строительно-акустических мероприятий по снижению шума в системах акустически связанных помещений при условии формирования в них диффузных звуковых полей можно с достаточной надежностью использовать предложенный метод. Он позволяет учитывать при расчетах конкретные процессы формирования звуковых полей в отдельных помещениях и их акустическую связь между собой.

Список использованной литературы

1. Eyring C.F. Reverberation time measurements in coupled rooms. – Acoust. Soc. Amer., 1931, V.3, №2, pp. 191-206.
2. Gremer. L. Gekoppelte Raume. – Statistische Raumakustik, Stuttgart Hirzel, 1961, ch. 3, pp. 56-81.
3. Маньковский, В.С. Акустика студий и залов для звуковоспроизведения. Искусство. – Москва, 1966, с. 375.
4. Lyle C.D. The prediction of steady state sound levels in naturally coupled enclosures. – Acoust. Lett., 1981, V/5. №1, pp. 16-21.

Изучение пойменного озера в окрестностях детского оздоровительного лагеря «Круглинские рассветы» как модели по восстановлению

озер Тамбовской области

Балашова М.П.¹

МБОУ СОШ № 2 г. Мичуринска

(Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск)

Серьезной проблемой для озер Тамбовской области является эвтрофикация – обмеление и зарастание водоемов в связи с накоплением в них органических и биогенных веществ. Объект нашего исследования – водоем в окрестностях лагеря «Круглинские рассветы», представляющий собой старицу р. Лесной Воронеж с ярко выраженными процессами эвтрофикации.

Целью нашей работы мы поставили проведение экологической экспертизы на основе мониторинговых исследований водоема как модели озерных экосистем Тамбовской области.

Исследования проводились в течение пяти лет (с 2007 по 2012 гг.). В ходе исследования были изучены рельеф дна, размеры озера, изменение объема илистых отложений, содержание в воде аммиака, ионов аммония, нитрат-, нитрит- и фосфат-ионов; был проведен мониторинг видового состава низших и высших водных растений, водных беспозвоночных и позвоночных животных.

В ходе наших исследований мы выяснили, что глубина озера уменьшается за счет ежегодного увеличения илистых отложений.

В пойменном озере содержание азота, который почти полностью представлен нитратной формой, и активного фосфора превышает ПДК для водоемов рыбо-хозяйственного значения в несколько раз, что влияет на обильное разрас-

¹ Балашова Мария Павловна, ученица 9 класса МБОУ СОШ № 2, г. Мичуринск, Тамбовская область. Руководитель: Ушакова Ольга Валерьевна, МБОУ СОШ № 2, г. Мичуринск, Тамбовская область.

тание растительности в исследуемом водоеме и может привести к полной гибели ценных животных и растений и утрате водоемом своего биогеоценотического значения.

Альгоиндикационные исследования показали значительное загрязнение исследуемого озера органическими веществами, о чем свидетельствует обитание в озере хлореллы, хламидомонады и клостериума игольчатого.

Мониторинг макробеспозвоночных животных показывает ухудшение экологического состояния водоема: уменьшение численности животных-индикаторов чистых водоемов (ручейников) и увеличение численности видов, свидетельствующих о сильном загрязнении водоема (личинки комара, стрекоз, слепня, появление трубочников).

Биотический индекс пресноводных экосистем (по методике Вудивисса) за четыре года уменьшился на единицу и составляет 5 баллов, что соответствует умеренному загрязнению воды.

Преобладающие виды позвоночных: остромордые лягушки и молодые особи головешки – ротана. Отсутствие более ценных рыб, на наш взгляд, обусловлено качеством воды в озере и появлением в водоеме ротанов, для которых мелкие рыбы служат кормом.

Мы предлагаем ряд мер, нацеленных на оптимизацию гидрологического режима водоема, выраженных в очистке дна от отложений ила, благоустройстве береговой линии и удалении избыточной высшей водной растительности.

Список использованной литературы

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. М.: «Академия», 2000.
2. Козлов М.А. Школьный атлас определитель беспозвоночных. М.: «Промсвещение», 1999.
3. Косов В.И. Гидроэкология: учебно-лабораторный практикум. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2000.

4. Кузнецов Б.А. Определитель позвоночных животных фауны СССР. Ч. 1. М.: «Просвещение», 1974.

5. Околелов А.Ю. Практикум по региональной экологии: Учебно-методическое пособие для студентов, учителей и учащихся общеобразовательных учреждений. Мичуринск: МГПИ, 2003.

6. Реки Тамбовской области: Каталог/ Под ред. Проф. Н.И. Дудника. Тамбов: Тамбовский областной совет Всероссийского общества охраны природы, 1991.

7. Экология Святого озера монастыря Мамонтова пустынь (история, современное состояние и перспективы сохранения): монография/ А.Ю. Околелов, В.Н. Яценко, М.А. Золотов и др.; под общей ред. А.Ю. Околелова. Мичуринск: МГПИ, 2008.

**Изучение основных эколого-агрохимических показателей
почвенного покрова парка**

Власов И.И.

Московский авиационный институт (Россия, г. Москва)

Создание особо охраняемых природных территорий – одна из наиболее эффективных форм охраны природы и поддержания благоприятной экологической обстановки, так как ограничение хозяйственной деятельности снижает антропогенное воздействие на ценные природные комплексы и отдельные природные объекты и, таким образом, обеспечивает наилучшую их сохранность.

Проблема поддержания экологического баланса особенно актуальна для регионов с высокими антропогенными нагрузками, в частности – для Москвы.

Объектами наших исследований являлись почвенный и растительный покров парка «Покровское-Стрешнево», который является особо охраняемой природной территорией.

Работа основывалась на системном методологическом подходе к оценке экологии экосистем с использованием полевых и лабораторных исследований, анализа картографических и статистических данных, ГИС-технологий, методов дистанционного зондирования и автоматизированного дешифрирования космических снимков.

Парк находится на Северо-Западе столицы в центре жилого массива, в долине р. Москвы – на третьей надпойменной террасе, прорезанной речками Химкой и Чернушкой. Окружен сетью магистральных дорог: это Волоколамское шоссе, Ленинградское шоссе, Ивановское шоссе и железной дорогой Рижского направления.

Лес занимает более половины территории парка. Кроме того, растительность представлена молодыми парковыми посадками, лугами, газонами. В поймах рек нередко низинные болотца.

Зеленые насаждения значительно уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов. Концентрация окислов азота, выбрасываемых транс-

портными средствами и промышленными предприятиями, снижается на расстоянии 1 км от места выбросов до 0,7 мг/м³, а при наличии зеленых насаждений до 0,13 мг/м³. вредные газы поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветках растений.

Среди зеленых насаждений запыленность воздуха в 2-3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. Древесные насаждения уменьшают запыленность воздуха даже при отсутствии лиственного покрова. В глубине зеленого массива, на расстоянии 250м от его опушки, запыленность уменьшается в 2,5 раза.

Весь растительный покров зависит от основных эколого-агрохимических показателей почвенного покрова.

Отбор почвенных проб проводился нами в соответствии

ГОСТ 28-168-89. Пробоподготовка и анализ почв проводился по ГОСТ 17.4.3.01-83-84.

В почве определяли:

- гумус по методу И.В. Тюрина (в модификации ЦИНАО);
- подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО;
- реакцию почв потенциометрическим методом.

Глобальная функция почвы характеризуется понятием плодородия. Гумус – важнейший показатель плодородия почвы и обеспеченности растений азотным питанием. Преобладающая часть азота почвы сосредоточена в её гумусе. Гумус может оказывать непосредственное влияние на растение, стимулируя его рост и развитие. Почвы парка Покровское-Стрешнево характеризуются средним содержанием гумуса и колеблется от 4,2 до 5,9%.

Фосфор – необходимый элемент питания растений. Без него невозможна жизнь не только высших растений, но и простейших организмов. Он входит в состав многих веществ, которые играют важнейшую роль в жизненных явлениях. Подавляющее большинство процессов обмена веществ, особенно синтетических, происходит лишь при участии фосфорной кислоты.

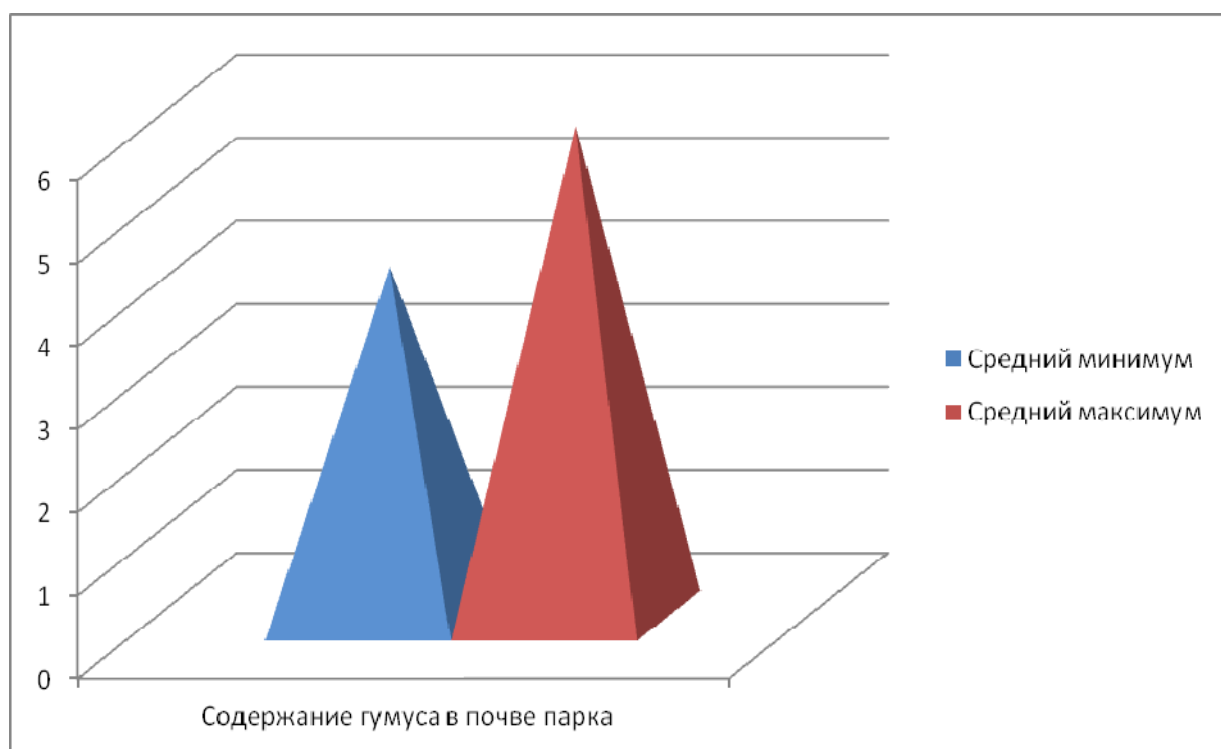


Рис. 1. Содержание гумуса в почве парка

Обогащение верхнего слоя почвы фосфором связано с деятельностью растений, поглощающих корнями соединения фосфорной кислоты из глубоких слоев почвы и частично оставляющих фосфаты при отмирании в верхнем слое, где сосредоточена основная масса корней. По обеспеченности фосфором почва характеризуется низкой и средней обеспеченностью для травянистой растительности парка P_2O_5 от 3 до 118 мг/кг. На основании проведенных исследований, нами была составлена картограмма содержания подвижного фосфора в почвах парка.

В значительных количествах калий содержится в зеленой коре (2,14%) и в осадочных породах, которые являются материнскими для многих почв. Большая часть калия в почвах находится в нерастворимой и малоусвояемой для растений форме. В питании растений важную роль играет обменный калий. Обусловлено это сравнительно легким переходом некоторой части адсорбированного почвенными коллоидами калия в раствор при обмене на другие катионы.

Почвы парка Покровское-Стрешнево характеризуются средней (114-115 мг/кг) и высокой обеспеченностью калием (163 мг/кг).

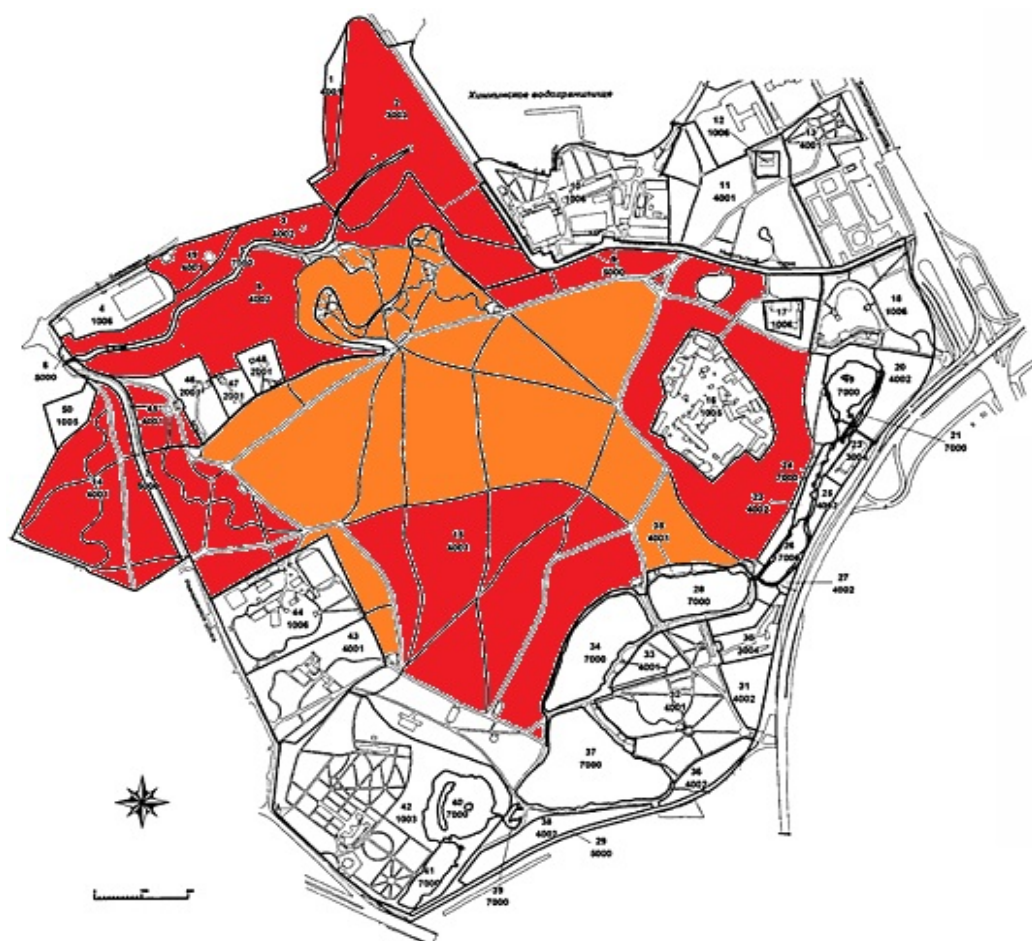


Рис. 2. Картограмма кислотности почв Природно-исторического парка «Покровское-Стрешнево», где

Степень кислотности	pH показатель
Очень-сильно кислые	3,6-4,0
Сильно-кислые	4,1-4,5

Реакция почвенного раствора имеет важное значение для растений и живущих в почве микроорганизмов. Большая часть растений лучше всего произрастает при нейтральной или слабо-кислой реакции. Кислая и щелочная среды для них губительны. Реакция среды оказывает также большое влияние на биологические и химические процессы в почве. От неё зависит характер поступления питательных веществ в растения. На основании результатов исследований, была составлена картограмма кислотности почвенного покрова парка (вставить).

Таким образом, почвы парка «Покровское-Стрешнево» характеризуются средним содержанием гумуса, колеблющимся от 4,2 до 5,9%, низкой и средней

обеспеченностью фосфором для растительности парка от 3 до 118 мг/кг, средней и высокой обеспеченностью калием от 114 до 163 мг/кг, сильноокислую реакцию среды от 3,6 до 4,2. Хвойные растения не переносят кислую реакцию среды, площадь хвойных деревьев в парке уменьшилась, поэтому почвы парка нужно известковать, т.к. они имеют сильноокислую реакцию среды.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ. "Об особо охраняемых природных территориях"
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 (ст СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического бактериологического, гельминтологического анализа.
4. ГОСТ 28 168-89. Почвы. Отбор проб.
5. Кадмий: Экологические аспекты. – Женева: ВОЗ, 1994. – 160 с.
6. Вронский В.А. Прикладная экология. – Ростов-на-Дону, 1996. – 512 с.

**Природно-рекреационная характеристика маршрута
к Клухорскому перевалу**

Дега Н.С., Онищенко В.В., Эльканова М.П.

*Карачаево-Черкесский государственный университет им. У.Д. Алиева
(Россия, г. Карачаевск)*

В древности на территории Карачаево-Черкесии проходили два основных направления Шелкового пути: по Тебердинской долине и ее правому притоку р. Гоначхир в Клухорскую долину к одноименному перевалу, и по современным долинам р. Большой Зеленчук и р. Большая Лаба через Санчарский перевал. Шелковый путь был одним из важнейших торговых путей, ведущих с Черноморского побережья в степи Северного Кавказа. В летнее время этим путем пользовались купцы из Диоскурии, а затем и византийцы, экспортировавшие аланам через Клухорский перевал, вместе с товарами и христианскую веру. Клухорский перевал у подножья которого расположены Большое и Малое Клухорские озера упоминается еще в I веке до н.э. греческим ученым Страбоном [1]. Свидетелями этих времен служат Сентинский и Шоанинский храмы, построенные у аула Нижняя Теберда и на отроге горы Шоаны (пос. Коста Хетагурова). Развалины одного из крупнейших городов Алании сохранились вблизи аула Верхняя Теберда. После разорительных нашествий монголо-татар и Тамерлана долина Теберды опустела. Заселяться она начала с 17 века выходцами из Большого Карачая. Во второй половине XIX в., процветающее население аула Джемагат, примыкающее к Тебердинской долине, внезапно вымерло от эпидемии чумы. Долгие десятилетия долина считалась проклятой и практически не посещаемой. В настоящее время сохранились отдельные надгробия, свидетельствующие о том трагическом периоде коренного населения. В предшествующее, этим печальным событиям время аул Джемагат располагался вдали от скопления населения Северо-Кавказского региона и путей перемещения кочующих народов и торговцев.

Таким образом, обособленная жизнь поселения осуществлялась практически без вмешательства различного рода покровителей. Проходящая через аул арбовая дорога, через Клухорский Перевал, некогда участок Шелкового пути, представляла возможность торговли и обмену товаром с поставщиками из Закавказья и других стран. А.С. Пушкин, посетивший эти места в период расцвета культуры и формирования традиций писал:

«Красив, богат аул Джамат
он ни кому не платит дани...»

В конце 19 века по дороге и вдоль Шелкового пути начинается строительство Военно-Сухумской дороги, и тогда же ученые и медики дают высокую оценку лечебным свойствам горного воздуха и климата долины Теберды. Спустя некоторое время поселок приобретает широкую известность, как дачное и курортное место.

Военно-Сухумская дорога считается самой красивой из трех перевальных дорог, соединяющих Черноморское побережье с Северным Кавказом. А ее живописный участок «Теберда – Клухорский перевал» стал излюбленным туристическим маршрутом. Всесоюзный туристический 43 маршрут начинался в г. Кисловодске, затем предусматривал посещение радиальных маршрутов Тебердинского заповедника и п. Домбай, подъем на Клухорский перевал, спуск к туристическому лагерю «Южный Приют» и в г. Сухуми на побережье Черного моря. На сегодняшний день маршрут заканчивается у подножья Клухорского перевала, так как по перевалу проходит государственная граница РФ (рис. 1).

От г. Теберды до туристического лагеря «Северный Приют» асфальтированная дорога проходит через Тебердинский государственный природный биосферный заповедник (ТГПБЗ). Туристический лагерь «Северный Приют» расположен на высоте 2030 м, здесь же находится действующая круглый год высокогорная метеостанция «Клухорский перевал».

Метеостанция расположена в непосредственной близости к Главному Кавказскому хребту. Протяженность Главного хребта по КЧР составляет 173 км при средней высоте 3280 м. Высшая точка Западного Кавказа – гора Домбай-Ельген (4047 м). Рельеф Главного хребта высокогорный, альпийский. Представляет собой эрозионно-тектонические горы и является водораздельным

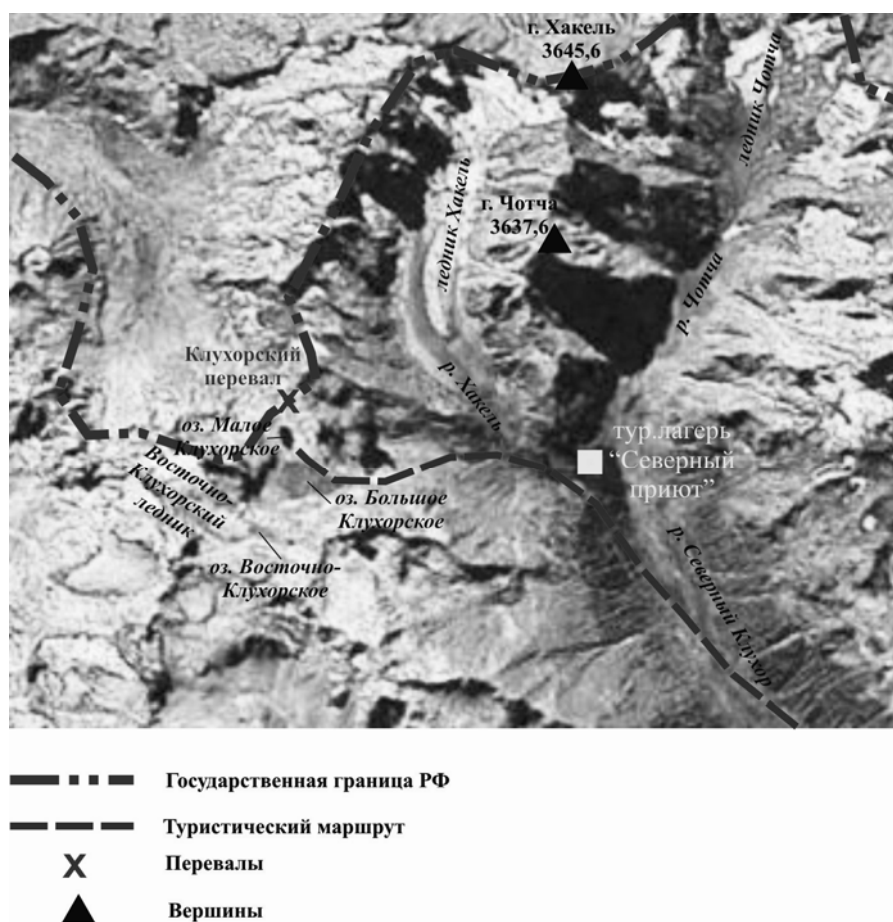


Рис. 1. Схема туристического маршрута к Клухорскому перевалу

хребтом, в структуре которого преобладают карлинги с крутыми склонами. Здесь повсюду видны пилообразные хребты и остроконечные вершины. Крутые склоны сложены многочисленными карами, которые заполнены ледниками и снежниками. Нередко они сформированы в несколько ярусов, образуя ступенчатое расположение каров. Верховья долин имеют корытообразную форму и называются трогами [2].

От туристического лагеря «Северный Приют» к высокогорным Клухорским озерам можно подняться по двум направлениям. По старой Военно-Сухумской дороге, которая ведет вверх короткими крутыми серпантинами почти до перевала или по крутой тропе вдоль правого берега реки Северный Клухор [3]. За рекой видны каменные уступы величественной горы Чотча, снизу обрамленной берзовым криволесьем и высокоствольными темнохвойными пихтами. С запада подножье горы огибает река Чотча, которая берет свое начало с одноименного ледника и образует широкую и короткую долину. Ледник Чотча долинный и

имеет очень пологий язык. Местами лед языка уходит под лавины и снежники. Питание ледника идет в основном за счет лавин, так как язык ледника почти оторвался от зоны питания. В период с 2007 по 2012 гг. ледник Чотча отступил на 74,1 м, в среднем в год он отступает на 14,8 м. Ниже языка ледника мощные лавины с обоих бортов долины перекрывают реку и образуют над ней многометровый ледово-фирновый мост.

Постепенно тропа становится все круче и круче и подходит к Нижнему Клухорскому водопаду. Это река Северный Клухор низвергается в Хакельскую долину на пути сливаясь с рекой Хакель. Основной исток реки Хакель выходит из правого грота одноименного ледника. Ледник долинный, его язык пологий с крутой нижней частью. Левая половина языка ледника чистая от поверхностных моренных нагромождений, правая покрыта слоем морены различной толщины. За период с 2011 по 2012 гг. ледник отступил в среднем на 6,0 м. У кромки льда на зандровом поле образовалось мелководное озеро длиной 150 м и шириной до 30 м. У кромки льда под левым и правым бортами, а также ниже языка ледника сохраняются лавинные снежники (рис. 2) [4].

Выше водопада тропа петляет по широкому днищу котловины реки Северный Клухор. Она проходит среди крупных нагромождений гранитных валунов и соединяется с Военно-Сухумской дорогой, ведущей к озерам. С дороги открывается панорама Главного Кавказского хребта с величественными морфоструктурными и морфоскульптурными горными образованиями. Впереди виден Верхний Клухорский водопад, с высотой падения 35-40 м. Преодолев последний, крутой подъем, дорога выводит к Большому Клухорскому озеру, лежащему на второй ступени трехступенчатого кара, на высоте 2693 м над уровнем моря. Со всех сторон его окружают отвесные склоны. Почти на одном высотном уровне с Большим Клухорским озером под северным склоном Клухорского перевала находится карово-ложбинное Малое Клухорское озеро, образовавшееся в шестидесятые годы двадцатого столетия [2]. С юга, со стороны Клухорского перевала спускается Клухорский ледник, восточнее, хорошо просматривается кромка высеченной в скалах старая Военно-Сухумская дорога. Южный

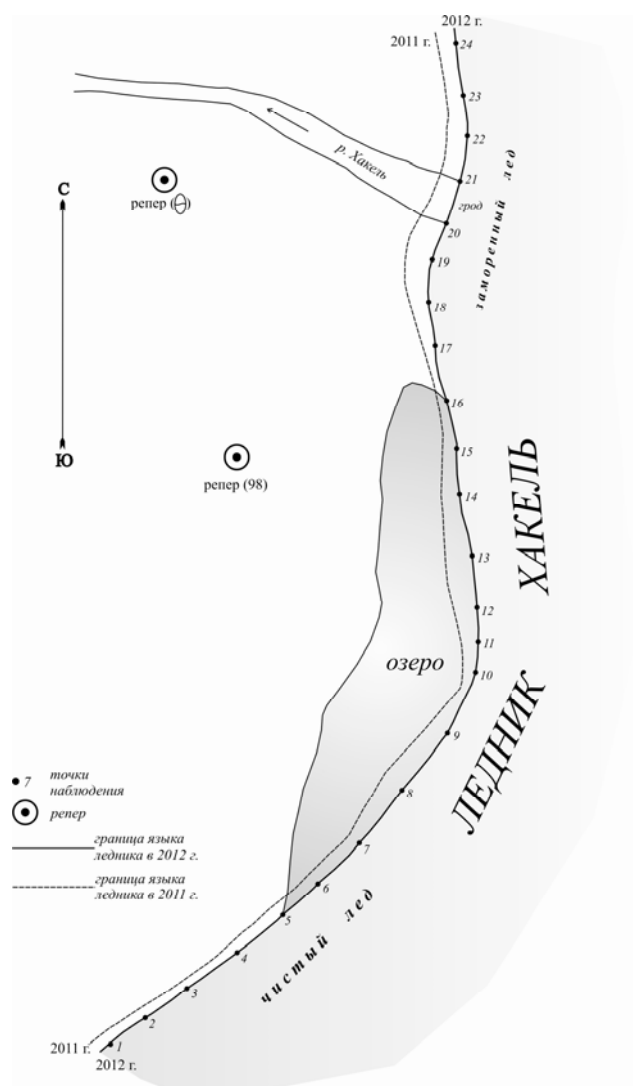


Рис. 2. Схема колебания конца языка ледника Хакель № 173

склон Большого Клухорского озера покрыт зарослями рододендрона кавказского и альпийскими коврами, поражающими необычайной красотой и разнообразием. С востока и северо-востока озеро окружено отвесными скалами с длинными шлейфами серых каменистых осыпей и белых снежных карнизов.

Клухорские высокогорные озера можно отнести к подгруппе карово-котловинных. Такие озера занимают днища котловин, цирков или каров, для них характерна овальная форма и слабая изрезанность берегов [2]. Большое Клухорское озеро имеет грушевидную форму, площадь зеркала 17,6 га, длина – 700 м, ширина – 420 м (рис. 3). Из озера вытекает ручей дающий начало р. Северный Клухор. Берега озера с трех сторон крутые, высокие, местами спускаются осыпи. Южный берег менее крут и покрыт альпийской растительностью.

Дно озера неровное. К центральной части идет широкая, несколько неровная ступень с глубиной до 10 м. Затем глубина постепенно падает, образуя вторую ступень. И на расстоянии 70-100 м от крутой восточной стены кара находятся наибольшие глубины озера. Максимальная глубина составила 39,8 м (рис. 3).

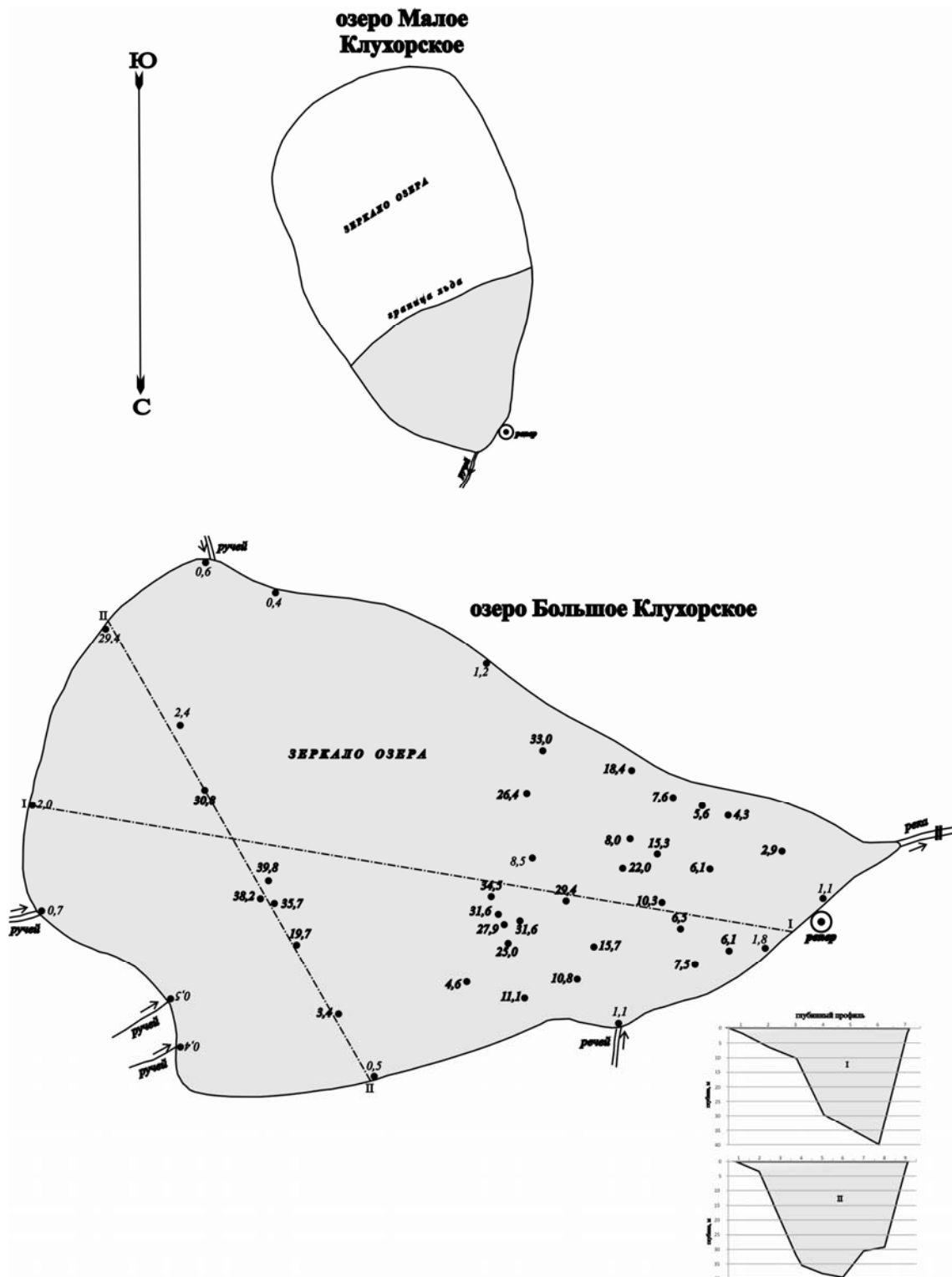


Рис. 3. Схема Клухорских озер

Питание озер осуществляется снежно-ледиковыми водами, поступающими с Восточно-Клухорского ледника, Малого Клухорского озера и многочисленных снежников окружающих озера.

Малое Клухорское озеро расположено на высоте 2694 м над уровнем моря. Географические координаты озера: 43°14'56,5" с.ш., 41°51'51,5" в.д. Озеро имеет овальную форму, площадь зеркала 2,29 га, максимальная длина 230 м, максимальная ширина 130 м. Из озера вытекает ручей, который впадает в Большое Клухорское озеро. В течение летнего периода озеро не успевает полностью освободиться от ледяного панциря. В период экспедиционных исследований, в середине июля, озеро было покрыто льдом на 65-70%.

20 июля 2012 г. на Большом и Малом Клухорских озерах были отобраны средние пробы воды. При отборе проб температура воды в Большом Клухорском озере составила 11,7 °С, а в Малом Клухорском 3,9 °С. Химический анализ озерной воды осуществлялся с помощью переносной гидрохимической лаборатории НКВ – Р по 23 показателям (табл. 1).

Характеристика проб озерной воды определялась визуальным, органолептическим, визуально-колориметрическим, фотоколориметрическим, титриметрическим и расчетным методами [7].

Органолептическим методом были определены запах, вкус, цветность, мутность, прозрачность. Все эти показатели озер не превышают предельно-допустимых концентраций. Массовая концентрация главных анионов на Большом Клухорском озере составила 50,6 мг/л, а на Малом Клухорском – 37,4 мг/л. Воду в озерах можно отнести к категории пресных вод, так как общее солесодержание не превысило 0,5 г/дм³. Оценивая воду обеих проб по преобладающему аниону, ее можно отнести к гидрокарбонатному классу, очень мягкой, так как суммарная жесткость составляет 1,0 и 1,25 ммоль/л эквивалента соответственно.

Фотоколориметрическим методом с помощью полевого прибора «Экотест – 2020» были определены концентрации алюминия, железа, аммония, нитритов их концентрации в пробах обеих озер находятся в пределах ПДК.

Таблица 1

Химический анализ воды Большого и Малого Клухорских озер

№ п/п	Показатели	Большое Клухорское озеро	Малое Клухорское озеро	ПДК ¹
1	Гидрокарбонат (HCO_3^-) (мг/л)	24,0	12,0	-
2	Карбонат (CO_3^{2-}) (мг/л)	0	0	-
3	Цветность (градусы)	6,5	14,6	20
4	Общая жесткость (ммоль/л эквивалента)	1,0	1,25	7,0
5	Кальций (Ca^{2+}) (мг/л)	4,0	4,0	180
6	Магний (Mg^{2+}) (мг/л)	19,0	25,0	40,0
7	Растворенный кислород O_2 (мг/л)	9,2	12,4	6,0
9	Мутность (ЕМ/л)	1,5	0,3	-
10	Прозрачность (см)	48,5	60	-
11	Солесодержание (ммоль/л)	1	1	-
12	Сухой остаток (мг/л)	61	60	1000
13	рН	6,5	6,5	6,5-8,5
14	Алюминий (Al^{3+}) (мг/л)	0,02	0,06	0,04
15	Железо общее ($\text{Fe}_{\text{общ}}$) (мг/л)	0	0,02	0,1
16	Аммоний (NH_4^+) (мг/л)	0	0	0,5
17	Нитрит (NO_2^-) (мг/л)	0	0,04	0,08
18	Нитрат (NO_3^-) (мг/л)	1,0	0,5	40
19	Сульфат (SO_4^{2-}) (мг/л)	19,2	19,2	100
20	Хлорид (Cl^-) (мг/л)	6,39	5,68	300
21	Сумма тяжелых металлов (мг/л)	0	0	0,001
22	Вкус и привкус (баллы)	0	0	2

¹ Приказ № 20 от 18.01.2010 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения...» [5].

СанПиН 2.1.5.980-00 [6].

23	Запах (баллы)	0	0	2
----	---------------	---	---	---

Несколько завышена концентрация алюминия в Малом Клухорском озере, скорей всего это связано с большой растворимостью горных пород содержащих ионы алюминия. Водородный показатель (pH) в озерах одинаков и равен 6,5. Содержание растворенного кислорода высокое и составляет 9,2 мг О/л для Большого Клухорского озера и 12,4 мг О/л для Малого Клухорского. Антропогенного химического загрязнения озер во время экспедиционных исследований не выявлено.

Озера почти безжизненны вследствие низкой температуры воды, и только на выходе истока из Большого Клухорского озера, на мелководье, где прогревание сильнее были найдены личинки ручейников и хирономид *Syndiamesa Lernevi*. В целом продуктивность Большого Клухорского озера по бентосу и по планктону весьма низка. Это типично ультраолиготрофное озеро, в котором нет рыбы и водной растительности [2].

Озерные ландшафты обоих водоемов практически не изменены хозяйственной деятельностью человека и не потеряли свою эстетическую привлекательность. Клухорское ущелье и в настоящее время пользуется большой популярностью у туристов, альпинистов и других посетителей. Развитие экологического туризма на территории ТГПБЗ способствует сохранению уникальных природных объектов и ландшафтов, изменение которых происходит только в результате глобальных природных процессов. Заповедник выступает гарантом успешной деятельности по сохранению природного наследия, биологического и ландшафтного разнообразия республики.

Список использованной литературы

1. www.bez-granic.ru.
2. Ефремов Ю.В., Салпагаров Д.С. Озера Тебердинского заповедника и сопредельных территорий / Ред. Ю.П. Хрусталева // Труды Тебердинского госуд.

природного биосферного заповедника. – Вып. 24. – Ставрополь: Кавказский край, 2001. – 112 с.

3. Воробьева Ф.М., Малышев А.А., Ткаченко В.И. Тебердинский заповедник. М.: Знание, 1970. – 48 с.

4. Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Малые формы оледенения. Распространение, режим и динамика (на примере Западного Кавказа). Тр. Тебердинского госуд. заповедника. Вып. 34. М.: НИИ Природа, 2003. – 127 с.

5. Приказ № 20 от 18 января 2010 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М.: Федеральное агентство по рыболовству, 2010. – 150 с.

6. СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы». М., 2001. – 11с.

7. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – СПб: «Крисмас+», 2011. – 264 с., ил.

Мехатронная система управления спектрофотометром¹

Дерябина М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, Тамбов)

Спектрофотометры – приборы, основанные на анализе спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Они широко используются в экологическом мониторинге для идентификации, установления количественного содержания и определения чистоты веществ. Достоинствами метода являются относительная простота эксперимента, специфичность и использование сравнительно небольшого количества вещества (2-5 мг).

В настоящее время наблюдается тенденция к созданию автоматизированных приборов, работающих в режиме удаленного доступа, что позволяет использовать их в системах дистанционного зондирования.

Современные информационные технологии позволяют автоматизировать средства измерения с целью обеспечения возможности их использования в экологическом мониторинге без существенных материальных затрат.

Рассмотрим в качестве примера модернизацию ручного инфракрасного атомно-абсорбционного спектрофотометра (производство фирмы DuPont 1980 г. выпуска, диапазон измерений $[2.5...14.5] \pm 0.02$ мкм) с применением технологии фирмы National Instruments и среды программирования LabView.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать систему сбора данных, а также систему электропривода диспергирующего элемента в составе спектрофотометра.

В качестве основы электропривода рассматривались следующие варианты: синхронные, асинхронные, шаговые, линейные и пьезоэлектрические двигатели.

Асинхронный электродвигатель – электродвигатель переменного тока, в котором частота вращения ротора отличается от частоты вращающего магнитного поля, создаваемого питающим напряжением, т.е. ротор вращается асинхронно

¹ Работа выполнена под руководством Дивина А.Г.

по отношению к магнитному полю статора. При работе этих двигателей частота вращения магнитного поля статора постоянна и зависит от частоты питающей сети и от числа пар полюсов, а частота вращения ротора отличается на величину скольжения. Главными преимуществами асинхронных электродвигателей является их простота, надежность в эксплуатации и небольшая стоимость.

Синхронные двигатели называются так потому, что частота вращения ротора жестко связана с частотой тока в питающей сети. Синхронный двигатель может работать, не потребляя и не отдавая реактивной энергии в сеть, при коэффициенте мощности равном единице. Синхронные электродвигатели имеют высокую перегрузочную способность. Скорость вращения синхронного двигателя остается неизменной при любой нагрузке на валу в пределах его перегрузочной способности. Синхронные электродвигатели менее чувствительны к колебаниям напряжения сети, чем асинхронные электродвигатели. Основным недостатком синхронных электродвигателей является то, что момент на их валу при пуске равен нулю, поэтому их необходимо раскручивать тем или иным способом до скорости, близкой к синхронной.

Шаговый двигатель (ШД) – это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора. Все специфические особенности ШД обусловлены исключительно импульсным характером сигнала, а не его конструктивной схемой.

Хорошие шаговые двигатели имеют точность от 3 до 5 % от величины шага. Эта ошибка не накапливается от шага к шагу. Возможность быстрого старта/остановки/реверсирования; режим дробления шага; точность; высокая надежность, связанная с отсутствием щеток; большой срок службы ШД; высокая точность позиционирования; возможность получения очень низких скоростей вращения для нагрузки, присоединенной непосредственно к валу двигателя без промежуточного редуктора; довольно большой диапазон скоростей, скорость пропорциональна частоте входных импульсов²; относительно невысокую стоимость – главные преимущества ШД.

² <http://do.gendocs.ru/docs/index-56055.html>.

Недостатки шагового двигателя: возможна потеря контроля положения ввиду работы без обратной связи; потребление энергии не уменьшается даже без нагрузки; затруднена работа на высоких скоростях; невысокая удельная мощность; относительно сложная схема управления.

Линейный электродвигатель – это двигатель электрический, в котором подвижная часть не вращается, а линейно перемещается вдоль неподвижной части – разомкнутого магнитопровода произвольной длины, в котором создаётся бегущее магнитное поле. Включаясь поочерёдно, обмотки статора и создают бегущее магнитное поле.

Достоинствами привода являются отсутствие вращающихся частей, механической передачи, простота в эксплуатации, большой ресурс работы, способность создавать большие усилия, возможность развития значительных ускорений. Отличается простотой регулирования скорости перемещения подвижной части. Главные недостатки: сложность и высокая стоимость изготовления.

Пьезоэлектрические двигатели – двигатели, в которых механическое перемещение ротора осуществляется за счет пьезоэлектрического или пьезомагнитного эффекта³. Преимущества пьезоэлектрических двигателей: широкий диапазон регулировки частот вращения (0 – 300 об./мин); возможность малых перемещений (доли угловых секунд); высокий момент на валу; малое энергопотребление; искровзрывобезопасность; большой тормозной момент на валу в обесточенном состоянии; безинерционность; бесшумная работа; малые масса и габариты. Недостатки: небольшая общая деформация, гистерезис, сдвиг; малая чувствительность и диапазон перемещений, температурная нестабильность.

Таким образом, из всех перечисленных вариантов наиболее подходящим является шаговый двигатель, обеспечивающий высокую точность, надежность, точное позиционирование, возможность работы без обратной связи.

³ Еркин А.В. Возможности и перспективы пьезоэлектрических двигателей // Силовая электроника – 2009. – № 1 – С. 33 [Электронный ресурс]. URL: http://www.chip-news.ru/archive/chipnews/200901/Article_08.pdf.

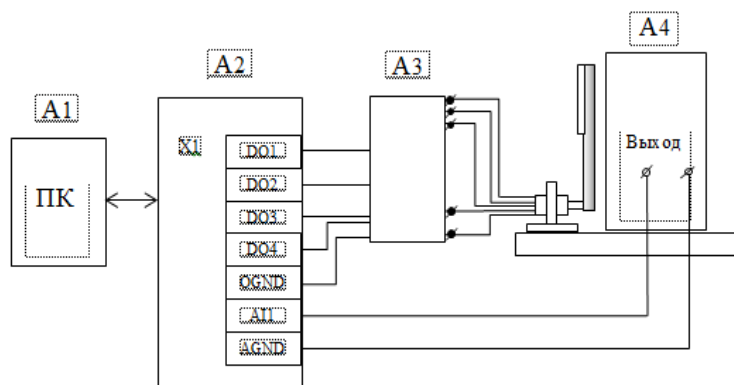


Рис. 1. Функциональная схема автоматизированного спектрофотометра

В качестве основы системы управления электроприводом и сбора данных была выбрана недорогая многофункциональная плата NI USB 6008. Таким образом, где A1 – персональный компьютер, A2 – плата сбора данных NI USB 6008, A3 – блок электронных ключей, A4 – спектрофотометр с шаговым двигателем.

В качестве средства создания программного кода была среда LabView-2009 которая предоставляет в распоряжение пользователя широкий спектр инструментов и библиотек. В среде программирования LabView возможно создать сложную программу как для управления движением, так и для сбора данных, превратить устаревшие приборы в мощную измерительную лабораторию, связанные друг с другом по сетевым каналам.

Список использованной литературы

1. Блинникова А.А. Спектрофотометрия и фотоэлектроколориметрия в анализе лекарственных средств: Учебное пособие. – Томск, 2005. – 96 с.
2. <http://www.spectrolab.by/index.pl?act=SUBJ&subj=atomno-absorbicionnaya+spektrofotometriya§ion=spektrofotometriya>.
3. Романов А.В. Электрический привод: Курст лекций. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. 143 с.
4. <http://do.gendocs.ru/docs/index-56055.html>.
5. Еркин А.В. Возможности и перспективы пьезоэлектрических двигателей// Силовая электроника – 2009. – № 1 – С. 33 [Электронный ресурс]. URL: http://www.chip-news.ru/archive/chipnews/200901/Article_08.pdf.

Климатические региональные и сезонные изменения

Дудник С.Н.¹, Буковский М.Е.², Галушкина Н.А.²

¹ Тамбовский ЦГМС – филиал ФГБУ «Центральное Черноземье УГМС»,

² Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

(Россия, г. Тамбов)

Угроза необратимости происходящих современных изменений глобального климата их региональных последствий, недостаточная изученность причин и пространственно-временных закономерностей происходящих изменений климата, а также связанная с этим неопределенность в планировании стратегических мер по ослаблению изменений климата свидетельствует об актуальности рассматриваемых в настоящей статье вопросов [1].

Для выявления изменений климата на территории Тамбовской области было проведено исследование сезонных температурных различий за период с 1930 г. по 2011 г. В работе использовались результаты наблюдений на гидрометеорологических станциях Тамбовской области за весь период имеющихся регулярных наблюдений.

Сезонные различия в изменениях климата имеют важное значение. Одним из основных климатических показателей является приземная температура воздуха. Для оценки изменений температуры были вычислены и проанализированы отклонения температуры от средних значений. Аномалии вычислялись как отклонения от полученных средних многолетних значений температуры, посчитанных за период с 1930 по 2011 гг. Также были посчитаны 11-летние сглаживания анализируемых показателей.

Рассмотрим каждый сезон года подробнее.

При анализе временного ряда аномалий средних значений температур в зимний сезон (рис. 1) отчетливо проявляется повышение температуры.

На графике, показывающем, изменение температуры в весенний сезон за период с 1930-2011 гг. (рис. 2) отмечается устойчивое повышение температуры.

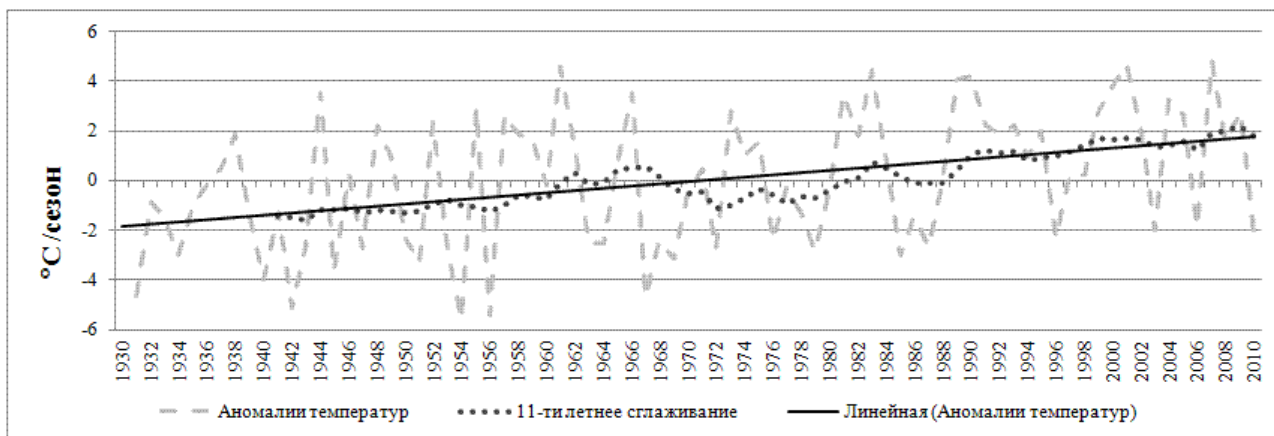


Рис. 1. Временной ряд аномалий средних значений температур в зимний сезон, осредненных по территории Тамбовской области, в отклонениях от средних значений за период 1930-2011 гг.

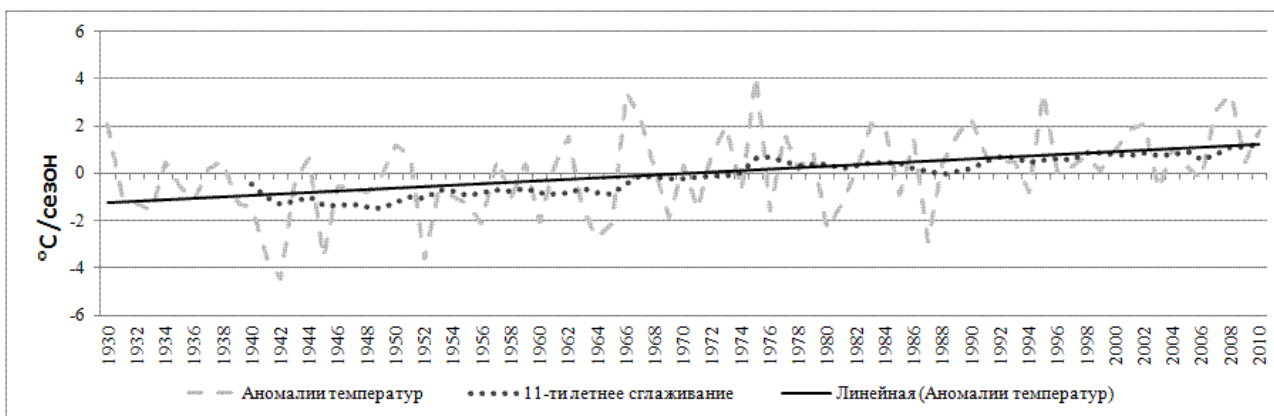


Рис. 2. Временной ряд аномалий средних значений температур в весенний сезон, осредненных по территории Тамбовской области, в отклонениях от средних значений за период 1930-2011 гг.

Интересная картина наблюдается на рис. 3. В целом за анализируемый период, заметного роста температуры воздуха не наблюдается.

Рассматривая осенний период (рис. 4), можно заметить, что температура медленно повышается.

Также нами был произведен анализ пространственной динамики, и на основании полученных результатов были построены карты.

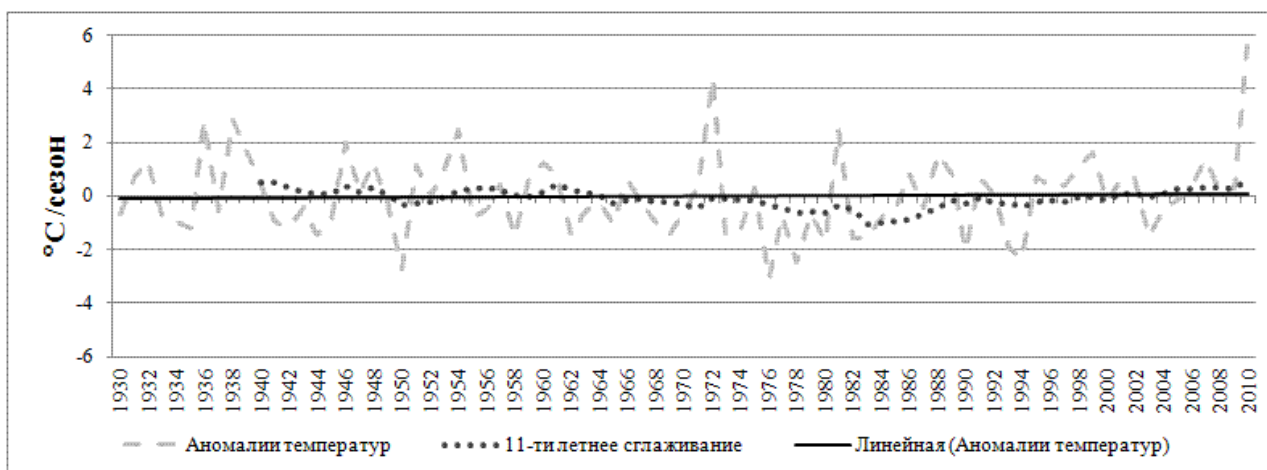


Рис. 3. Временной ряд аномалий средних значений температур в летний сезон, осредненных по территории Тамбовской области, в отклонениях от средних значений за период 1930-2011 гг.

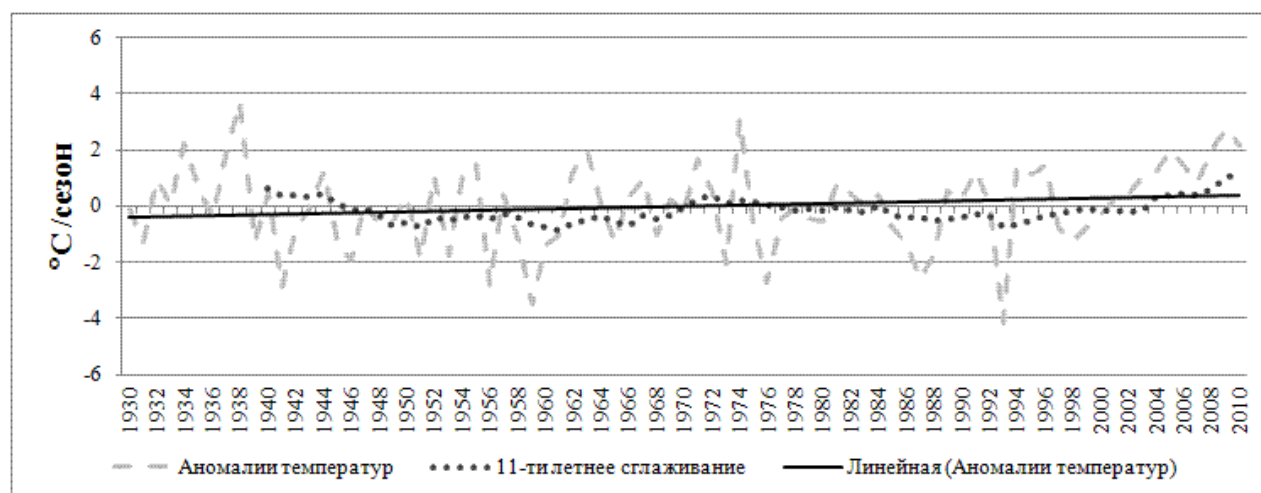


Рис. 4. Временной ряд аномалий средних значений температур в осенний сезон, осредненных по территории Тамбовской области, в отклонениях от средних значений за период 1930-2011 гг.

На карте средних значений температур за зимний период (рис. 5) отмечены средние значения температур в интервале $-8,3^{\circ}\text{C}$ до $-9,1^{\circ}\text{C}$. Рост температур происходит с востока на юго-запад. Для рассмотрения изменения температуры во времени были построены изолинии временных периодов. В период с 1930 г. по 1960 г. наблюдались изотермы -10°C и $-9,5^{\circ}\text{C}$. В период с 1961-1990 гг. появились изотерма $-8,5^{\circ}\text{C}$ и -9°C . А в следующем периоде с 1980 г. по 2011 г. была проведена изолиния $-7,5^{\circ}\text{C}$.

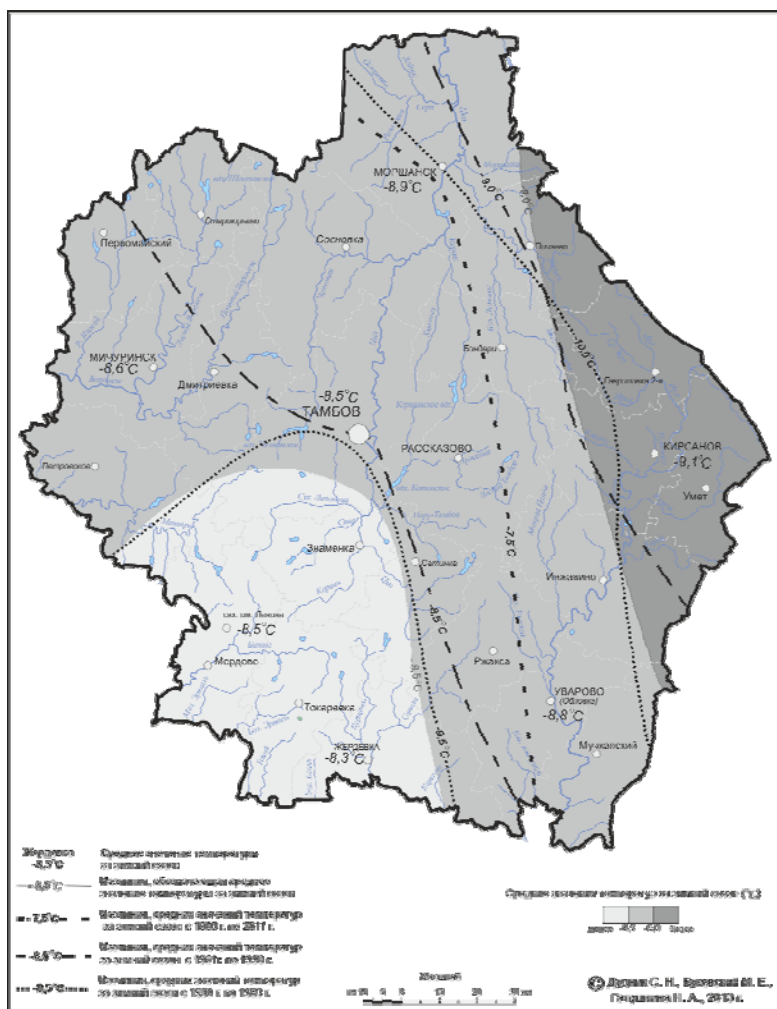


Рис. 5. Карта средних значений температур за зимний сезон за период с 1930 г. по 2011 г.

На карте, где отображены средние значения температур в весенний период (рис. 6) в пределах $+5,4^{\circ}\text{C}$ до $+6,0^{\circ}\text{C}$, также были проведены изотермы для периодов 1930-1960 гг., 1961-1990 гг., 1980-2011 гг. В периоде с 1930 г. по 1960 г. можно было наблюдать изолинии $+4,5^{\circ}\text{C}$ и $+5,0^{\circ}\text{C}$. При рассмотрении следующего периода была видна изотерма $+6,0^{\circ}\text{C}$, а в периоде с 1980-2011 гг. появилась изолиния $+6,5^{\circ}\text{C}$.

На карте средних значений за летний сезон наибольшее среднее значение зафиксировано на метеостанции Жердевка и равно $19,4^{\circ}\text{C}$. Наименьшее было отмечено на метеостанции Моршанск – $18,6^{\circ}\text{C}$. В периоде с 1930 г. по 1960 г. были построены изолинии $19,5^{\circ}\text{C}$ и $19,0^{\circ}\text{C}$. Однако, с 1961 г. по 1990 г. появилась изотерма $18,5^{\circ}\text{C}$. В следующем периоде вновь присутствовали изотермы $19,5^{\circ}\text{C}$ и $19,0^{\circ}\text{C}$.

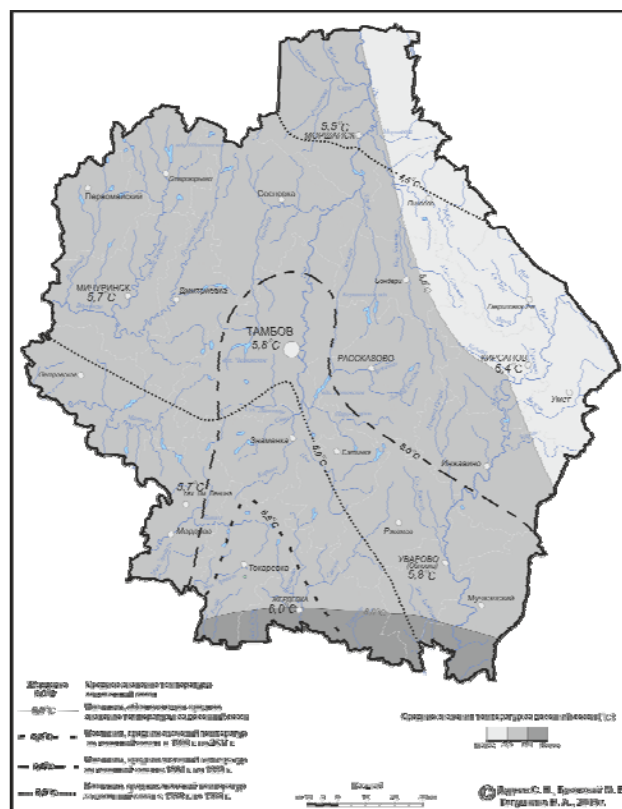


Рис. 6. Карта средних значений температур за весенний сезон за период с 1930 г. по 2011 г.

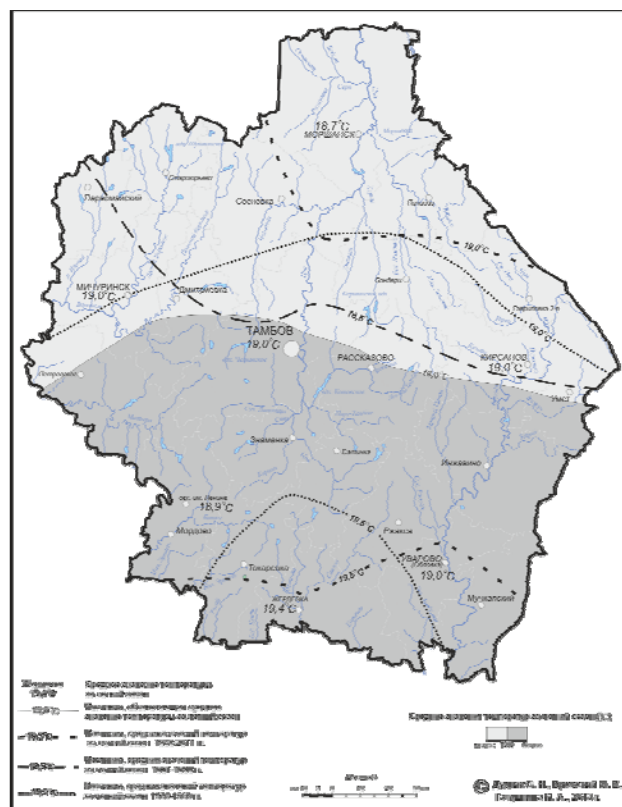


Рис. 7. Карта средних значений температур за летний сезон за период с 1930 г. по 2011 г.

На рис. 8 отображена карта средних значений температур за осенний сезон, в интервале от $+5,1^{\circ}\text{C}$ до $+5,8^{\circ}\text{C}$. С 1930 г. по 1960 г. мы наблюдаем изолинии $+5,0^{\circ}\text{C}$ и $+5,5^{\circ}\text{C}$, в периоде с 1961 г. по 1990 г. присутствовала изолиния $+5,5^{\circ}\text{C}$. А при рассмотрении периода с 1980 г. по 2011 г. можно было наблюдать изотермы $+5,5^{\circ}\text{C}$ и $+6,0^{\circ}\text{C}$.

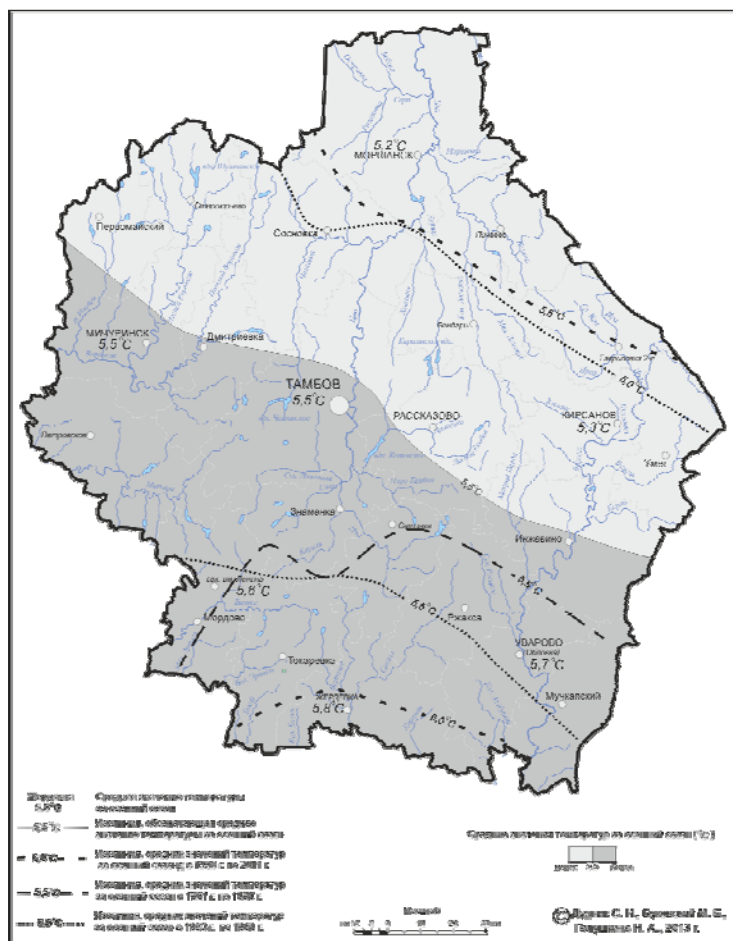


Рис. 8. Карта средних значений температур за осенний сезон
за период с 1930 г. по 2011 г.

Для исследования долговременной изменчивости температуры наиболее универсальной оценкой является оценка трендов. Достоверность зависит от величины тренда, от длительности и изменчивости ряда, а величина тренда и изменчивость зависят от сезона года [2]. Наиболее достоверна линия тренда, для которой значение R^2 равно или близко к 100 %. Коэффициент тренда показывает, насколько градусов температура возрастает на каждые 10 лет.

**Статистические характеристики временных рядов средних значений
температур воздуха и трендов аномалий температур по сезонам**

Сезон года	Среднее значение (°C)	Стандартное отклонение	Коэффициент тренда $ax+y$ (°C/10 лет)	Вклад тренда в дисперсию R^2 (%)
Зима				
Среднее по области	-8,67	2,72	0,45	14,7
Моршанск	-8,87	2,83	0,48	15,8
Мичуринск	-8,55	2,44	0,42	16,5
Кирсанов	-9,11	2,82	0,36	8,2
Обловка	-8,79	2,88	0,46	14,1
Жердевка	-8,33	2,83	0,41	11,5
С-з ленина	-8,51	2,81	0,48	15,2
Тамбов	-8,53	2,78	0,44	13,5
Весна				
Среднее по области	5,68	1,73	0,3	17,6
Моршанск	5,51	1,75	0,35	22,30
Мичуринск	5,71	1,78	0,33	19,1
Кирсанов	5,45	1,75	0,27	13,6
Обловка	5,76	1,82	0,33	19,1
Жердевка	6,00	1,70	0,24	11
С-з ленина	5,66	1,71	0,3	17,2
Тамбов	5,77	1,74	0,29	15,6
Лето				
Среднее по области	19,02	1,49	0,02	0,1
Моршанск	18,65	1,44	0,03	0,3
Мичуринск	18,93	1,57	0,05	0,6
Кирсанов	18,94	1,49	0	
Обловка	19,30	1,50	0,03	0,3
Жердевка	19,42	1,55	-0,1	0
С-з ленина	18,88	1,52	0,04	0,4
Тамбов	19,00	1,50	0	
Осень				
Среднее по области	5,52	1,51	0,09	2
Моршанск	5,17	1,44	0,08	2,1
Мичуринск	5,53	1,53	0,1	2,6
Кирсанов	5,29	1,59	0,08	1,7
Обловка	5,74	1,62	0,09	2
Жердевка	5,84	1,53	0,07	1,3
С-з ленина	5,58	1,64	0,09	1,7
Тамбов	5,53	1,49	0,08	1,5

Анализируя таблицу 1, можно сказать, что наиболее достоверна тенденция повышения температуры весной – среднеобластной показатель $R^2=17,6\%$, а наибольшее значение было отмечено на метеостанции Моршанск – $22,30\%$. Наименее достоверны тенденции повышения температуры в летний и осенний сезон, их показатели составляют $0,1\%$ и 2% соответственно. Повышение температуры происходит быстрее в зимний сезон, так как коэффициент тренда равен по области $0,45^\circ\text{C}/10$ лет. Также быстро повышается температура весной – в среднем на $0,3^\circ\text{C}$ каждые 10 лет.

Обобщив все выше написанное, можно подвести итоги.

При рассмотрении временных рядов средних значений температур, в зимний и весенний сезоны наблюдается устойчивое повышение температуры.

При построении изолиний временных периодов каждая следующая была больше по значению, чем предыдущая, исключение составляет летний сезон, когда изолиния была меньше по значению, чем предыдущая.

Максимальная скорость потепления наблюдается в зимний сезон, в меньшей степени в весенний сезон. Повышение температуры в осенний и летний сезоны почти не отмечается.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что главную роль в повышении температуры играет зимний сезон, а участие летнего и осеннего сезонов практически не наблюдается.

Список использованной литературы

1. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. – Обнинск: Изд. ГУ ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 302 с.
2. Гандин Л.С. Каган Р.Л. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 356 с.

УДК 69:574

ББК Н42

Экологическая безопасность наружных ограждающих конструкций зданий при воздействии гигроскопических солей

Ельчищева Т.Ф.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Передовое движение «Зеленое строительство» одной из своих приоритетных задач ставит экологическую безопасность зданий и качество их внутреннего воздуха, которые зависят от особенностей природных условий района строительства и технологических процессов, протекающих внутри здания.

В наиболее неблагоприятных условиях находятся наружные стены зданий. Внешняя среда оказывает на них влияние через воздействие знакопеременных температур, влажности, атмосферных осадков в виде дождя, снега, измороси, тумана, а также газов, содержащихся в воздухе (диоксид углерода, оксиды азота и серы и т.п.), и пыли, в составе которой присутствуют гигроскопические соли. Внутренняя среда помещений оказывает влияние через колебание температуры и влажности внутреннего воздуха, загазованность, запыленность, воздействие со стороны микроорганизмов (микробов, бактерий, спор грибов, плесени).

В ряде зданий наблюдается неудовлетворительное состояние наружных ограждающих конструкций: на стенах видны мокрые пятна, высолы и очаги плесени (рис. 1). Такие дефекты на поверхности стен свидетельствуют об избыточном влагосодержании и наличии гигроскопических солей в стеновом материале. В наибольшей степени это характерно:

- для зданий с нарушенной гидроизоляцией – старинные здания и памятники архитектуры;
- зданий, которые возводятся с использованием строительных материалов (бетона и кладочного раствора) с противоморозными и другими технологическими добавками – монолитные здания; каменные здания из мелкоштучных материалов, здания из крупных панелей и блоков;



Рис. 1. Высолы (слева направо) на кирпичной кладке, бетонных стенах, участки плесени на бетонных стенах

- зданий, при строительстве которых используются бетонные элементы с внесенными в процессе изготовления противоморозными и другими технологическими добавками – мелкоштучные материалы, крупные панели и блоки;
- зданий с производственной средой, содержащей соли или газы – здания промышленных предприятий.

Газы при вступлении в химические реакции с компонентами порового вещества или стенового материала образуют соли. Соли способны понижать парциальное давление насыщенного водяного пара над своими водными растворами и, вследствие этого, обладают сорбционной активностью. Находясь в стенах, соли поглощают влагу из воздуха, поэтому внутри и на поверхности ограждающих конструкций образуются растворы и появляются мокрые участки. Соли участвуют в фазовых превращениях в стеновом материале и могут находиться в поровом пространстве не только в виде растворов различной концентрации (жидкая фаза), но и в виде кристаллов (твердая фаза).

Кристаллическая соль выпадает из порового раствора в следующих случаях:

- при сушке стен, которая приводит к миграции растворов солей к поверхности стен, испарению влаги и выпадению твердой фазы солей в виде высолов. Это наиболее характерно:

- 1) в весенне-летний период времени;
- 2) при включении отопления;
- 3) после замачивания в процессе строительства стен зданий, возведенных на растворе с добавками, атмосферными осадками;

- при повышении концентрации порового раствора вследствие постоянного притока солей из окружающей среды, достижении им состояния насыщения и выпадении части соли из раствора в виде твердой фазы;

- при охлаждении стенового материала в зимний период, когда при снижении температуры порового раствора уменьшается растворимость соли. Это приводит к кристаллизации части растворенной соли из раствора по схеме: насыщенный раствор (при t_1) $\rightarrow$ кристаллы соли + насыщенный раствор соли (при $t_2 < t_1$), где t_1 , t_2 – температура начального и конечного раствора.

Соли в твердой и жидкой фазе оказывают отрицательное влияние на долговечность ограждающих конструкций. Твердая фаза солей оказывает давление на скелет стенового материала и разрушает его капиллярно-пористую структуру. Отрицательное влияние солей в жидкой фазе связано с повышенным влагосодержанием засоленного стенового материала, что ведет к ухудшению санитарного состояния конструкций и развитию плесени. Борьба с плесенью весьма трудоемка вследствие прорастания ее по толщине стены и, без предварительного обессоливания конструкций, неэффективна.

Весьма актуальна защита ограждающих конструкций зданий, содержащих гигроскопические соли, от переувлажнения. Подбор защитного покрытия для ограждающих конструкций осуществляется на основании расчета сопротивления паропрооницанию. При этом необходимо иметь данные о величине парциального давления насыщенного водяного пара в производственной среде помещения.

При расчете сопротивления паропрооницанию (защиты от влаги) наружных ограждающих конструкций помещений с агрессивной производственной средой СНиП 23-02 учитывает значения парциального давления водяного пара E_p , Па, с учетом воздействия агрессивной среды. В СП 23-101 значения E_p над насыщенными растворами солей для температур 10 – 30 °С рекомендуется принимать по таблице С.3 приложения С над растворами солей в бинарных системах. В этой таблице относительная влажность φ_p , % (гигроскопическая точка насыщенного раствора) указана только для температуры $t=20$ °С. Фрагмент таблицы для некоторых солей приведен в табл. 1.

Однако в реальных условиях часто производственная среда содержит смеси солей при различных температурах. В справочной литературе экспериментальные данные о парциальном давлении насыщенного пара над растворами и относительной влажности воздуха в таких многокомпонентных солевых системах отсутствуют.

Фрагмент таблицы С.3 приложения С Свода правил СП 23-101

Химическая формула соли	Парциальное давление водяного пара E_p , Па при температуре, °С					Относительная влажность ϕ_p , % при $t=20$ °С
	10	15	20	25	30	
NaCl	923,6	1279	1807	2381	3253	77
Na ₂ SO ₄	909,3	1333	1927	2748	3633	82
KCl	1055	1445	1968	2636	3733	84
K ₂ SO ₄	1208	1701	2306	3141	4112	98

В работах [1 и 2] рекомендуется осуществлять расчет парциального давления насыщенного пара над раствором по наиболее гигроскопичной соли в смеси. Однако такой расчет может давать существенные погрешности (см. ниже), т.к. понижение E_p над раствором смеси солей, как правило, значительнее, чем указанное понижение в бинарной системе «Соль – Вода» над отдельной, наиболее гигроскопичной солью. Тогда расчет сопротивления паропроницанию, рекомендуемый СП 23-101, произведенный по одной соли, даст заниженные результаты при определении требуемого сопротивления паропроницанию. Как следствие, назначаемое защитное покрытие внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций не обеспечит надлежащей защиты от увлажнения.

Для повышения точности расчетов сопротивления паропроницанию, а также корректного назначения типа защитного покрытия внутренней поверхности вертикальных ограждающих конструкций была поставлена задача вычислить значения парциального давления насыщенного пара над растворами в тройных и многокомпонентных системах с учетом вклада каждой соли в системе в понижение парциального давления насыщенного пара над смесью солей.

Значения E_p в многокомпонентных системах «Соль 1 – Соль 2 – ... – Соль i – H₂O» при назначенных температурах исследования – 10, 15, 20, 25 и 30 °С были вычислены по формуле (1) [1, 2]:

$$E_p = E - \sum (E - E_{pi}) \cdot \frac{c_i \cdot C_{H_2O}^i}{c_i^H \cdot C_{H_2O}}, \quad (1)$$

где E , E_{pi} – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, соответственно, над водой и над раствором i -той соли при данных температуре и давлении; c_i – концентрация i -той соли, % (масс.) в растворе смеси солей; $C_{H_2O}^i$ – содержание воды в насыщенном растворе i -той соли, % (масс.) при тех же условиях; c_i^H – концентрация i -той соли, % (масс.) в ее насыщенном растворе при тех же условиях; C_{H_2O} – массовое содержание воды, % (масс.) в растворе смеси солей.

Справочные данные по растворимости многокомпонентных систем при различных температурах, т.е. концентрации c_i , C_{H_2O} принимались по [3], концентрации c_i^H , $C_{H_2O}^i$ в бинарных системах принимались по [4].

Необходимые для вычислений вспомогательные данные о растворимости и парциальном давлении насыщенного водяного пара над водой и водными растворами солей в бинарных системах при различных температурах приведены в табл. 2 и 3.

Данные о наличии в производственной среде аэрозоля смеси солей принимались на основании натурных и лабораторных исследований среды и материалов наружных ограждающих конструкций. Были обследованы семь зданий цехов ОАО «Пигмент» (г. Тамбов), в производственном цикле которых применялись гигроскопические соли.

Для одного из зданий, характеризующегося наличием в производственном помещении аэрозоля смеси солей – хлорида натрия, сульфата калия и хлорида калия значения растворимости солей и вычисленные значения парциального давления пара над насыщенным раствором солей приведены в табл. 4.

Для остальных шести зданий, характеризующихся наличием в производственной среде аэрозоля солей, состоящего преимущественно из хлорида натрия и сульфата натрия, данные о растворимости и вычисленные значения парциального давления насыщенного пара приведены в табл. 5.

Для проведения сравнительного анализа значений парциального давления насыщенного пара над водой, а также многокомпонентными и бинарными растворами при температурах от 0 до 30 °С были составлены табл. 6 и 7. В графе 5 в них представлена величина $(E_p - E_{pi}) / E_p \times 100$, % (отн.).

Таблица 2

Значения E , c_n и E_p для насыщенных растворов
в бинарных системах NaCl – H₂O и Na₂SO₄– H₂O

$t, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Па}$	$E_p, \text{Па}$	Состав насыщенного раствора $c_{\text{H}}, \%$ (масс.)	
NaCl – H ₂ O				
			NaCl	H ₂ O
10	1228	923,6	26,31	73,69
15	1705	1279,0	26,36	73,64
20	2338	1807	26,40	73,60
25	3168	2381,0	26,47	73,53
30	4246	3253	26,52	73,48
Na ₂ SO ₄ – H ₂ O				
			Na ₂ SO ₄	H ₂ O
10	1228	909,30	9,6	90,4
15	1705	1333,0	13,10	86,90
20	2338	1927	16,1	83,9
25	3168	2762,0	27,9	72,10
30	4246	3633	28,98	71,02

Таблица 3

Значения E , c_n и E_p для насыщенных растворов
в бинарных системах KCl – H₂O и K₂SO₄– H₂O

$t, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Па}$	$E_p, \text{Па}$	Состав насыщенного раствора $c_{\text{H}}, \%$ (масс.)	
KCl – H ₂ O				
			KCl	H ₂ O
10	1228	1055	23,78	76,22
15	1705	1445	24,70	75,30
20	2338	1968	25,60	74,40
25	3168	2636	26,47	73,53
30	4246	3733	27,22	72,78
K ₂ SO ₄ – H ₂ O				
			K ₂ SO ₄	H ₂ O
10	1228	1208	8,51	91,49
15	1705	1701	9,17	90,83
20	2338	2306	9,99	90,01
25	3168	3141	10,75	89,25
30	4246	4112	11,50	88,50

Таблица 4

Значения c_n и E_p для насыщенного раствора
в четырехкомпонентной системе $\text{NaCl} - \text{K}_2\text{SO}_4 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$

$t, ^\circ\text{C}$	Состав насыщенного раствора $c_n, \% (\text{масс.})$				$E_p, \text{Па}$
	NaCl	K_2SO_4	KCl	H_2O	
10	22,92	5,56	2,20	68,62	235,37
15	23,10	5,83	2,16	68,91	1277,86
20	23,28	6,10	2,12	68,50	1778,59
25	23,40	6,32	2,05	68,23	2353,07
30	23,52	6,53	1,97	67,98	3155,27

Таблица 5

Значения c_n и E_p для насыщенного раствора
в тройной системе $\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

$t, ^\circ\text{C}$	Состав насыщенного раствора $c_n, \% (\text{масс.})$			$E_p, \text{Па}$
	NaCl	Na_2SO_4	H_2O	
10	25,21	1,59	73,20	869,18
15	23,2	5,41	71,39	1131,25
20	21,15	8,41	70,44	1637,80
25	18,4	10,4	71,20	2449,78
30	18,0	9,7	72,30	3344,53

Сравнение значений парциального давления насыщенного пара над раствором смеси солей в четырехкомпонентной и бинарной системах показало, что в 4-х компонентной системе (табл. 6) максимальное снижение E_p наблюдается при температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ – на 25,1 % (отн.). В тройной системе по сравнению с бинарной (табл. 7) максимальное снижение E_p наблюдается при температуре $15\text{ }^\circ\text{C}$ – на 15,1 % (отн.). В четырехкомпонентной системе величина снижения парциального давления насыщенного пара больше, чем в тройной системе на величину до 10 %.

Произведенные расчеты позволили установить необходимость учета понижения E_p над раствором смеси солей. Величина снижения E_p зависит от вида и взаимной растворимости солей в многокомпонентных системах. Не следует ориентироваться на понижение парциального давления насыщенного пара над наиболее гигроскопичной солью в смеси.

Парциальное давление насыщенного пара над водой,
 четырехкомпонентной системой $\text{NaCl} - \text{K}_2\text{SO}_4 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$ и
 бинарными системами $\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ и $\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$

$t, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Па}$	$E_p, \text{Па}$ $\text{NaCl} - \text{K}_2\text{SO}_4 - \text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$	$E_p, \text{Па}$	% (отн.)
1	2	3	4	5
$\text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$				
10	1228	908	923,6	1,7
15	1705	1277,86	1279	0,1
20	2338	1778,59	1807	1,6
25	3168	2353,07	2381	1,2
30	4246	3155,27	3253	3,0
$\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$				
10	1228	908	1208	24,8
15	1705	1277,86	1701	24,9
20	2338	1778,59	2306	22,9
25	3168	2353,07	3141	25,1
30	4246	3155,27	4112	23,3
$\text{KCl} - \text{H}_2\text{O}$				
10	1228	908	1055	13,9
15	1705	1277,86	1445	11,6
20	2338	1778,59	1968	9,6
25	3168	2353,07	2336	10,7
30	4246	3155,27	3733	15,5

Предлагается следующий порядок инженерного расчета парциального давления насыщенного водяного пара над раствором смеси солей:

- Рассчитывается гигроскопическая точка насыщенного раствора смеси солей φ_p^c , % по формуле:

$$\varphi_p^c = \frac{E_p}{E} \cdot 100, \quad (2)$$

где E_p – парциальное давление водяного пара над насыщенным раствором смеси солей при расчетной температуре внутреннего воздуха.

Таблица 7

Парциальное давление насыщенного пара над водой, тройной системой NaCl – Na₂SO₄– H₂O и бинарными системами NaCl – H₂O и Na₂SO₄– H₂O

$t, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Па}$	$E_p, \text{Па}$ NaCl – Na ₂ SO ₄ –H ₂ O	$E_p, \text{Па}$	% (отн.)
1	2	3	4	5
NaCl – H ₂ O				
10	1228	869,18	923,6	5,9
15	1705	1131,25	1279	11,6
20	2338	1637,80	1807	9,4
25	3168	2444,50	2381	-2,9
30	4246	3344,53	3253	-2,7
Na ₂ SO ₄ – H ₂ O				
10	1228	869,18	909,3	4,4
15	1705	1131,25	1333	15,1
20	2338	1637,80	1927	15,0
25	3168	2444,50	2748	11,0
30	4246	3344,53	3633	7,9

- Определяется относительная влажность внутреннего воздуха с учетом воздействия агрессивной солевой среды φ_{int}^c , % по формуле (3):

$$\varphi_{int}^c = e_{int} \cdot 100 / E_p = \varphi_{int} \cdot 100 / \varphi_p^c, \% \quad (3)$$

где e_{int} – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха;

$$e_{int} = (\varphi_{int}^c / 100) \cdot E_{int} \quad (4)$$

E_{int} – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па при температуре t_{int} (принимается по СП 23-101).

- Влажностный режим определяется с учетом влияния смеси солей по таблице 1, а условия эксплуатации – по таблице 2 СНиП 23-02.

Относительная влажность воздуха φ_{int}^c может оказаться выше 100 %. В этом случае на внутренней поверхности ограждающей конструкции образуется конденсат и возникает необходимость в ее защите.

- Над раствором смеси солей температура точки росы t_{dp} принимается равной такой температуре, при которой парциальное давление водяных паров

внутреннего воздуха e_{int} станет равной максимальной упругости водяных паров над раствором смеси солей E_p .

В случае наличия в производственной среде смесей солей $\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KCl}$ или $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ по интерполяции заранее вычисленных для различных температур значений E_p определяется t_{dp} (таблицы 4 и 5). Если в производственной среде содержится смесь солей другого состава, то для определения значений E_p производятся расчеты по формуле (1). Далее расчет ведется в соответствии с рекомендациями СНиП 23-02 и СП 23-101.

Результаты работы: установлена необходимость учета наличия смеси гигроскопических солей в производственной среде зданий и предложен порядок инженерного расчета парциального давления насыщенного водяного пара и сопротивления паропроницанию наружных ограждающих конструкций, эксплуатирующихся в производственной среде, содержащей смеси солей. Полученные результаты необходимы для корректного назначения покрытия для защиты ограждающих конструкций от переувлажнения и повышения экологической безопасности зданий.

Список использованной литературы

1. Езерский, В.А. Физико-технические основы обеспечения эксплуатационной надежности ограждающих конструкций зданий при воздействии гигроскопических солей: автореф. дис....докт. техн. наук / В.А. Езерский. – М.: МГСУ, 1994. – 38 с.
2. Объедков, В.А. Исследование влажностного режима стен обогатительных фабрик на калийных комбинатах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.А. Объедков. – М.: ЦНИИ Промзданий, 1968. – 24 с.
3. Коган, В.Б. Справочник по растворимости. Тройные и многокомпонентные системы, образованные неорганическими веществами. В 3 т. Т.3. Кн. 2. / В.Б. Коган, С.К. Огородников, В.В. Кафаров. – Л.: Наука, 1969. – 1170 с.
4. Справочник химика. – 2-е изд. В 3 т. – Л.– М.: Химия, 1962 – 1964.

**Неразрушающий тепловой контроль и диагностика состояний изделий
из полимерных материалов**

Жуков Н.П., Майникова Н.Ф., Рогов И.В., Никулин С.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Информация о теплофизических свойствах материалов позволяет корректно проводить тепловые расчеты технологических процессов и выбирать оптимальные варианты с точки зрения энерго- и ресурсосбережения. При этом усложняющиеся задачи по повышению качества промышленной продукции, надежности объектов требуют дальнейшего совершенствования методов и средств контроля и диагностики состояний изделий из полимерных материалов (ПМ) [1].

Для полимеров характерна сложная гетерогенная структура на надмолекулярном уровне, которая определяется, в основном, условиями переработки полимеров в изделия и обусловлена их цепочным строением. Гибкость молекул полимеров обеспечивает наличие ряда агрегатных и фазовых состояний, богатство морфологических структур кристаллических образований, различные физические и релаксационные состояния аморфного полимера. Применение гетерополимеров, смесей полимеров, введение пластификаторов и наполнителей в ПМ влияют на все типы состояний и переходов в готовых изделиях при эксплуатации. Практическое использование ПМ невозможно без глубокого изучения суперпозиций их состояний и переходов.

Разработанный авторами метод и реализующая его измерительная система обеспечивают достаточную точность и оперативность неразрушающего определения температурно-временных характеристик структурных превращений в ПМ по аномальным изменениям теплофизических свойств (ТФС) [2,3].

Разработка метода определения закона движения границы структурного перехода в ПМ при неразрушающем тепловом контроле готовых изделий и образцов актуальна, так как аналитические методы решения краевых задач, отно-

сящихся к областям с движущимися границами, существенно упрощаются, когда движение границы (например, границы раздела фаз при твердофазных переходах в кристаллических ПМ) известно.

Рассмотрим задачу о распространении тепла в сферическом пространстве (рис. 1). Начальная температура тела из ПМ во всех точках одинакова и равна нулю. В момент времени $\tau = 0$ на сферической поверхности с координатами $r = R$ начинает действовать источник тепла с поверхностной мощностью q . При температуре $T = T_n$ полимер имеет твердофазный переход в кристаллической составляющей материала. Теплота фазового перехода – Q_n . Теплофизические свойства тела в результате фазового перехода (ФП) меняются незначительно. Необходимо найти распределение температуры внутри тела в любой момент времени. До тех пор, пока температура в любой точке тела меньше T_n , задача будет описываться классическим уравнением теплопроводности в сферических координатах с граничными условиями второго рода на поверхности с координатами $r = R$. Решение задачи известно [4]:

$$T(r, \tau) = \frac{R^2 q}{\lambda r} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{r - R}{\sqrt{a\tau}} \right) - \exp \left(\frac{r - R}{R} + \frac{a\tau}{R^2} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{r - R}{\sqrt{a\tau}} + \frac{\sqrt{a\tau}}{R} \right) \right\}. \quad (1)$$

Максимальная температура исследуемого тела будет у поверхности с координатами $r = R$. Температурное поле на момент времени τ_{0n} , соответствующий началу ФП, определяется выражением:

$$T_n = \frac{R q}{\lambda} \left\{ 1 - \exp \left(\frac{a\tau_{0n}}{R^2} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{\sqrt{a\tau_{0n}}}{R} \right) \right\}. \quad (2)$$

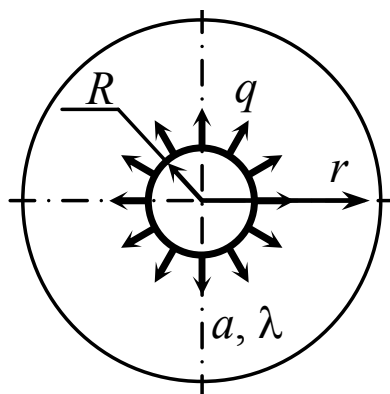


Рис. 1. Тепловая схема системы
с поверхностным сферическим нагревателем

Выражения (1), (2) в безразмерной форме имеют вид:

$$\Theta(\zeta, Fo) = \frac{1}{\zeta} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo}} \right) - \exp(\zeta - 1 + Fo) \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo}} + \sqrt{Fo} \right) \right\}, \quad (3)$$

$$\Theta_{\pi} = 1 - \exp(Fo_{0\pi}) \operatorname{erfc}(\sqrt{Fo_{0\pi}}), \quad (4)$$

где $\Theta = T/T_{max}$; $\Theta_{\pi} = T_{\pi}/T_{max}$; $\zeta = r/R$; $Fo = a\tau/R^2$; $T_{max} = qR/\lambda$.

В момент образования новой фазы начальное распределение температуры определяется зависимостью

$$\Theta_0(\zeta) = \frac{1}{\zeta} \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo_{0\pi}}} \right) - \exp(\zeta - 1 + Fo_{0\pi}) \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2} \frac{\zeta - 1}{\sqrt{Fo_{0\pi}}} + \sqrt{Fo_{0\pi}} \right) \right\}, \quad (5)$$

а распределение температуры в теле находится из задачи стефановского типа:

$$\frac{\partial}{\partial Fo} \Theta_{1\phi}(\zeta, Fo) = \frac{\frac{\partial}{\partial \zeta} \left(\zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(\zeta, Fo) \right)}{\zeta^2}, \quad Fo > 0, \quad 1 < \zeta < \zeta_{\pi}; \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial Fo} \Theta_{2\phi}(\zeta, Fo) = \frac{\frac{\partial}{\partial \zeta} \left(\zeta^2 \frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{2\phi}(\zeta, Fo) \right)}{\zeta^2}, \quad Fo > 0, \quad \zeta_{\pi} < \zeta < \infty; \quad (7)$$

$$\Theta_{2\phi}(\zeta, 0) = \Theta_0(\zeta), \quad \zeta > 1; \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(1, Fo) = -1, \quad Fo > 0; \quad (9)$$

$$\Theta_{2\phi}(\infty, Fo) = 0, \quad Fo > 0; \quad (10)$$

$$\Theta_{1\phi}(\zeta_{\pi}(Fo), Fo) = \Theta_{2\phi}(\zeta_{\pi}(Fo), Fo) = \Theta_{\pi}, \quad Fo > 0; \quad (11)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{1\phi}(\zeta_{\pi}(Fo), Fo) \right) - \left(\frac{\partial}{\partial \zeta} \Theta_{2\phi}(\zeta_{\pi}(Fo), Fo) \right) = \Omega_{\pi} \left(\frac{\partial}{\partial Fo} \zeta_{\pi}(Fo) \right), \quad Fo > 0. \quad (12)$$

Здесь: $\zeta_{\pi} = f(Fo)$ – свободная граница, которая не задана и подлежит определению вместе с безразмерными температурами $\Theta_{1\phi}(\zeta, Fo)$ и $\Theta_{2\phi}(\zeta, Fo)$ в новой (индекс «1ф») и старой (индекс «2ф») фазах; $\Omega_{\pi} = Q_{\pi}a/(qR)$ – скрытая теплота фазового перехода в безразмерном представлении.

При условии, что поверхность с координатой $r = R$ достигает T_n при больших значениях Fo , начальное условие (8) в безразмерной форме имеет вид

$$\Theta_{2\phi}(\zeta, 0) = \frac{1}{\zeta} \left\{ 1 - (1 - \Theta_n) \left(\frac{1}{\frac{1}{2}(\zeta - 1)(1 - \Theta_n)^2 + 1} - \zeta + 1 \right) \right\}. \quad (13)$$

Для определения закона движения границы ФП применены два варианта преобразований.

Вариант 1. Считаем, что закон движения границы ФП такой же, как закон движения изотермы с температурой T_n в случае отсутствия перехода. В результате получено выражение:

$$\Theta_n = \frac{1}{\zeta_n} \left\{ 1 - \frac{\zeta_n - 1}{\sqrt{\pi} \sqrt{Fo^*}} - \frac{\sqrt{Fo^*}}{\sqrt{\pi} \left(\frac{1}{2} \zeta_n - \frac{1}{2} + Fo^* \right)} \right\}, \text{ где } Fo^* = Fo + \frac{1}{\pi(1 - \Theta_n)^2}. \quad (14)$$

Решение уравнения (14) имеет вид:

$$\zeta_n(Fo) = \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & -2\Theta_n \pi Fo^{*2} + \pi Fo^* - 2\sqrt{\pi} Fo^{*3/2} + 2\sqrt{\pi} Fo^{*1/2} + \Theta_n \pi Fo^* + \\ & + \left[\pi^2 Fo^{*2} - 2\Theta_n \pi^2 Fo^{*2} + 4\Theta_n \pi^2 Fo^{*3} + \Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*2} - 2\Theta_n \pi^{3/2} Fo^{*5/2} + \right. \\ & + 8\Theta_n \pi^{3/2} Fo^{*7/2} + 4\pi Fo^{*3} - 8\pi Fo^{*2} + 4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*4} - 4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^{*3} + \\ & \left. + 4\pi^{3/2} Fo^{*5/2} \right]^{1/2} \end{aligned} \right\} / \left(4\Theta_n^2 \pi^2 Fo^* + \sqrt{\pi} Fo^{*1/2} \right). \quad (15)$$

Выражение (15) имеет достаточно сложный вид для применения его на практике. Введем дополнительные упрощения. Предполагаем, что $\zeta_n - 1 < Fo$.

Случай 1. Пренебрегаем в выражении (14) величинами $\frac{\zeta_n - 1}{\sqrt{\pi} \sqrt{Fo^*}}$ и $\frac{1}{2} \zeta_n - \frac{1}{2}$.

Решение имеет вид:

$$\zeta_n(Fo) = \frac{\sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1} - 1 + \Theta_n}{\Theta_n \sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_n)^2 + 1}}. \quad (16)$$

Случай 2. Пренебрегаем в выражении (14) величиной $\frac{1}{2}\zeta_{\pi} - \frac{1}{2}$. Решение имеет вид:

$$\zeta_{\pi}(Fo) = \frac{\sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + 1}}{\Theta_{\pi} \sqrt{Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + 1} - \Theta_{\pi} + 1}. \quad (17)$$

Вариант 2. Закон движения границы ФП должен удовлетворять следующим условиям.

Условие 1. В момент времени $Fo = 0$, координата границы перехода должна соответствовать $\zeta_{\pi} = 1$.

Условие 2. При отсутствии ФП в теле возникает квазистационарное температурное поле, определяемое выражением $\Theta_{\text{ст}}(\zeta) = 1/\zeta$. Очевидно, что подобное квазистационарное распределение температуры соответствует и случаю с ФП. При $Fo \rightarrow \infty$ координата перехода должна принимать значение $\zeta_{\pi} = 1/\Theta_{\pi}$.

Условие 2 применимо для ФП, сопровождающегося поглощением тепла.

Условие 3. Граница перехода будет отставать от движения изотермы с соответствующей температурой в случае отсутствия ФП, если переход идет с поглощением тепла, и опережать, если он идет с выделением тепла.

Для получения закона движения границы ФП в качестве искомым были подобраны функции, удовлетворяющие условиям 1 и 2.

По варианту 1 на основании выражений (16) и (17):

$$\zeta_{\pi}(Fo) = \frac{(Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + m^{1/\kappa})^{\kappa} - (1 - \Theta_{\pi})m}{\Theta_{\pi} (Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + m^{1/\kappa})^{\kappa}}, \quad \kappa > 0, \quad m > 0, \quad (18)$$

$$\zeta_{\pi}(Fo) = \frac{(Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + m^{1/\kappa})^{\kappa}}{\Theta_{\pi} (Fo \pi (1 - \Theta_{\pi})^2 + m^{1/\kappa})^{\kappa} + (1 - \Theta_{\pi})m}, \quad \kappa > 0, \quad m > 0. \quad (19)$$

По варианту 2:

$$\zeta_{\pi}(Fo) = \frac{Fo^{\kappa} + m}{\Theta_{\pi} Fo^{\kappa} + m}, \quad \kappa > 0, \quad m > 0. \quad (20)$$

Подбор варьируемых параметров k и m найденных функций осуществляется таким образом, чтобы удовлетворялось условие 3 при наилучшем приближении к данным, полученным в результате численного решения. При этом следует учитывать условие эквивалентности радиусов реального круглого плоского и модельного сферического источников тепла.

Численная реализация.

На рис. 2 представлены зависимости $\zeta_{\pi} = f(Fo)$, полученные при $\Omega_{\pi} = 5$ и $\Theta_{\pi} = 0,7$: 1 – численным решением задачи (6) – (12) методом конечных элементов с помощью программного пакета ELCUT [5]; 2 – по выражению (20); 3 и 4 – по выражениям (18) и (19).

На рис. 3 представлены зависимости $\zeta_{\pi} = f(Fo)$, полученные численным решением задачи (6) – (12) методом конечных элементов (точки) и по уравнению (20) (линии) при $\Omega_{\pi} = 5$ и $\Theta_{\pi} = 0,45$ (1); 0,5 (2); 0,55 (3); 0,6 (4); 0,65 (5); 0,7 (6); 0,75 (7); 0,8 (8); 0,85 (9); 0,9 (10).

Результаты экспериментальных исследований.

Предложенный подход и полученные математические модели (18) – (20) позволили реализовать на практике метод неразрушающего определения законов движения границ твердофазных переходов в ряде полимерных материалов (политетрафторэтилене, коксонаполненном политетрафторэтилене, полиамидах) с

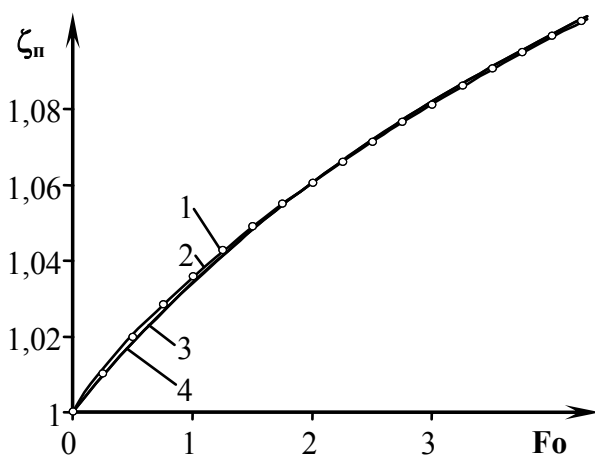


Рис. 2. Зависимости $\zeta_{\pi} = f(Fo)$:
1 – численное решение;
2 – по (20); 3 – по (18); 4 – по (19)

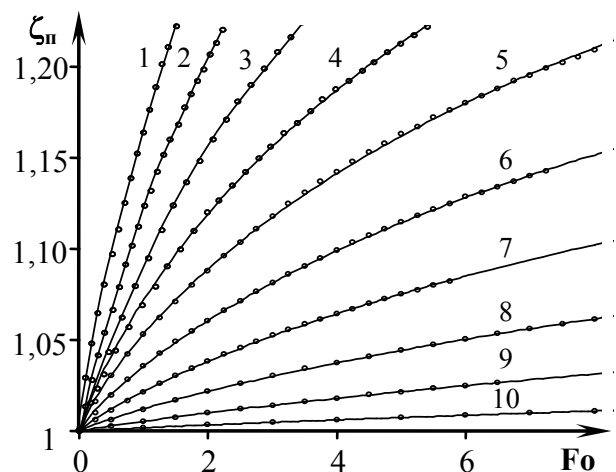


Рис. 3. Зависимости $\zeta_{\pi} = f(Fo)$,
полученные численным
решением (точки)
и по (20) (линии) при различных Θ_{π}

помощью измерительной системы, детальное описание которой представлено в работе [6].

При практической реализации метода использована следующая аналогия развития теплового процесса: при больших значениях τ поверхностный сферический нагреватель может быть заменен эквивалентным ему плоским круглым нагревателем малого радиуса [6].

Измерительная схема представлена на рис. 4.

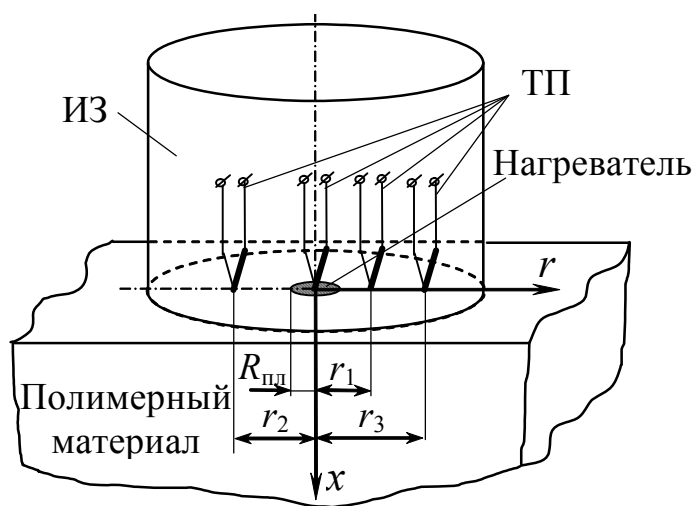


Рис. 4. Измерительная схема

Тепловое воздействие на исследуемое тело осуществляли с помощью нагревателя, выполненного в виде диска радиусом $R_{пл}$, встроенного в подложку измерительного зонда (ИЗ). Температурное распределение на поверхности исследуемого полимерного тела контролировали несколькими термодатчиками.

На рис. 5 представлены экспериментальные термограммы, снятые на изделии из политетрафторэтилена (ПТФЭ) в центре плоского круглого нагревателя (1) и на расстояниях 7, 8, 9 мм от центра (2, 3, 4).

Условия проведения опыта: начальная температура $T_n = 12^\circ\text{C}$; временной шаг измерения температуры $\Delta\tau = 0,2\text{ с}$; $R_{пл} = 4\text{ мм}$; мощность, подаваемая на нагреватель $W = 1,13\text{ Вт}$.

Известно, что в ПТФЭ происходят полиморфные превращения при температурах, весьма далеких от области плавления ($T_{пл} = 327^\circ\text{C}$). При температуре ниже $19,6^\circ\text{C}$ элементарная ячейка ПТФЭ имеет триклиническую структуру.

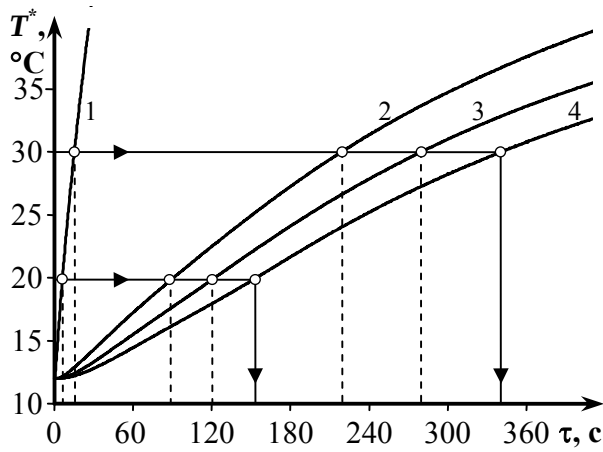


Рис. 5. Термограммы, зафиксированные на ПТФЭ:
1 – в центре нагревателя;
2, 3, 4 – на расстояниях 7, 8, 9 мм

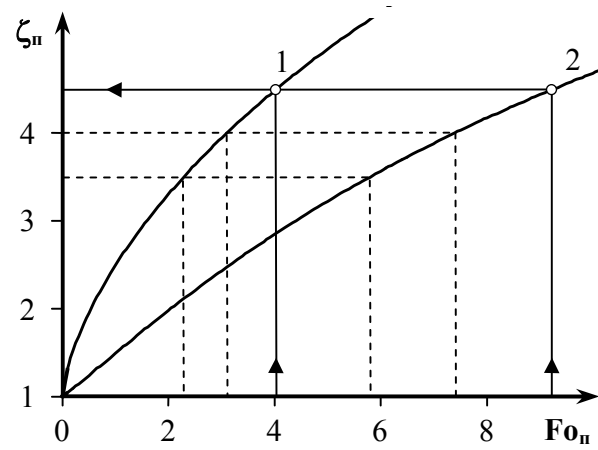


Рис. 6. Зависимости:
1 – $\zeta_{n1} = f(Fo_{\pi})$, 2 – $\zeta_{n2} = f(Fo_{\pi})$

В интервале от 19,6 °С до 30 °С существует гексагональная элементарная ячейка. При температуре выше 30 °С стабильной становится псевдогексагональная решетка. Удельные теплоты переходов составляют соответственно: $4,0 \pm 0,5$ кДж/кг и $1,2 \pm 0,3$ кДж/кг.

По уравнению (20) с учетом значений ТФС, геометрических и режимных параметров опыта, полученных значений τ_i для термограмм 1 – 4 (рис. 5) найдены законы движения границ $\zeta_{\pi} = f(Fo_{\pi})$ первого ($T_{n1} = 19,6$ °С, $\Theta_{n1} = 0,0425$) и второго ($T_{n2} = 30$ °С, $\Theta_{n2} = 0,1005$) переходов в ПТФЭ:

$$\zeta_{n1}(Fo_{\pi}) = \frac{Fo_{\pi}^{\kappa} + m}{\Theta_{\pi} Fo_{\pi}^{\kappa} + m} = \frac{Fo_{\pi}^{0,6821} + 0,5988}{0,0425 \cdot Fo_{\pi}^{0,6821} + 0,5988}, \quad (21)$$

$$\zeta_{n2}(Fo_{\pi}) = \frac{Fo_{\pi}^{\kappa} + m}{\Theta_{\pi} Fo_{\pi}^{\kappa} + m} = \frac{Fo_{\pi}^{1,078} + 1,725}{0,1005 \cdot Fo_{\pi}^{1,078} + 1,725}. \quad (22)$$

На рис. 6 представлены графики зависимостей (21) и (22), на которых точками показаны значения $Fo_{\pi} = Fo - Fo_{\text{нп}}$, соответствующие экспериментальным значениям $\tau_{\pi} = \tau - \tau_{\text{нп}}$, полученным для координаты $r = 9$ мм по термограмме 4 (рис. 5).

Таким образом, предложенная математическая модель позволяет реализовать на практике метод неразрушающего определения закона движения границы фазового перехода в ПМ.

Список использованной литературы

1. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; под редакцией В.В. Клюева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.
2. Многомодельный метод неразрушающего определения теплофизических свойств твердых материалов / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, Е.В. Пудовкина // Инженерно-физический журнал. – 2012. – Т. 85, № 1. – С. 188 – 194.
3. Многомодельные методы в микропроцессорных системах неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов: учебное пособие / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, О.Н. Попов; под ред. С.В. Мищенко. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2012. – 112 с.
4. Карслоу, Г. Теплопроводность твердых тел / Г. Карслоу, Д. Егер. – М.: Наука, 1964. – 488 с.
5. ELCUT: Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 5.1. Руководство пользователя. СПб.: Производственный кооператив ТОР, 2003. – 249 с.
6. Методы и средства неразрушающего теплового контроля структурных превращений в полимерных материалах: монография / Н.Ф. Майникова, С.В. Мищенко, Н.П. Жуков, И.В. Рогов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 320 с.

**Из опыта работы с универсальной портативной
мини-экспресс-лабораторией «Пчелка-У»**

Загумёнова Л.С.

МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина (Россия, г. Тамбов)

Экологический мониторинг является ведущим направлением в школьных экологических исследованиях. Он является системой сбора, анализа, обобщения, оценки (с элементами прогнозирования) и распространения информации о состоянии окружающей среды и ее изменении. Объектами мониторинга в школьных условиях могут быть экологические и санитарно-гигиенические условия школы, мест проживания и отдыха учащихся, а так же наиболее важных прилегающих территориально-природных комплексов, в том числе антропогенного происхождения (промышленные и агропромышленные предприятия, транспорт, жилые постройки, поверхностные и грунтовые воды, почвы и т.д.)

Помимо оценки состава и свойств (физических, физико-химических, биологических) сред и объектов окружающей среды в аспекте их загрязненности предметом экологического мониторинга могут быть природные экосистемы и их компоненты.

В связи с необходимостью использования различных методик оценки состояния различных сред МАОУ лицеем № 14 г. Тамбова было приобретено 3 комплекта универсальной портативной мини-экспресс-лаборатории «Пчелка-У», предназначенных для проведения экологического практикума и учебно-исследовательских работ, связанных с первичным исследованием объектов окружающей среды (воздуха, воды, почвы, продуктов питания – в зависимости от её модификации), а также для практического ознакомления учащихся с простыми средствами экологического экспресс-контроля окружающей среды и методиками их применения предназначенных для исследования и экспресс-контроля состояния окружающей среды.

В комплект лаборатории входят средства, принадлежности, материалы и оборудование, а так же сопроводительные документы с руководствами по эксплуатации, инструкциями и описанием методик работы.

В рамках общего среднего (химия, биология, география, экология, факультативы, профильные курсы), дополнительного и профессионального образования позволяет организовать демонстрационные опыты и фронтальные работы (ученические эксперименты) в классе, учебной лаборатории, а также в полевых и экспедиционных условиях.

В период за 2011-2013 годы учащимися 8-11 классов было апробировано данное оборудование. Исследования, проводимые с помощью оборудования универсальной мини – экспресс – лаборатории «Пчелка – У», представлены в табл. 1.

Наиболее эффективными являются такие исследовательские работы, которые выполняются индивидуально либо малыми группами (по 2-3 человека).

Тематика работ учащихся, связанных с использованием экспресс-лаборатории «Пчелка») может быть самой разнообразной, например:

- «Физико-химические свойства почвы»;
- «Определение загрязнений почвы в различных участках Тамбова и Тамбовского района»;
- «Изучение состояния воды в Ласковском и Кроасненском карьерах»;
- «Оценка качества атмосферного воздуха различных районов г. Тамбова и Тамбовской области»;
- «Сравнительный анализ состава выбросов загрязняющих воздух веществ от автотранспорта».

Учащиеся с увлечением и большим интересом работали с оборудованием экспресс-лаборатории под контролем учителя биологии, получили при этом интересные результаты, о которых они кратко отчитались на занятиях экологической секции летнего лагеря. Применение комплекта особенно эффективно при комплексном сборе информации, поскольку дети видят взаимосвязь объектов окружающей среды между собой. Результатом её стали подготовка и оформление ученических исследовательских проектов, с которыми учащиеся лица выступали на конференциях, конкурсах и олимпиадах.

Виды исследований, проводимых с помощью оборудования
экспресс-лаборатории «Пчелка – У»

№ п/п	Объект исследования	Используемое оборудование	Определяемые показатели
1.	Газовоздушная среда	Набор индикаторных трубок типа ИТ-ИК/ВТ и сильфон- ного аспиратора	Основные возможные химические загрязнения воздушной среды (амми- ак, бензол, оксиды азота, диоксид серы, оксиды углерода, сероводород, озон и др.)
2.	Почва	Набор лабораторного обору- дования, химической посуды и тест-системы, включаю- щей в себя комплект индика- торных полосок	Механический и хими- ческий состав почвы, физические показатели (температура, структура, цвет, влажность)
3.	Водная среда (природная и питьевая вода)	Набор лабораторного обору- дования, химической посуды и тест-системы для опреде- ления химических показате- лей загрязнения водной Основныe показатели каче- ства питьевой и природной вод (активный хлор, железо общее, нитраты, нитриты, сульфиды и др.)	
4.	Продукты питания (свежие фрук- ты и овощи)	Набор лабораторного обору- дования, химической посуды и тест-системы для опреде- ления химических показате- лей.	Основные показатели качества свежих фруктов и овощей (нитраты, нит- риты, сульфиды)

Список использованной литературы

1. Алексеев С.В. и др. Практикум по экологии. – М.: АО МДС, 1996.
2. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаварова В.Н. Экологический практикум. – СПб.: Крисмас+, 2003.
3. Сытник К.М., Брайон А.В., Годецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы: Справ. пособие. – Киев, 1987.

**Legal and technical aspects of the development of an etics system rules
used in the process of sustainability**

Ing. Antošová, Nad'a, PhD.¹, JUDr. Zajacová Jana²

*¹Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering
Department of Building Technology*

*²Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering
Department of Humane Sciences*

Introduction

Periodical maintenance of composite insulation systems carried out during the estimated durability of building construction means the most effective using and functioning of ETICS (External Thermal Insulation Composite System) for the investor, during the whole period of the estimated lifetime. A current problem of ETICS is the colonization by cyanobacteria, algae with micromycetes. Due to lack of legislation, this area misses a professional approach to safeguarding and maintenance of ETICS, long-term monitoring of status, documentation of maintenance, planning strategy and prevention.

Legislative support

Every product, new or used, movable or immovable, that is part of another movable or immovable thing and that is intended to be used by consumers must include information about its characteristics and about its way of usage and maintenance. If necessary because of the type of product and its way and period of using, the seller must ensure that this information is clearly contained in the provided written instructions. These requirements are set by the Act on protection of consumers [1]. And the definition also applies to ETICS, whether as part of the outer wall or as separate building frame. ETICS is an outdoors thermal insulation

composite system that is built-in, made from industrial products, by manufacturers of ETICS [2].

Building products, which can be the whole building or just part of its frame, are probably the only ones that are in practice not made with a complex set of instructions for usage and maintenance, despite their high costs and expected long durability. In the construction terminology, the instructions for usage and maintenance of buildings, building products and frames are called “usage manual”.

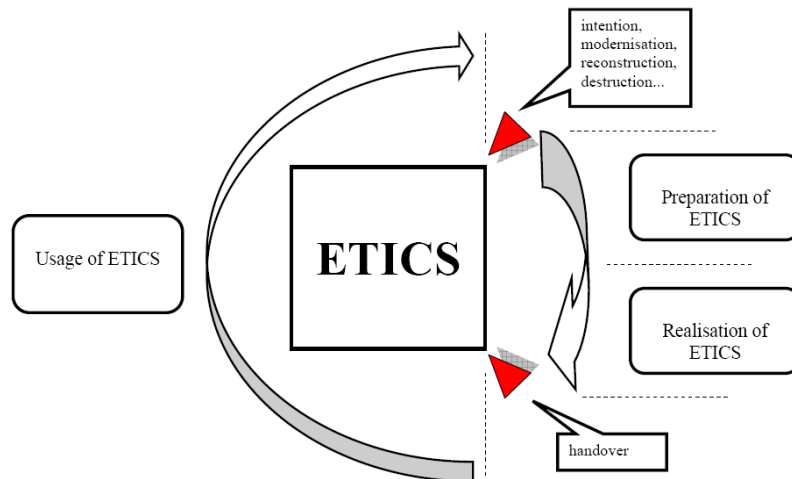
Building manual, as a set of rules on usage and maintenance of buildings and their components, is mentioned in the Slovak legislation in the appendix no. 5 of the Act 25/2006 Z. z. on public acquisition [4]. According to this Act, a positive evaluation of product suitability for specific purposes is based on compliance with basic criteria about characteristics of the product and conditions on usage of the product published by a relevant person.

On the other hand, according to the construction law and Act [5], the construction authority can order documentation about the real effectuation of the building to be made, in case this was not previously made or was not preserved. This is a simple document, so-called building passport, which according to [5] § 29 para e) includes details about the type and purpose of the building with a description of usage of rooms. However, a requirement for documentation about the way of usage, maintenance and safeguards of buildings, fittings and equipment of the constructions to be made, is lacking. The holes in the field of usage manual and legislation are partially filled in by the Act 254/1998 Z. z. on public works in its amended versions [3], by requiring this in the case of public construction works. According to § 14 para h) of this Act, documentation about quality of the public works must include a plan of usage of the public works.

Hypothesis

Life cycle of a building (or a building construction like ETICS) has three basic periods: preparation, realisation and usage. There are two important milestones in the cycle representing the change of intention, the idea for realising the building and the change from realising the building to putting the building to use. The beginning of

realisation of ETICS is accompanied by extensive documentation required by legislation. At the beginning of usage, the documentation about rules and way of using ETICS is underestimated or even lacking.



Picture 1. Life cycle of ETICS (External Thermal Insulation Composite System)

When we consider that the average time of preparation and realisation of ETICS is 2-4 years and the average estimated time of usage is 15-20 years, the underestimation of rules on using and maintenance of ETICS is clearly not proper.

The requirement to make a usage manual is therefore put on the manufacturers of ETICS. A manufacturer is [4] a legal or natural person that designed ETICS from its components or that manufactured the components and designed ETICS, and that is responsible for it and presented it to the market. The design of ETICS, especially the specific details, is coordinated by the manufacturer together with the project manager. The creator of ETICS is a legal or natural person that is allowed to realise ETICS and builds it in the building. Such a person is required to have a professional qualification to do this activity [2]. The owner, user or caretaker oversees the maintenance of ETICS.

The usage manual must be understood as part of the documentation of the whole system of controlling quality. In general, it should consist of four basic parts:

- Description of the real status of ETICS – monitoring
- Rules on using ETICS

- Rules on checks – controlling
- Rules on maintenance and repairs – database of operational and planned interventions

Results – rules on using ETICS

The end result of the usage manual must be a complex document – guide book for users. It is clear from the required width and content of the manual, that it must be made by the manufacturer, project manager, creator and caretaker of ETICS.

Rules on using any product or building are set in such a way, so that no person or property is endangered, or harmed or damaged, or untimely deteriorated. The compilation of rules on maintenance must contain basic database of technological processes to execute interventions, which (together with information from monitoring and controlling of ETICS) will enable the caretaker or user to choose easily. The database of interventions must cover basic methods of maintenance of ETICS – preventative, operation and emergency. It is necessary to mention that in the case of occurrence of microbiological material on the surface of the outer wall, one must always decide between an intervention that is:

- conservative (direct or indirect),
- radical,

which is almost always connected with other defects, functionality or age and durability of ETICS. The periodicity of maintenance of ETICS is a much debated topic. Adverse biological influences on the surface and composition of ETICS are undeniable. There is set by the durability of the limiting element in the system or the durability of the protection of that element (e.g. water-proofing, protection by biocide appliances). The durability of plaster is said in the literature [11] to be between 20-60 years and the cycle for maintenance is proposed to be 10-25 years. Durability of ETICS is approximated as 80-100 years and the cycle for maintenance is proposed to be 40-55 years. The final layer consists of a thin plaster and protective biocide appliance that have lifetime of 2-5 years.

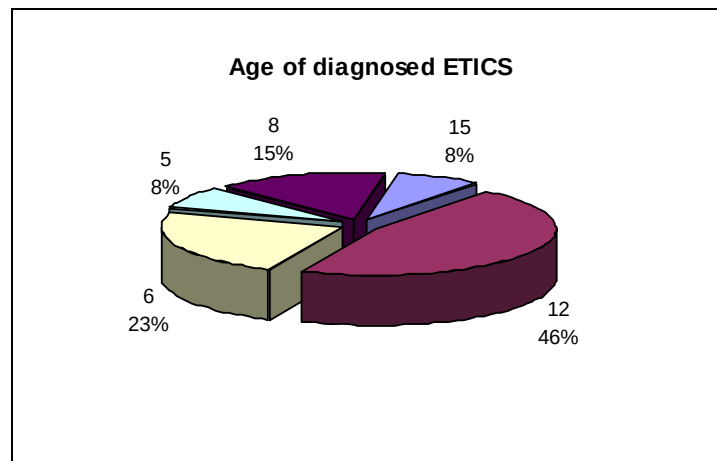
Table 1

Cooperation and responsibility of persons when making the usage manual of ETICS.

Amended according to [10]. Legend: ■ – responsible, □ – cooperates

Task	By			
	Project manager	Creator	Caretaker	Manufacturer
Informing the users about the rules on using ETICS			■	
Determining a person responsible for using ETICS in accordance with the manual			■	
Summary of materials and components of ETICS	□	□	□	■
Rules on using components of ETICS	■		□	■
Rules on technical checks of ETICS	■		■	□
Visual controlling of ETICS		□	■	□
Technological methods of maintenance interventions and repairs	■	■	□	■
Determining the corridors of Access to the maintenance interventions and repairs		■	□	
Determining the place for construction equipment during the intervention		■	□	
Plan of maintenance and repairs during the lifetime of ETICS	□		■	□
Updating plans of maintenance and repairs			■	
Guide book for users of ETICS	□		■	□

The cycle of maintenance and protection of ETICS in relation to resistance to The durability of interventions is limited by legislative conditions. It is possible to use a biocide product with destruction or decontamination of harmful organisms, but it must be a product that presents a small risk of adverse impact on people, animals and environment and that contains no important effective substances. The products must be dissolved in water without a possibility of any damage to the environment.



Picture 2. The ratio of age of diagnosed buildings with biocorrosion on ETICS

Biocorrosion is in the interval of 3-6 years.. The life cycle of ETICS is closed; the user, caretaker or owner are at a crossroads – decision between modernising, rebuilding or destruction of the ETICS construction.

Discussion and conclusion

A chronically repetitive failure of construction is the breach of the duty of seller to inform the consumer about the method of usage and maintenance of the product or service provided. Problems occur not only with setting of requirements and rules on usage and maintenance of the building and its fixtures, but also with the possibilities of asking for a refund. The method of dealing with complaints is almost always by the complex technical assessment of the status of the construction or material by an officially appointed expert or an authorised person [1]. The result of the assessment is an expected determination of conformity, i.e. determination whether the real characteristics of the product correspond with the technical requirements set for that product, *under the assumption of proper usage and maintenance*. But the rules of proper usage and maintenance are usually not available.

Expenses of ETICS in the phase of using can be significantly lowered by effective forms of maintenance through clear rules in the usage manual.

In relation to occurrence of biocorrosion on the surface or the structure of ETICS, the periodicity of controls is connected to the long-term monitored re-occurrence of microorganisms (cyanophytes, frustules, green algae, micromycetes) on the surface of the outer wall. The periodicity is closely connected to the factors that impact or

eliminate the development of the microorganisms. This article, due to limited space, is not concerned with the detailed analysis of causes of and conditions for development. Information and conclusions from research and monitoring were published separately [6] [7]. The periodicity of checks in relation to occurrence of biocorrosion is also connected to the durability of intervention – decontamination by biocide, algaecide products. The lifespan of chemical products in the exterior is short and is around 2-5 years.

Bibliography

1. The Act of National Council of Slovak Republic no. 250/2007 Z.z. on protection of consumers, as amended.
2. STN 73 2901, Realisation of external thermal insulation composite systems (ETICS).
3. The Act of National Council of Slovak Republic no. 254/1998 Z.z on public works, as amended.
4. Appendix 5 of the Act of National Council of Slovak Republic no. 25/2006 Z.z. on public acquisition.
5. Public notice of the Ministry of Environment 532/2002 that sets the details about general technical requirements of construction and about general technical requirements of buildings used by disabled persons.
6. Antošová, N. “Chosen technology of protection and maintenance of composite insulation systems” (Vybrané technológie ochrany a údržby kontaktných zatepľovacích systémov) ISBN 978-80-263-0051-9, Tribun EU, 2011.
7. Antošová, N.: “Biocorrosion of composite insulation systems. Analysis of causes and technology of decontamination.” (Biokorózia kontaktných zatepľovacích systémov. Analýza príčin a technológia dekontaminácie,) Monografia. Bratislava STU in Bratislava, 2007, ISBN 978-80-227-2786-0.
8. Installation instructions for external composite thermal insulation system ETICS EXTHERM. www.extherm.com.
9. Technological decree weber.therm plus ultra. <http://www.weber-terranova.sk/kontaktne-zateplovacie-systemy-etics.html>.

10. Fickuliak I.: “Manuals of buildings” (Manuály stavieb, Stavebnícka ročenka 2004, Manažment v stavebníctve), s. 210-213, ISBN 80-88905-87-7, Jaga Group, v.o.s. Bratislava, 2003.

11. Sternová Z. a kol.:, “Renovation of residential buildings” (Obnova bytových domov), Jaga group, ISBN 80-88905-53-2 Bratislava 2001.

Acknowledgment: *This contribution is supported by the VEGA no. 1/0184/12. Automatic modelling system of mechanical building processes with the application of methods of multicriterial optimisation. Head of solving group: Prof. Ing. Jozef Gašparík, PhD., Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Technology.*

**Создание экологического WEB-атласа Воронежской области
на основе ГИС-технологий**

Казьмина И.Г., Мозговой Н.В., Рязанцева Л.Т.

Воронежский государственный технический университет (Россия, г. Воронеж)

В современных условиях происходит постоянное увеличение экологического риска для здоровья населения, обусловленного высокими уровнями загрязнения окружающей среды.

По данным Управления Роспотребнадзора по Воронежской области в 2010 г. на маршрутных постах наблюдения проводился мониторинг за содержанием 22 приоритетных веществ в атмосферном воздухе, и были отмечены превышения предельно-допустимых концентраций по 7-ми веществам: азота диоксиду, взвешенным веществам, серы диоксиду, углерода оксиду, фенолу, формальдегиду, озону. Кратность превышения ПДК азота диоксида, серы диоксида, формальдегида и фенола составила от 2,1 до 5 ПДК, остальных веществ – от 1,1 до 2 ПДК [1]. Осуществлялся также и отбор проб воды из водопроводной сети, треть из которых не соответствовала гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 18 районах области [2]. Приоритетными загрязняющими питьевую воду веществами на территории Воронежской области являются железо, марганец, нитраты, бор, фтор, общая жесткость [1].

В связи с неудовлетворительным состоянием окружающей среды необходима разработка комплексной системы анализа и обработки данных, обеспечивающей решение задач по оценке химической нагрузки на организм человека. Но в то же время, на разных территориях среда обитания неоднородна, что требует регионально ориентированных подходов при определении приоритетов, направленных на снижение риска здоровью населения. Для выполнения этой задачи может выступить создание интерактивного экологического атласа, содержащего информацию об источниках загрязнения окружающей среды, о при-

оритетных загрязнителях атмосферного воздуха, питьевой воды, вносящих наибольший вклад в риск для здоровья населения области. Использование геоинформационных систем для создания интерактивного экологического атласа гарантирует достоверность, непротиворечивость, полноту и современность информации. Это обусловлено тем, что его база данных основывается на последних сведениях государственных служб, осуществляющих контроль за состоянием окружающей среды.

Известна автоматизированная база геоэкологических данных («Информационно-справочная система «Экогеохимия города Воронежа»), а также электронная карта-основа г. Воронежа и специализированная тематическая геоинформационная система «Экогеохимия и техногенные риски города Воронежа» [3]. Данная система разработана в среде MapInfo Professional (версия 7.8). В ее структуру входят следующие блоки: база данных, геоинформационное моделирование, диалоговая система, аналитический блок. Электронная карта-основа ГИС состоит из 11 векторных слоев. Среди них имеются слои под названиями «Жилая застройка», «Промышленная застройка», «Улицы», «Сады» и др.

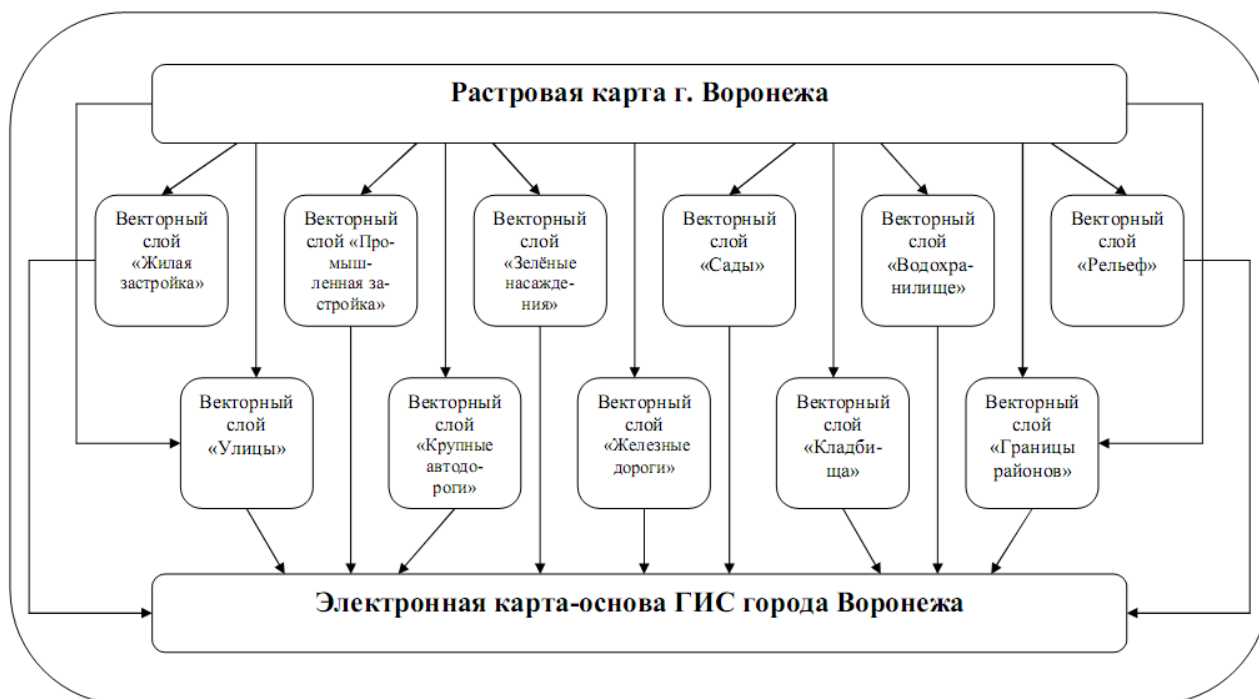


Рис. 1. Структура электронной карты-основы ГИС г. Воронежа [3]

В ходе анализа автором была установлена зависимость между отдельными загрязняющими компонентами природных сред и критериями общественного здоровья, а также выделены зоны экологического риска для населения и предложен комплекс мероприятий по его снижению (рис. 2).

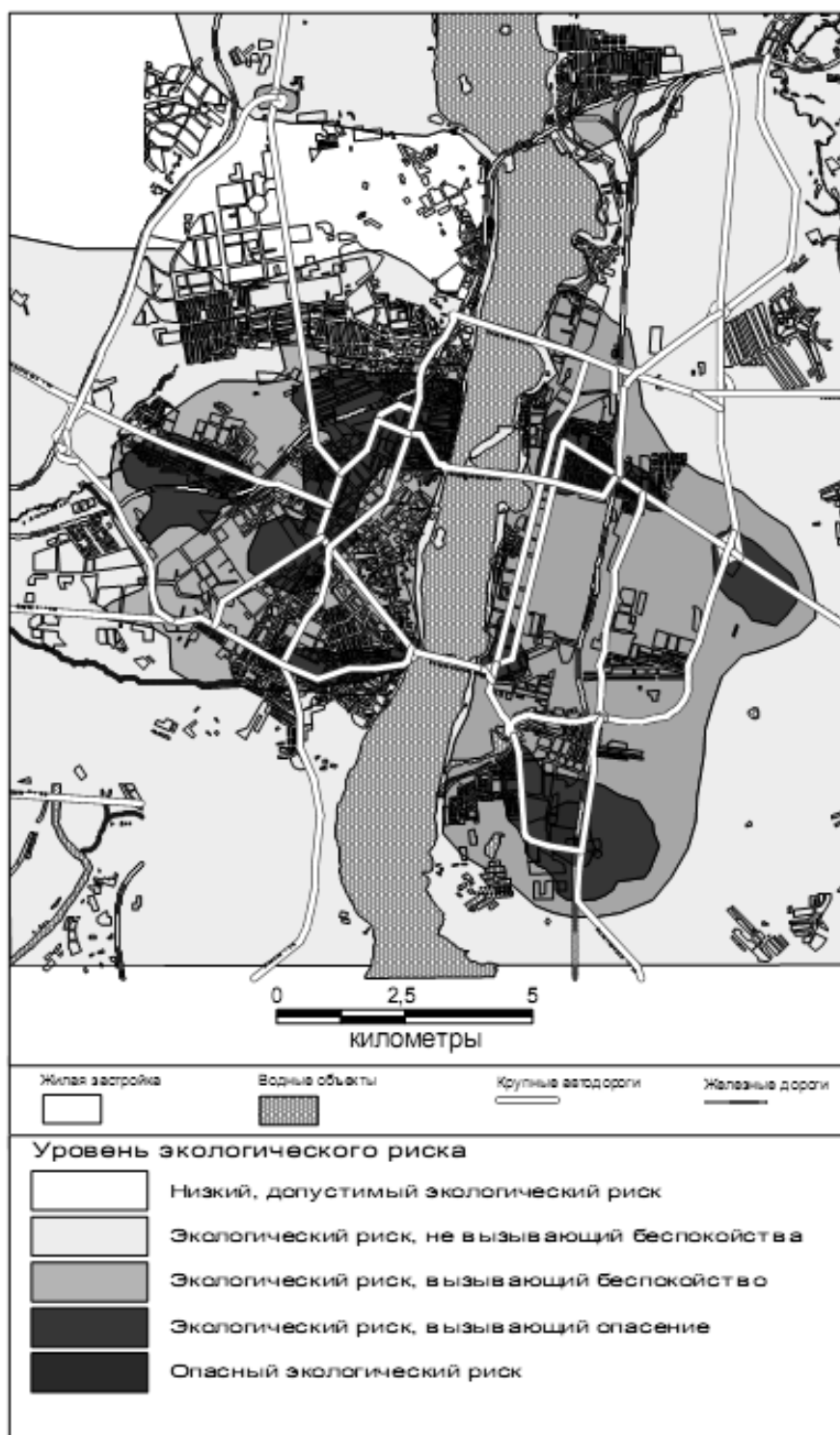


Рис. 2. Геоэкологическое зонирование внутригородского пространства [3]

Несомненны практическая значимость и эффективность исследований, которые подтверждены актами внедрения в деятельность региональных природоохранных и проектных организаций (Центр гигиены и эпидемиологии Воронежской области, Воронежский филиал ОАО «ГипродорНИИ»), а также в учебный процесс Воронежского государственного университета. Однако более полная и детальная информация о результатах исследований, а также сам атлас, недоступны для ознакомления и не предоставляют возможности широкому кругу лиц, интересующихся экологической обстановкой в регионе и степени воздействия окружающей среды на их здоровье, воспользоваться этими данными.

В статье [4] предложен алгоритм оценки риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта, раскрыты вопросы совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга и системы поддержки принятия решений при его проведении. Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха разработано математическое обеспечение ГИС-приложения на основе уже существующих моделей:

1. Модель рассеивания CALINE-4 (California Line Source Model), рассматривающая основные типовые условия распространения загрязняющих веществ;
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86);
3. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. Кроме того, использовано ранжирование автомагистралей, по степени их воздействия на окружающую среду и здоровье населения, и экологической обстановки, исходя из значений индекса загрязнения атмосферы. Разработанное программное обеспечение выполняет следующие функции: ввод, хранение и обработку данных о характеристиках транспортного потока, состоянии атмосферного воздуха и медико-демографических показателях; расчет приземных концентраций, создаваемых выбросами автотранспорта; построение статистических графических зависимостей на основании проведенных расчетов; осуществление многофакторного поиска ин-

формации по критериям, определяемым пользователем; визуализацию на электронной карте объектов загрязнения, пятен выбросов от автотранспорта для обеспечения поддержки принятия решений при определении приоритетных районов проведения социально-гигиенического мониторинга и степени воздействия выбросов автотранспорта на здоровье людей. Данная разработка отражает лишь оценку влияния выбросов автотранспорта на величину экологического риска для здоровья населения, что является односторонним аспектом в изучении данной проблемы. Кроме того, разработанное приложение не находится в открытом доступе и его результаты не представляется возможным применить для Воронежской области.

Известна геоинформационная разработка, касающаяся оценки качества водных объектов и нормирования экологической нагрузки [5]. Данная система базируется на современных информационных технологиях (СУБД, ГИС), оперирует паспортными данными предприятий (источников загрязнения), результатами контрольных измерений, нормативными справочниками, содержащими значения класса опасности и предельно допустимых концентраций вредных веществ. Рассчитывает и формирует выходные документы, имеет встроенную систему запросов к базам данных. ГИС-интерфейс разработан с использованием программного обеспечения ArcView (версия 8.3). С помощью данной системы решается задача оценки техногенной нагрузки путем выявления основных критических веществ, ранжирования водопользователей по степени воздействия. Реализованная на базе ГИС система оценивания была апробирована на р. Нева в части Кировского района Ленинградской области.

В Атласе-монографии [6] приведены 32 карты с пояснительными текстами (статьями), иллюстрирующими основные пространственно-временные закономерности и тенденции в динамике состояния окружающей среды и здоровья населения Воронежской области с 1996 г. по 2007 г. Приведена информация по основным параметрам воздействия на окружающую среду (атмосферу, водные и земельные ресурсы), качеству среды обитания в условиях населенных мест (состоянию воздушного бассейна, питьевой воды, почв, продуктов питания), а

также общественному здоровью и потенциальному риску заражения некоторыми опасными природно-очаговыми болезнями, распространенными в регионе. Осуществлена типизация муниципальных районов и городских округов области по интегральным критериям техногенного воздействия, качества окружающей среды и медико-экологической ситуации в регионе (рис. 3).

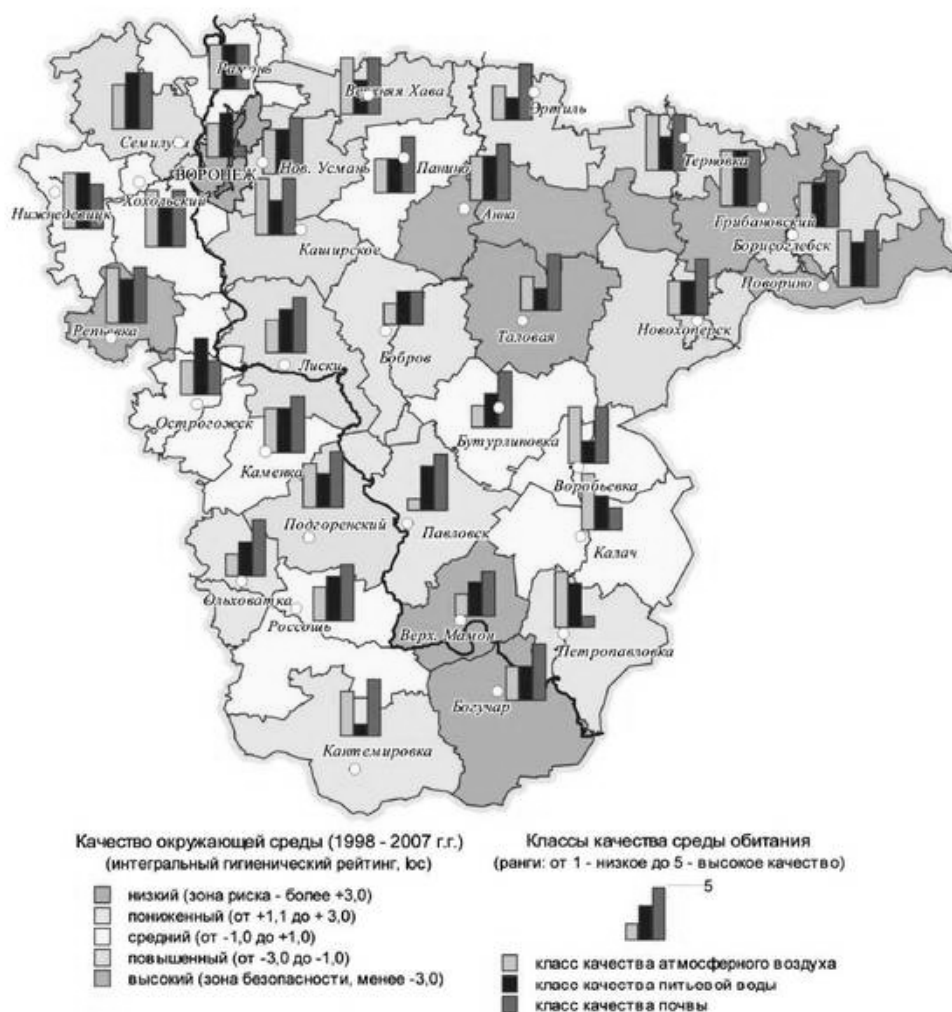


Рис. 3. Интегральная оценка качества среды обитания населенных мест [7]

Дана краткая характеристика кадровой и ресурсной базы системы здравоохранения области. Геоинформационное картографирование осуществлено с помощью лицензионного программного обеспечения (версия MapInfo 9.0). В Медико-экологическом атласе Воронежской области отражены многие аспекты, воздействующие на состояние окружающей среды области, а также их влияние на здоровье населения. Содержание атласа доступно для ознакомления

в сети Интернет [7], что подтверждает практическую значимость и является несомненным преимуществом перед иными разработками. Недостатком можно назвать лишь отсутствие возможности обновления данного ресурса информацией о состоянии окружающей среды и ее взаимосвязи с величиной экологического риска для населения за последующие годы.

Экологический атлас России [8] представляет собой фундаментальное научно-справочное собрание карт, отражающее экологическую обстановку в стране. Атлас основан на официальных данных, содержит 100 карт, 20 печатных листов пояснительного текста и 90 иллюстраций (слайдов, диаграмм и графиков) при общем объеме 128 страниц. Разработка издания велась сотрудниками географического факультета Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова. Для подготовки электронной версии атласа и его реализации в виде геоинформационной системы было выбрано программное обеспечение ArcView. К сожалению, электронная версия атласа сейчас недоступна.

При использовании основных достоинств геоинформационных систем, автоматизации процессов анализа и визуализации, предоставляется возможность понимания реальной экологической обстановки на определенной территории и отражения скрытых тенденций и особенностей, которые совершенно невозможно увидеть при табличной организации данных. В связи с этим представляется целесообразным разработать геоинформационное приложение, реализующее алгоритм поддержки принятия решений при оценке экологического риска здоровью населения от степени загрязнения окружающей среды и выборе мер по снижению этого воздействия.

В виду того, что практически все информационные ресурсы в данной области являются недоступными для пользователей, необходима разработка такого экологического атласа региона, который мог бы быть опубликован и интегрирован в сеть Интернет. Для выполнения этой задачи может быть использовано серверное Web-приложение (GIS WebServer), предназначенное для публикации и интеграции в Интернет пространственных информационных ресурсов – раз-

личных видов электронных карт, как источниках информации о пространственных объектах, информации из логически связанных баз данных, баз метаданных пространственных объектов и различной справочной информации [9]. GIS WebServer – настраиваемое приложение. Имея базу данных, можно настроить работу приложения в соответствии с ее типом и структурой, определить список используемых карт и их связь с таблицами, определить права доступа пользователей к данным. Имеется набор функций интерактивной электронной карты, выполняется поиск и фильтрация информации в базах данных. Применяется механизм идентификации пользователей для защиты информации и обеспечения безопасности данных. Среди возможностей данного приложения имеют место: автоматическое изменение размера рисунка карты; изменение состава отображаемых карт; использование изображений карты с WMTS-серверов и популярных геопорталов (OpenStreetMap, Яндекс, Google); печать карты, в том числе с комбинированием данных из различных источников; периодическое обновление изображения карты (позволяет создавать системы слежения за подвижными объектами). Кроме того, GIS WebServer обеспечивает отображение геоинформационных и аналитических данных для поддержки принятия управленческих решений на мобильных устройствах Apple (iPad, iPhone, iPad Mini).

GIS WebServer можно встраивать в страницы внешнего сайта или портала. С помощью параметров можно открывать необходимые карты и таблицы базы данных, устанавливать масштаб отображения карты и размер окна, выбирать положение отображаемого в окне фрагмента карты, находить на карте объекты, управлять составом отображаемых карт и слоев карты.

Другой способ интеграции экологических электронных карт в сеть Интернет заключается в создании динамического сайта в одном из специализированных программных продуктов, таких как Adobe Dreamweaver, Microsoft Office SharePoint Designer, AceHTML и т.п.

В результате может быть получен полноценный интерактивный экологический атлас региона, доступный для широкого круга лиц, интересующихся состоянием окружающей среды и ее влиянием на здоровье населения. Интерак-

тивный WEB-атлас, созданный на базе геоинформационной системы, автоматизирующей процессы обработки и анализа данных, поступающих в результате мониторинговых измерений в точках наблюдения за состоянием окружающей среды и предназначенной для оперативной оценки и прогноза развития экологической обстановки, может стать решением таких задач как: визуализация схемы расположения точек мониторинга за показателями качества окружающей среды на фоне тематической и топографической информации; построение по измеренным в точках наблюдения показателям, матриц, характеризующих пространственное распределение загрязнения методами интерполяции; построение карт изолиний распространения загрязнителей окружающей среды; построение графиков и диаграмм изменения показателей загрязнения с течением времени; возможность подготовки отчетов, презентаций и аналитических справок.

Список использованной литературы

1. Информационный бюллетень «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения в Воронежской области». – Воронеж. – 2011. – 64 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2010 году / под общ. ред. Н.В. Стороженко. – Воронеж: Управление по экологии и природопользованию Воронежской области, 2011. – 90 с.
3. Епринцев, С.А. Формирование зон экологического риска в промышленно-развитом городе (на примере г. Воронежа): автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Епринцев Сергей Александрович. – Воронеж, 2007. – 23 с.
4. Чепиков, Н.А. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга региона с использованием геоинформационных технологий // Н.А. Чепиков // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2011. – №4(20).
5. Куракина, Н.И. Система оценки качества водных объектов и нормирования экологической нагрузки / Н.И. Куракина, Е.Г. Гридина // Надежность и качество. Труды международного симпозиума. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2005. – С. 18 – 24.

6. Лисецкий, Ф.Н. Экологические проблемы и здоровье населения Воронежской области / Ф.Н. Лисецкий // Вестник ВГУ, серия: география, геоэкология. – 2010. – № 2. – С. 154 – 156.
7. Медико-экологический атлас Воронежской области [Электронный ресурс] URL: <http://ecoatlas.e-reg36.ru> (дата обращения: 13.02.2013).
8. Касимов, Н.С. Экологический атлас России / Н.С. Касимов, А.Ю. Кожухарь, В.С. Тикунов, Л.Ф. Январева // Геопрофи: технологии. – 2005. – С. 43 – 47.
9. ГИС и геоинформационные технологии. Геодезия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.gisinfo.ru/products/giswebserver.htm> (дата обращения: 13.02.2013).
10. Казьмина, И.Г. Моделирование и прогнозирование загрязнения окружающей среды на основе ГИС-технологий / И.Г. Казьмина, Л.Т. Рязанцева, Б.А. Спиридонов, П.С. Куприенко // III Всероссийская с Международным участием научно-практическая конференция «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы». – 2012. – Ч. 1. – С. 283 – 285.
11. Казьмина, И.Г. Оценка влияния уровня загрязнения окружающей среды на здоровье населения на основе ГИС-технологий / И.Г. Казьмина, Л.Т. Рязанцева, В.М. Усков, П.С. Куприенко // Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: «Воронежский государственный технический университет». – 2012.
12. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2011 году / под общ. ред. Н.В. Стороженко. – Воронеж: Управление по экологии и природопользованию Воронежской области, 2012. – 129 с.

Оценка состояния чистоты питьевой воды Тамбовской области

Куксов А.С.

Политехнический лицей-интернат ФГБОУ ВПО «ТГТУ» (Россия, г. Тамбов)

Работа посвящена изучению по литературным источникам характеристики подземных вод Тамбовской области, которые используются для удовлетворения потребностей хозяйственных предприятий и населения. Задачи исследования: проведение анализа причин загрязнения, исследование колодезной воды из различных районов Тамбовской области и питьевой воды «из под крана» Октябрьского района города Тамбова, оценка состояния чистоты питьевой воды.

В работе рассмотрено загрязнение вод промышленными предприятиями, предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности, коммунального хозяйства, сельского хозяйства, а так же естественные загрязнения вод. Отмечено, что на качество воды (в том числе и питьевой) в Тамбовской области влияет содержание большого количества железа и недостаток фтора. Оба этих фактора негативно влияют на организм употребляющего эту воду человека и становятся причиной многих заболеваний.

Гидрохимический мониторинг является исключительно сложной задачей. Для анализа содержания загрязняющих веществ в воде применяют различные физико-химические методы. Общая схема контроля такова: отбор пробы, обработка пробы с целью консервации измеряемого параметра и ее транспортировка, хранение и подготовка пробы к анализу, измерение контролируемого параметра, обработка и хранение результатов.

Нами проведены исследования проб природных вод, взятых в различных районах Тамбовской области из колодцев. Определяли pH, временную и общую жесткость согласно ГОСТ Р 52407-2005: Вода питьевая. Методы определения жесткости. Результаты исследования представлены в табл. 1. Вода разных

* Работа выполнена под руководством доцента кафедры физики ФГБОУ ВПО ТГТУ Исаевой О.В.

Таблица 1

Исследование колодезной воды ряда районов Тамбовской области

	Место забора воды	рН	Жесткость, мэкв/л		
1	с.Телешовка (Рассказовский район)	7.0	6.82	0.53	7.35
2	г. Уварово	6.5	6.84	0.25	7.09
3	п.г.т. Инжавино	6.5	5.40	4.30	9.70
4	п.г.т. Знаменка-1	7.0	6.40	2.40	8.80
5	г. Тамбов (Октябрьский район)	6.5	6.35	1.40	7.75
6	г. Моршанск	6.8	8.90	0.30	9.20
7	с. Устье (Мучкапский район)	7.0	5.50	4.25	9.75
8	с. Богдановка (Ржаксинский район)	7.0	6.67	0.98	7.65

природных источников имеет различную жесткость. Колодезная вода, за некоторыми исключениями, обладает относительно небольшой жесткостью. Вместе с тем вода родников, прорезающих толщу известковых и гипсовых пород, имеет большие показатели жесткости. Величина общей жесткости воды в источниках централизованного водоснабжения допускается до 7 мэкв/л. Исследования показали, что рН и жесткость воды в исследованных образцах находятся в пределах ПДК и соответствуют норме.

Определение токсичности стиральных порошков

Лобанова А.П.¹

МАОУ лицей № 28 имени Н.А. Рябова (Россия, г. Тамбов)

Сегодня химическая индустрия предлагает нам широкий спектр разнообразных по составу синтетических моющих средств.

Основным показателем качества стиральных порошков является способность хорошо отстирывать загрязнения, что поддается строгим измерениям. Зачастую, мы, просто не задумываясь, покупаем бытовую химию в магазинах, справедливо полагая, что раз данный продукт попал на прилавок, то он не опасен ни для людей, ни для окружающей среды. Но, к сожалению, мы не можем этого сказать, современные производители гонятся за улучшением моющих свойств, что чаще всего приводит к увеличению числа фосфатов и поверхностно-активных веществ, которые не только не безвредны, но и опасны для здоровья человека и природы.

Целью нашего исследования было проведение тестирования стиральных порошков и выбор оптимального, имеющего хорошие моющие свойства и приносящий наименьший вред окружающей среде. Мы предположили, что токсичность стиральных порошков прямо пропорциональна их эффективности как очищающего средства. Чем токсичнее порошок, тем лучше он удаляет загрязнения.

В основу работы положены литературные данные и материалы собственных исследований. Моющие свойства стиральных порошков определялись согласно ГОСТ 22567.15-95 «Синтетические моющие средства. Метод определения моющей способности». Токсичность стиральных порошков определяли соглас-

¹ Лобанова Александра Петровна, ученица 10 класса МАОУ лицей № 28 имени Н.А. Рябова, г. Тамбов. Руководитель: Фомина Татьяна Владимировна, МАОУ лицей № 28 имени Н.А.Рябова, г. Тамбов.

но методике, изложенной в пособии Федорова А.И, Никольская А.Н. «Практикум по экологии и охране окружающей среды» [6].

Отбор стиральных порошков мы проводили методом социологического опроса. Мы опросили 137 старшеклассниц и 30 учителей нашей школы, задав им 1 вопрос: «Какой маркой стирального порошка для белых вещей Вы пользуетесь?». Результаты опроса представлены на рис. 1. Для исследования мы отобрали порошки, которыми пользуются более 10 % респондентов.

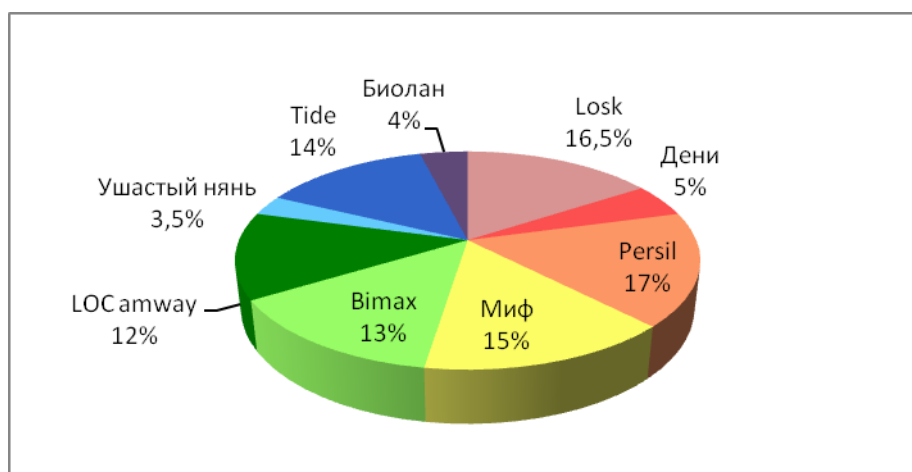


Рис. 1. Наиболее популярные стиральные порошки

Объектами нашего исследования стали стиральные порошки следующих марок: Лоск, Persil, Tide, Bimax, LOC amway, Миф.

Исследование моющих свойств стиральных порошков мы проводили согласно методике, изложенной в ГОСТ 22567.15-95 [3].

Далее заготовили кусочки белой хлопчатобумажной ткани с нанесенными на нее загрязнителями. Образцы выдержали сутки при комнатной температуре, затем поместили в стакан с раствором стирального порошка и перемешивали в течение 20 мин. в магнитной мешалке. Эксперимент повторили 5 раз.

Для оценки высушенных образцов мы использовали метод экспертной оценки по пятибалльной шкале: 5 – отстирал отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – плохо, 1 – очень плохо. Мы суммировали оценочные баллы всех пяти опытов, и получили среднюю оценку отстиривания тем или иным стиральным порошком каждого загрязнителя в отдельности. Лучшие моющие

свойства показал LOC amway (рис.2). Этот порошок отстирал все пятна. Миф и Vimax показали результаты несколько хуже, потому что справились с вареньем на «удовлетворительно». Чуть больше уступает Losk, который на «отлично» справился с пылью и вареньем, но с кетчупом только на «хорошо», а чернила, к сожалению, на «удовлетворительно». Persil справился с кетчупом на 1 балл лучше, чем Tide. Несмотря на это, они оба сильно уступают.

Таким образом, по сводной оценке моющих свойств на первом месте оказался LOC amway. На втором месте – Миф и Vimax. На третьем – Losk, на четвертом – Persil, на последнем, пятом месте – Tide.

Во втором эксперименте мы исследовали токсичность стиральных порошков с помощью биотестирования.

В подготовленную посуду (чашки Петри) вложили фильтровальную бумагу, затем налили одинаковый объём раствора исследуемых стиральных порошков. В контрольную чашечку налили чистую воду. После этого, разложили семена, из расчета 20 семян в каждую чашку Петри. Наблюдали в течение 5 дней, до появления проростков в контрольной чашке. По результатам определения токсичности мы также провели балльную оценку. Самый токсичный порошок получил 1 балл, самый нетоксичный – 5 баллов.

Таким образом, как видно из рис. 3, самым нетоксичным оказался раствор стирального порошка LOC amway. В растворах Tide и Миф наблюдается незначительное угнетение, в растворах Losk и Vimax более сильное, а в растворе порошка Persil семена проклюнулись и погибли.

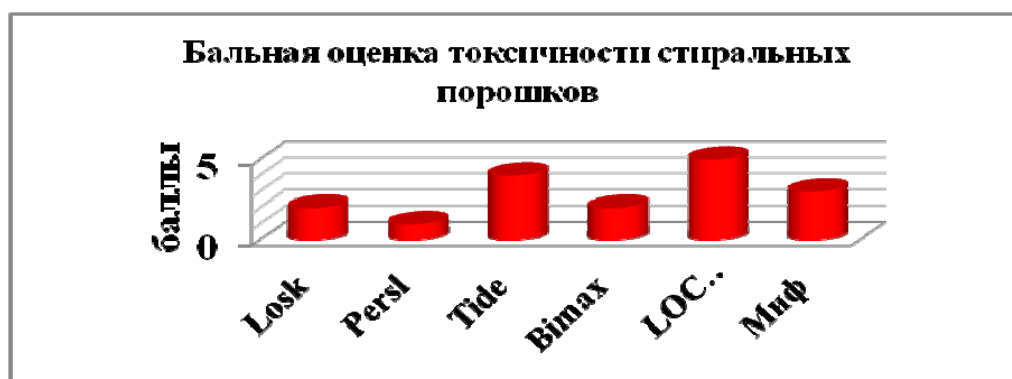


Рис. 3. Балльная оценка токсичности стиральных порошков

Для определения оптимального порошка, имеющего хорошие моющие свойства и наименьшую токсичность, мы составили сводную диаграмму балльных оценок по результатам двух исследований (рис. 4).

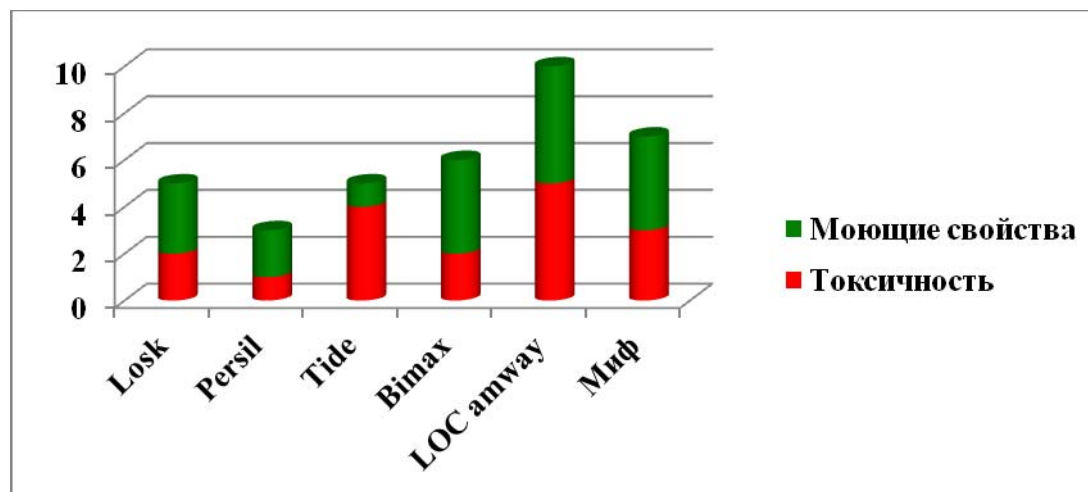


Рис. 4. Оптимальный стиральный порошок

Как видно из рис. 4, по двум параметрам на первом месте LOC amway. Второе занимает Tide, менее токсичен, но очень плохо стирает. Третье место занимает Миф. На четвертом – Losk и Bimax. На последнем пятом месте Persil, хоть он стирает неплохо, но очень токсичный.

На основе проведенного исследования мы пришли к следующим выводам:

Лучшие моющие свойства показал стиральный порошок LOC amway, а самые худшие – Tide.

В ходе исследования стиральных порошков на токсичность лучшие результаты показал стиральный порошок LOC amway, самым токсичным оказался Persil.

Оптимальным порошком по результатам двух проведенных нами исследований является стиральный порошок LOC amway.

Результатами нашего исследования может воспользоваться любая домохозяйка. В целом, приобретение и использование потребителями менее токсичного стирального порошка будет способствовать снижению экологического риска для окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Александров Б.В. Зеленые спутники: – М.: Московский рабочий, 1973.
2. Волков В.А. Поверхностно-активные вещества в моющих средствах и усилителях химической чистки.
3. ГОСТ 22567.15-95 «Синтетические моющие средства. Метод определения моющей способности».
4. Мельников В.В. Преступная индульгенция изготовителям вредоносных стиральных порошков // Промышленные ведомости. – Декабрь 2011.
5. Неволин Ф.В. Химия и технология синтетических моющих средств. 2 изд. – М., 1971.
6. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высших учеб. заведен. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с.
7. Штюпель Г. Синтетические моющие и очищающие средства: пер. с нем. – М., 1960.
8. Вред от бытовой химии [Электронный ресурс] / Юлия Озерова 2011. – Режим доступа: http://www.dishisvobodno.ru/household_chemical_goods.html, свободный. – Загл. с экрана.
9. Обзор стиральных порошков [Электронный ресурс] / информационно-новостной портал о бытовой химии. – Режим доступа: http://www.ruhim.ru/article/obzor_stir_poroshkov.htm, свободный. – Загл. с экрана.
10. Определение состава стиральных порошков [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.chemieman.ru/chemie-7863.html>, свободный. – Загл. с экрана.
11. Синтетические моющие средства [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4082.html>, свободный. – Загл. с экрана.

**Исследование состояния окружающей среды в городах Котовске и Тамбове
по флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой
(*Betula pendula* R.)**

Малов В.О.¹

МАОУ лицей №14 имени А.М. Кузьмина (Россия, г. Тамбов)

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в последнее время всех интересует состояние окружающей среды как одного из важнейших составляющих качества жизни в современном мире. Особенно важны показатели состояния атмосферы в крупных населенных пунктах. Общеизвестно, что воздух в городах особенно загрязняется выбросами предприятий и автотранспорта. В наших городах Тамбове и Котовске воздух загрязняется выбросами автотранспорта и предприятий. Эти загрязнители отрицательно влияют как на наш организм, так и на древесные породы, в частности берёзу повислую. Центром экологической политики России и центром здоровья среды была разработана методика мониторинга состояния окружающей среды по стабильности развития билатерально-симметричных признаков у живых организмов и подобные работы проводятся повсюду. Необходимо исследовать экологическое состояние городов Котовска и Тамбова, которое на данный момент исследовалось недостаточно. Мы поставили целью определить качество здоровья среды путем изучения асимметрии листьев березы повислой в Тамбове и Котовске. Объектом исследования была выбрана именно берёза повислая, так как влияние загрязнения на неё хорошо изучено и этот вид широко распространён.

Гипотеза: Районы автодорог и предприятий загрязнены сильнее, чем лес и удалённые от дорог места.

¹ Малов Всеволод Олегович, ученик 8 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководитель: Александрова Надежда Васильевна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

Цель исследования: Исследование состояния окружающей среды в городах Котовске и Тамбове по флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* R.)

Задачи:

1. Изучить информационные источники, познакомиться с морфологическим описанием берёзы повислой (*Betula pendula* R.).
2. Выбрать площадки произрастания берёзы повислой в нескольких районах городов Тамбова и Котовска, выполнить работу по сбору материала (берёзовых листьев).
3. Провести измерение флуктуирующей асимметрии берёзовых листьев (по пяти признакам).
4. Статистически обработать результаты измерений.
5. Оценить уровень загрязнения в разных точках городов; сформулировать выводы и наметить перспективы дальнейших исследований.

Методика исследования

Методика мониторинга окружающей среды по стабильности развития билатерально-симметричных структур живых организмов была разработана в 2003 году. Она хорошо изучена и успешно применяется. Собираются листья с деревьев в одной точке, проверяется стабильность их развития. С каждого дерева рекомендуется брать по 10 листьев, но было решено взять по 30 для более точных результатов. У листа с брюшной стороны справа и слева замеряются ширина листовой пластинки, длина второй от основания жилки, расстояние между началами первой и второй жилок, расстояние между концами этих жилок, угол между второй и главной жилками.

Коэффициент отклонения от нормы рассчитывается по формуле: $|L-R|/|L+R|$, где L – величина признака слева, R – величина признака справа. Затем находится средний показатель для дерева и выборки. Данные предоставляются в виде таблиц Excel.

Результаты: сбор исследуемого материала производился в г. Котовске в 4 точках и в г. Тамбове в 3 точках.

Таким образом, собирая исследуемый материал с территорий различных по уровню загрязнения воздуха, можно оценить экологическое состояние всего города.

Результаты исследования.

Город Котовск:

1. Улица Советская – коэффициент отклонения = 0,048611 – III категория (средние отклонения) при норме $<0,040$;
2. «Тамбовский пороховой завод» – коэффициент отклонения = 0,050619 – IV категория (существенные отклонения);
3. Двор дома 28 по улице Посконкина – коэффициент отклонения = 0,046975 – III категория (средние отклонения);
4. Район Санатория-профилактория «Лесная жемчужина» – коэффициент отклонения = 0,045668 – III категория (средние отклонения от нормы).

Город Тамбов:

1. Улица Магистральная – величина флуктуирующей асимметрии = 0,047311 – III категория (средние отклонения);
2. ОАО «Пигмент» – величина флуктуирующей асимметрии = 0,053049 – IV категория (существенные отклонения);
3. Парк на Набережной реки Цны в районе памятника Рахманинову – 0,045741 – III категория (средние отклонения от нормы).

Оба города средне загрязнены, существенно загрязнены районы предприятий, и в городе Котовске, несмотря на меньшие размеры уровень загрязнения выше, чем в городе Тамбове, кроме промышленной зоны, которая оказалась там несколько чище.

Выводы. Гипотеза подтвердилась. Самая большая величина асимметрии листьев березы повислой наблюдается у предприятий, меньшие отклонения наблюдаются у дорог, в глубине микрорайонов и в лесу. Исследуемые города достаточно загрязнены, причём ситуация в Котовске несколько хуже.

Таким образом, на всех исследуемых площадках в городе Котовске выявлены коэффициенты отклонения, соответствующие III – IV-категориям. Такие значения показателя асимметрии наблюдаются в неблагоприятных условиях, когда растения находятся в средне угнетенном состоянии. Даже лес в районе признанного места отдыха – санатории-профилактории «Лесная жемчужина»

испытывает значительную антропогенную нагрузку, флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой свидетельствует о неблагоприятной экологической ситуации.

Наибольшее угнетение исследуемых растений в Тамбове наблюдалась в районе завода «Пигмент» производственного объединения «Крата».

Была выдвинута новая гипотеза: отклонения от нормы в Котовске вызваны осевшими в почве веществами, выброшенными пороховым заводом в годы его наиболее интенсивной работы в период так называемой холодной войны. Нужно довести до сведения общественности и администрации городов результаты нашей работы и продолжить исследования на следующий год. Необходимо выявить основные источники загрязнения и устранить их или уменьшить их воздействие.

Список использованной литературы

1. Артрохин В.Г., Солодухин Е.Д. Лесная хрестоматия. М.: Лесная промышленность, 1988.
2. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. Центр экологической политики России, Центр здоровья среды. – М., 2000.
3. Косулина Л.Г. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-на-Дону: изд. Ростовского университета, 2007.
4. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. М., 2003.
5. Туатаюк В.Х. Анатомия и морфология растений. М.: Высшая школа, 1980.

**Влияние энергетического комплекса городского хозяйства
с позиций биосферной совместимости**

Мальцев П.В., Крыгина А.М., Колчунов В.И., Емельянов С.Г.

Юго-Западный государственный университет (Россия, г. Курск)

Благодаря своей территориальной протяженности, Россия принадлежит к странам с наиболее суровым климатом, поэтому производство тепловой энергии в городах нашей страны остается основой их жизнеобеспечения. С другой стороны, тепловая энергетика пока преимущественно неразрывно связана с изъятием невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). При этом производство тепла сопровождается интенсивным тепловым загрязнением атмосферы и загрязнением выбросами продуктов сжигания топлива.

Налицо очевидное противоречие, обусловленное тем, что производство тепловой энергии, без которой не реализуется ряд функций города, влечет за собой необратимые негативные последствия для биосферы, а значит и населения. Агрессивное отношение человека к биосфере имеет эффект бумеранга, на фоне которого наблюдается неуклонный рост заболеваемости, патологий населения. [6]. Об этом свидетельствуют статистические данные.

Концепция энергосбережения, законодательно сформулированная на государственном уровне [1] включает в себя с одной стороны, – осознанную необходимость энерго-, ресурсосбережения, с другой – вопросы комфортного и здорового жилья, повышения долговечности ограждающих конструкций, минимизации эксплуатационных расходов, повышение экологической безопасности за счет сокращения вредных выбросов в атмосферу и использования нетрадиционных источников энергии. Однако, несмотря на отдельные попытки, в первую очередь и на законодательном уровне, кардинального улучшения показателей загрязнения атмосферы не наблюдается (рис. 1).

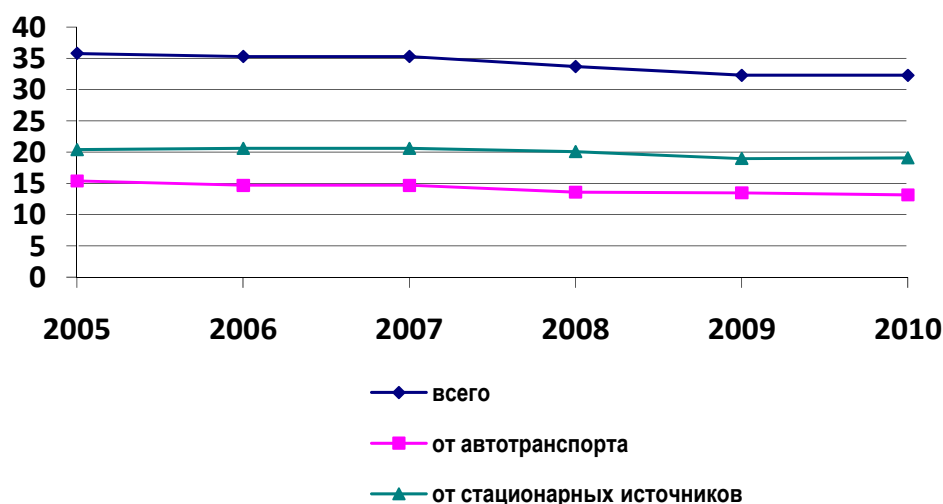


Рис. 1. Динамика суммарных выбросов загрязняющих атмосферу веществ, млн. т по данным [7]

Таким образом, проблема повышения экологической безопасности тепловой энергетики, а значит и (в первую очередь) жилищного, гражданского строительства становится жизненно актуальной и выходит за рамки принятия локальных инженерно-технических мероприятий и программ. Она требует глобального осмысления не только в техническом, но и в социальном, правовом, экономическом, философском аспектах.

На отопление жилых зданий в России затрачивается около 40-45% вырабатываемой в нашей стране тепловой энергии [2]. На выработку тепловой энергии расходуется около 30% невозобновляемых ТЭР нашей страны. Для сравнения – в странах Европы (например, в Финляндии, близкой нам по климатическим условиям) стоимость проданного в год тепла составляет около 200 долларов США на душу населения, в России этот показатель находится в пределах 600-850 долл. [4].

Основная часть производственных мощностей энергетического комплекса России приходится на ТЭС (рис. 2).

Рассмотрим проблему модернизации предприятий тепловой энергетики города с позиции новой научной концепции биосферной совместимости городов и поселений, предложенной РААСН [6].

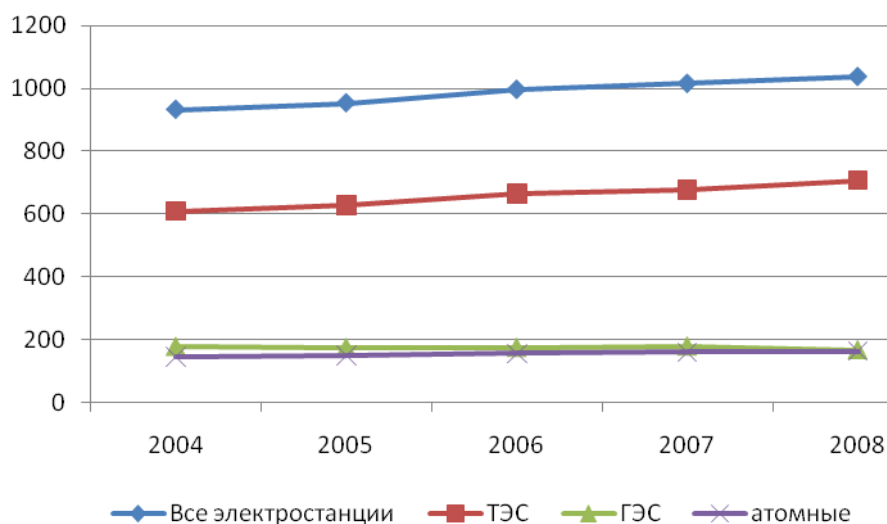


Рис. 2. Производство электроэнергии по видам электростанций (млрд. КВт-час)

В качестве обобщающих показателей для количественной оценки баланса биосферы и техносферы территории в рамках рассматриваемой концепции расширенного воспроизводства чистой части биосферы приняты следующие [9]:

- η – показатель биосферной совместимости территории;

- ξ – показатель уровня реализации функции биосферно-совместимого поселения (функции города).

Критерий расширенного воспроизводства главной производительной силы чистой биосферы:

$$0 < \eta < 1, , (1)$$

При $\eta \rightarrow 1$ обеспечивается рост главной производительной силы и естественный прирост населения. Данные количественной оценки загрязнений на примере Орловской области [8] показывают, что чем ближе показатель биосферной совместимости территории к 1, тем процесс роста главной производительной силы и прироста населения интенсивнее. При $\eta \rightarrow 0$ развитие человека и территории носит регрессивный депрессионный характер.

По аналогии с работой [9] выполним расчет показателя биосферной совместимости территории от загрязнений, связанных с функционированием тепловых

электростанций на территории города. Показатель биосферной совместимости определим из выражения: η

$$\eta = \sum_m \sum_i (B_{im} \cdot \xi_{im} \cdot W_{im} - P_{im} \cdot \gamma_{im} \cdot w_{im}), \quad (2)$$

где $B_{im} \cdot \xi_{im} \cdot W_{im}$ – количественное значение биосферы окружающей среды;

$P_{im} \cdot \gamma_{im} \cdot w_{im}$ – количественное значение выбросов от энергетических источников города с максимальными концентрациями, допускающими развитие;

B_{im} – относительная требуемая площадь биосферы по отношению к площади рассчитываемого участка города, необходимой для нейтрализации загрязнений от выбросов предприятий энергетики до уровня максимальных концентраций, допускающих развитие, из расчета на одно i -е рабочее место в m -й функции города;

ξ_{im} – коэффициент однородности биосферы, учитывающий различную интенсивность поглощения загрязняющих веществ;

W_{im} – количество рабочих мест, загрязнение от которых должно быть поглощено на расчетной территории;

P_{im} – значение параметра загрязнений от i -го поллютанта при реализации m -й функции города (энергосбережение), определяемое для территории распространения загрязнений;

γ_{im} – коэффициент приведения параметров загрязнения к одному источнику;

w_{im} – число рабочих мест в i -м источнике при реализации m -й функции города.

$$B_{im} = \frac{\left(\frac{V_{im}}{W_{im}} \right) / b_{im}}{S_{sum}}, \quad (3)$$

где V_{im} – объем загрязнений i -го источника загрязнения биосферы при реализации m -й функции энергосбережения города, кг/год;

b_{im} – количество загрязнителя, утилизируемого 1 кв. м биосферы, кг/год;

S_{sum} – площадь рассчитываемого участка (кв.м) на оно рабочее место.

$$P_{im} = \frac{S_p / W_{im}}{S_{sum}}, \quad (4)$$

где S_p – площадь загрязнения от i -го источника при реализации m -й функции энергосбережения города, кг/год.

Основные предприятия теплоэнергетики г. Курска – ТЭЦ-1, ТЭЦ-4, котельная Северо-Западного района (КСЗР). ТЭЦ-4 расположена в Центральном округе г. Курска по адресу ул. Нижняя набережная, д. 9. Год постройки – 1946 г. Расположение ТЭЦ-4 обусловлено исторически и определено ее назначением – поставка тепловой и электрической энергии в центральную часть города. В 1986 г. была проведена модернизация ТЭЦ для увеличения мощностей, что изменило санитарно-защитную зону (СЗЗ) предприятия (рис. 3).

Основные выбросы представлены следующими поллютантами (загрязнителями): СО, NO_x. Суммарные выбросы за 2011 год составили 6,701 тыс. т.

Структурная часть биосферы, способная минимизировать негативное влияние выбросов в данном районе, представлена парковой зоной городского парка им. 1 Мая, а также зелеными насаждениями участков озеленения придомовых территорий, участков, прилегающих к транспортным магистралям.

Коэффициент однородности биосферы, учитывающий различные интенсивности загрязнителей, определим по формуле:

$$\gamma_{im} = \frac{\sum_{i=1}^{k=3} S_i \cdot \gamma_i}{S}, \quad (5)$$

где S_i – площади растительности, соответственно древесной ($i=1$), кустарниковой ($i=2$), площадь газона ($i=3$); γ_i – коэффициенты поглощения загрязнителей растительностью: древесной ($\gamma_1 = 1$), кустарниковой ($\gamma_2 = 0,6$), газонными насаждениями ($\gamma_3 = 0,4$). Значения γ_i варьируются, в зависимости от интенсивности поглощения загрязняющих веществ зелеными насаждениями в пределах от единицы (максимальный уровень поглощения) до нуля.



Рис. 3. Схема санитарно-защитной зоны ТЭЦ-4 в г. Курске

В рассматриваемой зоне наблюдается объединение негативного влияния (эффект синергизма) за счет наложения ареалов санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятий – ТЭЦ-4 и ОАО «Курский электроаппаратный завод». Суммарное загрязнение складывается за счет загрязнения выбросами и шумовое загрязнение от предприятий.

Площадь санитарно-защитной зоны составляет 196,744 тыс. м². Численность населения в санитарно-защитной зоне 26812 чел.

Требуемая площадь биосферы, необходимой для нейтрализации техносферных загрязнений (по окиси углерода CO, составляющей 36,7% от суммарных выбросов) с учетом возможностей аккумуляции 1 кв. м биосферы 8,03 кг/год вычисляется по формуле (3):

$$B_{im} = \frac{(2458874 \cdot 8,03) / 10,0}{36982} = 0,828.$$

По формуле (4) определим количество загрязнений от рассматриваемого источника при реализации функций города:

$$P_{im} = \frac{527834 / 36982}{10} = 0,532.$$

Относительное значение показателя биосферной совместимости, вычисленное по формуле (2) составит:

$$\eta = 0,828 - 0,532 = 0,296.$$

Полученное количественное значение показателя биосферной совместимости η свидетельствует о высокой загрязненности рассматриваемой городской территории с расположенной на ней ТЭЦ. Перспектива замены традиционных источников энергии в ближайшее время весьма мала, поэтому, необходима разработка комплекса мероприятий для снижения уровня загрязнения на рассматриваемой территории центральной части города Курска.

Список использованной литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. (в ред. Федеральных законов от 08.05.2010 N 83-ФЗ, от 27.07.2010 N 191-ФЗ, от 27.07.2010 N 237-ФЗ, от 11.07.2011 N 197-ФЗ, от 11.07.2011 N 200-ФЗ, от 18.07.2011 N 242-ФЗ, от 03.12.2011 N 383-ФЗ, от 12.12.2011 N 426-ФЗ).

2. Матросов, Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения / Ю.А. Матросов. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.

3. Уваров, А.В. Проблемы экономии тепла в системе ЖКХ / А.В. Уваров, Д.А. Ставцев, Д.И. Кузнецов // Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции / под ред. И.Л. Шубина. – М.: НИИСФ РААСН, 2006. – 692 с.

4. Ильичев, В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека / В.А. Ильичев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 240 с.

5. Ильичёв, В.А. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, А.В. Берсенева, А.Л. Поздняков // Академия. – 2009. – № 1. – С. 74-81.

6. Российский статистический ежегодник. – М., 2011. – С. 487, 561, 572.

7. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. – М., 2011. – Ч. 5. – 288 с.

8. Ильичев, В.А. Баланс Биотехносферы района, страны, Земли / В.А. Ильичев, И.А. Мамалыгин // Градостроительство. – 2011. – № 2.

Ecological management and responsibility of enterprises.

Solution of environmental water pollution problem

Mironova Julie, Mosyagina Valentina, Krutskih Kseniya

Tambov State Technical University (Russia, Tambov)

Key words: ecology, laws, friendly green, responsibility, clean, cleaning equipment, regulations, environment, world protection.

Ecological responsibility of enterprise before society, the real and future generations of people, before the specific person and user of nature is one of the most important topics nowadays. Ecological responsibility – is a version of all-legal responsibility. It means a duty to undergo adverse effects for a perfect ecological offense according to the sanction of the violated rule of law. It is the economical and legal complex comprising norms, the relations corresponding to them on compensation and the prevention of harm to environment. It carries out three functions: stimulating, compensating and preventive. Stimulating function is shown available the economic and legal incentives forcing to protection of ecological interests; compensating function is directed on restoration of losses of environment in the form of natural or monetary compensation; preventive function forcibly influences behavior of participants of the ecological relations by application of measures of punishment and recovery of damages. It has two forms – economic and legal. The economic form is based on lawful activity and is regulated by economic methods, first of all a material interest of a pollutant of ecology in reduction of waste. It follows from the general principle of relationship of society and the nature: "the pollutant pays". Legal responsibility is generated by illegal acts and regulated by administrative and legal methods. As a whole these forms form institute of ecological responsibility. Ecological responsibility, unlike legal which comes upon an offense, arises upon infliction of harm.

That's why all enterprises should know requirements and techniques to be friendly to environment. For example there are some permit requirements. If you are

located in an area requiring a federal permit, you must meet the federal requirements. If your location requires a state permit, you must meet the state's general permit requirements. In either case, you can apply for an individual permit in lieu of general permit coverage; however, the individual permit process can take significantly longer than the general permit process.

Everybody knows that, significant amounts of enterprises are compelled to take away and throw out the majority of productions. Such waters usually demand preliminary cleaning (with weighed substances), that's why enterprises often create cleaning constructions. At the same time from the territory of the enterprises are taken away and on surface waters (rain, thawed), also enough polluted. Standards of admissible dumping for water users (dumping sewage in water objects) are established depending on types and categories of water objects and their background impurity by a technique approved by the order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation of 17.12.2007 by No. 333. Admissible characteristics of dumping of subscribers (dumping sewage in sewer system) while are established by the decision of local authorities to which the organizations operating sewer systems belong. The overestimated requirements of data of the organizations quite often are a subject of disputes. Parameters of dumping which are subject to control: dumping place, amount of dumped sewage (volume), intensity of dumping (expense), impurity of dumped water on controlled components (concentration). According to the Water code of the Russian Federation, and also with Instructions for use systems of water disposal and sewerages in the Russian Federation (approved by the resolution of the Government of the Russian Federation of 12.02.1999 No. 167) each waterthe user and the subscriber are obliged to carry out tool measurements of amount of dumped water and to provide the analysis of its quality it is independent or by means of the certified chemical laboratory.

The next question is what devices enterprises need to be had for this purpose? The first one is flow meter. Flow meters usually are established at the exit from treatment facilities and (or) in places of dumping of sewage in water objects or in city water taking away networks if it is authorized. Modern flow meters fix a dumping

expense in unit of time (usually in a second) through the set intervals (from a minute to hour) and calculate the volume of dumping by an accruing result. Data remain in memory of the computer. Thus, at any time the authentic certificate of expenses and volumes is available to the water user and the inspector of nature protection dumping for previous time (from days to one month and year).

Flow meters are established on pipes with a diameter from 300-400 mm to 3-3,5 m and can work both at partial, and at full filling of the water taking away pipes, irrespective of a water level in a water intake. Flow meters are the devices demanding metrological certification and periodic checking. For the commercial accounting of sewage accuracy of measurement of an expense $\pm 5-6\%$, corresponding to the conventional best accuracy of the water account in water objects is required.

The another one tool is sampler. Samplers represent complex portable and stationary devices, which:

- select (pump out) water test from controlled object (a pipe, chambers of a clearing construction, etc.), lifting it if it is required, on height to 13 m;
- spill the selected water in chemically resistant ware for further transfer on the laboratory analysis;
- keep tests (to 2 days) for transfer on the analysis in rated conditions (temperature, lighting, etc.).

Advantages of samplers application are:

1. Formation representative (daily, semidiurnal, hour, etc.) the tests coordinated to a manufacturing lead time of the enterprise.
2. Ensuring automatic sampling under possible extreme conditions of a water outlet (the maximum expense, a limit, the raised turbidity, etc.).
3. Sampling and express analysis performance at any time "on demand".
4. Fixing in memory of cases of sampling and the sampling reasons.

In a new technique of establishment of the VAT and the reporting on their performance there are no "instant" (single) tests, instead of them hourly average concentration of pollutants which authentically cannot almost be defined without a sampler are used.

One more tool is turbid meter. Turbid meter, as a rule, registers availability of the weighed impurity directly in water. The principle of registration – absorption by the water containing impurity, short-wave light radiation. Indications of a turbid meter through the established intervals of time (usually with the same frequency, as well as expense measurement) are fixed and remembered by the computer. According to a flow meter and a turbid meter it is possible to supervise the volume of dumping of the weighed substances and their average concentration without the laboratory analysis of tests. The sampler can be connected with a turbid meter, then at excess of some set level of a turbidity tests for the analysis automatically are selected.

Finishing the equipment review, it is necessary to tell that installation of necessary devices and adjustment of control of dumpings will allow any enterprise to have always in stock exact data on an expense (to within 15 min.) and to quality of sewage, and it in turn will help to avoid conflict situations with nature protection bodies and the organizations operating systems of water disposal.

Priorities of ecological policy are: observance of requirements of the existing nature protection legislation by all enterprises; decrease in negative impact of a production activity on environment; achievement of level of the ecological safety corresponding to the best indicators of leading enterprises of branch.

List of References

1. Гусева, Т.В. Добровольная экологическая деятельность: неиспользуемые возможности / Т.В. Гусева, А.Е. Хачатуров, С.В. Макаров, Е.А. Заика // <http://www.14000.ru/books/voluntary/>.
2. ISO 14001. Environmental management systems – Specification with guidance for use. Brussels:ISO, 1996.

УДК 528(470.326)

ББК Д221я73

Геохимический анализ подземных вод тамбовского промышленного узла

Немтинова Ю.В., Немтинов В.А., Борисенко А.Б., Немтинов К.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Качество воды, использующейся для водоснабжения – одна из важнейших характеристик ее потребительских свойств. Химический состав воды определяет здоровье людей, благополучие нации. Большое значение для общества имеет стабильность качественных параметров воды во времени – как гарантия их неизменности в обозримом будущем.

Вопросам оценки качества природных вод большое внимание уделял в своих работах Владимир Иванович Вернадский, являясь одним из основоположников науки геохимии [1]. Во время своего пребывания в Тамбовской губернии он изучал природные условия края, натурные исследования почв дали ему массу материалов для научного анализа, оказали влияние на формирование его методологии, на зарождение тех фундаментальных идей, которые остаются актуальными и в наше время.

В сферу его научных интересов входили и знания в области геохимии почв, в том числе и природных вод [2]. Генетический подход к изучению почв и минералов, к исследованию природы в целом, привел В.И. Вернадского к геохимии, которая в начале XX века не имела единой принятой концепции. Вернадский не только выявил закономерности концентрации и рассеяния химических элементов в формировании Земли и ее оболочек (создал концепцию геохимии), но и наполнил отдельные разделы этой науки конкретным научным содержанием, и развил прикладные направления геохимии [3].

Основываясь на научных исследованиях В.И. Вернадского, его последователи – ученые Тамбовского государственного технического университета предложили подход к обработке информации об объектах различного назначения и провели исследования по геохимическому анализу подземных вод территории

Тамбовского промышленного узла с построением полей концентраций отдельных элементов.

Получение достоверной информации о количественных и качественных показателях воды в удобной для восприятия форме в настоящее время невозможно без использования современных информационных технологий [4, 5, 6].

В данной работе рассмотрен подход, который позволяет оценить количественные показатели подземных вод на примере Тамбовского промышленного узла с использованием ГИС-технологии. В качестве базовой авторами использована система ArcGIS фирмы ESRI [7].

Сложившаяся схема обеспечения водой крупных потребителей Тамбовского региона, формировавшаяся в первые десятилетия после окончания Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.), предусматривала наиболее простой способ забора воды из поверхностных водоемов (рек). В настоящее время этот подход все меньше себя оправдывает, поскольку, поверхностные воды сильно загрязнены. Проведение доочистки и водоподготовки с целью доведения вод до питьевого качества требует постоянных и крупных денежных вложений, что доступно лишь для очень крупных потребителей.

Нерешёнными являются и такие проблемы как сравнительная оценка использования подземных и поверхностных вод для хозяйственно питьевого водоснабжения, установление взаимосвязи подземных вод с загрязнёнными речными и др. В связи с этим первоочередными являются следующие региональные задачи:

- оценки возможности использования месторождений подземных вод в долинах реки Цны, протекающей по территории Тамбовского промышленного узла и её притоков на основе математического моделирования процессов развития воронок депрессии при их эксплуатации и возможной взаимосвязи подземных и поверхностных вод;
- выбора конкретных месторождений для водоснабжения крупных потребителей;
- экономической оценки целесообразности использования месторождений, удалённых от потребителей и мелких месторождений с водой не соответствующей по качеству принятым нормативам и т.п.

Для ответа на эти и другие вопросы целесообразным является создание пространственной информационной модели Тамбовского промышленного узла, включающей в себя: отображение рельефа местности и подземных горизонтов с их геологическими и гидрогеологическими характеристиками, в том числе и пластов, используемых для закачки сильнозагрязненных промышленных сточных вод; промышленные объекты различного назначения (предприятия, станция биохимической очистки сточных вод и т.п.); природные объекты (озера, участок реки Цны и ее притоки); известные источники образования загрязнений поверхностных и подземных вод; нагнетательные и барражные скважины крупного химического предприятия с данными об объемах закачки сточных вод в глубокие водонепроницаемые слои и барражного отбора воды; водозаборные скважины с данными об объемах отбора воды на различные нужды; наблюдательные скважины и их характеристики; створы реки и другие точки (пункты) отбора проб воды поверхностных водоемов; данные натурных наблюдений за состоянием подземных и поверхностных вод узла и т.д. [8, 9].

В качестве базовых источников данных при построении модели авторы использовали:

- растровое изображение карты промышленного узла;
- атрибутивную информацию об объектах различного назначения, собранную за длительный период авторами совместно с сотрудниками территориального центра государственного мониторинга геологической среды по Тамбовской области.

В результате проведения исследований была создана информационная модель, визуализация фрагментов которой приведена на рис. 1 – 3. 3-D изображение водоносных слоев и слоев, используемых химическим предприятием для закачки промышленных сточных вод, приведено на рис. 1. Для закачки стоков в глубокозалегающие водоносные горизонты (более 700 м от поверхности земли) химическому предприятию предоставлен горный отвод в двух водоносных горизонтах живетского яруса среднего девона. Водовмещающими породами являются слабосцементированные кварцевые песчаники. Рабочие пласты разделены слоем глинисто-алевролитовых пород, которые являются непроницаемыми отложениями.

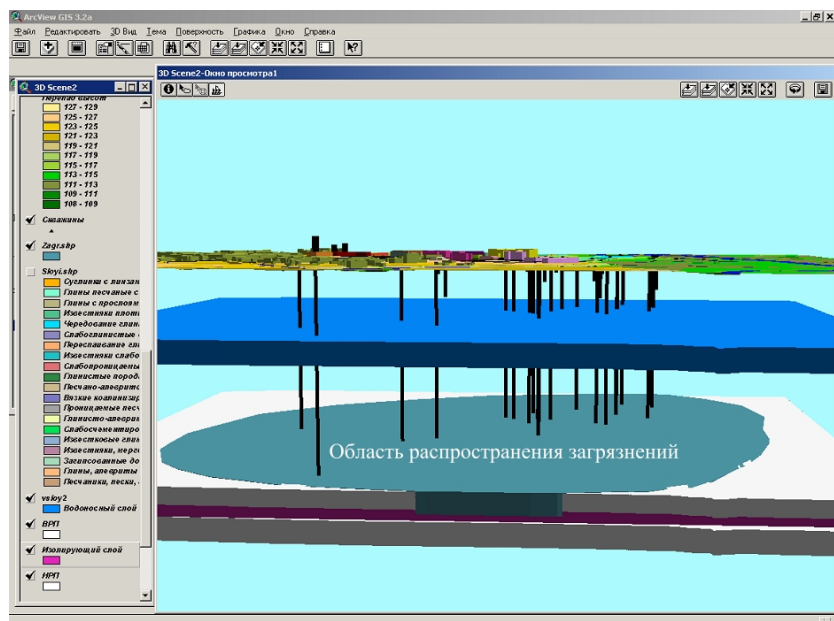


Рис. 1. Фрагмент 3D-вида пространственной информационной модели промышленного узла

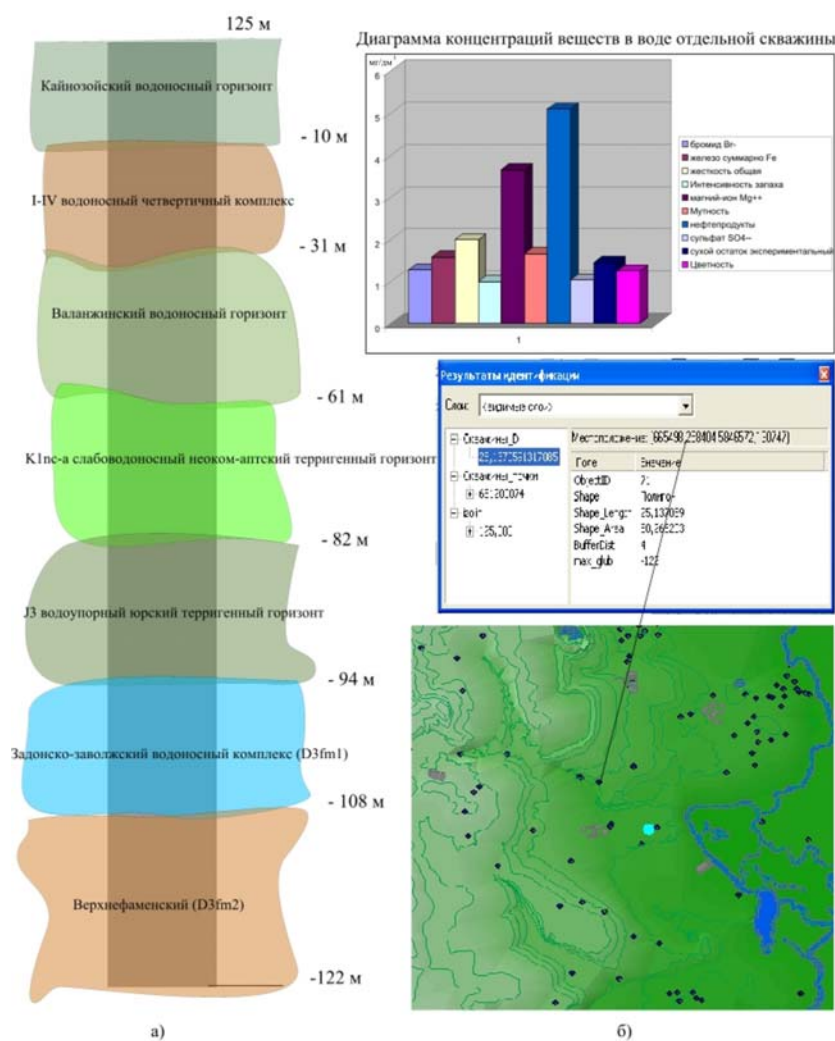


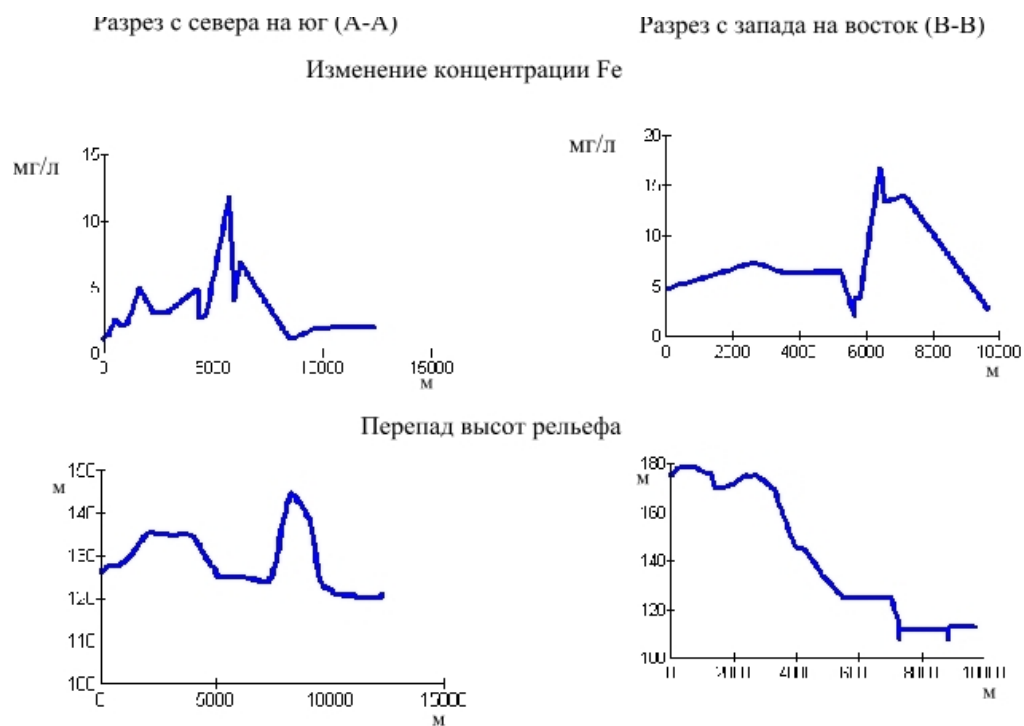
Рис. 2. Данные показателей химического состава воды в отдельной скважине

Анализ условий функционирования системы наблюдательных скважин по их приемистости и оценка распространения закачиваемых сточных вод в водоносном горизонте в пределах горного отвода осуществляется с помощью следующих моделей: геофильтрационной модели, позволяющей получить распределение давлений в нагнетательных скважинах, и геомиграционной модели, с помощью которой осуществляется прогнозирование распространения промышленных стоков в водоносном горизонте [10, 11]. Использование данных моделей позволяет делать вывод о размерах областей распространения загрязнений (см. рис. 2) и перспективах применения данного метода утилизации промышленных отходов в пределах выделенного горного отвода.

По данным о глубинах подошв отдельных горизонтов, полученных при бурении скважин, средствами подсистемы ArcScene получены поверхности для каждого горизонта в границах Тамбовского промышленного узла. При этом была использована информация о более чем 400 скважинах. На рис. 3 приведены фрагменты поверхностей в окрестности отдельной скважины.

За длительный период эксплуатации скважин в информационной базе данных накоплена информация о показателях качества воды для каждой из них. Характерными компонентами, определяющими качественный состав подземной воды данной местности по химическим показателям, являются повышенная жесткость, избыточное содержание железа и повышенная минерализация (сухой остаток). Усредненные значения показателей качества воды (содержания железа, солей жесткости, сульфатов и др.) в отдельной скважине приведены на рис. 2, б.

Для получения обобщенной информации о качестве подземной воды в различных местах промышленного узла средствами подсистемы ArcScene были построены поверхности полей концентраций по каждому показателю. В качестве примера на рис. 3, а изображено поле значений концентрации железа, содержащегося в воде. При наложении этих поверхностей с плоскостями, характеризующими значения предельно допустимых концентраций, можно легко определить области, где наблюдается превышение допустимых значений концентраций веществ.



б)

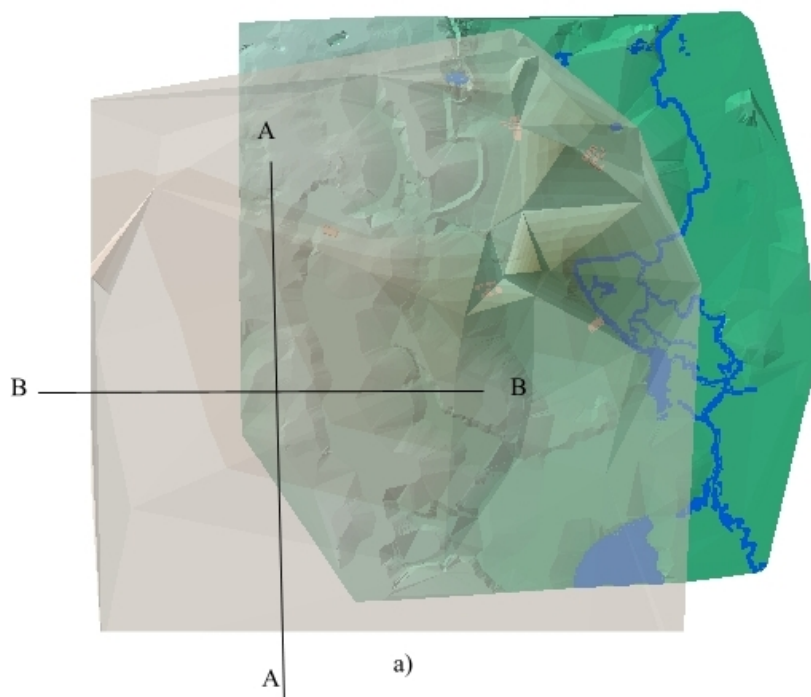


Рис. 3. Графики полей концентрации железа (Fe) по данным геохимического анализа воды ($\text{ПДК}_{\text{Fe}} = 0,3 \text{ мг/л}$)

Для получения более детальной информации имеется возможность построения графиков изменения концентрации веществ по любому сечению поля. На рисунке 3б приведены графики изменения концентрации железа по двум направлениям: с севера на юг и с запада на восток.

Заключение

Развивая научное наследие В.И. Вернадского, авторы реализовали подход к обработке информации об объектах различного назначения территории промышленного узла с использованием ГИС-технологии, позволяющий:

- создать пространственную информационную модель промышленного узла, все объекты которой имеют географическую привязку;
- получить объективную информацию о состоянии водных ресурсов промышленного узла и в удобной форме представить результаты обработки данных о количественных показателях качества подземных вод в виде полей концентраций отдельных элементов или их соединений.

Список использованной литературы

1. Вернадский, В.И. Труды по геохимии / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1994. – 494 с.
2. Вернадский, В.И. История природных вод / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 2003. – 750 с.
3. Глазовская, М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов: учебное пособие / М.А. Глазовская. – 2-е изд., с послесловием автора. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 288 с.
4. Немтинов, В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы / В.А. Немтинов. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 112 с.
5. Nemtinov, V.A. Methodological principles for designing a computerized data system for taking decisions on ecological safety / V.A. Nemtinov // Scientific and Technical Information Processing. – 2005. – Vol. 32, No. 5. – P. 23-30.
6. Malygin, E.N. Construction Principles of the System for Solving Industrial Ecology Problems safety / E.N. Malygin, V.A. Nemtinov, Yu.V. Nemtinova // Transactions of the Tambov State Technical University. 2001. Vol. 7. No. 2. pp. 205-212.
7. Де Мерс, М. Географические информационные системы / Майкл де Мерс. – М.: Дата+, 2000. – 465 с.

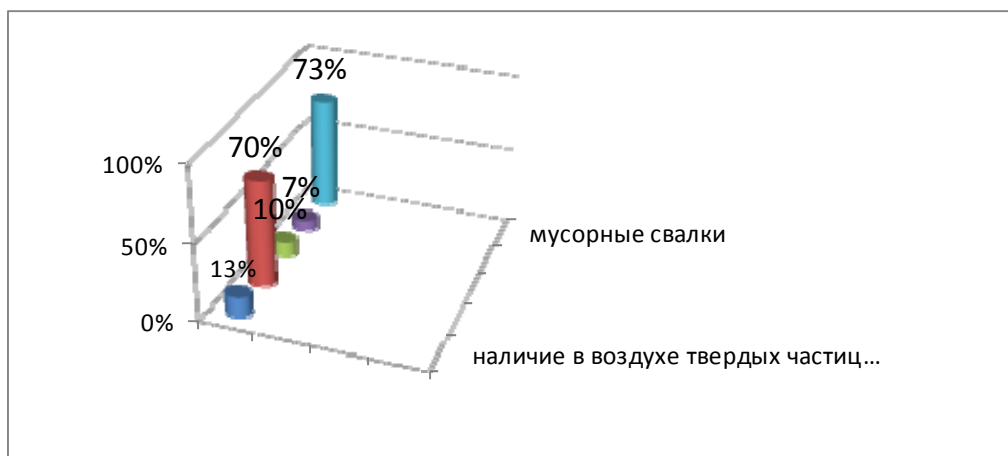
8. Немтинов, В.А. Технология создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформационных систем / В.А. Немтинов, А.М. Манаенков, В.В. Морозов, К.В. Немтинов // Информационные технологии. – 2008. – № 8. – С. 23 – 25.
9. Nemtinov, V.A. On an Approach to Designing a Decision Making System for State Environmental Examination / V.A. Nemtinov, Yu. V. Nemtinova // Journal of Computer and Systems Sciences International, Vol. 44, No. 3, 2005, pp. 389–398.
10. Шестаков, В.М. Гидрогеодинамика / В.М. Шестаков. – М.: МГУ, 1995. – 268 с.
11. Fitter, C.W. Contaminant Hydrogeology / C.W. Fitter. – MPC, 1994. – 458 p.

Деревенька моя: экологический мониторингПозднякова Д.Ю.¹*Глазковский филиала имени Героя Советского Союза Н.Н. Шерстова**МБОУ Кочетовская СОШ (Россия, Тамбовская область, с. Глазок)*

То, что мы живем в сельской местности, экологически более благополучной, чем в городе, не должно являться причиной нашего спокойствия и бездействия. Поэтому мы решили провести оценку экологического состояния своей местности, определить степень загрязнения своей окружающей среды. Это и стало нашей задачей. Объектом исследования послужили компоненты окружающей среды: воздух, вода, почва. Всю работу мы решили провести, опираясь на методы наблюдений, практических и лабораторных исследований, эксперименты, соотношения, сравнительные анализы. Так сформировалась гипотеза, согласно которой оценку экологического состояния местности на локальном уровне можно провести общедоступными методами.

В самом начале работ составили план-схему населенного пункта, чтобы удобнее было выбирать участки для наблюдений и мониторинга. Провели анкетирование среди населения. Результаты анкетирования показали: 63 % респондентов считают, что экологическая обстановка находится в пределах нормы, 27 % относят ее к удовлетворительной и 10 % признают ее на неудовлетворительном уровне. У 70% опрошенных респондентов тревогу вызывает растущее количество единиц автотранспорта на улицах поселка и 73% обеспокоены мусорными свалками на территории поселка и по его периметру.

¹ Позднякова Дарья Юрьевна, ученица 9 класса Глазковского филиала имени Героя Советского Союза Н.Н. Шерстова МБОУ Кочетовская СОШ, Тамбовская область, с. Глазок. Руководитель: Щекочихина Лариса Александровна, Глазковский филиал имени Героя Советского Союза Н.Н. Шерстова МБОУ Кочетовская СОШ, Тамбовская область, с. Глазок.



Общую оценку чистоты воздуха мы проводили по методике А.В. Пчелкина, основанной на чувствительности лишайников к загрязнению окружающей среды. Для визуального обследования выбрали 3 площадки: 2 с более высокой антропогенной нагрузкой около дорог с интенсивным движением автотранспорта и одну – удаленную от оживленного движения, где расположена школа с котельной, работающей на электричестве. На каждой площадке обследовали по десять отдельно стоящих старых, но здоровых дерева. На каждом дереве подсчитали общее количество видов лишайников. Все обнаруженные виды с помощью справочника-определителя по цвету и форме слоевища разделили на три группы: накипные, листоватые и кустистые. Провели оценку степени покрытия древесного ствола. Для этого на высоте 30-150 см на наиболее заросшую лишайниками часть коры накладывали рамку из полиэтилена размером 10х 10см, которую внутри расчертили ручкой на квадратики по 1 см². Процент *общей площади покрытия* древесного ствола лишайниками, рассчитали по формуле $R = \frac{100a + 50b}{c}$, где R – степень общего покрытия, a – количество клеток, более 50 % занятых лишайниками, b – менее 50 % занятых лишайниками, c – общее количество клеток.

Определив баллы средней встречаемости для каждого типа роста лишайников – накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К), рассчитали *показатель*

$$\text{Относительной Чистоты Атмосферы (ОЧА)} \quad \text{ОЧА} = \frac{Н + 2Л + 3К}{30}.$$

Показатели лишайников	Участки контроля		
	ул. Центральная	ул. Школьная	около АЗС
Накипные лишайники (Н) Встречаемость Степень общего покрытия (R) Балл оценки	редко	редко	редко
	средняя	средняя	средняя
	3	3	3
Листоватые лишайники (Л) Встречаемость Степень общего покрытия (R) Балл оценки	очень часто	очень часто	часто
	очень высокая	очень высокая	высокая
	5	5	4
Кустистые лишайники (К) Встречаемость Степень общего покрытия (R) Балл оценки	очень редко	редко	не встречаются
	очень низкая	низкая	нулевая
	1	2	0
ОЧА	0,53	0,63	0,47

Оценка степени чистоты воздуха

Индикаторы	Степень загрязнения (чистоты)	Кол-во двуокиси серы (мг/м ³)
Лишайниковая «пустыня»	Сильное загрязнение	Свыше 0,3
Наличие выносливых лишайников (ксантории, фисции, анаптихии, бацидии, леканоры)	Умеренное загрязнение	0,05-0,3
Произрастание пармелии, алектории, эвернии и др.	Чистый воздух	Менее 0,05

Оказалось, что воздух в окрестностях поселка, в основном чистый. Однако, в местах с более интенсивным движением автомобильного транспорта, загазованность и запыленность воздуха выше.

Улучшить микроклимат в поселке можно путем целенаправленного и планомерного обновления зеленого фонда с учетом устойчивости древесных пород к антропогенному воздействию.

В последние годы в нашей речке Лесной Воронеж появились раки. Заметно больше стало белых лилий и желтых кубышек. Все чаще рыбаки кроме привычных щуки и окуня ловят жереха, судака и ерша.

Индикаторы	Степень чистоты
Нет многоклеточных беспозвоночных организмов. Встречаются только инфузории и бактерии	Совсем грязный водоем
Массовое размножение мотыля (личинок комаров-звонцов), червей-трубочников, крупных красных дафний	Сильное загрязнение
Наличие растений: кувшинки, кубышки, ольхи черной, ивы, водокраса, телореза. Наличие животных: ёрш, окунь, судак, щука, голавль, жерех, подуст, личинки ручейников, личинки беззубки, личинки перловицы, дрейсена, перловца	Чистый водоем

Все это свидетельствует об улучшении экологического состояния воды в реке. Это связано с тем, что в долине реки Лесной Воронеж после реструктуризации СХПК «Желановский» прекратили функционировать летние животноводческие лагеря и загоны для крупного рогатого скота.

Для хозяйственно-бытовых нужд в поселке используются грунтовые воды. Лабораторные исследования подтвердили, что вода из артезианских скважин создает ложное представление о своей чистоте: просачиваясь сквозь горные породы, она оказывается очищенной от механических примесей, однако, жесткость такой воды оказывается гораздо выше, чем у поверхностных вод. Поэтому при использовании грунтовых вод в качестве питьевой воды рекомендуется их отстаивать или кипятить.

Для изучения экологического состояния почвы мы выбрали два экспериментальных участка с разной степенью антропогенной нагрузки: один – на приусадебном участке, и другой – на участке, расположенном вблизи у автозаправочной станции. Взяли два образца почвы и протестировали в лабораторных условиях. Наличие маслянистых веществ задерживает рассыпание почвы, за-

трудняет проникновение влаги в почву. Источниками загрязнения почвы нефтепродуктами является наземный транспорт и местная автозаправочная станция.

Структура почвы около автозаправочной станции нарушена. Степень уплотнения почвы мы определили по экологическим группам растений.

Экологические группы растений	Уплотнение
Луговые травы только у стволов деревьев, а на открытых местах их заменяют подорожник, гусиная лапка, птичья гречишка	В 6 раз сильнее, чем на лугу (уплотнение грунтовой дороги)
Мятлик, ромашка, овсяница, тысячелистник	В 3-4 раза сильнее, чем в нетронутом лесу

Кроме того, почвы здесь выщелоченные. Это тоже определили по реакции почвы на природные индикаторы.

Экологические группы растений	Реакция почвы
<i>Ацидофильные</i> : хвощи, плауны, некоторые мхи и др.	Кислые
<i>Нейтрофильные</i> : большинство культурных растений	Нейтральные
<i>Базифильные</i> : лебеда, полыни, кермек, сложноцветные и др.	Щелочные
<i>Индифферентные</i> : ландыш, вьюнок полевой, лютик ползучий, земляника лесная	С разными величинами (pH)

В результате исследований было установлено, что некоторые природные организмы действительно являются чувствительными индикаторами

Охрана природы – задача нашего века, проблема, ставшая социальной. Снова и снова мы слышим об опасности, грозящей окружающей среде, но до сих пор многие из нас считают их неприятным, но неизбежным порождением цивилизации и полагают, что мы ещё успеем справиться со всеми выявившимися затруднениями.

Список использованной литературы

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986.
2. Водоросли, лишайники и мохообразные: справочник-определитель. – М.: Мысль, 1978.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Тамбовской области в 2006 году. – Тамбов, 2007.
4. Пчелкин А.В., Боголюбов А.С. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды: методическое пособие. – М.: Экосистема, 1997.

Комплексная оценка экологического состояния рек Цны и Вороны

Решетов И.С.

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

(Россия, г. Тамбов)

Введение

Вода, как и воздух, является количественно неисчерпаемым природным ресурсом, но человеку и всему живому в биосфере нужна не просто вода как вещество с формулой H_2O , а вода определенного качества, то есть имеющая определенные прозрачность, температуру, сопутствующие примеси и т.п. Статистика показывает, что 80% всех заболеваний в мире вызвано неудовлетворительным качеством питьевой воды [7].

Слежение за качеством воды в водоемах очень важная задача. На наш взгляд оно не должно сводиться к определению какого-либо одного показателя. Оценка качества воды должна производиться комплексно.

Целью нашей работы стало комплексное исследование экологического состояния рек Цны и Вороны. В качестве объектов исследования мы выбрали две наиболее крупные реки Тамбовской области – Цну и Ворону.

Река Цна - главная водная артерия Тамбовской области. Она является левым притоком реки Мокши (относится к бассейну реки Волги). Ее длина около 446 км, из них более 300 км протекает по Тамбовской области в северном направлении и принимает слева и справа около 20 притоков. Вместе с ними она дренирует, примерно, 43 % площади области [3].

Река Лесной Тамбов – правый приток Цны. Начинается в балках восточнее д. Липовка на высоте 195 м, течет, делая несколько крупных петель, на запад-юго-запад, впадает в Цну у с. Кузьмино-Гать. Длина 91 км, площадь бассейна 1610 км² [3].

Исследования мы проводили на одном створе на реке Лесной Тамбов и на трех створах на реке Цне. Первый створ находился возле с. Кузьмино-Гать,

второй – выше по течению от г. Котовска, третий – ниже по течению от г. Котовска.

Река Ворона – одна из самых красивых рек Тамбовской области. Длина её 454 километра, из них 234 километра - в Тамбовской области. Она является правым притоком Хопра (бассейн Дона) и начинается на Приволжской возвышенности, в Пензенской области. Течёт на юг – юго-запад. Пересекая восточную часть Тамбовской области, уходит в Воронежскую. Площадь бассейна – 13200 квадратных километров, в том числе 7000 - в Тамбовской области [1].

Исследование мы проводили на восьми створах. Первый створ был расположен у деревни Вячка, второй створ – выше по течению от оз. Рамза, третий ниже по течению от оз. Кипец, четвертый створ располагался у села Карай-Салтыково, пятый – в средней части Воронинского заповедника, вблизи так называемых Грициановских лугов, шестой створ располагался ниже по течению от границы Воронинского заповедника, седьмой – выше по течению от железобетонного моста Инжавино-Красивка, восьмой – около села Красивка.

Расположение исследуемых створов показано на карте (рис. 1.)

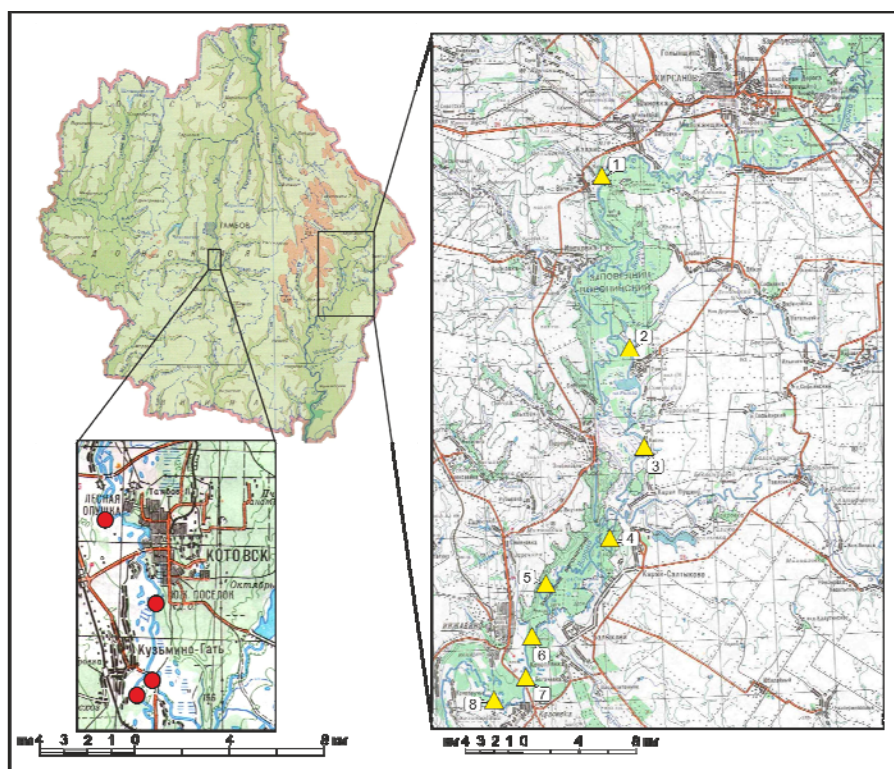


Рис. 1. Расположение исследуемых створов

Материалы и методы исследования

Для проведения гидрометрического обследования рек использовались методики из практикума К.В. Пашканга [2]. Восстановленность и окисленность среды донных отложений реки оценивались с помощью метода автографии на фотобумаге, предложенного Л.Ф. Тарариной [4]. Способность донных отложений к самоочищению мы определяли с помощью метода аппликаций на рентгеновской пленке [6].

Отлов водных беспозвоночных из донного грунта проводился с помощью стандартной драги. На каждом створе изъятие беспозвоночных проводилось из 0,15 м³ донного грунта. Отлов водных беспозвоночных на зарослях макрофитов и в толще воды осуществлялся с помощью сачка. Объем процеженной через сачок воды на каждом створе составлял 0,7 м³. В пределах биотопа организмы изымались с максимального количества мест обитания (берега различной крутизны, перекаты, различные типы субстрата, заросли макрофитов).

Качество воды определялось помощью индекса Пантле-Букка в модификации М.В. Чертопруда [5].

Для оценки таксономического разнообразия донных беспозвоночных и степени доминирования отдельных систематических групп нами использовались индексы Шеннона и Бергера-Паркера.

Результаты исследования

Результаты гидрометрических исследований представлены в табл. 1.

Цвет автографий на фотобумаге полученных на реке Лесной Тамбов темно-бурый, окраска равномерная; на створе у с. Кузьмино-Гать цвет автографий почти черный, окраска равномерная; на створе выше г. Котовска цвет автографий светло-бурый, окраска равномерная; на створе ниже г. Котовска цвет автографий темно-бурый, окраска равномерная. Образцы автографий на фотобумаге по створам представлены на рис. 2.

Цвет автографий на фотобумаге, полученных на створе возле д. Вячка темно бурый, окраска равномерная; на створе выше оз. Рамза цвет автографий светло-бурый, окраска равномерная; на створе ниже оз. Кипец цвет автографий

Гидрометрические характеристики на исследуемых створах

Название створа	Цна				Ворона							
	Лесной Тамбов	Кузьмино-Гать	Выше Котовска	Ниже Котовска	Вячка	Рамза	Кипец	Карай-Салтыково	Грициановские луга	Уголок	Мост	Красивка
Средняя скорость потока (м/с)	0,54	0,13	0,16	0,04	0,06	0,13	0,18	0,27	0,21	0,11	0,14	0,24
Ширина реки (м)	15,5	22	25	55,5	65	32	36	33	30	33	36	23
Максимальная глубина (м)	1,05	2,9	3,45	3,15	45,5	5,05	2,27	2,1	35,5	4,8	4,75	3,4

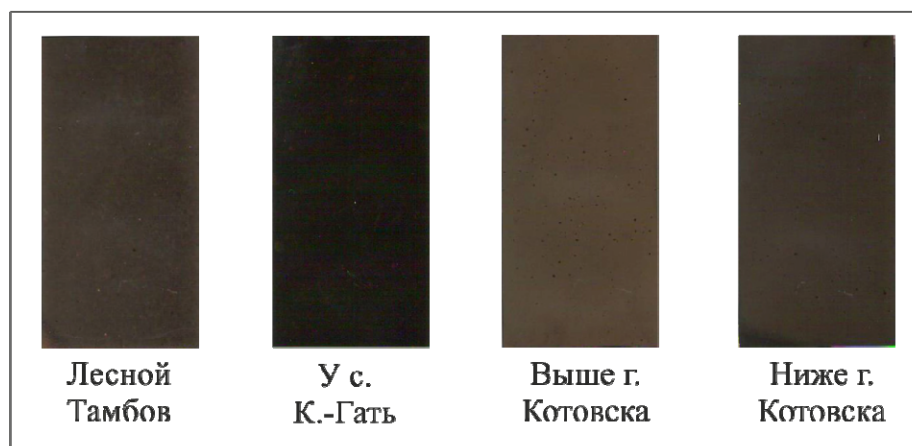


Рис. 2. Автографии на фотобумаге, полученные на р. Цне

темно-бурый, окраска с наличием более светлых областей; на створе у с. Карай-Салтыково цвет автографий бурый, окраска с темными пятнами; на створе возле Грициановских лугов цвет автографий темно-бурый, окраска равномерная; на створе в районе пляжа «Уголок» цвет автографий темно-бурый, окраска с темными пятнами; на створе возле моста Инжавино-Красивка цвет автографий светло-бурый, окраска с темными вкраплениями; на створе возле д. Красивка цвет автографий бурый, окраска с темными вкраплениями. Образцы автографий на фотобумаге по створам представлены на рис. 3.

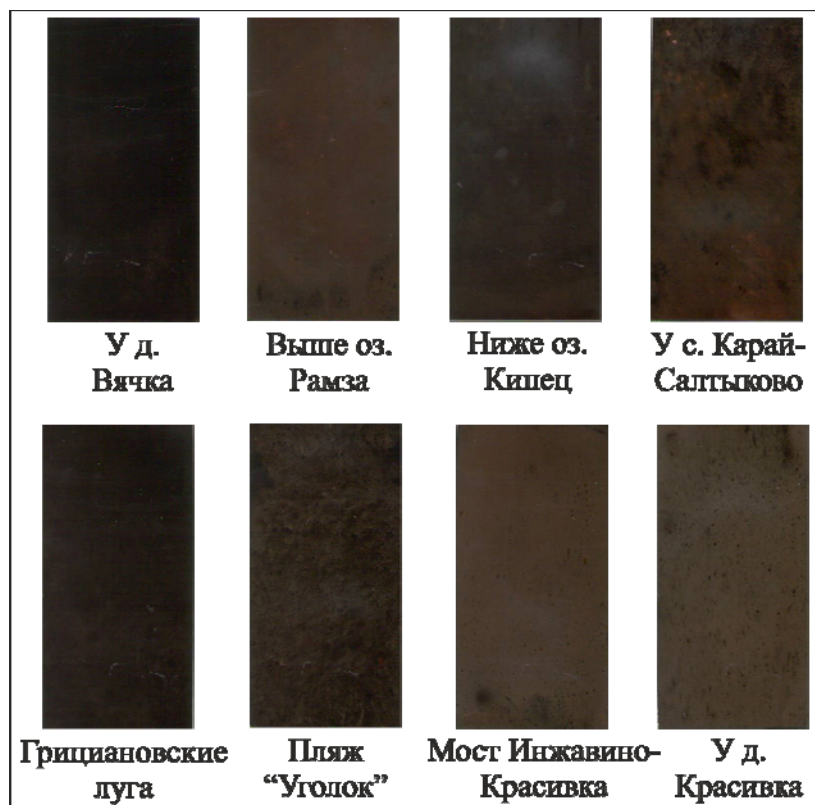


Рис. 3. Автографии на фотобумаге, полученные на р. Вороне

Доля разрушенных участков рентгеновской пленки на реках Цна и Лесной Тамбов варьирует в пределах 0,09% у с. Кузьмно-Гать на реке Цне до 0,46% на реке Лесной Тамбов (рис. 4.).

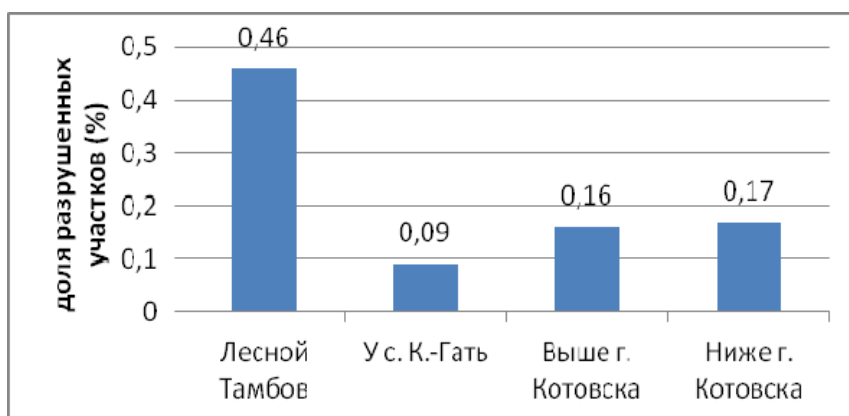


Рис. 4. Доля разрушенных участков рентгеновской пленки по створам на р. Цне

Доля разрушенных участков рентгеновской плёнки на реке Вороне находится в пределах от 0,03% у автодорожного моста Инжавино-Красивка до 6,90% на створе ниже озера Кипец (рис. 5).

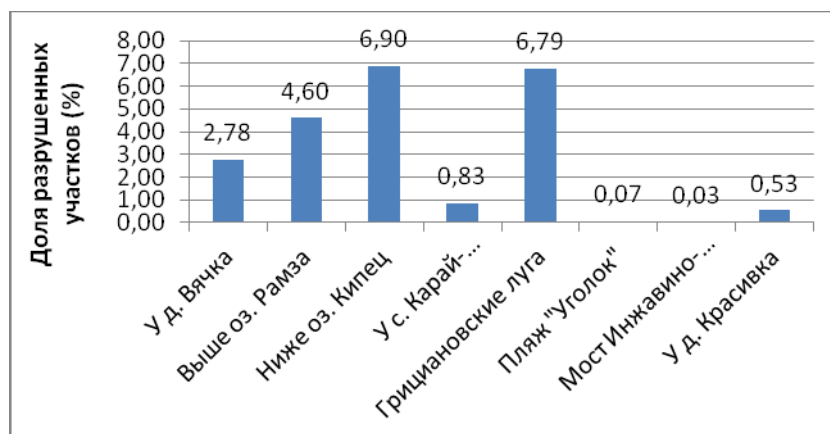


Рис. 5. Доля разрушенных участков рентгеновской пленки по створам на р. Вороне

Сапробность на створах на реке Лесной Тамбов, у с. Кузьмино-Гать и выше г. Котовска равна 2,68, на створе ниже г. Котовска сапробность равна 2,67. Полученные результаты представлены на диаграмме (рис. 6.).

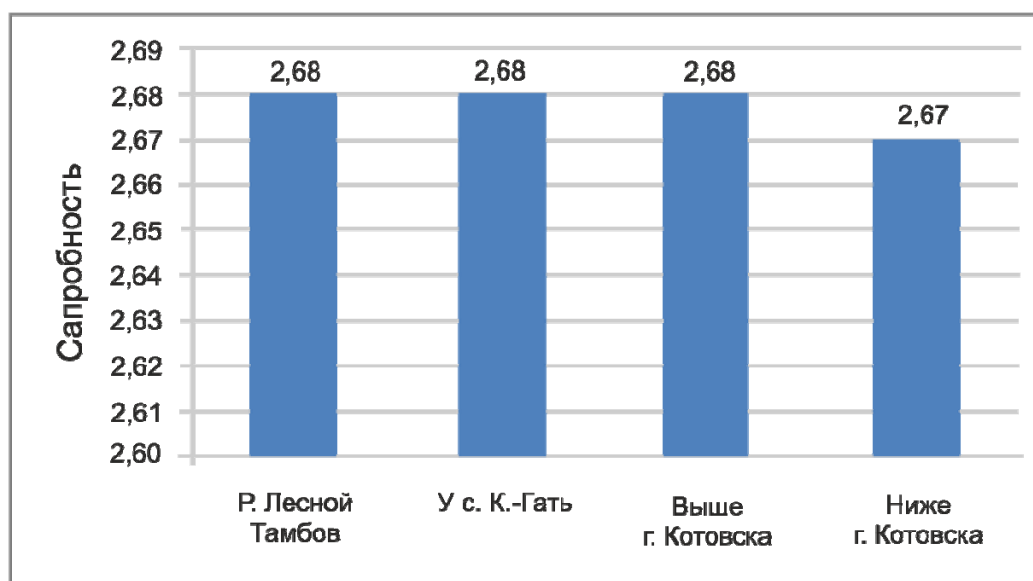


Рис. 6. Сапробность по створам на р. Цне

Сапробность на реке Вороне находится в пределах от 2,47 на створе у с. Карай-Салтыково, до 2,94 на створе ниже озера Кипец. Полученные нами результаты представлены на диаграмме (рис. 7).

Значение индекса Шеннона на реках Цна и Лесной Тамбов варьирует от 1,65 на реке Лесной Тамбов до 2,60 на створе у с. Кузьмино-Гать. Полученные нами результаты представлены на диаграмме (рис. 8.).

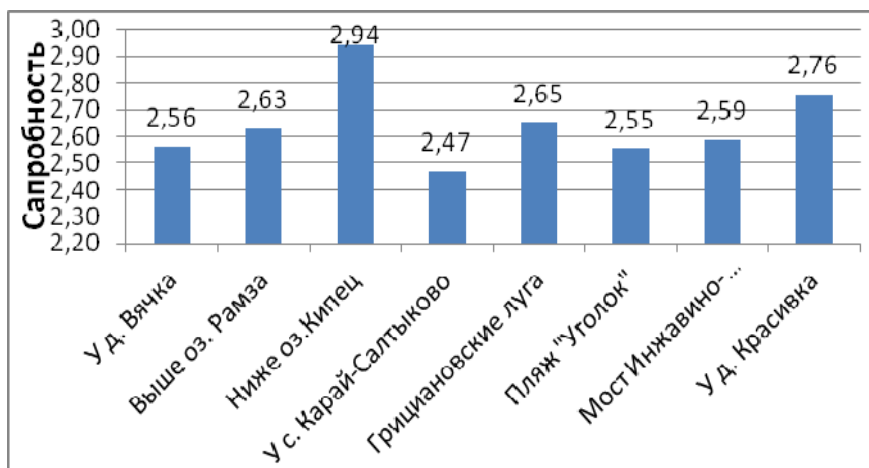


Рис. 7. Сапробность по створам на р. Вороне

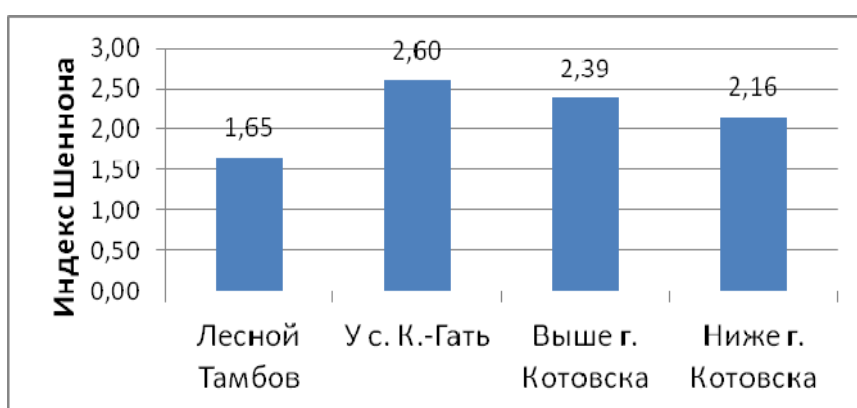


Рис. 8. Значение индекса Шеннона по створам на р. Цне

Значение индекса Шеннона на реке Вороне изменяется от 1,72 на створе у с. Карай-Салтыково до 2,59 на створе у моста Инжавино-Красивка. Полученные нами результаты представлены на диаграмме (рис. 9).

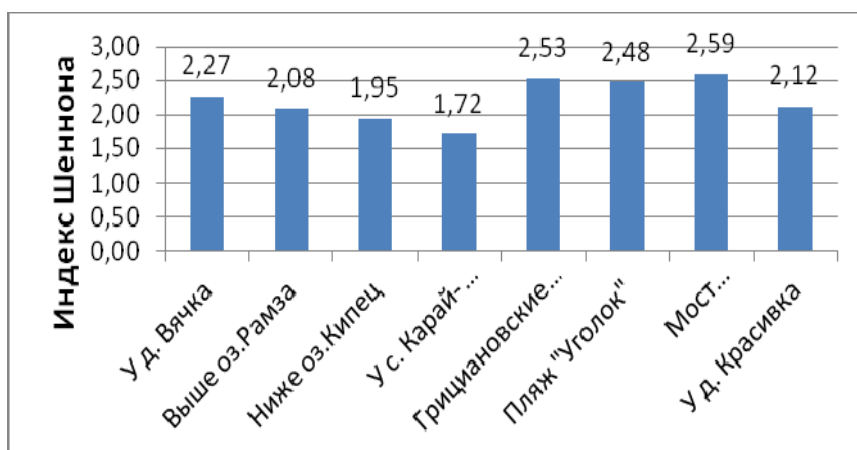


Рис. 9. Значение индекса Шеннона по створам на р. Вороне

Значение индекса Бергера-Паркера на реках Цне, Лесном Тамбове находится в пределах от 0,23 на створе у с. Кузьмино-Гать до 0,59 на реке Лесной Тамбов. Полученные нами результаты представлены на диаграмме (рис. 10).

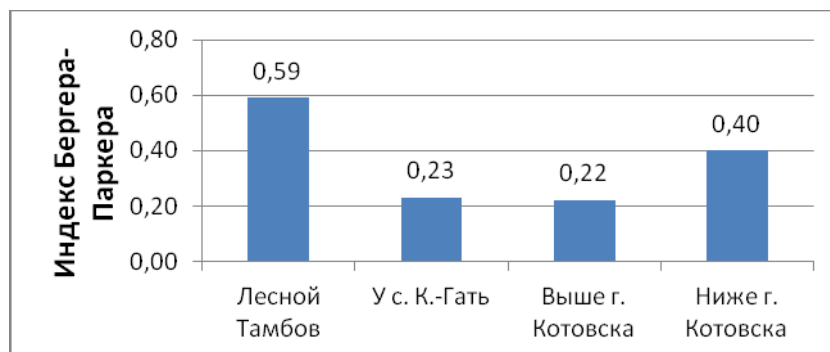


Рис. 10. Значение индекса Бергера-Паркера по створам на р. Цне

Значение индекса Бергера-Паркера на реке Вороне варьирует от 0,17 на створе у Грициановских лугов до 0,54 на створе у с. Карай Салтыково. Полученные нами результаты представлены на диаграмме (рис. 11).

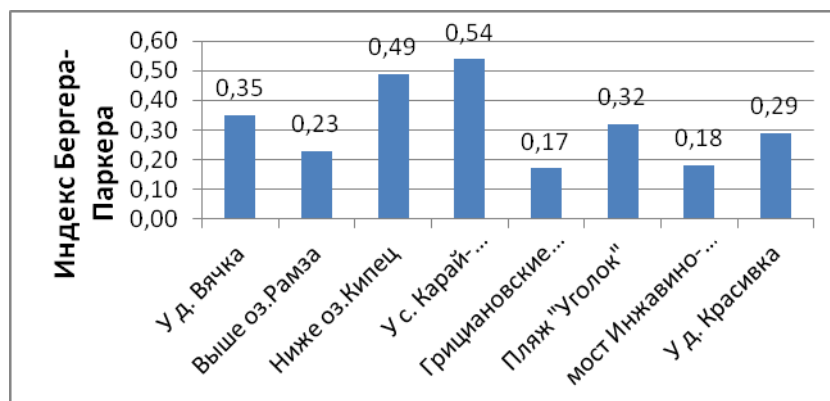


Рис. 11. Значение индекса Бергера-Паркера по створам на р. Вороне

Выводы

Исходя из полученных результатов, мы можем сделать следующие выводы.

На реке Цне наиболее темными являются автографии донного грунта со створа, расположенного у села Кузьмино-Гать, что является признаком низкого содержания кислорода в донных отложениях. Наиболее светлыми были автографии со створа, расположенного выше по течению от г. Котовска, что свиде-

тельствует о достаточном количестве кислорода в донном грунте. На реке Вороне самыми темными являются автографии со створа возле деревни Вячка, несколько светлее автографии на створах возле Грициановских лугов, ниже озера Кипец, у села Карай-Салтыково и возле пляжа Уголок. Самыми светлыми были автографии со створов выше озера Рамза, у моста Инжавино-Красивка и возле деревни Красивка.

Активность протеолитических ферментов на трех створах на реке Цне невысока, что говорит о незначительном уровне белкового загрязнения. На реке Лесной Тамбов он несколько выше, однако тоже незначителен. На реке Вороне активность протеолитических ферментов возрастает от первого к третьему створу, что говорит о наличии белкового загрязнения а также о способности реки самоочищаться от него. На четвертом створе активность протеолитических ферментов резко снижается, затем на пятом вновь возрастает. Далее на шестом и седьмом створах она падает практически до нуля и затем на восьмом немного возрастает.

Сапробность на реке Цне изменяется в нешироких пределах и соответствует α -мезасапробной зоне (класс качества вод – загрязненные). На реке Вороне сапробность возрастает от первого створа к третьему, достигая на нем своего максимального значения. На четвертом створе сапробность снижается до минимума, далее на пятом несколько возрастает. На шестом створе по сравнению с пятым сапробность незначительно снижается, а затем на промежутке от шестого до восьмого створа вновь возрастает. Сапробность также соответствует α -мезасапробной зоне, за исключением четвертого створа.

На реке Цне значение индекса Шеннона наиболее велико на первом створе, что говорит о наиболее выровненной структуре сообщества донных беспозвоночных. Затем на втором и третьем створах значение индекса Шеннона снижается. На реке Лесной Тамбов значение индекса Шеннона наименьшее, что может свидетельствовать о наименее выровненной структуре и неустойчивости сообщества. На Вороне значение индекса Шеннона убывает от первого до четвертого створа, затем возрастает на пятом и далее испытывает незначительные

колебания. Наиболее выровненное сообщество наблюдается на седьмом створе, наименее выровненное – на четвертом.

Наибольшее значение индекса Бергера-Паркера наблюдается на реке Лесной Тамбов, что объясняется сильным доминированием организмов, относящихся к одному роду. На первом и втором створе на реке Цне значения индекса Бергера-Паркера невысоки, несколько выше на третьем. На реке Вороне наибольшее значение индекса Бергера-Паркера наблюдается на третьем и четвертом створе, наименьшее на пятом и седьмом.

В целом на реке Цне наиболее благоприятная экологическая обстановка наблюдается на створе выше города Котовска, а на реке Вороне возле моста Инжавино-Красивка.

Список использованной литературы

1. Дудник Н.И. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области. – Тамбов, 1980.
2. Пашканг К.В. Практикум по общему землеведению. – М.: Высшая школа, 1982. – 224 с.
3. Реки Тамбовской области. Каталог / Под ред. Н.И. Дудника. – Тамбов, 1991. – 48 с.
4. Тарарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников. – М.: Аргус, 1997. – 162 с.
5. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водные ресурсы. – Т. 29, № 3. – С. 337-342.
6. Шиширина Н.Е., Ихер Т.П. Практическое руководство по комплексному исследованию экологического состояния малых рек. – Тула: Тульский ОЭБЦУ, 2001. – 35 с.
7. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. – 2004. – 3-е изд. – 624 с.

Экология и окрасочный полиморфизм сизого голубя

(*Columba livia* Gm.) в г. Тамбове

Толстенов Г.А.¹

МАОУ СОШ № 22 с углубленным изучением отдельных предметов

(Россия, г. Тамбов)

Актуальность работы связана с тем, что в центре европейской части России и, в частности, в Тамбовской области, экология и фенотипическая изменчивость окраски оперения сизого голубя изучены недостаточно.

Цель исследования: изучение окрасочного полиморфизма оперения сизого голубя в г. Тамбове.

В природе распространены две формы сизого голубя: одна из них – «дикая» - обитает в отдалении от человеческого жилья, гнездится в обрывах скал, оврагах и прочих, не связанных с жильем человека местах; вторая – синантропная – живет в непосредственной близости от человека и размещает свои гнезда в его постройках.

Места кормежки птиц: во дворах, у мусорных контейнеров, на остановках общественного транспорта.

По окраске оперения голуби были подразделены на 5 фенотипов: сизые, черночечканые, меланисты, пегие и красные.

Для номинальной (сизой) морфы характерны общая сизая окраска оперения и крылья с двумя черными полосами. Черночечканная отличается от неё, прежде всего испещренностью крылового щитка темными пятнами. Меланисты имеют целиком темное без пятен оперение. К красным относят птиц с цветом перьев любого оттенка рыже-красно-коричневой гаммы. У пегих голубей встречаются белые перья в оперении.

¹ Толстенов Глеб Андреевич, ученик 9 класса МАОУ СОШ № 22 с углубленным изучением отдельных предметов, г. Тамбов. Руководитель: Бастрарева Юлия Анатольевна, МАОУ СОШ № 22 с углубленным изучением отдельных предметов, г. Тамбов.

Мелкие группировки голубей, состоящие из нескольких десятков птиц, отмечены во дворах по улицам Советская, Карла Маркса, Пензенская, Чичканова, Московская, Мичуринская.

За три месяца наблюдений было насчитано 2840 птиц. Основная масса из них принадлежала к черночечанной окрасочной морфе – 87,2%. Пегих голубей было учтено 5,8%; сизых – 4,6%; меланистов – 1,6% и красных – всего 0,8% от числа всех учтенных птиц.

Крупные группировки голубей, обитающих вблизи рынков и мусорных контейнеров, представляют собой типичных «помоечников». Они обладают малой двигательной активностью, хорошо упитаны, имеют грязное оперение. Преобладает в таких группировках черночечанная морфа.

Заключение

Проведенное исследование распространения и экологии размножения сизого голубя в г. Тамбове позволяет сделать следующие выводы:

1. Территориальное размещение сизых голубей в городе определяется количеством кормовых точек, обилием доступных кормов и наличием многоэтажных зданий с доступными для гнездования голубей чердаками.

2. В синантропные популяции г. Тамбова могут проникать гены домашних голубей, в том числе – гены, ответственные за проявление редких фенотипов.

3. Сизый голубь в городе образует несколько цветовых морф. Состав морфотипов в большинстве территориальных группировок тамбовской популяции характеризуется устойчивым преобладанием особей черночечанной окраски, что, видимо, отражает высокую антропогенную нагрузку на городскую экосистему.

Список использованной литературы

1. Ангальт В.З. К вопросу о размножении сизого голубя в Камском Предуралье // Гнездовая жизнь птиц. Пермь, 1978. С. 21-27.

2. Ангальт В.З. Размножение городского сизого голубя в Камском Предуралье // Гнездовая жизнь птиц. Пермь, 1982. С. 25-31.

3. Москвитин С.С., Ксенц А.С., Ксенц Г.Х. Окрасочный полиморфизм синантропных популяций сизого голубя. Томск: Изд-во ТГУ, 1980. 45 с.
4. Безель В.С., Большаков В.Н., Воробейчик Е.Л. Популяционная экотоксикология. М.: Наука, 1994. 396 с.
5. Бельский Н.В. 1945. Соотношение роста и дифференцировки в постэмбриональном развитии голубя // Доклады АН СССР. 1945. Т.19, № 9. С. 735-741.
6. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Л.: Огиз-Сельхозгиз, 1941. 442 с.
7. Доржиев Ц.З. Экология симпатрических популяций голубей. М.: Наука, 1991. 151 с.
8. Козлов Н.А. Птицы Новосибирска: пространственно-временная организация населения. Новосибирск: Наука, 1982. 158 с.
9. Котов А.А. К экологии и поведению сизого голубя на Южном Урале и в Западной Сибири // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1978. Т. 83, вып. 2. С. 71-80.
10. Ксенц А.С. Смертность в полиморфной синантропной популяции сизого голубя // Тезисы докл VIII Всес. орнит. конф. Кишинев, 1981. С. 87-89.
11. Ксенц А.С., Москвитин С.С., Ксенц Г.Х. Различия в стратегии и тактике кормодобывания в синантропных популяциях сизого голубя (*Columba livia* Gm.) // Экология. 1985. № 6. С. 64.
12. Литвинов Н.А. 1980. Плотность насиживания как регулятор температуры инкубации и дружности вылупления птенцов // Гнездовая жизнь птиц. Пермь, 1980. С. 27-29.
13. Рахимов И.И., Арина А.В. Постэмбриональное развитие птенцов сизого голубя (*Columba livia* Gm.) в условиях урбанизированной территории // Зоол. журнал. 2008. Т. 87, № 6. С. 722-731.
14. Хазиева С.М., Скрылева Л.Ф., Чунтонова И.А., Ябс Г.А. Пористость скорлупы яиц сизого голубя разных географических зон // Современные проблемы зоологии и совершенствование методики ее преподавания в вузе и школе: тезисы Всес. науч. конф. зоологов педвузов. Пермь, 1976. С. 352-353.

15. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. 387 с.

16. Обухова Н.Ю. Географическая изменчивость окраски синантропных сизых голубей // Генетика. 2001. Т. 37. № 6. С. 791–802.

17. Обухова Н.Ю., Креславский А.Г. Изменчивость и наследование окраски у сизых голубей // Зоол. журн. 1984. Т. 63. № 2. С. 233–244.

18. Обухова Н.Ю., Креславский А.Г. Изменчивость окраски в городских популяциях сизых голубей (*Columba livia*). Возможные механизмы поддержания полиморфизма // Зоол. журн. 1985. Т. 64. № 11. С. 1685–1694.

19. Goodwin D. Pigeons and doves of the world. London, 1967. 687 p.

20. Hutton M., Goodman G.T. Metal contamination of feral pigeons *Columba livia* from the London area: part 1 - tissue accumulation of lead, cadmium and zinc // Environ. Pollution. 1980. V. 22, № 3. P. 207-217.

Интернет-ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

2. <http://www.golubiukrainy.com.ua>.

Оценка качества воздушной среды г. Тамбова и Тамбовского района

Фроландина Е.О.¹, Милованова Е.В.²

МАОУ лицей № 14 им. А.М.Кузьмина (Россия, г. Тамбов)

Цель работы: оценка качества воздушной среды г. Тамбова и Тамбовского района.

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Установить степень запыленности, некроза и пигментации листвы липы сердцелистной. По полученным результатам сделать вывод о состоянии воздуха.

2. Определить и сравнить качество воздушной среды г. Тамбова и загородной зоны по величине флуктуирующей асимметрии листвы липы сердцелистной.

3. Выявить качественное и количественное содержание примесей в пробах воздуха с помощью мини-лаборатории «Пчелка-У».

Гипотеза: воздушная среда г. Тамбова и Тамбовского р-на достаточно чистая, а значит не наносит существенного вреда живым организмам.

Актуальность. Наибольшее влияние на состояние здоровья оказывает образ жизни человека. От него зависит почти половина всех случаев заболеваний. Второе место по влиянию на здоровье занимает состояние среды жизнедеятельности человека. Воздух, как одна из ключевых составляющих окружающей среды, оказывает непосредственное и самое сильное влияние на организм человека. Исследование воздушной среды и поддержание её в состоянии пригодном для жизни является одной из главных задач, стоящих перед человечеством.

¹ Фроландина Евгения Олеговна, ученица 10 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Коновалова Марина Валентиновна, Загуменнова Лариса Серафимовна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. ОУ

² Милованова Екатерина Владимировна, ученица 10 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Коновалова Марина Валентиновна, Загуменнова Лариса Серафимовна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

Предмет исследования: загрязненность воздуха.

Сроки исследований: июль-август 2011-2012 года.

Зоны обследований:

1. Центральная улица города – ул. Советская от пересечения с ул. Чичканова до пересечения с ул. Московской;
2. Лесопарковая – территория парка «Культуры и Отдыха»;
3. Парковая – остановка «Парк победы» со стороны лица №14;
4. Жилая застройка – ул. Фабричная, ул. Рылеева;
5. Промышленная – завод «ПИГМЕНТ»;
6. Загородная зона – профилактический санаторий «Энергетик» (Тамбовский р-н).

Методика исследований.

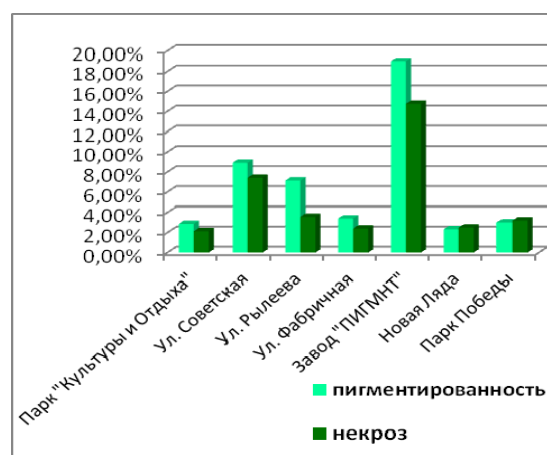
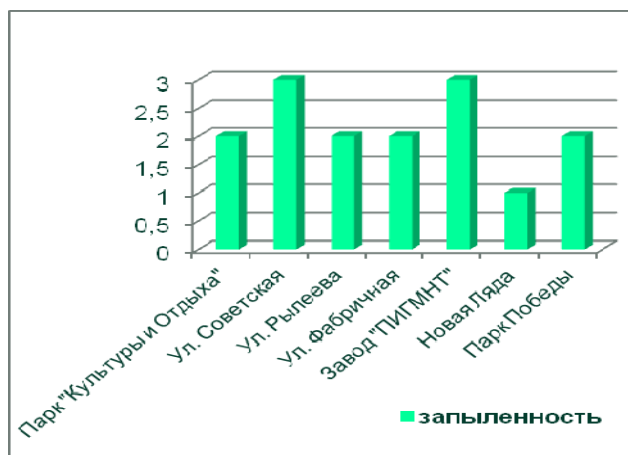
Эксперимент 1. Анализ листьев липы сердцелистной на запыленность, пигментацию и некроз.

Оценка степени запыленности листьев.

Собранные листья с 47 дерева поместили на скотч, получили пылевые отпечатки, затем для каждого листа, используя миллиметровую бумагу, определили площадь поверхности, занятой пылью в процентах. Оценили степень запыленности листовых пластинок по следующим градациям:

- 1 группа – отпечатки на бумаге отсутствуют или слегка заметны;
- 2 группа – загрязнение листьев около 50%;
- 3 группа – загрязнение листьев 100%.

Определение степени изменения пигментации.



Провели оценку изменения пигментации листьев. На каждой листовой пластинке отметили наличие красных, желтых, сине-фиолетовых, синих точек и пятен, вызванных попаданием на листья кислот, солей тяжелых металлов. Визуально оценили процент (суммарный) поврежденной ткани по сравнению с общей поверхностью листа.

Определение наличия некрозов и площади листьев, занимаемой отмершей тканью.

Отобрали листья с некрозами. Процент отмершей ткани определили визуально.

Эксперимент 2. Определение величины флуктуирующей асимметрии.

В ходе исследований мы измеряли лист липы, помещая его перед собой внешней стороной вверх. С каждого листа снимали показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа.

Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития липы сердцелистной (лат. *Tilia cordata*).

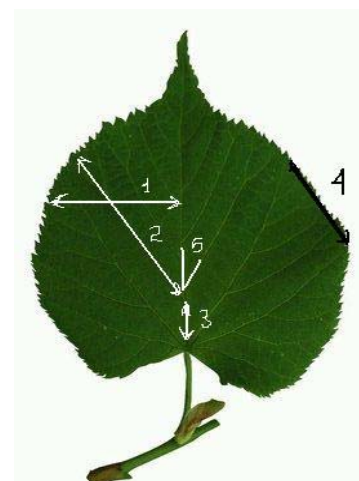
1 – ширина левой и правой половинок листа.

2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа.

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.

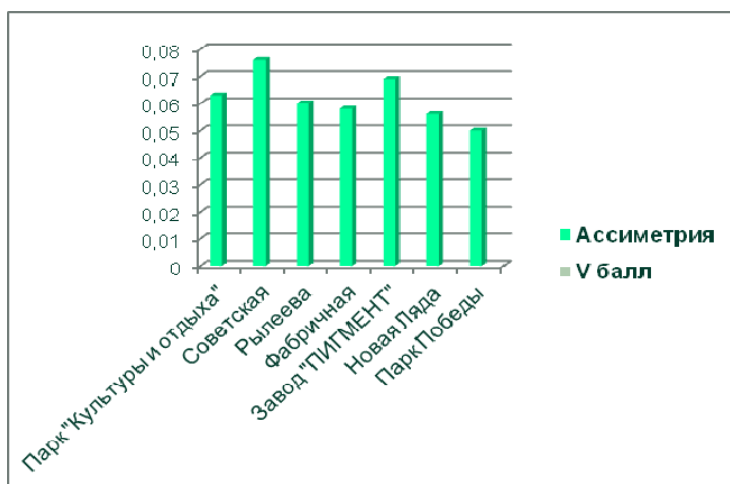
4 – расстояние между концами этих же жилок.

5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.



Промеры 1 – 4 снимали циркулем – измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряли транспортиром.

Для мерных признаков величину асимметрии рассчитывали как различие в промерах



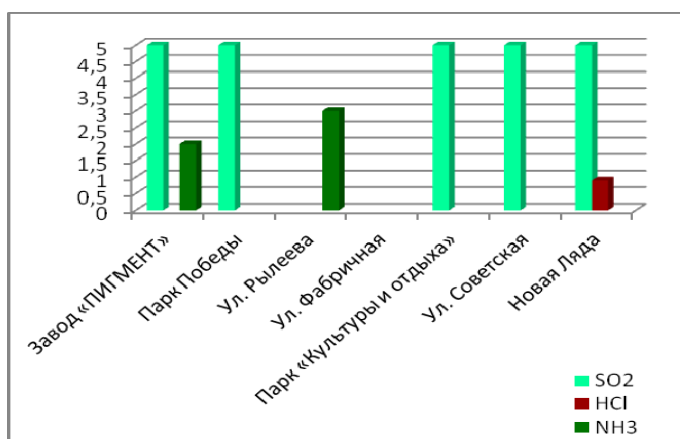
слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывали как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. На последнем этапе вычисляли интегральный показатель стабильности развития – величину среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляли среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждой выборки.

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040 – 0,044
III	0,045 – 0,049
IV	0,050 – 0,054
V	>0,054

Эксперимент 3. Определение наличия химических соединений – загрязнителей в воздухе.

Прокачивали воздух различными объемами с помощью аспиратора (АМ-5) через индикаторные трубки. Хемосорбент в трубках изменял цвет, реагируя на присутствующий в воздухе загрязнитель.

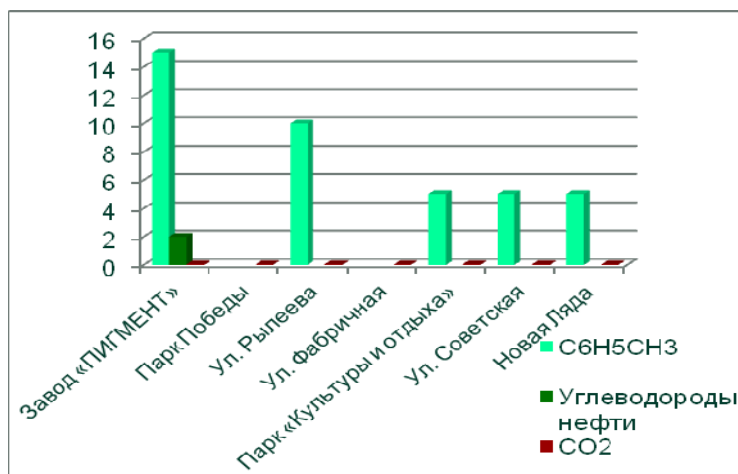
С помощью индикаторных трубок согласно методике прокачивания провели анализы воздуха на такие загрязнители, как хлор (Cl_2), толуол ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$), сероводород (H_2S), углеводороды нефти, углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3), бензол (C_6H_6), метанол (CH_3OH), хлороводород (HCl), диоксид серы (SO_2), оксиды азота.



ПДК(SO_2)=10 мг/м³

ПДК(HCl)=5 мг/м³

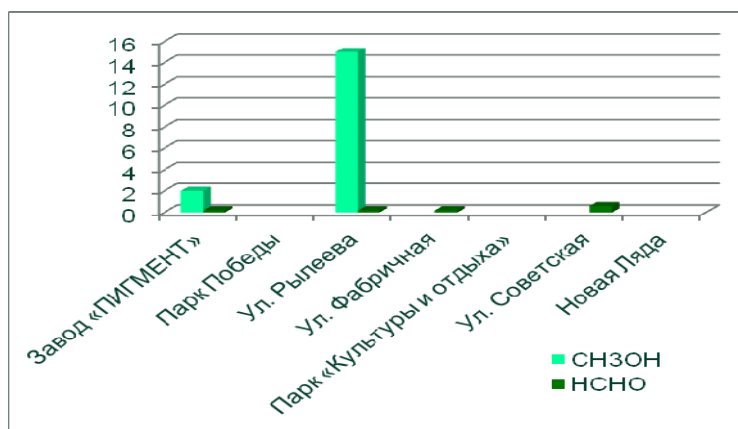
ПДК(NH_3)=20 мг/м³



ПДК($C_6H_5CH_3$) = 50 мг/м³

ПДК(Углеводороды нефти) = 300 мг/м³

ПДК(CO_2) = 0,5 об.%



ПДК(м) = 5 мг/м³

ПДК(HCHO) = 0,5 мг/м³

По результатам работы, можно сделать следующие выводы:

1. Запыленность листовых пластинок ул. Советской и завода «ПИГМЕНТ» выделяются среди остальных зон обследования; запыленность листьев вблизи санатория «Энергетик» наименьшая.
2. По наличию отмершей и пигментированной тканей на листьях наиболее выделяется зона завода «ПИГМЕНТ»; наименьший процент таковых тканей на листьях из зон ул. Набережной и санатория «Энергетик».
3. С помощью выявления степени флуктуирующей асимметрии у листы липы сердцелистной установили, что экологическое состояние всех исследуемых точек, кроме парка Победы, относится к критической норме.
4. Результаты химического анализа и биоиндикации коррелируют между собой.
5. Содержание таких примесей, как хлор, сероводород, бензол и оксиды азота в пробах воздуха, сделанных с помощью индикаторных трубок мини-

лаборатории "Пчелка-У", по качественному составу и по ПДК не превышают норм.

6. Содержание метанола на ул.Рылеева превышает ПДК в 3 раза.

7. Содержание на ул. Советской формальдегида повышенное.

Наша гипотеза частично подтверждена, т.к. в ходе исследования было выяснено, что воздушная среда в загородной и лесопарковой зонах довольно чистые. Это показали результаты, полученные на основе биондикационного исследования. Данные, полученные выявлением флуктуирующей асимметрии, противоречат выдвинутой нами гипотезе.

Полученные данные могут быть использованы для ознакомления с широкой аудиторией, а также на уроках химии, биологии и экологии.

Список использованной литературы

1. Артамонов, В.И. Растения и чистота природной среды / В.И. Артамонов. – М.: Наука, 1986.
2. Жизнь растений. Том пятый. Часть вторая / под редакцией академика АН СССР А.Л. Тахтаджяна.
3. Загрязнение воздуха и жизнь растений / под ред. Майкла Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат.
4. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10-11 классы / А.Т. Зверев.
5. Илькун, Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. – Киев: Наукова думка.
6. Сергейчик, С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды / С.А. Сергейчик. – Минск: Наука и техника, 1984. – 168 с.
7. Соловьева, О.С. Функциональные и физиологические особенности древесных растений в условиях городской среды: автореферат / О.С. Соловьева. – Йошкар-Ола, 2003.
8. Экологический мониторинг / под ред. Т.Я. Ашихминой.
9. Викторов, С.В. Основы индикационной геоботаники / С.В. Викторов, Е.А. Востокова, Д.Г. Вышивкин. – М., 1981.

10. Золотов, Ю.А. Химические тест-методы анализа / Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, В.Г. Амелин. – М.: «Едиториал УРСС», 2002.
11. Справочник по Dräger-Tube/CMS. Справочное руководство по измерениям при анализе почвы, воды и воздуха, а также технических газов. 12-е издание. – Lubeck: Dräger Safety AG & Co. KGaA, 2003.
12. Здоровье среды: методика оценки. Центр экологической политики России. Центр здоровья среды / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. – М., 2000. – 68 с.
13. Здоровье среды: практика оценки. Центр экологической политики России. Центр здоровья среды / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Е.Ю. Крысанов, Н.Г. Кряжева, А.В. Пронин, Е.К. Чистякова. – М., 2000. – 320 с.

Исследование акустических характеристик подводных звукопоглощающих материалов и их подбор для гидроакустических безэховых камер

Хорева Т.П., Иванов М.В.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(Россия, г. Москва)*

Введение

Безэховые камеры представляют собой оборудованное помещение, которое имитирует свободное, ничем не ограниченное пространство, наибольшее применение получили в акустике для проведения различных исследований. В результате научно-исследовательских работ строят диаграммы направленности чувствительности источников звука, изучают распределение шумов от технических устройств. Главной особенностью таких камер является то, что звуковые волны от источника полностью поглощаются.

Существуют два основных вида камер: полубезэховая (оборудованы материалом только стены и потолок) и полностью безэховая (именно этот тип соответствует свободному пространству, так как все внутренние поверхности камеры покрыты материалом).

Размер камеры зависит от предполагаемых исследований: при построении учитывается размер излучателей и величина поглощающего слоя. Учитывается наличие металлических деталей у источника звука, которые могут вызвать нежелательные отражения волн.

В основном, безэховые камеры применяются для испытаний по распространению волн в воздухе, но проводились исследования и в водной среде: подводные камеры. Скорость звука падает при увеличении плотности, поэтому такие камеры различаются по скорости звука: в воде $c=1500$ м/с, в воздухе $c=330$ м/с. Следовательно, также отличием воздушной камеры от подводной является и волновое сопротивление среды (акустический импеданс).

Согласно изданию об устройстве безэховых камер компании IAC, в качестве поглощающего материала чаще всего выбирают специальные клинья из стекловолокна, защищенные тканью или проволокой.

Клинья имеют форму пирамиды, от стенок которой происходит отражение звуковых волн. Поток звуковой энергии при падении звуковых волн на поверхность ограждения частично отражается поверхностью ограждения, остальная звуковая энергия проходит через ограждение. Идеальная величина высоты клиньев относительно длины волны нормально падающего излучения равна $\lambda/4$. С увеличением высоты клиньев, увеличивается эффективность звукопоглощения, уменьшается рабочий объем безэхового помещения. В связи с последним следствием особенно важным является выбор оптимального звукопоглощающего материала с учетом среды: в воздухе чаще применяется минеральная вата.

В водной среде исследований проводилось крайне мало, поэтому однозначного оптимального варианта нет, согласно исследованиям [2] подходящим материалом является цемент, предварительно перемешанный со стальной стружкой. Стружка в данном случае является аналогом клиньев. Еще одним вариантом является материал с многослойной структурой: чередование стали и резины также обеспечивают поглощение волн. Большинство применяемых в настоящее время звукопоглощающих материалов обладают большей гигроскопичностью и не обладают водостойкостью, область гидроакустики долгое время оставалась незатронутой. В связи с таким недостатком исследований существует необходимость в поиске оптимального звукопоглощающего материала в водной среде.

Методика проведения эксперимента

Для проведения эксперимента использовались образцы следующих материалов: пенополиуретановый поропласт (поролон), пенопласт, пластмасса, резина, углеродный волокнистый материал УВИС, резиновая сетка.

Каждый из образцов помещался в сосуд (2) с водой, по центру которого расположен гидрофон (1). Ударным молотком (4) с одинаковой силой произво-

дилось импульсное воздействие вблизи основания сосуда (30 ударов). Результат в виде амплитудно-частотного спектра фиксировался с помощью самописца (6). После эксперимент повторялся, но при отсутствии звукопоглощающего материала. Впоследствии полученные амплитудно-частотные спектры сравнивались.

Отдельная серия экспериментов была выполнена для пенопласта, поролон и материала УВИС: сравнивались результаты звукопоглощения двумя поверхностями, полностью закрывающими гидрофон.

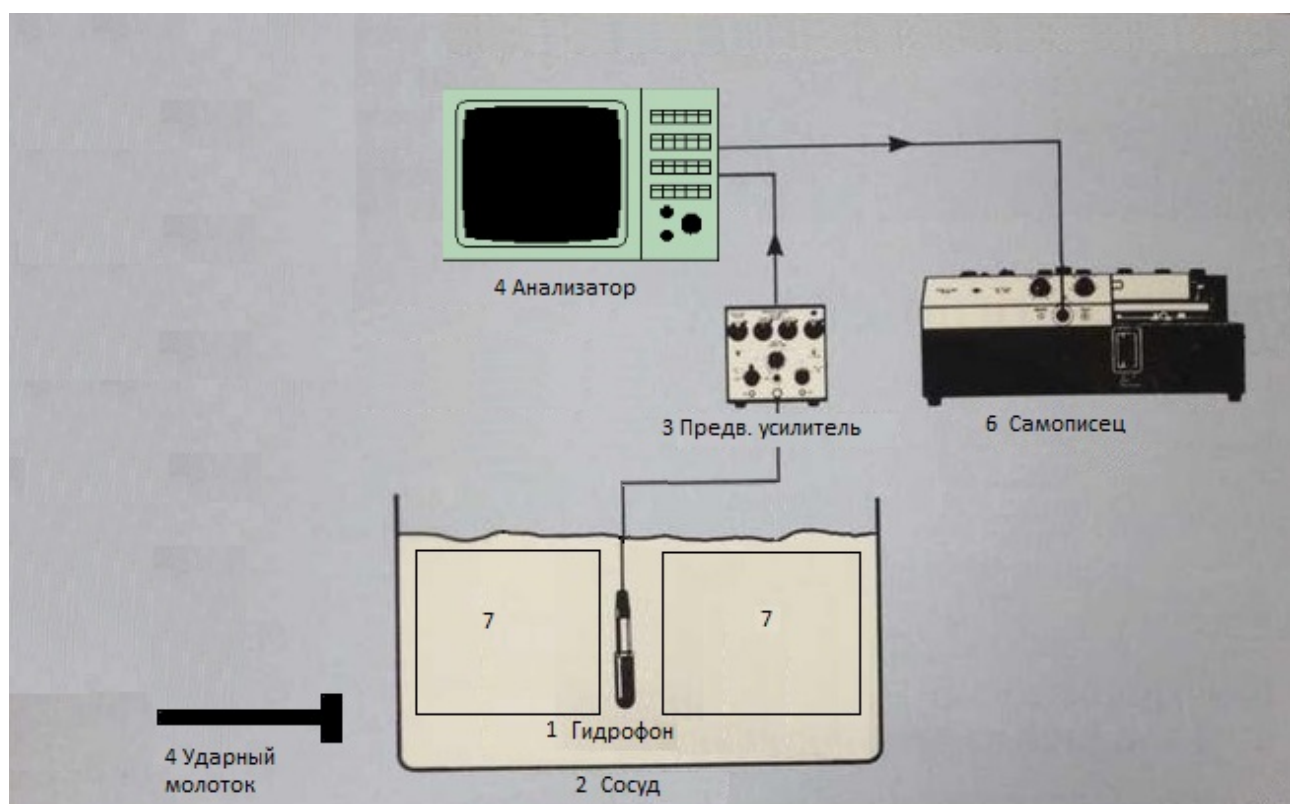


Рис. 1:

1-гидрофон, 2-сосуд, 3-предварительный усилитель, 4-ударный молоток,
5-анализатор, 6-самописец, 7-звукопоглощающий материал

Результаты

Полученные результаты представлены в виде амплитудно-частотного спектра для каждого материала в отдельности.

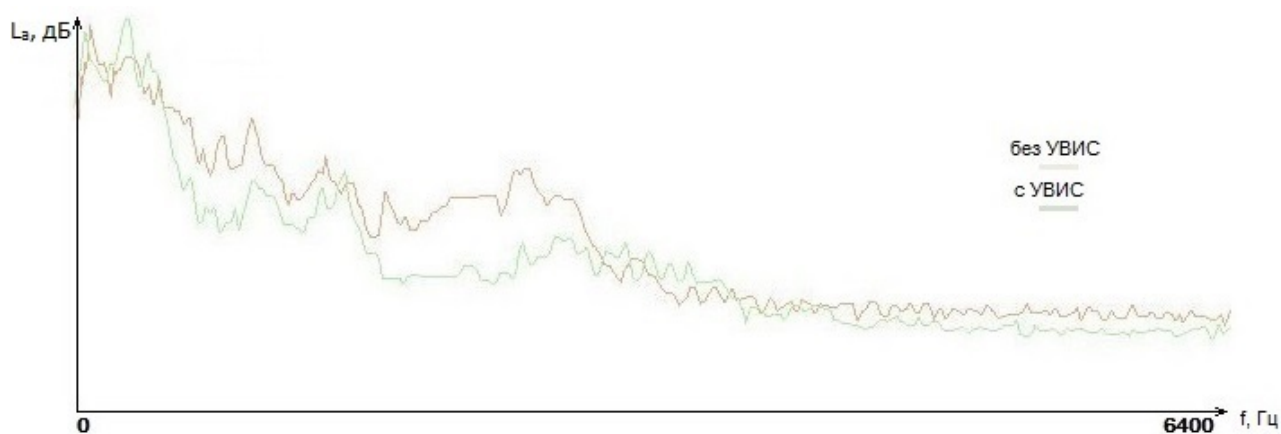


Рис. 2. Розовая линия – материал отсутствует, синяя линия – материал УВИС

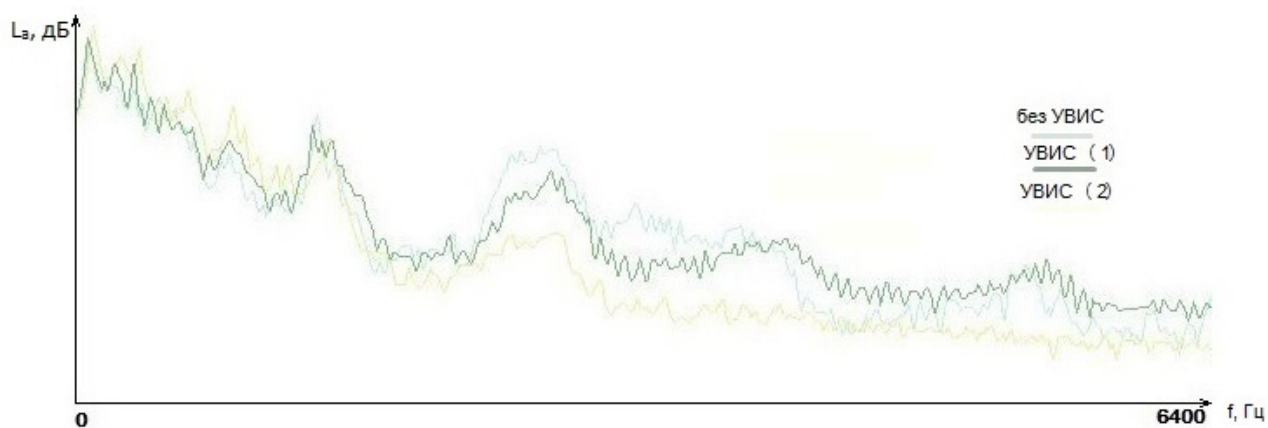


Рис. 3. Голубая линия - материал отсутствует, зеленая линия – 1 поверхность материала УВИС, желтая линия – 2 поверхности материала УВИС

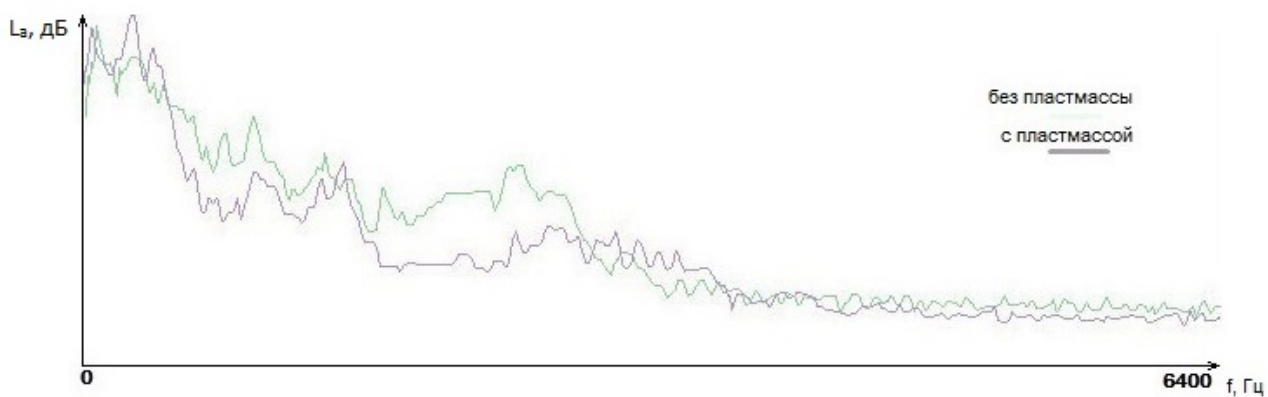


Рис. 4. Голубая линия – материал отсутствует, синяя линия – пластмасса

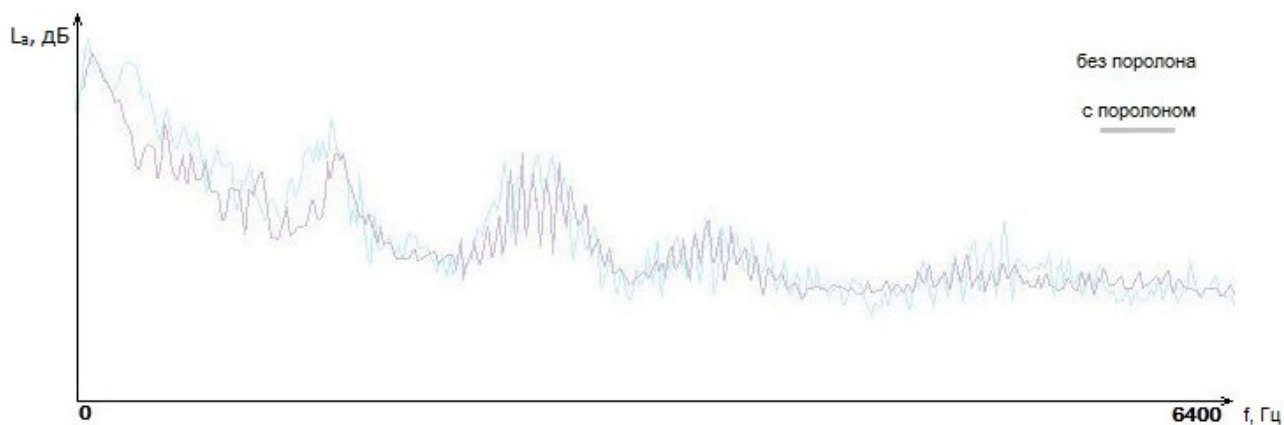


Рис. 5. Синяя линия – материал отсутствует, розовая линия – поролон

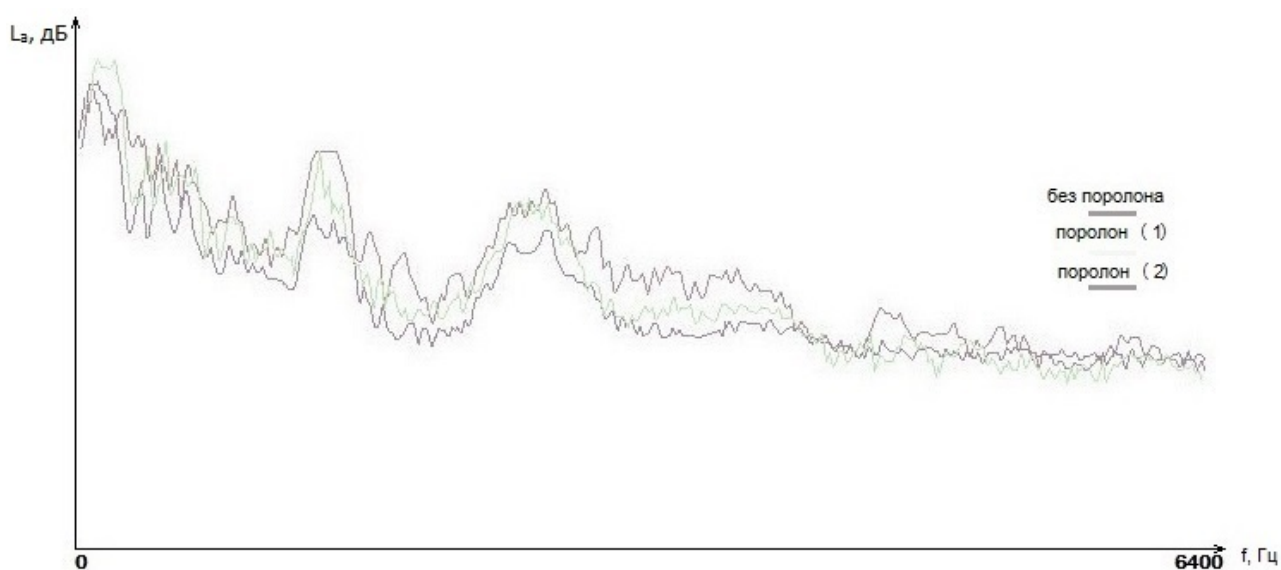


Рис. 6. Верхняя розовая линия – материал отсутствует, зеленая линия – 1 поверхность поролона, синяя линия – 2 поверхности поролона

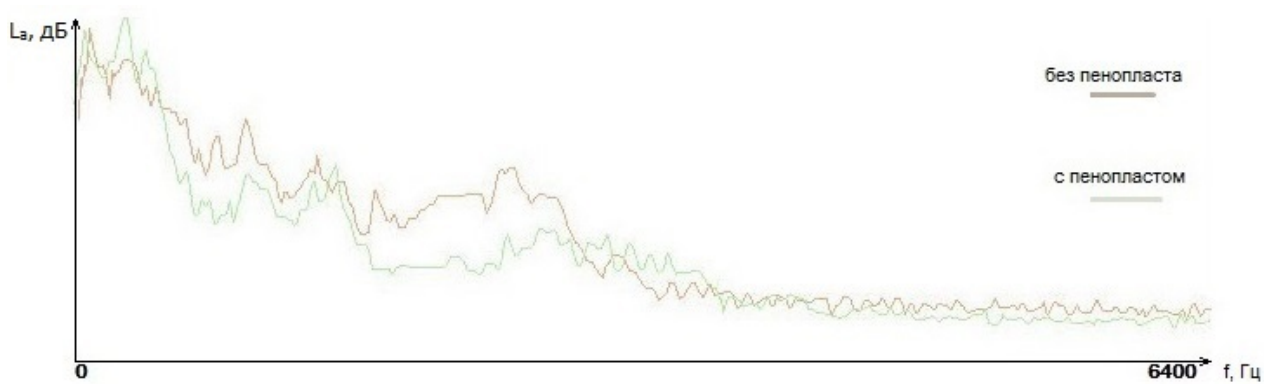


Рис. 7. Розовая линия – материал отсутствует, синяя линия – пенопласт

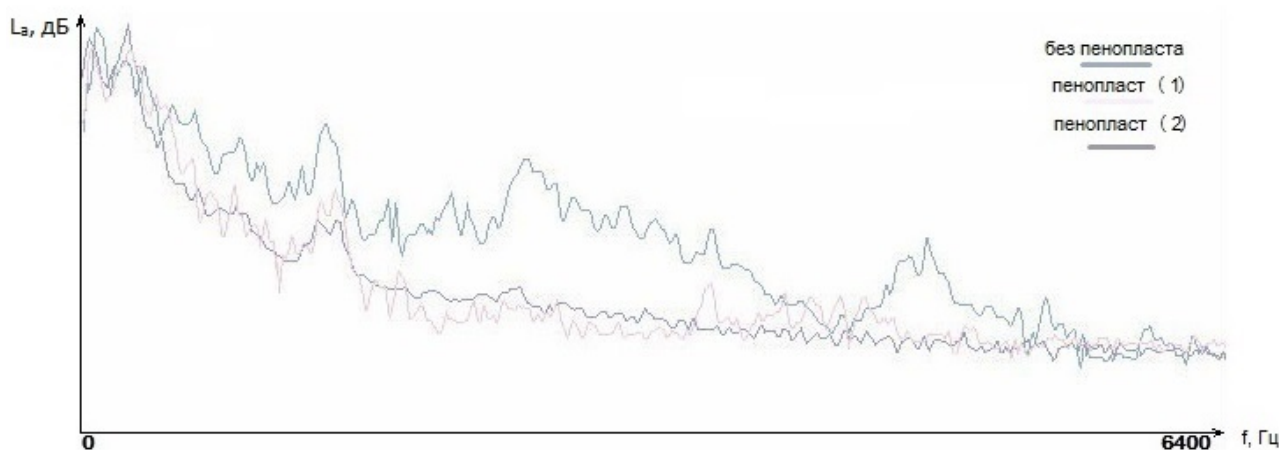


Рис. 8. Голубая линия – материал отсутствует, синяя линия – 1 поверхность пенопласта, розовая линия – 2 поверхности пенопласта

Выводы

Наиболее эффективным среди исследованных материалов является пенопласт: максимальное звукопоглощение в сравнении с другими образцами. Также эффективными являются поролон и углеродный волокнистый материал УВИС.

Полученные результаты будут учтены в выборе материала для клиньев пирамидальной формы, что является ключевым при планировании строительства гидроакустической безэховой камеры.

Список использованной литературы

1. Anechoic and Reverberation Room, IAC 1993.
2. Passive underwater acoustic damping materials with Rho-C rubber–carbon fiber and molecular sieves, IOPscience, 2004.
3. Filled rubber materials system: application to echo absorption in waterfilled tanks, R. D. Corsaro, J. D. Klunder, and J. Jarzynski, 1980.
4. An Anechoic Tank for Underwater Sound Measurements under High Hydrostatic Pressures, Charles L. Darner, 1954.
5. Tank Wall Lining for Underwater Sound Use, Paul Tamarkin, 1955.
6. Anechoic Tank Lining, United States Patent Office, 1961.

Изучение хода осадков на территории Тамбовской области

Шалагина А.Г.

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

(Россия, г. Тамбов)

Осадки – вода в жидком или твердом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли и на предметах [1].

Атмосферные осадки относятся к одной из наиболее важных метеорологических величин, являясь основным источником увлажнения суши [2]. Они создают ресурсы поверхностных вод и являются основным источником формирования пресной воды на Земле [5]. Количество атмосферных осадков влияет на рост и развитие растений, на биохимические процессы, происходящие в почве. Осадки - неотъемлемая часть гидрологического цикла Земли (круговорота воды). Поэтому изучение количества и динамики осадков является в настоящее время одним из актуальных направлений в метеорологии.

Количественное наблюдение за осадками в Тамбовской области началось в 1891 году на всех тогда существующих метеостанциях [8]. За это время в рядах наблюдений за осадками, по крайней мере, 2 раза произошло крупное массовое нарушение однородности. В 1952-1954 гг. (в Тамбовской области с 1 января 1953 г.) на сети станций стали использовать новый прибор – осадкомер с защитой Третьякова, который заменил дождемер с защитой Нифера.

Также во избежание потерь небольшого количества воды, остающейся на стенках дождемерного ведра при выливании осадков в мерный стакан, с 1966 года вводится поправка «на смачивание».

Для приведения рядов данных к однородности, оба нарушения были нами устранены путем введения необходимых поправок.

Последний справочник по климату Тамбовской области был опубликован в 1990 году, и включает данные наблюдений до 1985 года [4]. Приведённые в

справочнике климатические данные уже не отражают современного состояния климатических показателей и тенденций изменения климата на территории области.

В последнее время среди специалистов экологов и ученых весьма часто ведутся дискуссии об изменении климата. Например, в докладе Росгидромета «Об изменении климата» утверждается что «в последнее десятилетия XX века – начале XXI века климат Земли заметно изменился» [6].

В настоящей статье изложены результаты исследования по изучению хода количества атмосферных осадков на территории Тамбовской области.

В основу этого исследования были положены данные журналов, предоставленные Тамбовским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В работе использовались методы статистики, анализа, изолиний с послойной окраской и интерполяции.

Были систематизированы и перенесены в электронный вид данные наблюдений за количеством атмосферных осадков за период 1936-2010 гг. После этого, согласно методике обработки данных наблюдений [3], были внесены необходимые поправки K1 и K3.

Коэффициент приведения дождемерных к осадкомерным (K1) вводился до 1 января 1953 года [7] путем умножения среднемесячного количества атмосферных осадков на значения, указанные в справочнике [4]. Поправка на смачивание (K3) вводилась до 1 января 1966 года путем умножения среднемесячного количества осадков на значения, указанные в справочнике [4] и прибавления к значению с поправкой K1.

Далее была проведена большая статистическая обработка полученных данных, в ходе которой были рассчитаны значения изучаемого показателя за интересующие периоды (год, холодный и теплый периоды), выявлены и оценены тренды.

В Тамбовской области отмечается сложный характер межгодовых колебаний годового количества осадков. Можно выделить периоды увеличения осадков: 1930-е – 1970-е и 1990-е – 2000-е гг. Меньше всего осадков выпадало в 1938 (382 мм), 1946 (355 мм), 1949 (368 мм) и 1996 (372 мм) годах. Самыми

«дождливыми» годами можно считать: 1941 (656 мм), 1980 (733 мм), 1990 (690 мм), 1995 (658 мм) и 2004 (673 мм). Хочется отметить, что 2010 год, известный как «засушливый» в вышеуказанном перечне не присутствует. Это объясняется тем, что выпавшее летом 64 мм (при норме 168 мм) компенсировались осенью (148 мм при норме 139 мм) и в целом год оказался не самым «сухим».

Среднее многолетнее количество годовых атмосферных осадков на территории Тамбовской области составляет 523 ± 10 мм. На территории Тамбовской области осадки увеличиваются с юго-востока на северо-запад (рис. 1). Рассмотрим подробнее, как изменялось географическое распределение количества атмосферных осадков на территории Тамбовской области в изучаемый период времени. В 1960-1990 гг. по сравнению с 1930-1960 гг. количество годовых атмосферных осадков увеличилось с 450-500 мм до 500-550 мм. Изогиета «500 мм» сместилась на крайний юго-восток области. В 1980-2010 гг. по сравнению с 1960-1990 гг. количество осадков осталось равным 500-550 мм. Изогиета «500 мм» изменила свое положение, проходя теперь чуть севернее. Изогиета «550 мм» также сместилась на север.

Для более детального анализа хода количества атмосферных осадков, год был поделен на два периода: холодный (ноябрь-март) и теплый (апрель-октябрь). Подобное деление в ряде научных дисциплин можно считать более целесообразным, нежели деление на четыре сезона года. Особенно это актуально для сельского хозяйства, где большое значение имеют данные, которые применимы к вегетационному периоду сельскохозяйственных культур.

Среднее количество атмосферных осадков за холодный период на территории Тамбовской области составляет 185 ± 5 мм. Можно выделить период уменьшения осадков – с 1930-х до 1950-х и период увеличения: 1950-е – 1970-е гг. Годы с наименьшим количеством осадков, это 1946 (108 мм), 1949 (106 мм) и 1996 (102 мм) годы. Годы с наибольшим количеством – 1955 (278 мм) и 1995 (280 мм). На территории области осадки увеличиваются с юго-востока на северо-запад (рис. 2).

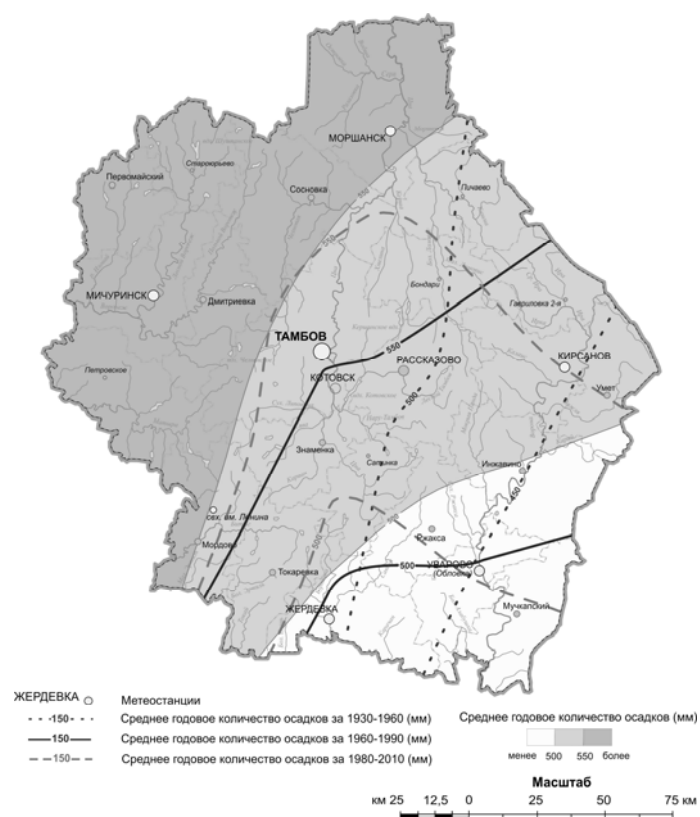


Рис. 1. Карта изменения среднего за 30-летние периоды годового количества осадков Тамбовской области (мм)

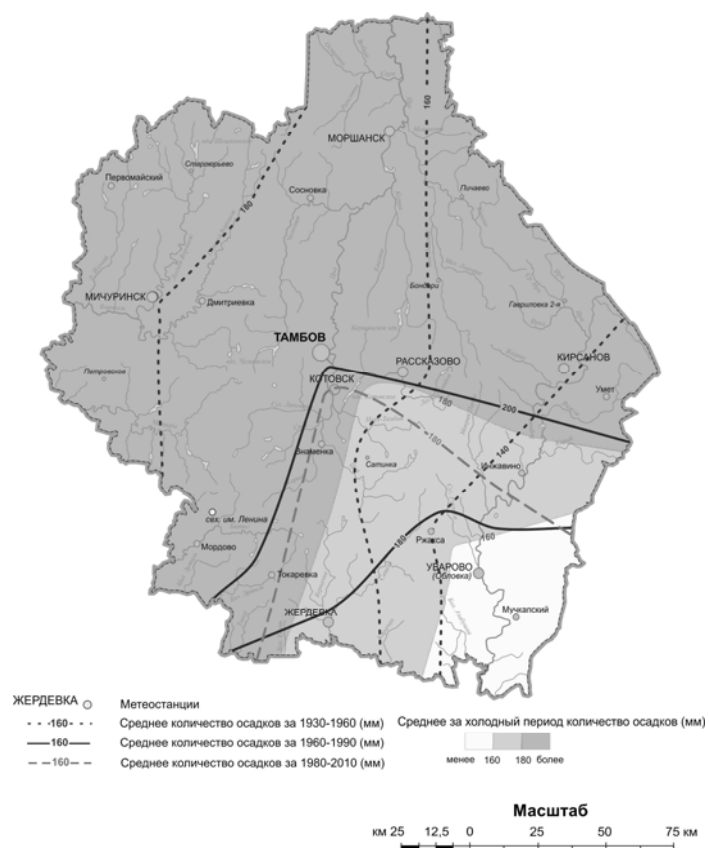


Рис. 2. Карта изменения среднего за 30-летние периоды количества осадков за холодный период года (ноябрь-март) Тамбовской области (мм)

В 1960-1990 гг. по сравнению с 1930-1960 гг. количество атмосферных осадков за холодный период увеличилось с 140-180 мм до 180-200 мм. Изогиета «180 мм» сместилась на крайний юго-восток области, а изогиеты «140 мм» и «160 мм» вышли за пределы области. В 1980-2010 гг. по сравнению с 1960-1990 гг. количество осадков осталось равным 180 мм. Изогиета «180 мм» изменила свое положение, проходя теперь севернее. А изогиета «200 мм» вышла за пределы Тамбовской области.

За теплый период выделить устойчивые периоды увеличения либо уменьшения количества осадков затруднительно, так как на протяжении всего анализируемого периода наблюдаются разнонаправленные вариации. Годы с наименьшим количеством осадков в теплый период, это 1971 (220 мм) и 2010 (203 мм) годы. Годы с наибольшим количеством – 1941 (497 мм), 1980 (511 мм) и 1990 (487 мм). Среднее количество атмосферных осадков за теплый период на территории Тамбовской области составляет 342 ± 8 мм. На территории области осадки за теплый период увеличиваются с юго-востока на северо-запад (рис. 3).

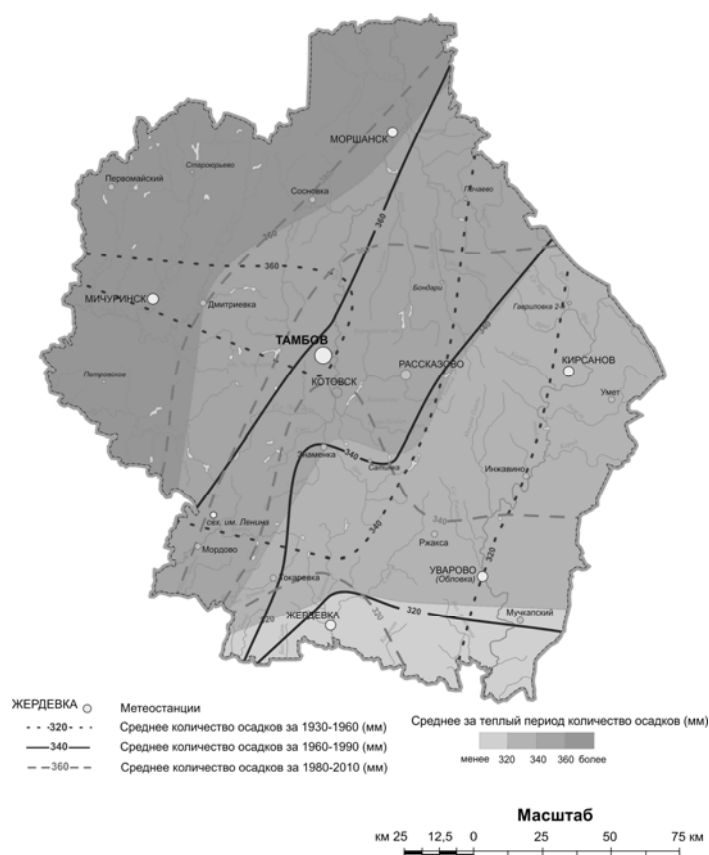


Рис. 3. Карта изменения среднего за 30-летние периоды количества осадков за теплый период года (апрель-октябрь) Тамбовской области (мм)

В 1960-1990 гг. по сравнению с 1930-1960 гг. количество годовых атмосферных осадков осталось равным 320-360 мм. Изогиета «320 мм» сместилась с крайнего востока на юг области, изогиеты «340 мм» - зеркально отразилась по горизонтали, а изогиета «360 мм» опоясала города Мичуринск и Тамбов. В 1980-2010 гг. по сравнению с 1960-1990 гг. количество осадков увеличилось до 320-380 мм. Изогиета «320 мм» сместилась на запад, изогиета «340 мм» расположилась севернее, изогиета «360» значительно не поменяла положение, но стала проходить над границей Пичаевского района. Изогиета «380 мм» расположилась на северо-западе области, пройдя через Моршанский, Сосновский, Дмитриевский и Петровский районы.

Достоверность статистической оценки динамики осадков на территории Тамбовской области, как среднегодовых, так и по периодам, позволяет оценить таблица 1.

Таблица 1

Статистические характеристики временных рядов среднеобластного количества осадков и трендов аномалий количества осадков по периодам

	X (мм)	s (мм)	m (мм)	k (мм/10 лет)	R ² (%)
Год	523	84	10	0,73	5,2
Холодный период	185	44	5	0,96	5,7
Теплый период	342	66	8	0,26	0,3

Описание: X – среднее значение количества атмосферных осадков за 1930-2010 гг.; s – стандартное отклонение; m – ошибка средней арифметической; k – коэффициент тренда; R² – вклад тренда в дисперсию.

Анализ данных таблицы 1 позволяет сделать вывод, что изменчивость среднеобластного количества осадков велика. Для годового количества осадков 16%, за холодный период это 24%, а за теплый период 19% от среднего. При этом вклад тренда в дисперсию незначителен. Коэффициенты линейного тренда за период 1936-2010 годы положительны для всех периодов, но статистическая значимость трендов мала. При более подробном анализе приведенных показа-

телей по каждой метеостанции отдельно можно увидеть устойчивый и достоверный рост годового количества атмосферных осадков в Кирсанове, за холодный период – в Кирсанове и Обловке, а за теплый период достоверного роста осадков не наблюдается.

Таким образом, можно заключить, что анализ временных рядов количества осадков и их статистических характеристик не позволяет сделать однозначный вывод о направленности изменения количества осадков в целом на территории Тамбовской области, однако на востоке области наблюдается стабильное увеличение осадков за холодный период (2,52 мм/10 лет) и за год в целом (1,49 мм/10 лет).

Список использованной литературы

1. Бедрицкий А.И. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь: в 2 т. – СПб.: Летний сад, 2009. – 312 с.
2. Дроздов О. А. Климатология. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 568 с.
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Метеорологические наблюдения на станциях. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 301 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Калужская, Тульская, Тамбовская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Воронежская, Белгородская области. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 366 с.
5. Новиков Ю.В., Сайфутдинов М.М. Вода и жизнь на Земле. – М.: Наука, 1981. – 184 с.
6. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме. – М.: Росгидромет, 2008. – 90 с.
7. Справочник по климату СССР. Выпуск 28. Тамбовская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Воронежская и Белгородская области. Часть IV: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. – 256 с.
8. Дудник С.Н., Буковский М.Е., Шалагина А.Г. Динамика количества атмосферных осадков на территории Тамбовской области // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – Вып. 2. – С. 22-26.

**Сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ в воздух
от автотранспорта**

Щербакова Е.О.¹, Лепехин Н.Д.², Безрученко Е.А.³, Капустина А.К.⁴

МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина (Россия, г. Тамбов)

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, однако в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы.

В ста пятидесяти городах России выхлопы автомобильного транспорта преобладают над другими источниками загрязнения. В среднем по стране они составляют 40-50% , а в таких мегаполисах как Москва – 80%. Через выхлопные трубы автомобилей в атмосферу выбрасывается более двухсот химических веществ.

Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу здоровью населения, способствует снижению качества жизни. Токсичные вещества, загрязняющие воздух, вызывают такие заболевания как: рак, лейкоз, астма, эндокринные заболевания, респираторные заболевания, различные виды аллергии, сердечно-

¹ Щербакова Евгения Олеговна, ученица 11 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Володина Галина Борисовна, ТГТУ, г. Тамбов, Стрыгина Марина Михайловна, Искендерова Ольга Анатольевна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

² Лепехин Никита Дмитриевич, ученик 10 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Володина Галина Борисовна, ТГТУ, г. Тамбов, Стрыгина Марина Михайловна, Искендерова Ольга Анатольевна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

³ Безрученко Елена Александровна, ученица 10 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Володина Галина Борисовна, ТГТУ, г. Тамбов, Стрыгина Марина Михайловна, Искендерова Ольга Анатольевна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

⁴ Капустина Алина Константиновна, ученица 10 класса МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов. Руководители: Володина Галина Борисовна, ТГТУ, г. Тамбов, Стрыгина Марина Михайловна, Искендерова Ольга Анатольевна, МАОУ лицей № 14 имени А.М. Кузьмина, г. Тамбов.

сосудистые заболевания, болезни печени, болезни желчного пузыря, болезни органов чувств.

Целью работы являлось определение состава и количества выбросов загрязнителей при работе автотранспорта на различных видах топлива (бензин, ДТ, сжиженный газ)

Задачи исследования:

- узнать историю возникновения различных видов топлива;
- изучить состав топлива (бензин, ДТ, сжиженный газ);
- провести подсчет количества автомобилей на перекрестках города Тамбова;
- выявить самые загруженные автомагистрали города;
- экспериментальным путем определить состав выхлопных газов с помощью аспиратора при работе транспорта на различных видах топлива;
- выявить влияние данных газов на биосферу и здоровье человека;
- провести анкетирование учащихся 5 и 11 классов;
- проанализировать полученные данные и сделать вывод.

Гипотеза:

- выхлопные газы автомобилей содержат загрязнения, оказывающие негативное влияние на здоровье человека, экосистемы и биосферы в целом.

Экспериментальная часть представлена:

- 1) Проведением анкетирования учащихся МАОУ лица №14 5 и 11 классов по поводу отношения к глобальным экологическим проблемам.
- 2) Подсчетом количества автомобильного транспорта на выбранных автомагистралях города Тамбова.
- 3) Определением содержания вредных веществ в выхлопных газах с помощью аспиратора (на примере Volvo XC 70 и Audi A6).

На основании изученных материалов были сделаны выводы, что основными мерами по снижению вредного воздействия автомобильного транспорта на атмосферный воздух являются:

- 1) перевод автомобилей на газовое топливо;
- 2) улучшение качества дорожного покрытия;

3) строительство подземных пешеходных переходов;

4) контроль и регулировка токсичности и дымности отработавших газов при выезде автомобилей из автомобильных предприятий, при техническом осмотре, а также на автодорогах.

Проблема перевода автотранспорта на природный газ представляет собой решение комплекса сложных задач, среди которых наиболее значимыми являются: серийное производство газобаллонных автомобилей; создание инфраструктуры (сети) заправочных комплексов; разработка и производство надежного газобаллонного оборудования; создание сервисной сети для переоборудования автотранспортных средств; подготовка кадров; правовое и рекламно-информационное обеспечение и т.д. В связи с чем, программы газификации автотранспорта и улучшения экологической обстановки могут быть реализованы не только по указу сверху, но и при поддержке и непосредственном участии региональных властей и желании владельцев автомобилей.

Массовый перевод отечественных автомобилей на природный газ является наиболее рациональным, ресурсообеспеченным и экологически приемлемым путем повышения эффективности и экологизации автомобильного транспорта России.

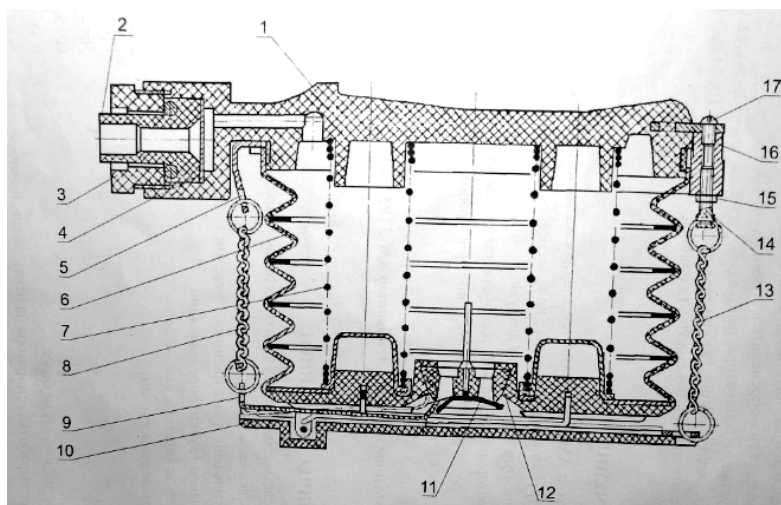
Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе автотранспорта.

В ходе исследования было выявлено, что перекрёсток улиц Магистральная и Карла Маркса является самым загрязнённым. Не смотря на то, что количество машин на данном маршруте является не самым большим из всех выбранных (оно составляет 1075 машин (дизель, бензин)), объём воздуха необходимого для нейтрализации загрязняющих веществ с учётом ПДК ($\text{ПДК}(\text{CO})=3,0 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}(\text{NO}_x)=0,04 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}(\text{C}_5\text{H}_{12})=25,0 \text{ мг/м}^3$) составил $1850461,562 \text{ м}^3$.

Определение содержания диоксида азота в выхлопных газах автомобилей с помощью аспиратора АМ-5 (Volvo XC 70 и Audi A6)

Аспиратор АМ-5 предназначен для просасывания в исследуемой газовой смеси с помощью индикаторных трубок - определения содержания газовых компонентов в воздухе. Он представляет собой сильфонный насос ручного дей-

ствия, работающий на всасывание воздуха за счёт раскрытия пружинами предварительно сжатого сильфона и выброса воздуха из сильфона через клапан при сжатии пружин.



- 1 – крышка; 2 – трубка; 3 – штуцер; 5 – подвеска; 6 – сильфон; 7 – пружина;
 8,13 – цепочки; 9 – рычаг; 10 – дно; 11 – клапан; 12 – седло; 14 – винт;
 15 – контргайка; 16 – втулка; 17 – винт

Данные результатов измерений

Измерение состава выхлопных газов. Измерение процентного содержания газов (CO , CO_2 , H_2S , SO_2 , $\text{NO}+\text{NO}_2$) в составе выхлопного газа, прошедшего государственную проверку на токсичность с содержанием выхлопа CO_2 1,5 об.%, проводилось с помощью аспиратора и индикаторных трубок. Из выхлопной трубы производился отсос выброса с помощью аспиратора (не менее 3 откачиваний).

Результаты исследований сведены в таблице 1.

Таблица 1

Данные по концентрации газообразных выбросов выхлопных газов
автомобилей

№	Марка авто	Топливо	Ёмкость	Пробег (км)	NO , NO_2 суммарно	SO_2	CO	CO_2	Нефте- углеводороды
1	Volvo XC70	Дизель (Евро 5)	2,4	3000	6 мг/м ³	5 мг/м ³	10 мг/м ³	0,2%	25 мг/м ³
2	Audi A6	Бензин 95	2,5	200000	2 мг/м ³	10 мг/м ³	30 мг/м ³	0,5%	–

Исследования показали, что:

- 1) Суммарный выброс оксидов азота в автомобиле Volvo XC70 в 3 раза ниже, чем у Audi A6.
- 2) Выбросы угарного газа в автомобиле Volvo XC70 в 3 раза ниже, чем у Audi A6.
- 3) Выбросы диоксида углерода в автомобиле Volvo XC70 в 2,5 раза ниже, чем у Audi A6.

Анкетирование учащихся МАОУ лицея № 14 им. А. М. Кузьмина 5-х и 11-х классов.

Была разработана анкета и проведено анкетирование среди учеников 5-х и 11-х классов, для того чтобы выявить их отношение к автомобилям.

По результатам анкетирования были сделаны следующие выводы:

- 1) Большинство семей имеет авто (от 75 до 95 % опрошенных).
- 2) Участники опроса отдают предпочтение зарубежным производителям.
- 3) Основным видом топлива является бензин.
- 4) В будущем ученики лицея в подавляющем большинстве желают иметь автомобиль.
- 5) Предпочитаемые характеристики:
 - 1 место – комфорт;
 - 2 место – престиж;
 - 3 место – страна изготовитель, вид топлива;
 - 4 место – объём бака;
 - 5 место – экологичность;
 - 6 место – вместительность;
 - 7 место – проходимость.

Список использованной литературы

1. Голованов Л. Дышать! Лучше поздно, чем никогда. М.: Авторевию, 1998.
2. Куров Б.М. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? // Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник. № 5. 2002.
3. Шишков Ю. Хрупкая экосистема Земли и безответственное человечество // Наука и жизнь. № 12. 2004.
4. <http://bibliofond.ru>.
5. <http://prom-ecjlogi.ru>.

Методологические аспекты мониторинга природных вод

Якунина И.В., Краснова А.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Проблема качества воды и недостаточная рациональность использования водных ресурсов относится к числу приоритетных проблем современного развития общества.

Мониторинг природных вод преследует главную цель – определение классификации экологического качества воды и возможность ее использования для конкретного применения. Используют различные виды программ мониторинга для получения информации о качестве воды по каждому району речного бассейна и ее учета при планировании и реализации мер, направленных на обеспечение охраны и устойчивого использования воды.

Выделяют следующие программы:

1) программы контроля качества то есть контроль концентрации веществ и характеристик состава и свойств воды на соответствие предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ и (или) допустимым нормам сбросов. Такие программы чаще всего используются службами государственного контроля и надзора;

2) программы характеристики качества включают определение значений ряда параметров за данный период времени.

Программы могут быть эпизодическими, рассчитанными на конкретное исследование, краткосрочными (для редких, но систематических наблюдений) и долгосрочными (для систематических регулярных наблюдений). Краткосрочные и долгосрочные программы также имеют исследовательский характер и являются основой оценки состояния изучаемого объекта. Одной из долгосрочных программ является Государственная служба наблюдений за загрязнением природной среды (ГСН) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета);

3) программы исследования причин загрязнения направлены на определение источников загрязнения, концентраций загрязняющих веществ и их поведения в водном объекте.

В основе организации и проведения наблюдений за качеством природных вод РФ лежат следующие принципы: комплексность и систематичность наблюдений, согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями, определение показателей качества воды едиными методами. Соблюдение этих принципов достигается установлением программ контроля (по физическим, гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим, микробиологическим показателям) и периодичностью проведения контроля, выполнением анализа проб воды по единым или обеспечивающим требуемую точность методикам [1]. Программы мониторинга имеют успех в том случае, если обеспечен контроль за качеством собранных данных.

Результаты комплексного анализа проб воды позволяют всесторонне оценить ее качество. Самый простой способ оценки – это проверка показателей на соответствие их требованиям водопользователей, выраженным в соответствующих ГОСТ, СНиП, САН-ПиН, ТУ и др.

В зависимости от вида водопользования существует несколько направлений и способов оценки качества воды [2]. Для оценки состояния поверхностных водных объектов применяется гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ). При расчете индекса используются шесть ингредиентов. В качестве обязательных показателей используют БПК₅, содержание растворенного кислорода. Кроме того, в расчет включаются четыре поллютанта с максимальными значениями нормированных показателей. В зависимости от величины ИЗВ выделяют семь классов качества воды. ИЗВ используют для оценки изменения качества воды во времени, по течению, в зонах влияния крупных источников воздействия, но делать это целесообразно в границах одной биогеохимической провинции и для однотипных водных объектов. Необходимо отметить условность градаций качества воды по классам загрязнений, резко ограничивающую возможность принятия управленческих решений.

Для водоемов, используемых в целях питьевого водоснабжения, применяют гигиеническую классификацию водных объектов по степени загрязнения. Она

построена на основе органолептических, токсикологических, санитарных и бактериологических показателях качества воды. Выделяют четыре степени загрязнения: допустимая, умеренная, высокая, чрезвычайно высокая. Использование данного подхода позволяет оперативно принять решение по изменению правил водопользования.

Состояние водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях, оценивается по классам сапробности, которые отражают уровень антропогенного загрязнения воды органическими веществами. Рассматривается шесть классов сапробности водного объекта, которые характеризуют качество воды.

Кроме того, степень загрязненности и класс качества воды устанавливают в зависимости от микробиологических и гидробиологических показателей. При определении показателей качества воды по фитопланктону, зоопланктону, зообентосу, перифитону и микробиологическим показателям выделяют шесть классов качества воды: очень чистые, чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные, очень грязные.

На территории Тамбовской области оценка качества воды поверхностных водных объектов проводится с использованием подсистемы «Гидрохимия» [3]. В качестве критерия используется индекс загрязненности воды с учетом «Перечня рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ, для воды, водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение». Материалы гидрохимических наблюдений используются в планировании, проведении водоохранных мероприятий, составлении бассейнового Соглашения и при оформлении разрешительных документов на водопользование. Кроме того, контроль качества поверхностных вод проводится по санитарно-химическим и микробиологическим показателям.

В рамках областной программы ведения государственного мониторинга водных объектов на территории Тамбовской области на 2011-2013 годы проводятся гидроморфологические наблюдения [3]. Данные гидрологических наблюдений используются в выявлении устойчивых тенденций в изменении состояния водных объектов под воздействием антропогенных факторов, обеспечива-

ют информационную поддержку принятия управленческих решений по разработке и реализации мер по предотвращению негативных процессов.

Программы мониторинга состояния природных вод функционируют во многих странах мира. В 2000 году Европейский парламент и Совет Европейского Союза утвердили директиву № 2000/60/ЕС, устанавливающую основы для деятельности Сообщества в области водной политики. В данной директиве (приложение V) подробно рассмотрены следующие положения о мониторинге состояния поверхностных вод:

- показатели качества для классификации экологического состояния поверхностных вод (рек, озер, переходных вод, прибрежных вод, искусственных и сильно измененных поверхностных водных объектов);
- нормативные определения для классификации экологического состояния (определение отличного, хорошего и удовлетворительного состояния воды в реках, озерах, переходных и прибрежных вод, определение максимального, хорошего и среднего экологического потенциала сильно измененных или искусственных водных объектов; порядок установления стандартов химического качества государствами-членами ЕС);
- мониторинг экологического и химического состояния поверхностных вод (структура наблюдательного, оперативного, исследовательского мониторинга, частота мониторинга, дополнительные требования к мониторингу охраняемых территорий, стандарты для элементов мониторинга качества воды);
- классификация экологического состояния и представление информации (сравнимость результатов биологического мониторинга; представление результатов мониторинга и характеристика экологического состояния, экологического потенциала, химического состояния).

Согласно данной директиве показатели качества для классификации экологического состояния поверхностных вод включают: биологические показатели, гидроморфологические показатели биологической характеристики, химико-физические показатели биологической характеристики. Нормативные определения экологического качества поверхностных вод складываются из совокупности значений выше перечисленных показателей.

В зависимости от этих значений выделяют следующие классы качества воды: «высокое качество», «хорошее качество», «среднее качество».

Качество вод, обнаруживающих признаки значительных изменений значений биологических элементов качества для данного вида поверхностного водного бассейна и в которых соответствующие биологические сообщества значительно отличаются от тех, которые обычно ассоциируются с данным видом поверхностного водного объекта в условиях отсутствия каких-либо воздействий, следует классифицировать как низкое. Если обнаруживаются признаки критических изменений значений биологических элементов качества для данного вида поверхностного водного объекта, то качество воды следует классифицировать как плохое.

В данном подходе доминирующим показателем при оценке качества воды является биологический показатель (состав и обилие водной флоры; состав и обилие беспозвоночной фауны; состав, обилие и возрастная структура рыбной фауны) то есть роль гидробионтов важна, так как отражает сложившиеся в водоеме условия среды. Те виды, для которых эти условия неблагоприятны, выпадают, заменяясь новыми видами с иными потребностями.

Сравнение существующих подходов при установлении класса качества природной воды показывает, что наиболее точная оценка качества воды формируется при учете всех показателей качества воды.

Отсюда следует, что система оценки качества воды должна совершенствоваться и развиваться.

Список использованной литературы

1. РД 52.24.309-2004. Рекомендации. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета.
2. Опекунов, А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие / А.Ю. Опекунов. – СПб.: СПбГУ, 2006. – 261 с.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2011 году. – Тамбов: ООО «Издательство ЮЛИС», 2012. – 152 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

УДК 574

ББК О145

Переход к устойчивому развитию общества в условиях информатизации

Авилов И.В.

Воронежский государственный педагогический университет

(Россия, г. Воронеж)

В соответствии с рекомендациями и принципами, изложенными в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.), в нашей стране принята Концепция перехода к устойчивому развитию. В XX в. человечество столкнулось с острейшими противоречиями между растущими потребностями мирового сообщества и невозможностью биосферы обеспечить эти потребности. Глобальные противоречия, вызванные в первую очередь возросшей мощностью современной экономики, создали реальную угрозу жизненно важным интересам будущих поколений человечества. Под устойчивым развитием понимается та будущая форма взаимодействия общества и природы, которая ставит две главные цели – сохранение биосферы, а также выживание и неопределенно долгое развитие человеческого рода. Переход к устойчивому развитию призван обеспечить сбалансированное решение социально–экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды, а также природоресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей [3]. О необходимости перехода на модель устойчивого развития говорит хотя бы то, что 16% территории Российской Федерации, где проживает более 50% населения, характеризуются как экологически неблагоприятные. Вместе с тем в России сохранился крупнейший на нашей планете массив естественных экосистем, который служит резервом устойчивости биосферы; имеется и огромный интеллектуальный потенциал,

который может быть использован для определения оптимального пути перехода к устойчивому развитию. Одним из ключевых моментов перехода России к устойчивому развитию является широкомасштабная информатизация общества и становление постиндустриального информационного общества [4]. Следует отметить, что становление информационного общества в большей степени обусловлено экологическими факторами, так как структура экономики такого общества станет менее природоемкой, а само это общество вместо вещественно-энергетических ресурсов выдвигает на приоритетное место информационные ресурсы [1]. Впервые в истории человечества переход на модель устойчивого развития предполагает управляемый в широком смысле слова цивилизационный процесс. Устойчивое развитие в принципе невозможно без широкого фронта научных исследований, создающих новую цивилизационную модель, информация и знания о которой должны будут внедряться в производство, образование и другие сферы народного хозяйства и социальной деятельности, направляя их на путь устойчивого развития. В рамках концепции перехода на путь устойчивого развития процесс информатизации общества как тенденция мирового развития приобретает новые функции. Эти функции в первую очередь связаны с решением глобальных и региональных проблем:

- энерго-ресурсосберегающего развития экономики;
- экологической и демографической проблем;
- проблемы образования;
- информационной безопасности и т.п.

Успешное решение этих проблем в настоящее время связано с технологическим развитием страны. В связи с этим еще раз следует подчеркнуть ключевую роль новых информационных технологий как катализатора и стратегического фактора процесса развития современного общества. Выдвижение информации и НИТ на приоритетное место во всем комплексе ресурсов развития поможет эволюционно сформировать менее природоемкую экономику и теснее увязать ее с экологическими факторами. Информационные технологии являются основой решения таких экологических проблем, как:

- глобальный экологический мониторинг;
- управление экологическими процессами;
- экологическое прогнозирование;
- экологическая экспертиза раз личных проектов;
- экологическое образование;
- экологическая безопасность и т.п. [2].

Информационное общество, предполагая высокий образовательный и культурный уровень своих граждан, позволит более рационально проводить планирование семьи, что частично ослабит демографическую проблему. Существенно изменится система образования, все в большей мере формируя личность новой эпохи — эпохи выживания цивилизации в ее ноосферной ориентации. Именно новые информационные технологии позволяют сначала создать единое мировое информационное пространство, мировой универсум знаний, а затем сформировать коллективный интегральный интеллект цивилизации [5]. Сдвиг акцентов развития с вещественно–энергетических ресурсов на информационные позволит реализовать часть задач, входящих в качественную модель устойчивого развития, и сформировать новый тип социально экономического экоразвития, отличающийся от современного ресурсорасточительного хозяйствования, ведущего цивилизацию к экологической катастрофе. Существенной особенностью перехода на модель устойчивого развития является то, что этот процесс является управляемым. Как и любой процесс управления он должен быть прежде всего обеспечен необходимой информацией. Эта информация нужна на каждом этапе реализации модели устойчивого развития. Такая информация и в количественном, и в качественном отношении не может быть получена без применения самых современных средств информатики и вычислительной техники. Важной особенностью перехода на модель устойчивого развития является также возможность широкомасштабного компьютерного моделирования различных объектов, процессов и явлений. Практическим средством такого моделирования является вычислительный эксперимент, который позволяет не только изучать соответствующие объекты и процессы, но и с большой

степенью достоверности предсказывать их поведение, осуществлять прогнозирование событий. Следует отметить, что и сам переход на модель устойчивого развития предполагает разработку системы целевых программ и прогнозирования документов, которые должны быть представлены в компьютерном виде. Происходящая в настоящее время переоценка целей и общечеловеческих ценностей в связи с принятым мировым сообществом стратегии перехода на модель устойчивого развития, а также перехода к информационному обществу выдвигает новые проблемы и подходы во всех областях человеческой деятельности. Вполне возможно, что переход на модель устойчивого развития окажется третьей цивилизационной революцией, в ходе совершения которой появится качественно новая, ноосферная цивилизация, первой стадией которой станет информационное общество.

Список использованной литературы

1. Колин К.К. Фундаментальные исследования в области информатики: общий анализ, тенденции и перспективы развития // Науч.-техн. информация. – 2007.
2. Информатизация образования и переход к устойчивому развитию: философско-методологический анализ : автореф. дис. ... д-ра философ. наук / Рос. акад. гос. службы при президенте РФ. – Москва, 1997. – 60 с.
3. Ракитов А.И. Информация, наука, техника в глобальных исторических измерениях. – М.: ИНИОН РАН, 1998.
4. Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации» // Вестник РОИВТ. – М., 1995.
5. Соколова И. В. Информатизация общества как объект социологического исследования // Ученые записки РГСУ. – 2008. – М.: Союз. – 1998.

Разработка программы для оценки погрешности обработки

Алтунин К.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Технологическая система состоит из станка, приспособления, инструмента и заготовки. Силы резания вызывают упругие отжатия (деформации) технологической системы, величина которых зависит от силы резания и жесткости технологической системы. Колебание сил резания и жесткости элементов технологической системы в различных сечениях приводят к появлению погрешностей (формы, размеров) на обрабатываемых деталях [1].

Погрешности, возникающие под влиянием упругих деформаций, составляют до 80 % всех погрешностей. Следовательно, точность обрабатываемых деталей зависит от жесткости элементов технологической системы (с увеличением жесткости повышается точность и производительность обработки).

При настройке станка резец устанавливают в положение, в котором должна осуществляться обточка заготовки на некоторый радиус $r_{теор}$ (рис. 1, а). Однако в результате упругого отжатия узлов станка $y_{ст}$ и отжатия заготовки $y_{заг}$ ось вращения заготовки смещается из положения O_1 в положение O_3 , что приводит к увеличению фактического расстояния вершины резца до оси вращения заготовки [2]. Одновременно в связи с прогибом и отжатием резца (рис. 1, б) расстояние его вершины до центра вращения заготовки дополнительно увеличивается на величину $y_{инстр}$. Упругие отжатия в технологической системе приводят к увеличению фактического радиуса обточки заготовки ($r_{факт} = r_{теор} + y_{ст} + y_{заг} + y_{инстр}$) соответствующем уменьшении фактической глубины резания до величины $t_{факт} = t_{теор} - (y_{ст} + y_{заг} + y_{инстр})$.

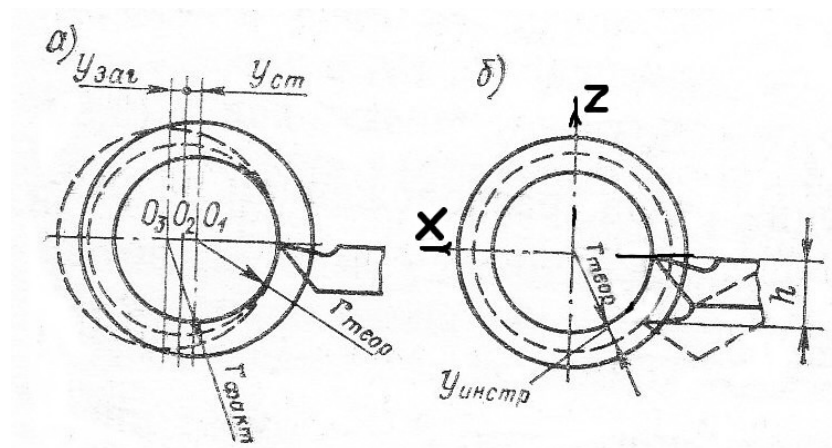


Рис. 1. Влияние упругих отжатию на размер обрабатываемой заготовки

Общее увеличение диаметра ΔD обрабатываемого изделия по сравнению с его теоретическим значением, установленным при настройке станка, равно удвоенному приращению фактического радиуса или удвоенному суммарному отжатию технологически системы, т.е.

$$\Delta D = 2(r_{\text{факт}} - r_{\text{теор}}) = 2(y_{\text{ст}} + y_{\text{заг}} + y_{\text{инстр}}) = 2y = 2P_y / j. \quad (1)$$

Отжатие узлов стенка $y_{\text{ст}}$ можно вычислить используя формулу определения жесткости предложенную А. П. Соколовским:

$$j = P_y / y. \quad (2)$$

Отсюда зная жесткость станка можно определить упругое отжатие его узлов при резании $y_{\text{ст}}$:

$$y_{\text{ст}} = P_y / j. \quad (3)$$

Отжатие $y_{\text{заг}}$ зависящее от метода установки заготовок на станке, можно подсчитать по обычным формулам сопротивления материалов. Так, при обтачивании гладкого вала в центрах можно определять величину его прогиба как прогиба балки, свободно лежащей на двух опорах. Наибольший прогиб вала по его середине

$$y_{\text{заг}} = P_y l^3 / (48EJ), \quad (4)$$

где l – длина заготовки; E – модуль упругости; J – момент инерции сечения заготовки (для круглого вала $J = 0,05D^4$).

Для гладкого вала, консольно закрепленного в патроне

$$y_{заг} = P_y l^3 / (3EJ), \quad (5)$$

а для гладкого вала, закрепленного в патроне и поддерживаемого центром (с учетом податливости заднего центра и упругости крепления в патроне):

$$y_{заг} = P_y l^3 / (100EJ). \quad (6)$$

Из рис. 1, б, используя теорему Пифагора можно вычислить отжатие резца $y_{инстр}$ по формуле:

$$y_{инстр} = \sqrt{((d/2) + x)^2 + h^2} - d/2, \quad (7)$$

где d – диаметр детали, x – смещение резца по оси X .

В результате проведения анализа напряженно-деформированное состояние режущего инструмента в программах твердотельного моделирования могут быть получены распределения напряжений по телу инструмента и перемещения его режущих кромок. По этим показателям можно сделать вывод о допустимости принятых режимов резания в зависимости, например, от требуемых показателей к качеству изготавливаемой детали или жесткости системы станок – приспособление - инструмент-деталь (СПИД). Таким образом появляется необходимость в создании программы, которая могла бы обработать данные, полученные после моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент.

Для моделирования применялся инженерный пакет Autodesk Inventor 2011. Сначала была создана твердотельная модель резца. С целью приближения моделирования к реальным условиям обработки была построена трехмерная модель четырехпозиционной резцовой головки. Также был создан файл сборки (рис. 2), в котором имитируется закрепление резца в резцовой головке. Для этой сборки и был произведен анализ напряжений.

Для моделирования нагрузок на резец была приложена нагрузка на переднюю и заднюю поверхности инструмента нормальными силами, которые были предварительно рассчитаны. Так же на конструкцию были наложены зависимости фиксации, имитирующие закрепление резца на станке.

При расчете в среде Autodesk Inventor Professional в качестве выходных параметров получаем напряжение по Мизесу, 1-е основное напряжение, коэффициент запаса прочности и разложение смещений по осям X , Y и Z (рис. 3 – 4).

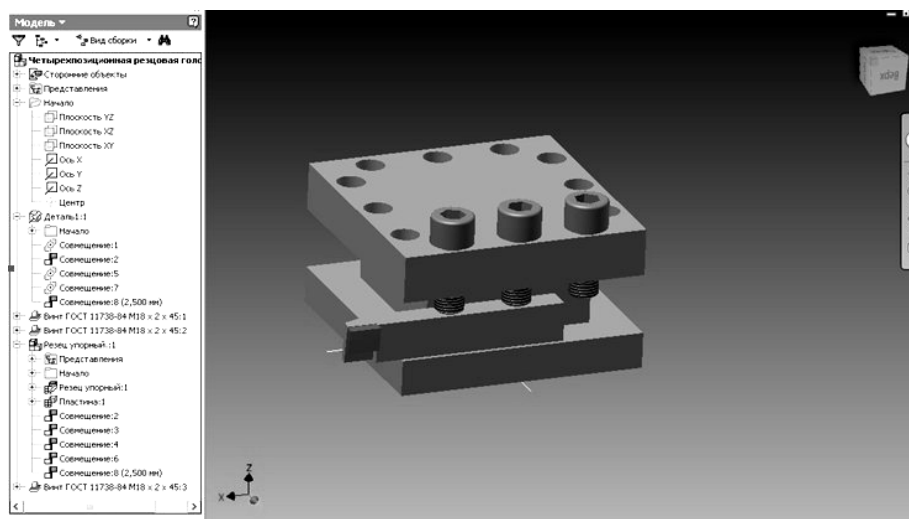


Рис. 2. Твёрдотельная модель резца и резцовой головки

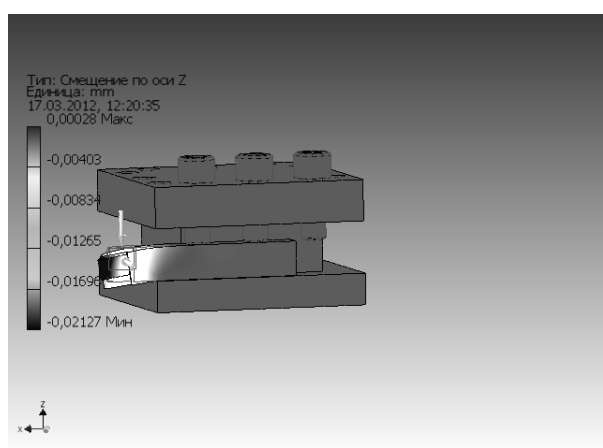


Рис. 3. Смещение по оси Z

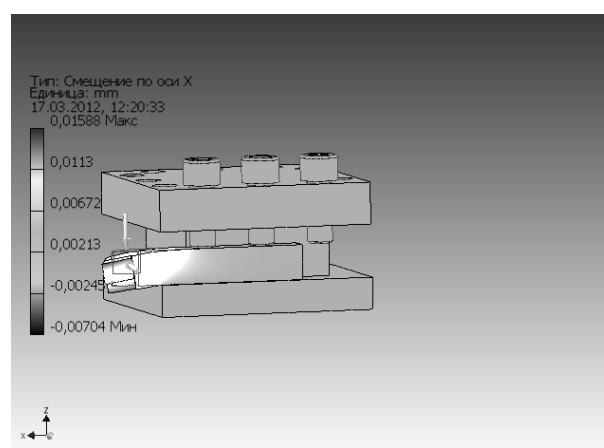


Рис. 4. Смещение по оси X

По этим данным, в частности по смещениям резца, и ведется расчет в модуле.

Используя описанные выше формулы и данные моделирования нагрузок на режущий инструмент можно вычислить жесткость системы СПИД и определить ее влияние на точность размеров и формы обрабатываемой заготовки. Форма приложения реализующего эти задачи показана на рис. 5.

При запуске подпрограммы в панели «Начальные данные» нужно ввести диаметр детали d , модуль Юнга обрабатываемого материала E , нормальная составляющая силы резания P_y , длину заготовки l и допуск на обрабатываемый диаметр.

Рис. 5. Приложение для анализа результатов моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент

Панель «Смещение заготовки» отвечает за определение отжатия заготовки. Для начала расчета нужно выбрать способ закрепления заготовки, благодаря чему будет выбрана формула расчета максимального прогиба вала, и нажать соответствующую кнопку. Отжатие заготовки выраженное в миллиметрах отображается в соответствующем окне.

В панели «Смещение узлов станка» происходит вычисление упругого отжатия узлов станка. Его можно вычислить по следующей формуле:

$$y_{cm} = P_y / j_{cm}, \quad (8)$$

где j_{cm} – жесткость станка, Н/мм. После ввода в соответствующее окно значения жесткости и нажатия кнопки «Расчет» значение упругого отжатия узлов станка появится в соответствующем окне.

Панель «Смещение резца» отвечает за определение отжатия резца. Для начала расчета нужно заполнить окошки смещений резца по оси X и Z. Эти данные были получены при проведении моделирования нагрузок, действующих на режущий инструмент. При нажатии на кнопку «Расчет» модуль рассчитывает отжатие резца по формуле (7) и записывает его в соответствующее окошко.

Панель «Проверка точности обработки» осуществляет анализ влияния жесткости системы СПИД на точность обработки. Для этого по формуле (1) вычисляется приращение диаметра ΔD . Потом программа сравнивает полученное значение с допуском на обрабатываемый диаметр. Если приращение диаметра меньше допуска делается вывод, что погрешность обработки не превышает допуск. В случае когда приращение диаметра больше допуска приложение сообщает о том, что погрешность обработки превышает допуск и дает рекомендации по увеличению жесткости системы СПИД. Рекомендации даются в зависимости от того какое из отжатий, вычисленных в ходе расчетов было большим. Например, когда преобладает смещение резца даются рекомендации уменьшить его вылет.

Предлагаемая программа используется в качестве модуля оценки погрешности обработки, входящего в систему автоматизированного проектирования (САПР) процессов резания [3].

Список использованной литературы

1. Клепиков, В.В. Технология машиностроения: Учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 860 с.
2. Маталин, А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С.И. Пестрецов, К.А. Алтунин, М.В. Соколов, В.Г. Однолько. – М.: Издательский дом «Спектр», 2012. – 221 с.

Программные средства защиты информации от несанкционированного доступа для интегрированных систем безопасности

Антипенко А.В.

Воронежский институт ФСИН России (Россия, г. Воронеж)

Совокупность всех программных средств защиты информации (ПСрЗИ), входящих в состав систем защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ НСД), образует комплекс программных средств защиты информации (КПСЗ). Программные средства защиты информации – это специальные пакеты программ или отдельные программы, включаемые в состав программного обеспечения АС с целью решения задач ЗИ от НСД. ПСрЗИ являются важнейшей и неременной частью механизма защиты современных ИСБ. Такая роль определяется их достоинствами [1]:

- универсальностью;
- гибкостью;
- надежностью;
- простотой реализации;
- возможностью модификации и развития.

При этом под универсальностью понимается возможность решения СЗИ НСД большого числа задач ЗИ.

Гибкость ПСрЗИ включает в себя две характерные особенности этого класса систем защиты:

- при параметрической реализации СЗИ НСД они могут автоматически адаптироваться к конкретным условиям функционирования ИСБ;
- ПСрЗИ могут быть адаптированы в структуре ИСБ различным образом (могут быть включены в состав операционной системы (ОС), могут функционировать как самостоятельные пакеты программ защиты, их можно распределять между отдельными элементами ИСБ).

Под надежностью ПСрЗИ понимается высокая программная устойчивость при большой продолжительности непрерывной работы и удовлетворение высоким требованиям к достоверности управляющих воздействий при наличии различных угроз.

Простота реализации ПСрЗИ очевидна по сравнению с возможностью реализации любых других средств защиты.

Возможности изменения и развития ПСрЗИ определяются их природой.

Систему защиты информации от НСД разработанную, доработанную, модернизированную с добавлением дополнительных функций ЗИ от НСД, повышающих защищенность ИСБ, будем называть модифицированной СЗИ НСД.

В качестве типовых сертифицированных СЗИ НСД на основе ПСрЗИ, предназначенных для защиты конфиденциальной информации обрабатываемой и хранимой в ИСБ, можно рассматривать существующие СЗИ НСД на основе ПСрЗИ «Спектр-Z», «Кобра», «Марс», «Аккорд», «Снег», «Страж NT/2000 МЗД», «Secret Net 2000», «ФИКС 3.0», «Solaris 8» и др. [1, 2].

На основе анализа структур существующих СЗИ НСД на основе ПСрЗИ и руководящих документов (РД) Гостехкомиссии (ГТК) РФ [1, 2] определено, что типовая СЗИ НСД ИСБ на основе ПСрЗИ состоит из программных составляющих системы разграничения доступа (СРД) субъектов к объектам доступа и, обеспечивающих СРД подсистем [3]:

- управления доступом;
- регистрации и учета;
- криптографической;
- обеспечения целостности.

Подсистема разграничения доступа СЗИ НСД ИСБ осуществляет разграничение доступа пользователей, терминалов, процедур, процессов и т. д. к объектам доступа – информационным ресурсам ИСБ. Разграничение доступа в ИСБ заключается в разделении информации, циркулирующей в ней, на части и организации доступа к ней должностных лиц и пользователей в соответствии с их функциональными обязанностями и полномочиями. Подсистема управления

доступом СЗИ НСД осуществляет идентификацию пользователей (устройств ИСБ, программ, файлов и т.д.) по присвоенным им уникальным именам, кодам (идентификаторам) и проверку подлинности (аутентификацию) предъявленного пользователем (устройством ИСБ, программой, файлом и т.д.) идентификатора, с целью предотвращения доступа злоумышленника к конфиденциальной информации.

Подсистема регистрации и учета СЗИ НСД ИСБ предназначена для регистрации действий пользователя (его программ, процедур, процессов и т.д.) в ИСБ с целью выявления некорректных действий пользователей и преднамеренных действий нарушителей или вредоносных программ.

Криптографическая подсистема СЗИ НСД ИСБ преобразует конфиденциальную информацию в нечитаемый вид для недопущенных к ней пользователей, с целью исключения ознакомления с защищаемой информацией посторонних лиц при её хранении на носителях СК (съёмных носителях), передачи данных в сетях ИСБ и при обмене конфиденциальной информацией с внешними объектами.

Подсистема обеспечения целостности ИСБ осуществляет контроль целостности ПСрЗИ и программной среды ИСБ, путем проверки соответствия их текущего состояния эталонному, и при необходимости оперативное восстановление функций СЗИ НСД и основных компонентов программной среды ИСБ. Своевременное обнаружение нарушения защищенности информации существенно снижает риски при выполнении ИСБ своих задач по прямому назначению. Подсистема фиксирует несанкционированные изменения в рабочей среде ИСБ произведенные пользователями, вызванные вредоносными программами, возникшие в результате машинных сбоев или износа магнитного носителя. Подсистема обеспечения целостности ИСБ включает в свой состав средства фиксации эталонного состояния, тестирования и восстановления рабочей среды ИСБ. Средства фиксации эталонного состояния рабочей среды позволяют администратору ЗИ зафиксировать некоторое начальное состояние рабочей среды как эталонное. Средства тестирования рабочей среды ИСБ позволяют админи-

стратору ЗИ, запуская главную тестовую программу, проводить периодическое тестирование рабочей среды на предмет сравнения ее текущего состояния с эталонным.

Такое представление типовой СЗИ НСД ИСБ на основе ПСрЗИ позволяет строить эффективные модели и алгоритмы обеспечения информационной безопасности в сложных информационных системах различного предметного назначения.

Список использованной литературы

1. Основы информационной безопасности: Учебник для высших учебных заведений МВД России / Под ред. В.А. Минаева и С.В. Скрыля. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2001. – 464 с.
2. Модели и алгоритмы автоматизированного контроля эффективности систем защиты информации в автоматизированных системах: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 116 с.
3. Методы и средства анализа эффективности систем информационной безопасности при их разработке: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 83 с.

**Программа по оценке уровней шума в технических помещениях,
крупногабаритных каналах и на территории застройки,
расположенной вблизи энергетических объектов**

Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Общие сведения о принципах построения программы

Энергетические объекты (ТЭЦ, РТС, котельные), как правило, располагаются в черте городов и других крупных населенных пунктов. При этом по своей специфике производства они являются источниками круглосуточных негативных шумовых воздействий на среду обитания людей. Шум от энергетических объектов распространяется на территории объекта и прилегающей к нему застройке. Из помещений энергетических объектов шум проникает через ограждающие конструкции с низкой звукоизоляцией, через газовоздушные тракты систем тяги и дутья энергетических и водогрейных котлов, а также другими возможными путями.

Проектирование мероприятий по защите от производственного шума в помещениях и на территории застройки является трудоемкой итерационной задачей, требующей выполнения большого количества расчетов уровней шума. В этой связи качество проектных решений по шумозащите напрямую зависит от автоматизации расчетов и процесса проектирования шумозащиты. Автоматизация позволяет учесть максимальное количество факторов, влияющих на шумовой режим, выполнять сравнительный анализ эффективности различных шумозащитных мероприятий, и в конечном итоге находить наиболее экономичные проектные решения при максимальном акустическом эффекте. Основными элементами автоматизированного проектирования являются программные комплексы, базирующиеся на современных методах расчета шумовых полей помещений и застройки. Создание таких комплексов возможно при наличии объективной математической модели, описывающей распределение звуковой энергии в помещениях и разработке методов и алгоритмов ее реализации, способов оценки и синтеза результатов проектирования.

Специалистами ТГТУ и НИИСФ РААСН разработана программа для расчета шумовых полей в помещениях и территории застройки, расположенной вблизи энергетических объектов. Программа написана на языке *Visual Basic*, отлажена и откомпилирована в выполняемый модуль. При написании программы использованы возможности *Visual Basic* по обеспечению удобства работы пользователя с программой и доступности интерфейса.

Разработка программы выполнена в соответствии с принципами объектно-ориентированного программирования, представляющего собой методику анализа, проектирования и написания программ на базе понятия объекта.

Основным результатом работы программы являются представление сведений о распределении звуковой энергии в помещениях и на территории застройки, а также различная дополнительная информация, позволяющая оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

Ввод исходных данных предусмотрен двумя удобными для пользователя способами: из файла и непосредственным набором с клавиатуры или мышью. Вводимые из файла данные могут корректироваться путем внесения изменений, например, мощности источников, их положения и др. Данная процедура полезна в процессе оптимизации объемно-планировочных и акустических параметров помещений по условиям шумового режима, а также, например, при выборе взаимного размещения рабочих мест и источников шума (технологического оборудования) на стадии технологического проектирования.

Вывод результатов расчетов осуществляется в виде файлов, а также непосредственно на экран в форме графиков и таблиц, в форме шумового поля с изодeciбeлaми, закраской или в виде пространственного изображения. Возможно также получение отдельных уровней звукового давления в любой точке шумового поля (см. рис. 1).

В программе имеются возможности создания и накопления информационных массивов. К ним относятся базы данных по источникам шума, звукопоглощающим конструкциям, допустимым уровням шума в помещениях, и другим сведениям, используемым при проектировании помещений и застройки по условиям защиты от шума.

Программа состоит из двух крупных блоков, реализующих расчет шумового поля внутри помещения и на территории окружающей застройки. Структура блоков определяется составом и последовательностью этапов проектирования шумозащитных мероприятий. Каждый из этих блоков содержит модули по вводу исходных данных, проведению расчетов, визуализации и документированию результатов расчета. Оценка акустической эффективности мероприятий производится посредством расчетов и сравнения уровней шума до и после применения шумозащитных мероприятий.

Ниже рассмотрены основные принципы, использованные при разработке этих блоков.

Принципы расчета шумового поля в помещениях, заложенные в программе

Особенностью внутреннего пространства большинства помещений энергетических объектов является наличие крупногабаритного оборудования, часть которого выступает в виде крупногабаритных источников шума.

В этой связи расчеты шумового поля внутри помещения производятся комбинированным методом, разработанным в ТГТУ и НИИСФе, на основе методов прослеживания лучей и метода балансов статистического энергетического подхода. При разработке метода было учтено, что реальный характер отражения звука от поверхностей ограждений помещений и оборудования близок к смешанной модели отражения, при которой часть звуковой энергии после отражения распространяется зеркально по направлению луча, а часть рассеивается диффузно. Поэтому при реализации комбинированной модели используются два расчетных метода, один из которых обеспечивает расчет зеркальной, а другой диффузной составляющих отраженного звукового поля.

Зеркальная составляющая отраженного звукового поля рассчитывается методом прослеживания лучей. Так как звуковая энергия лучей снижается не только за счет поглощения звука ограждениями при каждом акте отражения, а также за счет перехода части энергии в диффузную составляющую расчет выполняется с большой скоростью.

Звуковая энергия, перешедшая в диффузную и рассеянную, рассчитывается статистическим методом энергетических балансов.

Суммарная звуковая энергия в расчетных точках определяется как сумма энергий, определяемых двумя методами.

Численный метод балансов и метод прослеживания лучей, хорошо алгоритмируются и дают возможность решать задачи в помещениях любой сложной формы.

Используемая комбинированная расчетная модель полностью реализует достоинства каждого из методов и практически исключает их недостатки.

Комбинированная расчетная модель позволяет учесть конкретное размещение крупногабаритного оборудования, его форму и размеры.

Методика решения задач комбинированным методом, реализуемая в программе, состоит из следующих основных операций:

1. Помещение с оборудованием разбивается на отдельные объемы в виде кубов или параллелепипедов. Размеры элементарных объемов принимаются такими, чтобы в их пределах изменение плотности отраженной энергии было близким к линейному закону. Границы объемов устанавливаются по границам помещения и по границам крупногабаритного оборудования.

2. Для составления расчетной модели определяются узловые точки сетки. При этом каждому элементарному объему соответствует узловая точка сетки.

3. Производится расчет плотности энергии прямого звука для каждой точки сетки. Расчет прямого звука от крупногабаритного источника выполняется по разработанным нами методикам, учитывающим особенности и характеристики источников шума энергетических объектов.

4. Методом прослеживания для каждой расчетной точки определяются величины энергий лучей, проходящих через элементарный объем.

5. Для элементарных объемов, расположенных у границ, находятся величины диффузно отраженной энергии, появляющейся в них при смешанном характере отражения лучей от поверхностей ограждений и крупногабаритного оборудования.

6. Для всех внутренних и граничных элементарных объемов записываются уравнения балансов отраженной диффузной энергии. Для граничных объемов при записи уравнений используются граничные условия.

7. Через значения сеточной функции аппроксимируются члены уравнений баланса отраженной энергии для каждого элементарного объема. При этом получается полная система алгебраических уравнений, реализация которой позволяет получить разностное решение.

8. Находится для каждого элементарного объема суммарная плотность звуковой энергии, равная сумме плотностей прямой, лучевой и диффузно отраженной энергий, и производится вычисление суммарных уровней звукового давления.

Для решения системы линейных уравнений в программе использован метод простой итерации Зейделя.

Использование программы для решения практических задач показало, что для обеспечения требуемой точности расчетов необходимо решение системы из 1000 и более разностных уравнений. В программе максимально возможное количество неизвестных заложено равным 12000.

При изложенной выше методике комбинированного метода расчета программа позволяет использовать ее для определения уровней звукового давления в помещениях простой и сложной форм, дает возможность в полной мере учитывать звукопоглощающие характеристики поверхностей помещений и оборудования, а также учитывать влияние крупногабаритного оборудования на распределение звуковой энергии в объеме исследуемого производственного помещения.

Принципы расчета шумового поля на территории застройки, заложенные в программе

Результаты расчета шума внутри помещения являются основой для формирования источников шума для окружающей здание застройки. Такими источниками могут быть оконные проемы и другие ограждающие конструкции с низкой звукоизоляцией, а также устья газовоздушных трактов.

Программа позволяет производить расчет шума на территории городской застройки от зданий-источников шума, проектировать мероприятия защиты от шума в виде планировочных и конструктивных решений, в частности за счет использования акустических экранов.

Для решения этих задач данный блок программы позволяет описывать и хранить планировочную ситуацию, производить расчеты уровней шумов, представлять результаты расчетов в удобном для пользователя виде, вносить изменения в планировочную ситуацию и задавать мероприятия по снижению шумов, рассчитывать эффективность шумозащитных мероприятий.

Для наглядного представления математической модели застройки и результатов расчета уровней шума разработаны соответствующие подпрограммы визуализации.

При разработке этого блока программы использовались принципы аналитической геометрии и координатного метода. Они легли в основу математического моделирования. Пространство застройки принято трехмерным, все элементы застройки: здания, экраны, дороги, массивы зеленых насаждений и другие элементы представлены в виде координат характерных точек и наборов идентификаторов, которые определяют другие параметры элементов.

Координаты элементов и системы их показателей образуют базу данных, то есть создают цифровую модель пространства застройки. Для работы с базой данных разработаны подпрограммы, которые позволяют создавать, редактировать, удалять элементы базы данных; изменять параметры элементов застройки.

Цифровая модель застройки и мероприятий шумозащиты, возможности компьютерных методов позволяют автоматизировать проектирование мероприятий по снижению шума. В этой связи в программе предусмотрена возможность создания, хранения и редактирования двух планировочных ситуаций: до и после применения шумозащитных мероприятий.

В целом программа имеет обширную встроенную контекстно-зависимую справочную систему, которая имеет непосредственную связь со всеми частями приложения.

Таким образом, представленный программный комплекс дает возможность получения достоверной информации о шумовом режиме производственных помещений энергетических объектов и территории застройки, прилегающей к ним. Автоматизация, быстрое действие и надежность получаемых результатов позволяет проектировать наиболее эффективные и выгодные с экономической точки зрения мероприятия по защите от шума.

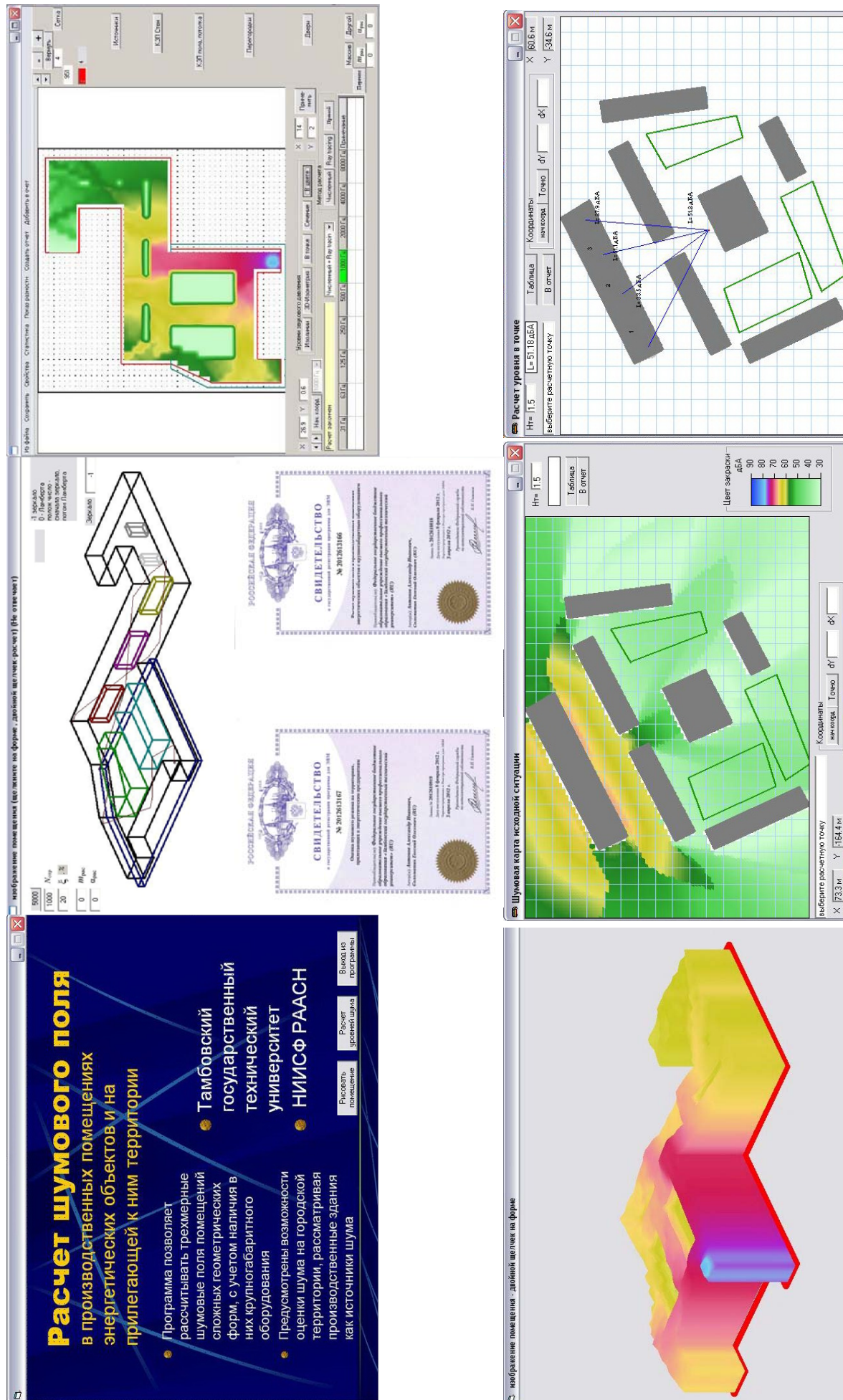


Рис. 1. Программный комплекс «Оценка шумового режима в помещениях энергетических объектов и на прилегающей к ним территории»

**Управление экологической безопасностью территориальной
автотранспортной системы на основе агентного подхода**

Бакаева Н.В., Чуев И.Е.

*Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
(Россия, г. Орел)*

Моделирование транспортной системы урбанизированной территории весьма сложная и необходимая в настоящее время задача управления городским хозяйством и его составляющими, в т.ч. и автотранспортной. Сложившаяся неблагоприятная экологическая ситуация в большинстве мегаполисов и крупных городов России является следствием того, что во многих случаях критерием эффективности функционирования территориальных автотранспортных систем (далее – ТАТС) служит максимальное извлечение прибыли и расширение масштабов бизнеса, а не сбалансированность и устойчивое развитие городской среды на основе приоритетов ресурсосбережения, экологичности и безопасности. В итоге наблюдается постоянный рост потребления невозобновляемых природных ресурсов, вредных выбросов и не утилизируемых отходов, увеличение ущерба от этих воздействий, и, соответственно, рост затрат на содержание и развитие объектов автотранспортной системы [1]. Научно обоснованное управление автотранспортной системой должно обеспечить реализацию мероприятий, которые позволят найти баланс между загрязнением окружающей среды и удовлетворенностью населения города автотранспортными услугами.

Традиционные подходы к управлению экологической безопасностью ТАТС, несмотря на значительное количество выполненных научных исследований, не могут обеспечить условия адаптивности и самоподдерживающегося развития системы по отношению к динамике современных вызовов для городской среды. Возникает задача разработки методологии управления экологической безопас-

ностью для решения практических задач функционирования автотранспортной системы города на новой концептуальной основе, опирающейся с одной стороны, на фундаментальные научные разработки, и учитывающей, с другой стороны, междисциплинарный характер исследований по обеспечению безопасности.

В данной работе предложена концепция агентной модели, которая позволяет получить прогнозы экологически безопасного состояния ТАТС в контексте взаимодействия автотранспортных средств и автотранспортных предприятий как важнейших структурных элементов этой системы. Предварительно были рассмотрены модели прогнозирования экологической безопасности от воздействия промышленно-транспортного комплекса на основе нейросетевого подхода [1], имитационная модель развития сети предприятий автосервиса [2], модель контроля загрязнения окружающей среды автотранспортом по средствам алгоритма Флойда [3], многоуровневая имитационная модель движения транспорта [4]. В ходе их реализации получены новые результаты, тем не менее, постановка задачи управления экологической безопасностью автотранспортной системы, связывающей удовлетворение рациональных потребностей человека с самоподдерживающим территориальным развитием в аспекте проблемы устойчивого развития, производится впервые и является актуальной. Агентный подход при решении задачи управления экологической безопасностью позволит наилучшим образом спрогнозировать результаты управляющих воздействий применительно к объектам ТАТС.

В работе [5] ТАТС представлена как многокомпонентная структура, состоящая из трех составляющих: природная, социальная и автотранспортная (рисунок 1). Объектом управления будет являться экологическая безопасность. Управляемой составляющей является автотранспортная составляющая, поэтому вектор управляющих воздействий U_{ATC} направлен применительно к этой составляющей. Исходя из теоретико-множественного представления, множество Z , характеризующее состояние автотранспортной составляющей, будет определяться сочетанием двух основных подмножеств: подмножества $Z_{ATП}$, описывающего состояние производственной среды автотранспортных предприятий

(далее – АТП), и подмножества Z_{AT} , описывающего техническое состояние автотранспортных средств. Таким образом, наиболее активными агентами в составе агентной модели ТАТС будут объекты автотранспортной составляющей – АТП и АТ.

С этих позиций результативность агентной модели ТАТС, связанная с прогнозированием экологической безопасности при удовлетворении рациональных потребностей населения в транспортных услугах, будет определяться, в первую очередь, влиянием векторов – $Z_{ПС}$ и $Z_{СС}$, описывающих множества воздействий объектов автотранспортной составляющей на природную среду и на социальную среду. При этом целевое состояние как состояние экологической безопасности ТАТС при управлении ею – есть вариация параметров Z , при которой параметры, выбранные в качестве показателей качества природной среды (компоненты множества X) и показателей качества социальной среды (компоненты множества Y) при учете внешних воздействий на систему будут принимать значения соответствующие целевым ($X_{ц}$, $Y_{ц}$ и $Z_{ц}$).

На основе результатов моделирования получаем значения показателей качества природной среды (компонентов множества X) и социальной среды (компонентов множества Y) по заданным значениям параметров автотранспортной составляющей (компонентов множества $Z_{СС} \in Z$ и $Z_{ПС} \in Z$), которые являются результатом формирования управляющих воздействий с учетом известных внешних факторов (компонентов множества Ω). Таким образом, концепция разработки агентной модели выстраивается на основе выявленных причинно-следственных связей между компонентами множеств: $X = g(Z_{ПС}, \Omega)$ и $Y = g(Z_{СС}, \Omega)$.

Локальные цели поведения агентов агентной модели ТАТС будут соответствовать векторам информационного взаимодействия между составляющими природо-социо-технической структуры и направлены на:

- снижение негативного воздействия на окружающую природную среду (вектор $Z_{ПС}$) и снижение потребления природных ресурсов при реализации производственных процессов (вектор $X_{АТС}$);

– удовлетворение рациональных потребностей социума в автотранспортных услугах (вектор Z_{CC}) и внедрение биосферосовместимых технологий (вектор Y_{ATC}) с минимальными затратами времени и средств;

– снижение негативного опосредованного влияния элементов техносферы через составляющую природной среды на человека (вектор X_{CC}) и повышение способности природной среды (биосферы) к регенерации и восстановлению с учетом в этом процессе социума (вектор Y_{PC}).

С этих позиций была предложена концептуальная схема агентной модели ТАТС, отражающая взаимодействия агентов составляющих природо-социотехнической структуры и внешней среды (рис. 1).

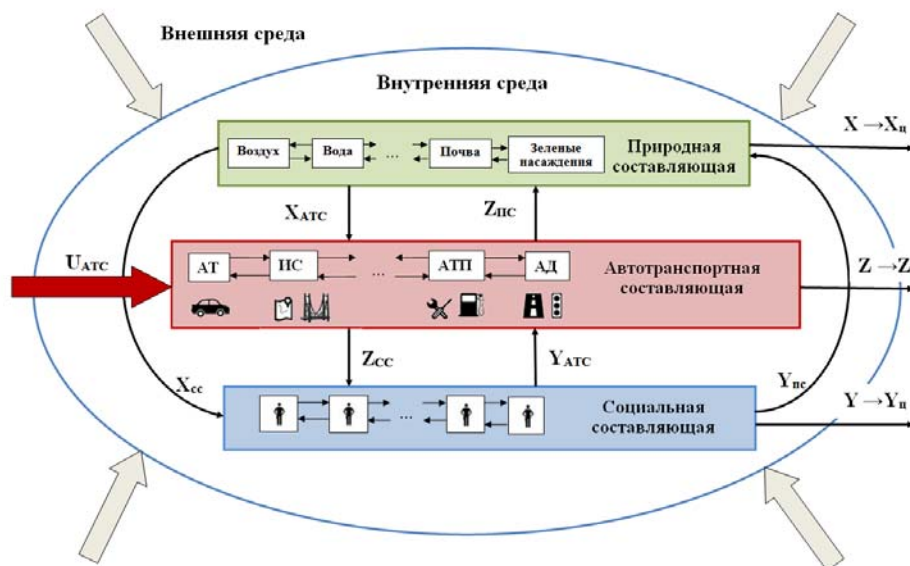


Рис. 1. Концептуальная схема агентной модели ТАТС

Агентная модель ТАТС с позиции теоретико-множественного представления представлена в виде:

$$M_{TATS} = \{C, Op, Ot, t\}, \quad (1)$$

где C – множество составляющих модели; Op – множество допустимых операций над компонентами составляющих модели; Ot – множество отношений между компонентами составляющих модели; t – такт модельного времени.

Составляющими частями агентной модели как системы являются агенты и среда:

$$C = \{A, Sr\}, \quad (2)$$

где A – множество агентов и их состояний, описывающих поведение отдельного агента; Sr – множество сред.

Описание агента включает множество его характеристик:

$$A = \{H_A, Oc_A\}, \quad (3)$$

где H_A – множество объективных характеристик агента; Oc_A – множество субъективных оценок агента.

Описание среды включает множество ее характеристик:

$$Sr = \{H_{Sr}, Oc_{Sr}\}, \quad (4)$$

где H_{Sr} – множество объективных характеристик среды; Oc_{Sr} – множество субъективных оценок среды.

Для конкретизации задачи управления экологической безопасностью в составе агентной модели было рассмотрено взаимодействие трех индивидуальных агентов: автотранспортного средства (АТ), автотранспортного предприятия (АТП), владельца автотранспортного средства и одновременного клиента автотранспортного предприятия (К).

Множество отношений между агентами « $K - AT - АТП$ » характеризует структуру модели:

$$\begin{aligned} Ot = \{ & \text{владеет } (K; AT); \\ & \text{обращается } (K-AT; АТП); \\ & \text{воспринимает } (K-AT; У); \\ & \text{предоставляет } (АТП-У; K-AT); \\ & \text{загрязняет } (AT-АТП; ПС)\}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для отражения динамики поведения каждого из трех взаимодействующих агентов « $K - AT - АТП$ » с позиции агентного подхода были составлены карты состояний, описаны переходы между ними и события, вызывающие эти переходы.

Целью поведения индивидуальных агентов « $K - AT - АТП$ » в составе агентной модели ТАТС является минимизация негативного воздействия на окружающую среду при удовлетворении спроса на услуги технического сервиса.

Уровень загрязнения природной составляющей от воздействия автотранспортных предприятий при оказании услуг технического сервиса может быть представлен совокупностью множеств:

$$Z_{ПС} = \{N^{AT}; P^M; Y^{ТС}\}, \quad (6)$$

где N^{AT} – множество автотранспортных средств, принятых к обслуживанию автотранспортным предприятием, и их характеристик (тип и объем двигателя, системы нейтрализации вредных выбросов);

$P^{ATП}$ – множество характеристик автотранспортного предприятия и источников загрязнения – постов технического обслуживания и ремонта (организованные или неорганизованные, особенности обслуживания, в т.ч. связанные с реализацией природоохранных мероприятий);

$Y^{ТС}$ – множество характеристик процесса оказания услуги (продолжительность, периодичность, надежность и т.п.).

В основе удовлетворенности услугами технического сервиса лежат ожидания клиентов, оцениваемые с помощью множества показателей. Для рассматриваемого взаимодействия агентов «К – АТ – АТП» оценка ожиданий клиентов производится на основе интегрального показателя удовлетворенности услугами технического сервиса, включающего множества трех составляющих этого показателя:

$$Z_{СС} = \{\alpha_{in}; \beta_{in}; \gamma_{in}\}, \quad (7)$$

где α_{in} – множество показателей доступности услуги; β_{in} – множество показателей реализуемости услуги; γ_{in} – множество показателей функциональности услуги.

Таким образом, оценка удовлетворения спроса на услуги является комплексной оценкой, включающей в себя множество взаимодействующих факторов, а показатель экологической безопасности при удовлетворении спроса на услуги технического сервиса – интегральным показателем. В работе [6] выполнен анализ распределения оказываемых услуг на предприятиях технического сервиса на основе частоты их возникновения и удельного веса внутри классификационных групп ОКУН (на примере г. Орла). Результаты проведенного анализа могут рассматривать как аргументы функции удовлетворенности спроса на услуги.

В ходе моделирования были получены результаты, представленные на диаграммах рис. 2, где треугольниками отражены обследованные автотранспортные предприятия города Орла. По оси ОУ отражен уровень их влияния на окружающую среду (в виде составляющих Z_{nc}), где 1кл – первый класс экологической опасности (самый опасный), а по оси ОХ удовлетворенность клиентов услугами этих АТП (в виде составляющих Z_{cc}), где 1 – это максимальная оценка удовлетворенности как совокупности факторов доступности, реализуемости и функциональности транспортных услуг.

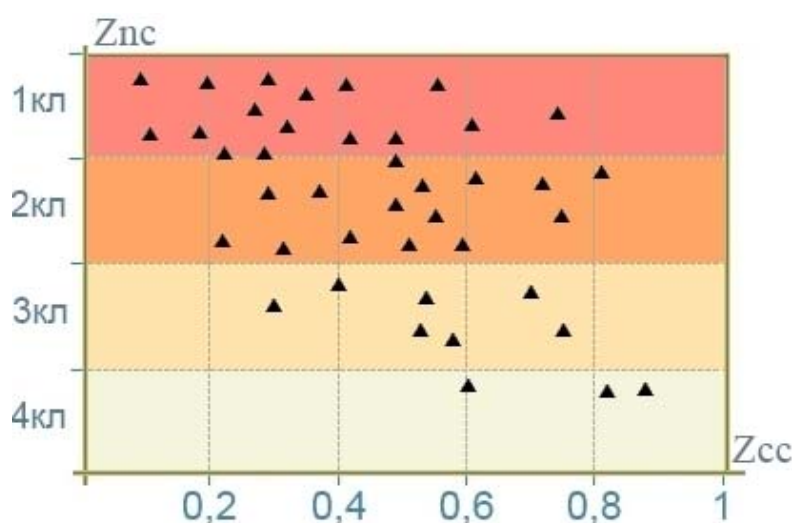


Рис. 2. Результаты моделирования в отсутствие принятия управленческих решений

Принятие определенных управленческих решений направлено на перевод части автотранспортных предприятий из категории экологически опасных в разряд безопасных. Так, реализация решений административного характера способствует сокращению числа опасных объектов (рис. 3).

Вывод: Разработанная агентная модель дает возможность осуществлять компьютерные эксперименты по оценке и прогнозированию изменений показателей состояния природной среды и социальной среды, которые будут являться следствием варьирования в заданном диапазоне параметров автотранспортной составляющей и (или) внешних воздействий. Такая модель обеспечит и возможность оценки качества управления путем перебора альтернативных сценариев управляющих воздействий.

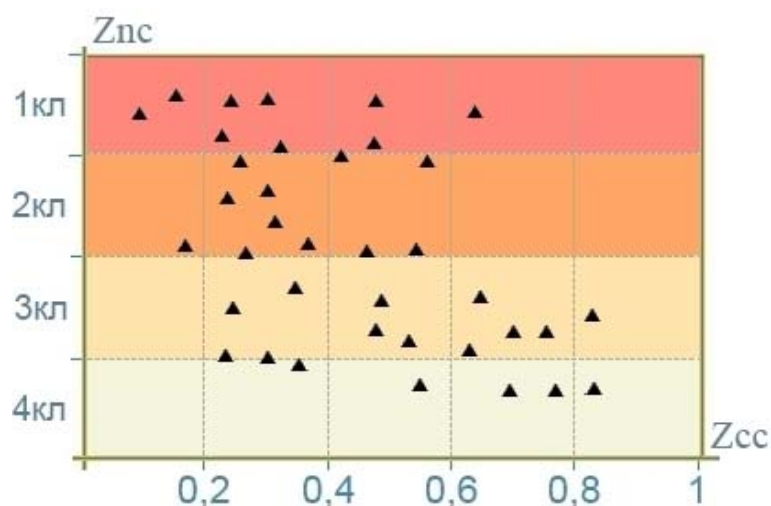


Рис. 3. Результаты моделирования в результате принятия решений
административного характера

Прогнозы состояния отдельных составляющих ТАТС, полученные с применением построенной модели, а также прогнозы с учетом предлагаемых сценариев управления и последующей оценкой результата их реализации, позволят обоснованно принимать управленческие решения по обеспечению экологической безопасности системы.

Список использованной литературы

1. Иващук, О.А. Теоретические основы построения автоматизированной системы управления экологической безопасностью промышленно-транспортного комплекса [Текст]: монография / О.А. Иващук, И.С. Константинов. – М.: Машиностроение, 2009. – 205 с.
2. Маврин, В.Г. Использование среды AnyLogic при моделировании развития автосервисной системы / В.Г. Маврин, И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин // Четвертая всероссийская научно-практическая конференция "Имитационное моделирование. Теория и практика": сборник докладов. – СПб.: 2009. – С. 147-150.
3. Михайлов, Е.М. Разработка метода контроля загрязнения окружающей среды автотранспортом: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 / Е. М. Михайлов. – Омск, 2000.

4. Долгушин, Д.Ю. Имитационное моделирование дорожного движения для оценки экологического влияния автотранспорта / Д.Ю. Долгушин, Т.А. Мызникова // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – № 4.1. – С. 139-142.

5. Константинов, И.С. Концептуальные основы управления территориальной автотранспортной системой на основе парадигмы биосферной совместимости / И.С. Константинов, Н.В. Бакаева // Информационные системы и технологии. – Орел, 2010. – № 5(61). – С. 109-119.

6. Бакаева, Н.В. Удовлетворение спроса на услуги ТСА в регионах (на примере г. Орла) / Н.В. Бакаева // Мир транспорта. – 2010. – № 4. – С. 66-72.

**Компьютерный анализатор глюкозы крови в аспекте проблем
устойчивого развития**

Власова Е.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Говоря об информационных технологиях можно вести речь о трех их составляющих. С одной стороны, информационные технологии подразумевают архитектуру, то есть схемное решение, используемое при создании средств обработки и хранения информации. С другой стороны, следует рассматривать математический аппарат и метрологические средства, используемые для обработки и хранения информации. И объединяют между собой эти две составляющие компьютерных технологий программы и алгоритмы, указывающие как реализовать математическую и метрологическую составляющую, используя то или иное схемное решение.

В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, информационные технологии имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для создания, хранения, обработки, ограничения к передаче и получению информации. Поэтому в статье рассмотрен компьютерный анализатор и его метрологические средства, используемые при оценке экспериментальной информации. Обычно решение задач происходит с оценкой результатов постфактум, что приводит к нерациональному расходованию ресурсов, выгоднее же учесть возможные погрешности заранее, провести моделирование процесса и оптимизировать его, априори решив задачу оптимизации.

Проблема экологии и устойчивого развития - это проблема прекращения вредного воздействия деятельности человека на окружающую среду. То есть человечество должно минимизировать уровень экологической нагрузки [1, 2]. Это достигается или снижением численности населения, или сокращением уровня потребления материальных благ, но ни одно, ни другое не является приемлемым для современного общества. Существует иной путь, наиболее адек-

ватный современным реалиям, это проведение фундаментальных изменений в технологии.

Проведение фундаментальных изменений в технологиях должно стать первоочередной задачей науки вообще и медицины в частности. Одним из путей развития здесь видится уменьшение использования инвазивных методик (Инвазивный (лат. *invasio* – внедрение, вторжение) – имеющий отношение к проникновению внутрь (организма)) и внедрение неинвазивных и малоинвазивных технологий лечения и диагностики заболеваний.

Одной из таких методик является неинвазивная методика определения концентрации глюкозы в крови. Разработан способ определения концентрации глюкозы в крови по артериальному давлению, который не требует забора крови для проведения анализа, что снижает риск инфекционных заболеваний, уменьшает затраты на аппаратуру и исключает затраты на реактивы для проведения биохимического анализа.

Постоянный самоконтроль сахарного диабета с помощью инвазивных глюкометров является стрессом для организма, требует использования реактивов и их последующей утилизации. Точность же неинвазивных глюкометров на современном этапе оставляет желать лучшего. Решение проблемы представляется в использовании средств аналитического контроля в компьютерных анализаторах, которыми, по сути, являются неинвазивные глюкометры, с оптимально подобранными метрологическими средствами. Благодаря адекватному подбору метрологических средств, оптимизируют измеренные значения к эталонным значениям концентрации глюкозы в адаптивном диапазоне с регламентируемой точностью нормируемых мер без оценки постфактум погрешности, минимизированной априори.

Совокупность мер и методов оценки, способов и критериев повышения точности определим как метрологические средства (МС) аналитического контроля [2].

Основой метрологических средств служат способы повышения точности и оценки качества измерений компьютерных анализаторов. По вектору развития информативности метрологические способы делятся на градуировку и коррекцию, калибровку и идентификацию. Способы коррекции повышают степень

градуировки за счёт эталонирования функции преобразования по одному образцу с известными мерами. За счёт устранения аддитивной или мультипликативной погрешности повышается точность в узком диапазоне образцовой меры. Способы калибровки корректируют градуировочную функцию по нескольким образцовым мерам, выбираемым на границах диапазонов и поддиапазонов для их априорного нормирования с заданной точностью. За счёт множества эталонов калибровка устраняет не только аддитивные и мультипликативные погрешности, но и учитывает нелинейность функции аналитического контроля. Способы идентификации калибруют функцию измерения по множеству параметров аналитического контроля за счёт тождественности моделируемой характеристики с реальной зависимостью в процессе программного управления магазином образцовых мер, а тождественные меры идентифицируют как результат аналитического контроля. Эти способы идентифицируют измерения комплекса параметров с достоверной точностью образцовых мер в широком диапазоне адаптивного контроля за счёт интеллектуальных алгоритмов самообучения.

Микропроцессорные измерительные средства развивают архитектуру персональных компьютеров с математическим обеспечением в метрологические средства за счет интеграции микроэлектроники и измерительной техники. Метрологические средства по критериям эффективности оценивают компоненты информационного обеспечения с образцовыми мерами.

Компьютерный анализатор, как микропроцессорное измерительное средство [3, 4] для адаптивного диапазона аналитического контроля с заданной точностью, нормируемой погрешностью образцовых мер, реализует оптимальную коммуникабельность за счет согласования эффективных метрологических средств, информативного математического обеспечения, универсальной архитектуры из гибкого программного обеспечения и ассоциативной структуры аппаратных средств. Его дальним аналогом служит аналитический прибор с аппаратно-управляемой комбинаторной структурой, копирующей жесткие алгоритмы методов контроля и градуировки. В структуру аппаратно-управляемых средств закладывается жесткий алгоритм линейного преобразования в фиксированных, как правило, неперекрывающихся поддиапазонах с возможностью коррекции чувствительности и нелинейности аппаратными средствами. Это

приводит к широкой номенклатуре узкоспециализированных средств контроля с мелкосерийным производством, а использование жестких алгоритмов в метрологических средствах и математическом обеспечении микропроцессорных средств, приводит их к ограниченному уровню тестера с низкой точностью в узком диапазоне.

Таким образом, эффективность метрологических средств реализует универсальность аппаратного и программного обеспечения архитектуры, расширяет информативность математического обеспечения и повышает коммуникабельность компьютерных анализаторов. Эффективные метрологические средства способны сделать точность неинвазивных глюкометров сопоставимой с точностью инвазивных, расширив возможность их применения в клинической практике. Это снизит долю риска инфекционных заболеваний, уменьшит затраты на аппаратуру и исключит затраты на реактивы для проведения биохимического анализа, а также исключит проблему их последующей утилизации, и, как следствие позволит минимизировать уровень экологической нагрузки. Проведение измерений относительно эталонных значений концентрации глюкозы в адаптивном диапазоне с регламентируемой точностью нормируемых мер без оценки постфактум погрешности, минимизированной априори, упрощает процесс измерения, в корне меняя его технологию, что также минимизирует уровень экологической нагрузки.

Список использованной литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера // Избранные сочинения. – Т. 5. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 5-102.
2. Урсул А.Д. Переход России к устойчивому развитию: ноосферная стратегия. – М.: Ноосфера, 1998. – 500 с.
3. Глинкин Е.И., Глинкин М.Е. Технология аналого-цифровых преобразователей: монография. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 140 с.
4. Герасимов Б.И., Глинкин Е.И. Микропроцессорные аналитические приборы. – М.: Машиностроение, 1989. – С. 9-15.
5. Глинкин Е.И. Техника творчества. – Тамбов: ТГТУ, 2010. – С. 120-164.

УДК 613.96

ББК Р53

Разработка информационной системы оценки состояния здоровья граждан из различных климато-географических регионов

Голубятников О.О.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Введение

У граждан из различных климато-географических регионов, среди которых подавляющее большинство составляют иностранные граждане, в связи со сменой климатических условий проживания, стрессорного влияния учебной/рабочей деятельности и воздействием других социальных факторов повышается риск возникновения различных заболеваний, в том числе и инфекционных. Кроме того, отсутствуют какие-либо сведения об исходном состоянии их здоровья. Вместе с тем экспресс-оценка состояния здоровья иностранных студентов/граждан вызывает особые затруднения, связанные с языковыми, организационными и другими проблемами. На сегодняшний день в России не существует автоматизированной комплексной экспресс-оценки состояния здоровья иностранных граждан. Существуют лишь отдельные методики, оценивающие состояние сердечно-сосудистой системы, нервной системы и т.д. [1, 2].

Цель исследования: уменьшение риска возникновения патологических состояний у граждан из различных климато-географических регионов в условиях повышенной напряжённости адаптационных механизмов организма.

Разработка программно-аппаратного комплекса

Для реализации цели проекта на кафедре «Биомедицинская техника» ТГТУ совместно с «Центром фундаментальных основ здоровья» ТГУ им. Державина был разработан программно-аппаратный комплекс оценки состояния здоровья граждан из различных климато-географических регионов.

Аппаратная часть комплекса состоит из персонального компьютера и подключенных к нему приборов измерения: ростомер, весы, калипер, реограф-полианализатор (рис. 1). Аппаратная часть комплекса является открытой и количество приборов в нем может варьироваться.



Рис. 1. Аппаратная часть комплекса

Программная часть комплекса состоит из модулей и баз данных, также является открытой. Одним из главных преимуществ программного обеспечения комплекса является мультиязычность (возможность выбора языка тестирования). На 2012 год нами были созданы две версии программы: русская и английская. Ведется активная работа по разработке французско- и арабско-язычных версий программы. UML-диаграмма функционирования программного обеспечения комплекса представлена на рисунке 2. На рисунке 3 показана UML-диаграмма функционирования блоков №2 и №4, а на рис. 4 – блока №5.

Главным действующим лицом является студент-иностранец, над которым совершаются различные действия, важнейшим из которых является тестирование, состоящее из пяти независимых блоков, составляющие комплексную оценку состояния здоровья:

- Блок №1 – Адаптация сердечно-сосудистой системы;
- Блок №2 – Психоэмоциональное состояние;
- Блок №3 – Состояние нервной системы;
- Блок №4 – Качество жизни;
- Блок №5 – Биологическая индивидуальность.

В свою очередь некоторые блоки могут состоять из подблоков:

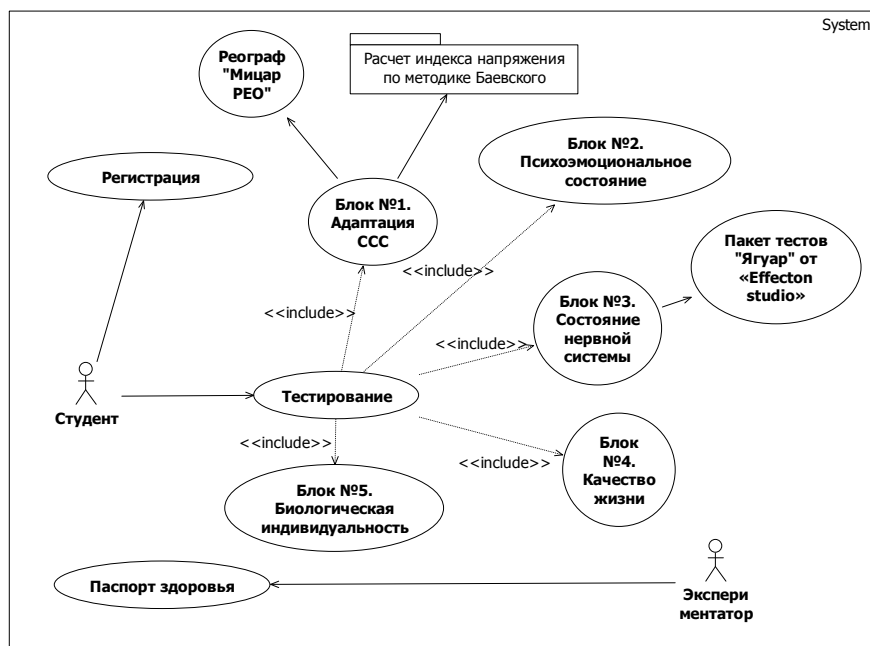


Рис. 2. UML-диаграмма функционирования программного обеспечения комплекса

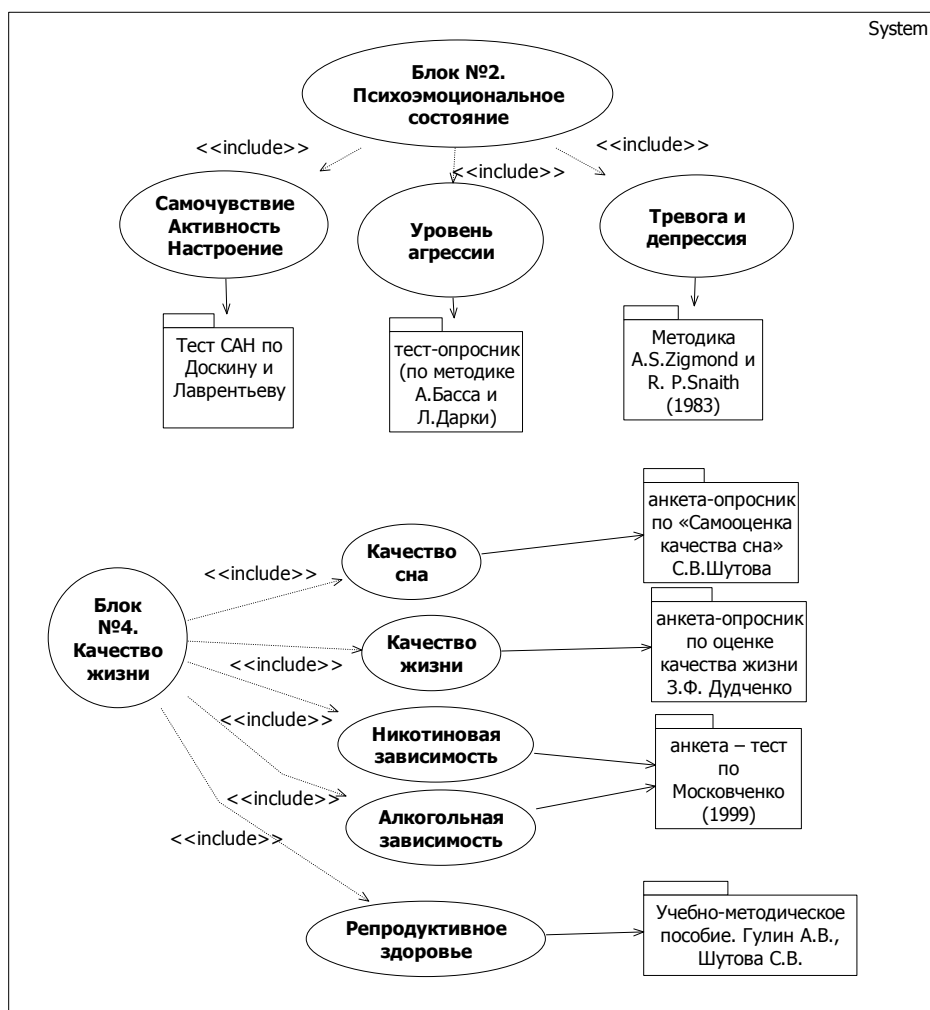


Рис. 3. UML-диаграмма функционирования блоков №2 и №3

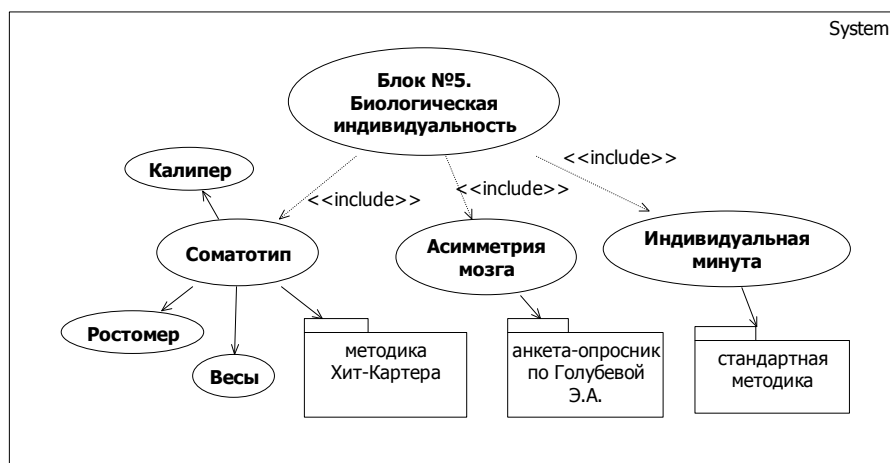


Рис. 4. UML-диаграмма функционирования блока №5

- Блок №2 – Психозэмоциональное состояние:
 - Самочувствие, активность, настроение;
 - Тревога и депрессия;
 - Уровень агрессии;
- Блок №4 – Качество жизни:
 - Качество жизни;
 - Качество сна;
 - Никотиновая зависимость;
 - Алкогольная зависимость;
 - Репродуктивное здоровье;
- Блок №5 – Биологическая индивидуальность:
 - Соматотип;
 - Определение асимметрии мозга;
 - Индивидуальная минута.

В каждом блоке или подблоке применяются свои методики оценки и могут быть приборы измерения [1]. Например, в блоке №1 «Адаптация сердечно-сосудистой системы» в качестве методики расчета индекса напряжения используется «Расчет индекса напряжения по Баевскому», а в качестве прибора измерения индекса напряжения – реограф-полианализатор «Мицар-РЕО» (г. Таганрог).

Таким образом, комплексная экспресс-оценка состояния здоровья представляет собой взаимосвязь объективных показателей адаптационных механизмов организма и субъективной оценки стрессогенных факторов.

После прохождения тестирования студент получает так называемый «Паспорт здоровья», в котором отражены результаты тестирования и рекомендации по каждому блоку и подблоку (пример см. на рис. 5, 6).

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина
Центр фундаментальных основ здоровья
ПАСПОРТ ЗДОРОВЬЯ

Иванов
Иван
Иванович

Пол мужской

Дата рождения: (число) 2 (месяц) март (год) 1989

Место рождения: Россия

Дата выдачи: (число) 2 (месяц) февраль (год) 2012

Рис. 5. Пример «Паспорта здоровья» для подблока «Самочувствие, активность, настроение»

Например, блок №3 (см. рис. 2) отражает состояние нервной системы организма. В отличие от первых четырех блоков, блок №5 «Биологическая индивидуальность» носит информативный характер (см. рис. 4). То есть, показатели, определяющиеся в этом блоке, являются информативными параметрами: тип телосложения (соматотип), ведущее полушария головного мозга, индивидуальная минута. Наряду с ними информативными параметрами являются пол, возраст, климато-географический регион проживания (имеется ввиду изначальный, до приезда за границу).

Блок №2. Психозмоциональное состояние

2.1. Самочувствие, активность, настроение

Рекомендации и заключение
Ваша шкала самочувствия, активности и настроения

10	30	43.7	50	70
низкая оценка САН		средняя оценка САН		высокая оценка САН

Самочувствие
Ваш результат - 44
баллов, что говорит о среднем уровне самочувствия. Для Вас в малой степени характерны чувства вялости, усталости и ощущение слабости. Вам требуется отдых. Рекомендуются пешие прогулки на свежем воздухе. Старайтесь вести здоровый образ жизни, правильно распределить рабочий день.

Активность
Ваш результат - 42
баллов, что говорит о среднем уровне активности. У Вас преобладают чувства потери сил и энергии, быстрой утомляемости. Попробуйте занять себя в различных сферах активной деятельности (спорт, музыка, танцы и т.д.)

Настроение
Ваш результат - 45
баллов, что говорит о среднем уровне настроения. Вам свойственны вялость, у Вас нет желания что-либо делать. Вам не помешает просмотр комедий, участие в развлекательных мероприятиях, встреча с друзьями, шопинг.

Рис. 6. Пример «Паспорта здоровья» для подблока «Самочувствие, активность, настроение»

Заключение

Обработав информативные и результативные (результаты тестирования по первым четырем блокам) параметры, можно найти зависимость между результативными, а также между результативными и информативными параметрами, что позволит:

- ✓ выявить факторы, влияющие на состояние здоровья граждан в условиях повышенного влияния адаптационных механизмов организма;
- ✓ прогнозировать развитие и обострение патологических состояний у граждан из различных климато-географических регионов;
- ✓ создать научную основу для разработки адаптированных методик комплексной оценки состояния здоровья граждан из различных климато-географических регионов, с последующим уменьшением риска возникновения различного рода заболеваний.
- ✓ составить карты болезней по климато-географическим регионам.

Разработанный программно-аппаратный комплекс оценки состояния здоровья иностранных граждан из различных климато-географических регионов может быть применен в организациях, в которых обучаются/работают граждане из различных климато-географических регионов.

В настоящее время программно-аппаратный комплекс внедрен в ТГУ им. Державина для апробации [3].

Список использованной литературы

1. Гулин А.В., Шутова С.В., Григорова Л.И., Муравьева И.В., Белов Р.Н., Туманян А.А. Комплексная оценка здоровья иностранных граждан. Тамбов: Издат. дом ТГУ им. Г.Р.Державина, 2010. 55 с.
2. Голубятников О.О. Автоматизированная информационная система мониторинга состояния здоровья иностранных студентов // Новые информационные технологии: тезисы докладов XX Международной студенческой конференции-школы-семинара. М.: МИЭМ, 2012. С. 309-310.
3. Голубятников О.О., Шутова С.В., Дубровин В.В. Создание автоматизированной информационной системы оценки состояния здоровья иностранных студентов // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2012. Том 17. Вып. 4. С. 1306-1314.

**Вероятностно-детерминированная модель технического состояния
программно-аппаратного комплекса**

Гриднева Т.П., Горностаева О.И.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Устойчивое развитие в современных условиях невозможно представить без повсеместного применения информационных технологий. А само применение информационных технологий неизбежно ставит проблему обеспечения информационной безопасности, в частности, идентификации технического состояния программно-аппаратных комплексов.

Для обеспечения устойчивого функционирования программно-аппаратного комплекса (ПАК) необходимо иметь информацию о его техническом состоянии, которое определяется как соответствием технических параметров аппаратуры заданным требованиям, так и устойчивой работой программного обеспечения (ПО). Кроме того, устойчивость функционирования ПАК определяется величины воздействий, поступающих на его вход и областью допустимых отклонений определяющих параметров в пространстве возможных состояний. Высокие требования к точности и надежности реализации функций ПАК делают проблематичным традиционное использование средних значений случайных параметров для идентификации состояния комплекса в интересах оперативного восстановления его работоспособности на основе известных функций распределения [1]. Данное положение может привести к нежелательным решениям по воздействиям на ПАК, с точки зрения поддержания его требуемого состояния, из-за разброса случайных параметров относительно их среднего значения, смещенности распределений, существенно отличающихся от гауссовских белых шумов, которые на практике оказываются цветными и со смещенным математическим ожиданием [2], в том числе по причине наличия изменяющихся во времени детерминированных составляющих.

Для идентификации состояния ПАК необходимо знание вектора возможных его состояний и допустимых колебаний последних. В [1] особое место отводится использованию аддитивных или мультипликативных моделей для исследования свойств таких систем, в основе которых лежат схемы независимых испытаний, адекватно отображающих физическую суть многих случайных явлений. В аксиоматике вероятностных пространств под испытанием понимается некоторое конечное вероятностное пространство [3]. Это означает, что для разработки метода идентификации технического состояния ПАК при возможных фиксированных, перемежающихся отказах его оборудования и возникновении периодических сбоев программного обеспечения необходимо построить вероятностно-детерминированную модель его состояний. Важное значение для решения этой задачи имеет нахождение функций распределения $F_i(\xi_i)=1$, $i=(1...n)$, входящих в формулу полной вероятности, построенную на разбиении конечного вероятностного пространства

$$F(\xi) = a_1 F_1(\xi_1) + a_2 F_2(\xi_2) + \dots + a_n F_n(\xi_n), \quad (1)$$

где $a_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^n a_i = 1$, $F_i(\xi_i)$ – дискретные функции распределения случайных величин ξ_i , $i=(1...n)$.

Применение схемы независимых испытаний в данном случае можно интерпретировать, при произвольном законе распределения, как расположение на прямой в точках $\alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_n$ точечных масс $p_1, p_2, \dots, p_n$, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$. Тогда математическое ожидание случайной величины $\xi(t)$ $M\xi = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i$ есть центр тяжести, а ее дисперсия $D\xi = \sum_{i=1}^n p_i (\alpha_i - M\xi)^2$ – момент инерции масс p_i относительно центра тяжести. Во многих практических случаях для решения данной задачи применяют биномиальное распределение. Однако использование последнего хотя и дает возможность определить математическое ожидание и дисперсию случайной величины ξ , но не позволяет описать движение масс p_i в

конечном вероятностном пространстве. Особенно это проявляется при наличии изменяющихся во времени детерминированных составляющих [4]. Например, в структуре сигналов может присутствовать постоянная составляющая единичных посылок для синхронизации, передачи сигнально-управляющих комбинаций и т.д., наличие которых не учитывается в биномиальном распределении.

Сигналы на выходе элементов ПАК представляют собой случайные цифровые последовательности, которые могут быть описаны схемой независимых испытаний. Статистические характеристики определяются цифровой последовательностью, приходящей на вход, алгоритмом функционирования оборудования и совокупностью внешних и внутренних факторов различной природы, воздействующих на ПАК. Исследования [1, 2, 4] показали, что во многих случаях для обеспечения равновероятности появления 1 и 0, в каждой из позиций цифровых последовательностей, а также исключения ситуаций больших серий единиц и нулей в них, производятся ее преобразования или усечение конечного вероятностного пространства полной группы возможных векторов кодов фиксированной длины. В этом случае данные последовательности описываются схемой независимых испытаний, построенной на усеченных биномиальных распределениях с различными параметрами усечения k и y [5]:

$$\begin{cases} 0, & i < y, \\ P(y \leq \xi(\omega) \leq]kz[) = \sum_{i=y}^{]kz[} \binom{]kz[-y}{i-y} p^{i-y}(\omega)(1-p(\omega))^{]kz[-i} = 1, \\ 0, & i >]kz[, \end{cases} \quad (2)$$

где $p(\omega)$ – вероятность успеха в каждом испытании, для каждого элементарного события $\omega \in \Omega$, Ω – пространство элементарных событий; $\xi(\omega)$ – возможная кратность элементарных событий в каждом испытании; $0 < k \leq 1$ – коэффициент, характеризующий возможную кратность событий в каждом испытании (ограничивающий область допустимых стратегий); $y=0,1,2, \dots,]kz[-1$ – минимальная величина $\xi(\omega)$ в каждом испытании; $]...[$ – антье, округление до большего целого.

Вероятности возникновения событий $P(\xi(\omega))=P$ различной кратности $\xi(\omega)$ существенным образом зависят от параметров $k, y, z, p(\omega)$ и их изменений, ко-

торые в общем случае могут носить как случайный, так и детерминированный характер. При использовании функций распределения случайных величин важное значение имеет умение определять их числовые характеристики. Они определены в [5]:

$$M\xi = (]kz[-y)p(\omega) + y, \quad (3)$$

$$D\xi = (]kz[-y)p(\omega)(1 - p(\omega)), \quad (4)$$

$$\mu_3 = \sum_{i=1}^{]kz[} (\xi_i - M\xi)^3 p_i(\omega) = M\xi^3 - 3M\xi M\xi^2 + 2(M\xi)^3, \quad (5)$$

$$\mu_4 = \sum_{i=1}^{]kz[} (\xi_i - M\xi)^4 p_i(\omega) = M\xi^4 - 4M\xi M\xi^3 + 6(M\xi)^2 M\xi^2 - 3(M\xi)^4. \quad (6)$$

В ходе функционирования ПАК (либо прогона специальных тестовых последовательностей) можно отслеживать изменения математического ожидания и дисперсии случайной величины $\xi(\omega)$ и $p(\omega)$ статистическими методами [6]:

$$M\xi = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \xi_i(\omega), D\xi = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (\xi_i(\omega) - M\xi)^2, p(\omega) = \frac{1}{n \cdot z} \cdot \sum_{i=1}^n \xi_i(\omega), \quad (7)$$

где z – мощность векторного пространства состояний; n – количество циклов измерений, обеспечивающих заданную достоверность определения $M\xi$, $D\xi$, $p(\omega)$; $\xi_i(\omega)$ – кратность элементарных событий ω в i -ом испытании $i = (1...n)$ [7].

Тогда для идентификации технического состояния ПАК можно использовать выражения, полученные в [6]

$$\begin{cases} k(t) = (M\xi + D\xi/p(\omega))/z \\ y(t) = M\xi - D\xi/(1 - p(\omega)) \end{cases} \quad (8)$$

где $M\xi(\omega)$ и $D(\xi\omega)$ – математическое ожидание и дисперсия детерминированной случайной величины, определяемые по выражениям (7); $\omega = f(t)$.

Из (8) следует, что увеличение $y(t)$ будет свидетельствовать о возрастании постоянной величины количества единичных сигналов в системе передачи (или о возникновении отказов), а уменьшение $k(t)$ будет характеризовать уменьшение количества единичных сигналов (а также наличие отказов). Тогда при известных входных воздействиях, определяющих требуемое значение $y(0)$ и $k(0)$

на интервале определения числовых характеристик, отклонения $y(t)$ и $k(t)$ от $y(0)$ и $k(0)$ будет свидетельствовать о возникновении отказов элементов системы или периодических сбоев ПО. В частном случае, при $y(0)=0$ и $k(0)=1$, можно определить кратность возникших сбоев или отказов:

$$L(t)=y(t)+(1-k(t))\cdot z. \quad (9)$$

Полученные выражения (8) и (9) позволяют идентифицировать технические состояния ПАК, реализующего полную группу векторов разрядностью z за n испытаний. Однако, имеется ряд образцов радиотехнических устройств, у которых в рабочем режиме имеются номинальные параметры усечения $y(0)$ и $k(0)$, заключающиеся в запрете определенных комбинаций $(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_z)$ (например, длинных серий сигналов «1» и «0»), тогда на первом этапе определяют числовые характеристики $M\xi(0)$, $D\xi(0)$ и вероятность появления сигнала «1» $p_{t=0}(\omega)$ в исправном состоянии и находят на основе выражений (8) начальные параметры усечения $y(0)$ и $k(0)$. При применении тестовых методов идентификации состояния ПАК, $y(0)$ и $k(0)$ имеет физический смысл параметров известного теста. В этом случае характер неисправностей определяется на основе измерения разностей $(y(t) - y(0))$ и $(k(t) - k(0))$, а кратность отказов находится из выражений [7]:

$$L(t) = \begin{cases} y(0) - y(t) + (1 - (k(0) - k(t))) \cdot z, & \text{при } y(t) > y(0), k(t) < k(0); \\ ((y(0) - y(t)) + (1 - (k(0) - k(t))) \cdot z) / 2, & \text{при } y(t) < y(0), k(t) < k(0); \\ ((y(t) - y(0)) + (1 - (k(t) - k(0))) \cdot z) / 2, & \text{при } y(t) > y(0), k(t) > k(0). \end{cases} \quad (10)$$

Таким образом, выражения (3 ... 7), полученные на основе применения усеченных биномиальных распределений, дают возможность идентифицировать техническое состояние ПАК.

Список использованной литературы

1. Крухмалев, В.В. Цифровые системы передачи / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 352 с.
2. Горячкин, О.В. Лекции по статистической теории систем радиотехники и связи / О.В. Горячкин. – М.: Радиотехника, 2008 – 294 с.

3. Духин, А.А. Теория информации / А.А. Духин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 182 с.
4. Гриднев, В.А. Методика обоснования показателей структурной связности перспективных цифровых сетей многоканальной радиосвязи / В.А. Гриднев, И.И. Денисов, С.Н. Стукало // Сборник научно-методических материалов ТВВАИУ. – Тамбовское ВВАИУ. – 1997. – № 14.
5. Тихонов, В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 2004. – 234 с.
6. Радиосистемы передачи информации / В.А. Васин и [др.]; под ред. И.Б. Федорова, В.В. Калмыкова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 232 с.
7. Шахтарин, Б.И. Случайные процессы в радиотехнике / Б.И. Шахтарин. – М.: Радио и связь, 2000. – 236 с.

Математические основы построения «лёгких» асимметричных криптосистем

Гриднева Т.П., Горностаева О.И.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Устойчивое развитие в современных условиях невозможно представить без повсеместного применения информационных технологий. А само применение информационных технологий неизбежно ставит проблему обеспечения информационной безопасности, в частности, защиты аутентичности информации и невозможности отказа от авторства при введении электронного документооборота.

Применение в асимметричной криптографии математического аппарата эллиптических кривых позволило значительно уменьшить размеры применяемых чисел для обеспечения приемлемой криптографической стойкости, что, в свою очередь, повысило скорость работы алгоритмов шифрования и расшифрования. Однако остались нерешёнными следующие проблемы, которые требуют для построения асимметричных криптосистем достаточно высокопроизводительных вычислительных платформ:

- необходимо производить операции в конечных полях (или операции по модулю);
- необходимо производить операции с большими числами;
- требуется большой объём памяти для хранения промежуточных вычислений.

Эллиптические кривые, обычно применяемые в криптографии – это кривые вида

$$y^2 = x^3 + ax + b \pmod{p} \neq 0, \quad (1)$$

где a, b – коэффициенты кривой, которые должны удовлетворять условиям не-сингулярности (обратимости)

$$\begin{aligned} a(\bmod p) &\neq 0 \\ b(\bmod p) &\neq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

p – характеристика поля.

При выборе параметров кривой необходимо учесть также требование стойкости к атаке MOV (Menezes, Okamoto, Vanstone)

$$p^{k-1}(\bmod q) \neq 0 \text{ для } 2 < k < 32,$$

где q – количество точек в кольцевом множестве.

Если стойкость к атаке MOV не является критичной, то необходимо проверить условие $q \neq p$ для исключения аномальных кривых.

Параметры (p, a, b) полностью определяют кривую.

Хотя пример, изображенный на рис.1, представлен на плоскости, то есть на множестве пар вещественных чисел (x, y) , в криптографии все структуры, разумеется, должны быть дискретными. Поэтому решения уравнения (1) ищутся над конечными полями. Чтобы конечное множество могло стать полем, его размер должен иметь вид p^m , где p – простое число, m – расширение поля. Конечное поле с простым количеством элементов ($m=1$) можно представлять как множество неотрицательных целых чисел, меньших p , в котором все алгебраические операции производятся по модулю p . В криптографии используются конечные поля двух типов – с простым количеством элементов ($m=1$) и поля характеристики два (у которых 2^m элементов). Мы ограничимся первым случаем. Кстати, термин «эллиптическая кривая» над конечным полем в изрядной степени теряет смысл – какая же это кривая, если она содержит конечное множество точек? Но не будем спорить о терминах, особенно в математике, где «белая лошадь может оказаться вовсе не лошастью» (Гунсунь Лун-цзы).

Суть применения эллиптических кривых в криптографии сводится к тому, что группа чисел по простому модулю (как было в криптосистеме Диффи-Хеллмана) заменяется группой решений уравнения (1). Осталось лишь показать, как складывать друг с другом решения такого уравнения.

На плоскости это делается так, как показано на рис. 1.

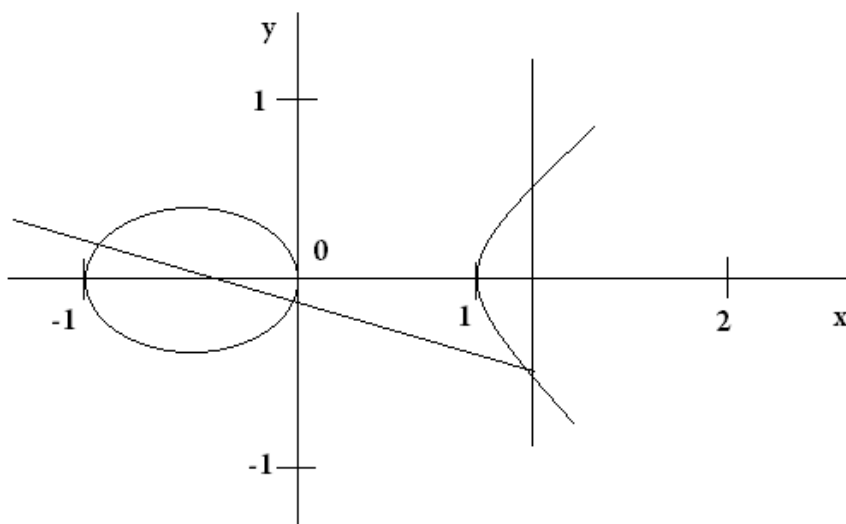


Рис. 1. Нахождение суммы точек на эллиптической кривой

Чтобы сложить две точки на эллиптической кривой, нужно провести через них прямую. Она пересечет кривую в третьей точке. Эту третью точку мы будем считать суммой первых двух со знаком минус; чтобы получить собственно сумму, отразим полученную точку относительно оси X . Можно проверить, что такое сложение будет ассоциативным. Остается только один вопрос: что делать, когда третьей точки нет? Например, если нужно сложить точку с самой собой, то для этого нужно провести касательную в этой точке. Если мы проведем касательную в точке $(0, 0)$, она будет направлена вертикально вверх; казалось бы, никакой третьей точки уже не получится. Это затруднение решается просто: к множеству решений эллиптического уравнения добавляют еще одну точку O , о которой проще всего думать как о бесконечности (бесконечные значения x и y действительно удовлетворяют уравнению). Сумма двух точек $(0, 0)$ в нашем примере будет равна O . O играет роль нуля в этом своеобразном сложении. Мы уже говорили, что обратный элемент получится, если отразить точку относительно оси X ; если теперь соединить прямой точку и её обратную, прямая будет вертикальной, и третьей точкой как раз будет бесконечность:

$$P + (-P) = O.$$

Над конечными полями изобразить это графически невозможно, но если выразить эти операции алгебраически, то все сойдётся.

Криптосистема на основе эллиптических кривых выглядит так. Алиса и Боб выбирают (и сообщают всем) эллиптическую кривую, поле и точку B , лежащую

на этой кривой. Затем Алиса секретно выбирает число a длины k и подсчитывает точку aB (складывает B с самим собой a раз), а Боб выбирает число b такой же длины k и вычисляет bB . Затем они обмениваются полученными результатами, и их общим секретным ключом становится точка abB . Чтобы взломать этот шифр, нужно научиться по aB и B вычислять a – это в точности аналог схемы Диффи-Хеллмана, основанной на задаче дискретного логарифмирования.

Самым быстрым алгоритмам, решающим задачу дискретного логарифмирования на эллиптических кривых, таким как алгоритм Шенкса и p -метод Полларда, необходимо $O(\sqrt{n})$ операций [1]. Поэтому размер поля должен как минимум в два раза превосходить размер ключа. Например, для 128-битного ключа рекомендуется использовать эллиптическую кривую над полем F_p , где p имеет длину 256 бит.

Самые сложные схемы на эллиптических кривых, публично взломанные к настоящему времени, содержали 112-битный ключ для конечного простого поля и 109-битный ключ для конечного поля характеристики 2. В июле 2009 года, кластер из более чем 200 «Sony Playstation 3» за 3,5 месяца нашел 109-битный ключ. Ключ над полем характеристики 2 был найден в апреле 2004 года, с использованием 2600 компьютеров, в течение 17 месяцев [2].

Зададимся целью создания асимметричной криптосистемы на основе эллиптической кривой, свободной от недостатков, затрудняющих её реализацию на платформе сотового телефона, имея в виду, что время старения информации в сотовой связи сравнительно невелико. Рассмотрим несуперсингулярную кривую

$$y^2 + xy = x^3 + x^2 + 1 \quad (3)$$

в поле Галуа $GF(2)$. Тогда уравнение (3) будет иметь 2 корня: $(0, 1)$ и бесконечная точка O .

Порядок поля эллиптической кривой (количество точек на кривой) над расширенным полем p^m определяется выражением [3]

$$E(GF(p^m)) = p^m + \alpha^m + \beta^m + 1, \quad (4)$$

где $p = \alpha\beta$, $d = -(\alpha + \beta)$ определяются из $E(GF(p)) = p - 2d + 1$.

Для кривой (3) получим

$$\alpha = \frac{-1 \pm \sqrt{7}}{2}; \beta = -\frac{1 \pm \sqrt{7}}{2}.$$

В итоге выражение (4) примет вид

$$E(GF(p)) = 2^m - \frac{(1 - \sqrt{7})^m + (1 + \sqrt{7})^m}{2^m} + 1. \quad (5)$$

Используя выражение (5) для подсчёта количества точек на кривой, заданной выражением (3), можно определить трудоёмкость взлома построенной криптосистемы в виде количества элементарных операций

$$C = l \frac{\sqrt{\pi}}{2} 2^{\frac{m}{2}} m^2, \quad (6)$$

где l – длина чисел a и b (количества сложений точки на кривой с самой собой).

Таким образом, выбирая сравнительно небольшие значения $l=2$ и $m=100$, получаем трудоёмкость взлома порядка 10^{12} . Системы сотовой связи стандарта GSM, использующие симметричную схему засекречивания трафика с перешифрованием, обеспечивают сравнимый порядок трудоёмкости взлома. Вычислительные возможности современных смартфонов, айфонов и других абонентских устройств современных систем сотовой связи позволяют работать со значительно большими значениями l и m , что позволяет обеспечить более высокую криптостойкость предлагаемой асимметричной криптосистемы.

Список использованной литературы

1. Болотов, А.А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Алгебраические и алгоритмические основы / А.А. Болотов, С.Б. Гашков. – М.: КомКнига, 2006. – 328с.
2. D. Jao, V. Soukharev. A Subexponential Algorithm for Evaluating Large Degree Isogenies // ArXiv: 1002.4228 v2 [mach.NT] 13 apr. 2010.
3. Молдовян, Н.А. Криптография. От примитивов к синтезу алгоритмов / Н.А. Молдовян, А.А. Молдовян, М.А. Еремеев. – СПб.: BHV, 2004. – 448с.

**О сервисе контроля целостности автоматизированной системы
обработки информации**

Губин И.А.

Воронежский государственный педагогический университет

(Россия, г. Воронеж)

Одним из основных элементов системы защиты информации автоматизированной системы обработки данных (АСОД) является контроль целостности (КЦ) обрабатываемой информации и информационных процессов в ней. Специфика АСОД при управлении КЦ информации проявляется, в частности, в том, что моменты времени запуска необходимых контрольных процедур и контролируемые объекты жестко связаны с процессами доступа к информации, и, следовательно, их выбор не может входить в круг управленческих решений. Остается только возможность варьирования длительностью проведения процедур контроля целостности информации за счет варьирования степени полноты контроля.

В качестве примера возьмем информационную систему (ИС) компании «РЕТ», занимающуюся реализацией компьютерной и цифровой техники.

Для поддержки принятия администратором безопасности решений по выбору временной последовательности запусков сервиса КЦ рабочей среды в составе используемой в ИС ООО «РЕТ» типовой системы защиты информации (СЗИ) от несанкционированного доступа (НСД) предлагается использовать подсистему автоматизированного управления КЦ рабочей среды ООО «РЕТ». Исходными данными для нее являются следующие:

1. Статистические данные о выполнении СЗИ НСД своих сервисных задач в ИС ООО «РЕТ», а также реализации конкретных функций защиты информации (ЗИ) от НСД при выполнении этих задач (данные предоставляются подсистемой регистрации и учета по окончании каждой контрольной проверки).

2. Параметры, задающие требования к управлению КЦ рабочей среды «РЕТ» как в плане обеспечения ЗИ от НСД, так и в плане обеспечения функционирования ИС по целевому назначению (данные задаются администратором безопасности в соответствии с разделом «Требования к подсистеме ЗИ от НСД» эксплуатационной документации в ООО «РЕТ»).

В эталонной АСОД ИС ООО «РЕТ» в смысле эталонной модели защищенной автоматизированной системы (ЭМЗАС) контроль целостности информации осуществляется достаточно специфическим образом, в силу чего специфично и управление этим процессом.

В идеале, контроль целостности объекта представляет собой контроль его неизменности [1-3]. При этом проверяется полное тождество контролируемого объекта и образца (объекта, хранящего исходное состояние контролируемого объекта, которое принимается за эталонное), что обеспечивает полностью достоверный контроль (с нулевой вероятностью ошибки). В этом случае эталонный объект должен быть как минимум одинаковой длины с контролируемым, что приводит к максимальной длительности проведения процедуры контроля неизменности.

Сокращение длительности проведения подобной процедуры достигается за счет использования в качестве эталонного объекта вычисляемого с использованием хэш-функций хэш-значения, отличающегося меньшей по сравнению с проверяемым объектом длиной. Процесс установления неизменности объекта становится вероятностным, и в этом случае говорят уже не о контроле неизменности объекта, а о контроле его целостности [4, 5]. Таким образом, контроль неизменности объекта представляет собой предельный случай контроля его целостности, наилучший по защищенности и наихудший по использованию временного ресурса. Сравнивать по использованию временного ресурса реальный контроль целостности с предельным (контролем неизменности) можно естественно по соотношению длительностей проведения соответствующих процедур, но сравнение по защищенности будет неоднозначно [6].

Оценка результатов принятия решения при организационно-технологическом управлении сервисом КЦ производится по оценивающему качеству его

функционирования комплексу критериев, определяющих количественные значения для соответствующих подхарактеристик (рис. 1). Комплекс критериев качества функционирования сервиса КЦ как объекта управления – это совокупность критериев, в полной мере количественно выражающая его пригодность при заданных в данной ситуации параметрах функционирования в данной ИС удовлетворять предъявляемым требованиям.

Рис. 1. Структурная схема комплексной оценки качества функционирования сервиса

КЦ как объекта управления

Адекватным математическим аппаратом анализа такой стохастической модели (рис. 2) является теория конечных полумарковских процессов (КПП) [7]. Тогда сама модель представляет собой поглощающий КПП, характеризующийся полумарковской матрицей $H = \|H_{ij}(\tau)\|$ [1, 4], что позволяет учитывать произвольность закона распределения пребывания процесса в любом состоянии.

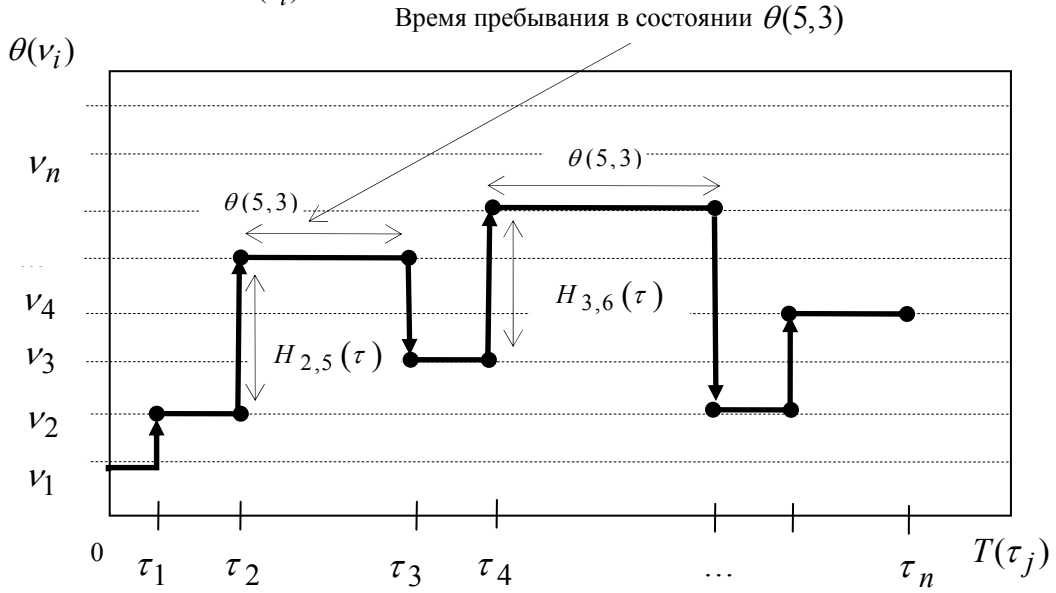


Рис. 2. Схематичное изображение стохастических состояний КЦ

Рассмотрим стохастическую модель, предназначенную для анализа критерия динамической эффективности сервиса КЦ эталонной АСОД как объекта управления процессом КЦ, протекающим при реализации дискреционного доступа с уровня $l_{\max}$, априорно заданного в границах $1 \leq l_{\max} \leq L$, где L – количество уровней ЭМЗАС-сети. Такой процесс предполагает последовательное по возрастанию номеров чередование $l_{\max}$ фазовых состояний, идентифицируемых номерами $i = \overline{1, l_{\max}}$. Состояние i соответствует осуществлению КЦ информации уровня $l = l_{\max} - i + 1$ ЭМЗАС.

Рассматриваемая стохастическая модель – это полумарковская модель, формируемая на основе ЭМЗАС-сетевого представления динамики функционирования эталонной АСОД, которая представляется некоторым ассоциированным с ЭМЗАС-сетью поглощающим КПП, состояния которого соответствуют модулям ЭМЗАС-сети. Вход в начальное состояние этого КПП соответствует началу осуществления КЦ при реализации данного дискреционного доступа, а вход в конечное состояние – его окончанию. Графическое представление рассматриваемого КПП приведено на рис. 3. Количество состояний КПП $n = l_{\max} + 1$, из которых одно (n -е) поглощающее. Состояние $i = \overline{1, n-1}$ КПП соответствует i -му фазовому состоянию процесса КЦ.



Рис. 3. Графическое представление КПП, моделирующего динамику функционирования сервиса КЦ в эталонной АСОД для оценки критерия динамической эффективности его функционирования

Введем следующие обозначения (везде $i = \overline{1, l_{\max}}$):

ξ_i – вспомогательная случайная величина, имеющая базовое распределение вероятностей с параметрами, заданными для состояния i КПП;

V_i, v_i – объем контролируемой на целостность и случайная величина объема проверяемой на неизменность информации в состоянии i КПП;

$v_{\max i}$ – максимально предусмотренная величина объема проверяемой на неизменность информации в состоянии i КПП, так что $0 \leq v_i \leq v_{\max i}$, а величина v_i оценивается как $v_i = v_{\max i} \cdot \xi_i$;

$\tau_i = v_i / c$, $K_i = v_i / V_i$ – случайные величины времени пребывания КПП в состоянии i и достигаемого в нтм коэффициента КЦ;

$K_{\max i} = v_{\max i} / V_i = K_i / \xi_i$ – максимально предусмотренная величина коэффициента КЦ в состоянии i КПП (на уровне $l = l_{\max} - i + 1$), так что $0 \leq K_i \leq K_{\max i}$, а устанавливаемое значение K_i вычисляется как $K_i = K_{\max i} \cdot \xi_i$;

$T_i = v_{\max i} / c = K_{\max i} \cdot V_i / c$ – максимально предусмотренная величина времени пребывания КПП в состоянии i (достигается при максимальном значении коэффициента КЦ $K_i = K_{\max i}$), так что $0 \leq \tau_i = T_i \cdot \xi_i \leq T_i$;

$V_{(di)} = \sum_{i=1}^{l_{\max}} V_i$, $v_{(di)} = \sum_{i=1}^{l_{\max}} v_i$ – общий объем контролируемой на целостность

и случайная величина общего объема проверяемой на неизменность информации за все время жизни КПП;

$$\tau_{(di)} = \sum_{i=1}^{l_{\max}} \tau_i = v_{(di)} / c, \quad K_{(di)} = v_{(di)} / V_{(di)} = c \cdot \tau_{(di)} / V_{(di)} - \text{случайные ве-}$$

личины времени жизни КПП и достигаемого за это время коэффициента КЦ;

r – псевдослучайное число, равномерно распределенное на отрезке $[0;1]$;

$$f_{\bar{o}}(\tau) = F'_{\bar{o}}(\tau), \quad F_{\bar{o}}(\tau), \quad \varphi_{\bar{o}}(\nu) = \int_0^{\infty} \exp(-\nu\tau) dF_{\bar{o}}(\tau) - \text{плотность, функция и ет}$$

преобразование Лапласа-Стилтьеса для базового распределения вероятностей с переменными параметрами;

$$f_{\bar{o}i}(\tau) = F'_{\bar{o}i}(\tau), \quad F_{\bar{o}i}(\tau), \quad \varphi_{\bar{o}i}(\nu) = \int_0^{\infty} \exp(-\nu\tau) dF_{\bar{o}i}(\tau) - \text{плотность, функция и}$$

ет преобразование Лапласа-Стилтьеса для базового распределения вероятностей, задающего вспомогательную случайную величину ξ_i ;

$$G_i(\tau) = F_{\bar{o}}(\tau/T_i), \quad g_i(\nu) = \int_0^{\infty} \exp(-\nu x) dG_i(\tau) = \varphi_{\bar{o}}(T_i \cdot \nu) - \text{функция распреде-}$$

ления вероятностей и ее преобразование Лапласа-Стилтьеса для времени $\tau_i = T_i \cdot \xi_i$ пребывания КПП в состоянии i ;

$$F_1(\tau), \quad \varphi_1(\nu) = \int_0^{\infty} \exp(-\nu\tau) dF_1(\tau) - \text{функция распределения вероятностей и ее}$$

преобразование Лапласа-Стилтьеса для времени $\tau_{(di)}$ жизни КПП;

Данный КПП характеризуется полумарковской матрицей $H(\tau) = \|H_{ij}(\tau)\|$,

$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}$ весьма простого вида с элементами

$$H_{ij}(\tau) = \begin{cases} G_i(\tau), & \text{если } i = \overline{1, n-1}, \quad j = i+1, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (1)$$

Величины V_i предполагаются известными при организации управления сервисом КЦ в эталонной АСОД ООО «РЕТ». Заранее выбирается закон базового распределения вероятностей. Подсистема контроля вычисляет оценки величины c . Принятие управленческого решения означает выбор для каждого $i = \overline{1, l_{\max}}$ значений $K_{\max i}$ и значений параметров базового распределения

вероятностей. В качестве управляющего воздействия устанавливаются величины $K_i = K_{\max i} \cdot \xi_i$.

Таким образом, в работе дано обоснование применения математического аппарата конечных полумарковских процессов при анализе стохастической модели, предназначенной для комплексной оценки качества функционирования сервиса КЦ как объекта управления.

Список использованной литературы

1. Девянин, П.Н. Теоретические основы компьютерной безопасности: учеб. пособие для вузов / П.Н. Девянин, О.О. Михальский, Д.И. Правиков и др. – М.: Радио и связь, 2000. – 192 с.
2. Щербаков, А.Ю. Введение в теорию и практику компьютерной безопасности / А.Ю. Щербаков – М.: Изд-во С.В. Молгачева, 2001. – 352 с.
3. Щербаков, А.Ю. Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты: учеб. пособие / А.Ю. Щербаков – М.: Книжный мир, 2009. – 352 с.
4. Дейт, К.Дж. Введение в системы баз данных: пер. с англ. / К.Дж. Дейт. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 1328 с.
5. Дубровин, А.С. Оценка защищенности автоматизированных систем на основе сравнения с эталонной моделью защищенной автоматизированной системы / А.С. Дубровин, М.В. Коротков, В.И. Сумин // Всероссийская НПК «Современные проблемы борьбы с преступностью»: сб. материалов (радиотехнические науки). – Воронеж: ВИ МВД России, 2004. – С. 58-59.
6. Родин, С.В. Моделирование систем защиты информации в информационных системах вневедомственной охраны: дис. ... канд. техн. наук / С.В. Родин. – Воронеж, 2009. – 318 с.
7. Дубровин, А.С. Модели и алгоритмы автоматизированного управления подсистемой контроля целостности в системах защиты информации: дис. ... канд. тех. наук / А.С. Дубровин. – Воронеж, 2003. – 137 с.

Динамическое моделирование поведения технической системы

Денега И.З.

*Воронежский государственный технический университет**(Россия, г. Воронеж)*

При рассмотрении уровней инженерно-кибернетической методологии было определено понятие «ведущий принцип поведения системы», реализующей целевой процесс [1]. Объяснение его в ходе концептуального моделирования имеет существенное значение при выборе типа операции, а также при определении системы показателей, характеризующих качество процесса. Практическое использование инженерно-кибернетической методологии связано с целью и глубиной исследования, сложностью изучаемого объекта, степенью неопределенности его поведения и другими обстоятельствами, а также определяется большим разнообразием систем по их составу, структуре, целевому предназначению, способам использования, условиям функционирования [2]. Основой изучения сложных систем служат принципы усложняющегося поведения. Эти принципы позволяют установить существенные моменты, исходные положения, лежащие в основе деятельности, поведения той или иной системы в зависимости от сложности, реализующего его процесса.

При анализе рационального поведения системы следует, прежде всего, установить ведущий принцип, положенный в основу поведения системы, т.е. установить тип операции, по реализациям целевого процесса системы. Затем необходимо выявить концепцию выработки решений, лежащую в основе организации рационального поведения системы, т.е. в основе управления системой. Обоснование концепции рационального поведения системы при реализации целевого процесса непосредственно связано с его потенциальной эффективностью и этапом жизненного цикла, на котором организуются ис-

следования. Необходимо отметить, что проведенная в ходе проблемного анализа идентификация факторов и степени их неопределенности (природной, поведенческой, целевой) определяют возможность обоснования качественных характеристик того или иного процесса в метасистеме. Поскольку в ходе первого этапа общей схемы исследования проблемы управления качеством технической системы (ТС) формируется проблемная ситуация, обосновывается уровень качества, на котором проводится их целевая операция, а также оценивается экономически целесообразная стратегия реконструкции или модернизации системы, то есть уровень разрешения проблемы (организационный, технологический, технический или различные их комбинации, то степень информированности исследователя о возможной концепции рационального поведения системы определяется качеством обоснования целевых требований, граничных условий, формирования облика объекта, методологическим уровнем исследования и типом операции. Решение данной задачи в общем случае не однозначно, так как существенным образом зависит от системы целевых требований и граничных условий, накладываемых на процесс в системе. Каждое из данных требований и условий требует обоснования концепции рационального поведения системы в метасистеме при реализации целевого процесса в различных ситуациях (определяемых информационной осведомленностью исследователя об условиях проведения операции в той или иной ситуации). Существуют три концепции рационального поведения систем (выработки решений): пригодности, оптимизации, адаптации при реализации целевого процесса в метасистеме. Поскольку целевые требования и граничные условия, обоснованные в ходе целеполагания, определяют систему свойств, описываемых набором характеристик, то по каждому из них должна быть определена концепция поведения системы [3].

Согласно концепции пригодности рациональна любая стратегия (u), при которой обоснованные целевые требования принимают значения не ниже (выше) некоторого приемлемого уровня W^{TP} , т. е.

$$W(u) \geq W^{TP}, u \in U, \quad (1)$$

где U – множество допустимых стратегий.

Если целевое требование векторное, то неравенство (1) записывается для каждого частного требования $W_i(u) \geq W_i^{TP}$, входящего в состав векторного целевого требования. Таким образом, уровень удовлетворения W^{TP} делит множество допустимых стратегий U на два непересекающихся подмножества: U^{SAT} – множество приемлемых (пригодных) стратегий и множество неприемлемых стратегий U/U^{SAT} . Все приемлемые стратегии $u \in U^{SAT}$ равноценны (одинаково удовлетворительны), как и все неприемлемые стратегии из множества $U \setminus U^{SAT}$ одинаково неудовлетворительны. Подобная концепция приводит к негибкой и нецелеустремленной системе действий. Причем очевидно, что если данная концепция поведения в ходе принятия решения не удовлетворяет «лицо принимающее решение» (ЛПР) или исследователя, то это приводит к необходимости возврата к процессу целеполагания.

Концепция оптимизации считает стратегии $u \in U$ рациональными, в случае когда обеспечивается максимальный эффект в операции, проводимой системой, т.е.

$$W(u^*) = \max_{u \in U} W(u), \quad (2)$$

При этом оптимальная стратегия может быть не единственной, т. е. решение задачи (2) может дать множество равноценных оптимальных стратегий $u^* \in U$.

Использовать концепцию оптимизации можно в том случае, если комплекс условий проведения операции строго фиксирован, а показатель эффективности $W(u)$ – скаляр. Эта концепция приводит к целеустремленной, но не гибкой системе действий, так как не учитывается текущая информация об изменениях различного рода, происходящих в системе и во внешней среде при реализации u^* .

Концепция адаптации предполагает возможность оперативного реагирования в ходе реализации процесса на поступающую текущую информацию об изменении комплекса условий проведения операции. Суть концепции адаптации заключается в изменении стратегий управления на основе не толь-

ко априорной, но и текущей и прогнозной информации с целью достижения или сохранения определенного состояния систем при изменяющемся комплексе условий протекания целевого процесса в метасистеме [5].

Множество допустимых стратегий U может видоизменяться в процессе поступления текущей информации. В качестве реакции на поступающую информацию и прогноз развития процесса система может изменять цель своего функционирования. В этом случае, согласно концепции адаптации, рациональной следует считать такую адаптивную стратегию $u(t)$ из множества $U(t, \tau)$, которая обеспечивает, например, выполнение условия

$$W_t(u^*(t), \tau) \geq W_t^{TP}(u(t), \tau), u(t) \in U(t, \tau); \quad (3)$$

где t – время, τ – упреждение прогноза.

Запись W_t означает, что показатель эффективности может меняться во времени.

Концепция адаптации приводит к целеустремленной и гибкой системе действий. В целом выбор концепций рационального поведения системы по целевым требованиям и граничным условиям реализации процесса в метасистеме дает возможность перейти к обоснованию гипотез, аксиом или постулатов поведения субъектов системы. Данная задача непосредственно связана с проблемой выработки решения в целом. Для того чтобы охватить данную задачу, представить ее основные элементы, которые необходимо сформировать для получения окончательного решения о стратегии поведения субъектов в операции, рассмотрим модель проблемной ситуации, отображающей взаимосвязи основных элементов процесса выработки решения [3].

Обозначим: U – множество стратегий действий ЛПР; Λ – множество значений определенных и неопределенных факторов; G – множество исходов операции; Y – вектор характеристик (признаков) исхода $g \in G$, т. е. выражение результата операции; H – модель отображения, ставящая в соответствие множествам стратегий U и факторов Λ множество результатов $Y(G)$; W – частная цель, Ψ – оператор соответствия «результат – частная цель»; K – правило выбора стратегии поведения субъекта; P – модель предпочтений ЛПР на

элементах множества $D=\{U, \Lambda, G, Y, W, K\}$; O – остальная информация о проблеме выработки решения h , о стратегии поведения субъекта (в том числе его взаимодействия с другими субъектами в системе).

Тогда модель представляется в виде системы:

$$(U, \Lambda, H, G, Y, \Psi, W, K, P, O). \quad (4)$$

Наличие компоненты Λ , как самостоятельного элемента, предполагает, что множество значений неопределенных факторов при выработке решений будет либо обязательно установлено (задано извне целевым назначением реализуемого процесса в метасистеме), либо отыскание этих значений будет представлять самостоятельную задачу.

Проблема выбора W связана с установлением вида функции соответствия результата операции Y (G) требуемому результату Y^{TP} .

Модель предпочтений P есть формализованное представление ЛПР о «лучшем» и «худшем» среди элементов некоторого множества. С помощью этой модели решаются важные частные задачи, связанные с формированием исходного множества альтернатив U , выделением существенных факторов Λ , определяющих условия проведения операции, построением моделей H и Y , выбором характеристик Y исходов $g \in G$, построением на их основе частных показателей качества процесса, их агрегированием в некоторый обобщенный показатель, установлением критерия K и т.д.

Во многих практических случаях оказывается, что априорное задание одной из основных концепций рационального поведения (пригодности, оптимальности, адаптивности) приводит к выделению, как правило, некоторого множества «не худших» альтернатив. В этом случае для однозначного выбора лучшей альтернативы необходимо формирование составного критерия – решающего правила, включающего как формальные, так и неформальные предписания по вынесению суждения. Это решающее правило и задается элементами модели предпочтений P на множествах $G - P_G, Y - P_Y, W - P_W$ и т.д.

Взаимосвязь указанных компонент модели проблемы выработки решения в целом приведена на рис. 1. Стрелками на рисунке показаны отношения между ее элементами. Сообразуясь с информацией O_{AO} о цели субъекта в операции, ЛПР последовательно формирует множества U и Λ на основе информации O_U и O_Λ , опираясь на подмодели P_U и P_Λ , модели предпочтений P . Аналогично на основе подмоделей предпочтений P_G и P_Y и с учетом информации O_H об имеющихся средствах построения моделей H выбираются характеристики Y исхода G и устанавливается вид соответствия $H: U \times \Lambda \rightarrow Y(G)$, а также формируется величина требуемого результата Y^{TP} . Далее по информации Y , Y^{TP} с учетом предпочтений P_W о виде частной цели устанавливается один из возможных видов метрики $p(Y, Y^{TP})$ и формируется модель Ψ «результат – частная цель». Одновременно формируется правило выбора поведения субъекта в системе, реализующей целевой процесс K по информации O_{AO} и подмодели предпочтения P_K , которая может задавать правило в форме критериального функционала. На основе суждения о степени достижения цели операции, либо осуществляется выбор лучшей альтернативы из множества $u^* \in U$, либо производится возврат и коррекция элементов модели проблемной ситуации при выработке решения в целом.

Задачи, соответствующие двум основным процессам принятия решений при исследовании гипотез поведения субъектов в системе, формируются на основе модели проблемной ситуации выработки их стратегий и дисциплинирующих условий.

$$\Psi : \{Y \setminus H : U \times \Lambda \xrightarrow{O} Y(G)\} \xrightarrow{O} W; \quad (5)$$

для процесса анализа результатов

$$P \xrightarrow{O} K : U \xrightarrow{W} U^*. \quad (6)$$

В (5) запись $\{H : U \times \Lambda \xrightarrow{O} Y(G)\}$ означает множественность моделей, соответствующих системным уровням исследования. При этом, исходя из концепции метациели (внешнего дополнения), информация O для низших уровней иерархии может быть получена либо с верхнего уровня, либо сформирована на основе информации от ЛПР, рассматриваемого системного уровня.

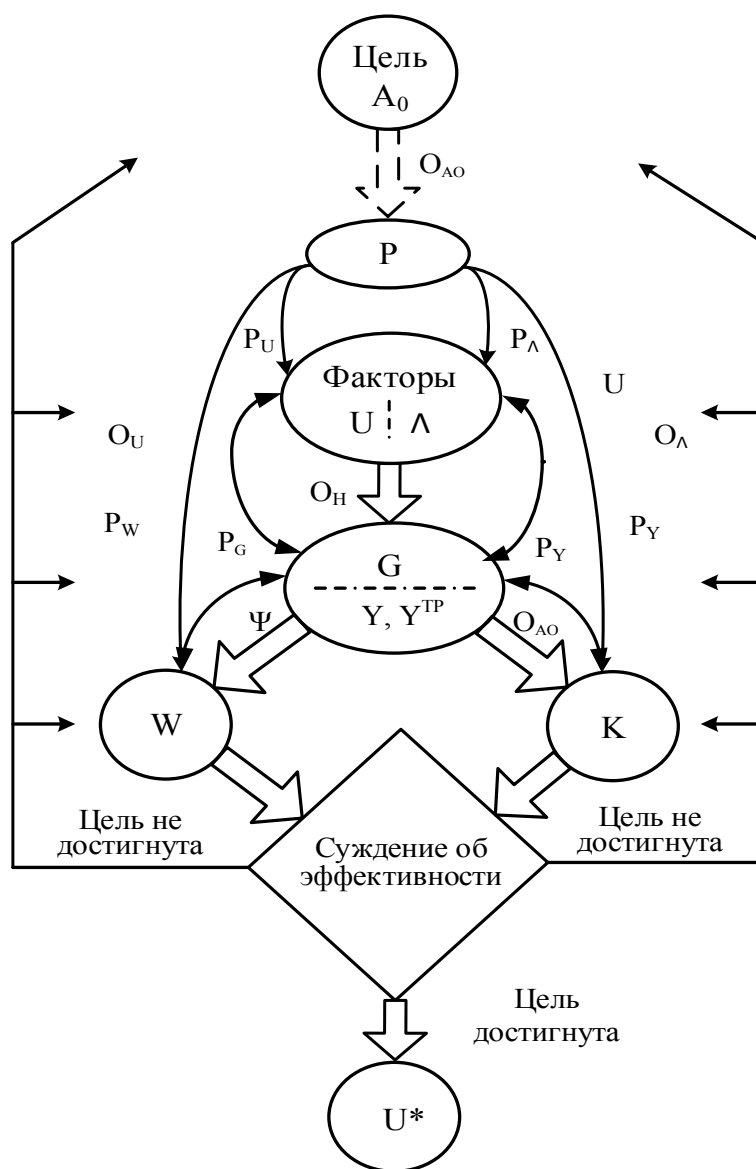


Рис. 1. Модель решения проблемы

В выражении (6) символом U^* обозначено подмножество «наилучших», с точки зрения ЛПР стратегий, из которых окончательно выбирают реализуемое решение $u^* \in U^*$. Символом A_0 на рис. 1 обозначена цель операции, проводимой субъектом в системе, реализующей целевой процесс в метасистеме.

Таким образом, предлагаемая модель позволяет определить систему свойств системы по приведенному набору характеристик. С помощью предлагаемой модели определяется концепция поведения системы в динамике. Данная модель обеспечивает решение данной задачи в формализованном виде на основе показателей, характеризующих качество реализации целевого процесса поведения субъектов в операции, и отражает возможности системы

организовывать свое поведение на основе представления о действиях и противодействиях распорядителей других систем, распознавания ситуации, рационального выбора альтернатив из некоторого множества, анализируя при этом развитие процессов в прошлом и предвидя будущее их изменение при обеспечении возможности гомеостазиса без нарушения законов сохранения вещества и энергии.

Список использованной литературы

1. Курносов В.И., Лихачев А.М. Методология проектных исследований и управления качеством сложных технических систем электросвязи. – СПб.: Тирекс, 1998. – 495 с.
2. Венцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
3. Бочков П.В. Методика решения задачи оптимизации размещения информационных ресурсов в локальной вычислительной сети. – Известия ОГТУ. – 2005. – № 7-8. – С. 30-37.

**Формализация сети при математическом моделировании
функционирования информационной системы**

Денега И.З.

*Воронежский государственный технический университет
(Россия, г. Воронеж)*

Формализация процессов функционирования сложных систем, к которым относятся и процессы защиты информации в информационной системе (ИС), является одним из основных этапов их моделирования, используемого для исследования эффективности применения систем. Адекватность формализации динамики функционирования подсистемы защиты информации (ПСЗИ) ИС существенным образом определяет качество модели. Наиболее приемлемым формальным аппаратом для представления динамики функционирования ПСЗИ являются оценочные сети [1].

Оценочная сеть – это граф особого вида, разработанный на основе известных сетей Петри, состоящий, как и сеть Петри, из двух типов вершин – позиций и переходов, соединенных друг с другом ориентированными дугами, причем каждая дуга может связывать лишь переход с позицией или позицию с переходом [2]. Однако, в отличие от сетей Петри, в оценочных сетях имеются несколько типов позиций; в каждую позицию оценочной сети может входить не более одной дуги и выходить из позиции – тоже не более одной дуги. Кроме того, в оценочных сетях с каждым переходом можно ассоциировать ненулевую временную задержку и процедуру преобразования атрибутов объектов. И наконец, в оценочных сетях существуют так называемые разрешающие позиции, которые играют управляющую роль и позволяют организовывать условные ветвления и переключения при перемещении объектов. Все эти отличия существенно расширяют возможности оценочных сетей для представления и моделирования систем.

С целью сетевой формализации функционирования ПСЗИ необходимо произвести его иерархическую структуризацию. Функционирование ПСЗИ есть последовательность реализаций определенных сервисных задач по организации

защиты информации. Сервисные задачи разбиваются на функции, реализующие конкретный алгоритм защиты информации в конкретной сервисной задаче. Это позволяет представить процесс защиты информации в виде последовательной смены состояний функционирования ПСЗИ. При этом состояние соответствует конкретной функции защиты информации сервисной задачи.

Возможным состояниям функционирования ПСЗИ соответствуют совокупности позиций сети. Каждый возможный переход между состояниями формализуется соответствующей элементарной сетью. Разрешающие процедуры реализуют случайные переходы между состояниями функционирования ПСЗИ. Положение объекта в сети, а также, возможно, его атрибуты характеризуют текущее состояние процесса функционирования ПСЗИ. Момент времени появления данного объекта в сети соответствует моменту времени обращения к ПСЗИ. Момент времени выхода данного объекта из сети соответствует моменту времени окончания реализации функций ПСЗИ по данному обращению. Перемещение объекта из одной позиции в другую, которое в общем случае сопровождается модификацией его атрибутов с помощью процедуры преобразования, соответствует изменению состояния функционирования ПСЗИ. Длительность изменения состояния определяется процедурой временной задержки.

Используя рассмотренный выше подход можно строить оценочную сетевую формализацию функционирования любой ПСЗИ. Процесс функционирования ПСЗИ состоит в решении последовательности сервисных задач в соответствии с поступающими запросами. Для обеспечения высокого уровня защиты доступа к информации в ИС предлагается расширить перечень сервисных задач типовой ПСЗИ [1, 3] дополнив их задачами обеспечения санкционированного доступа пользователей к особо важному ресурсу и мониторингового контроля подлинности пользователей допущенных в систему. Актуальность такого усиления защиты от несанкционированного доступа обусловлена важностью циркулирующей в специальных ИС информации, в том числе составляющей государственную тайну. Специальные ИС характеризуются тем, что размеры ущерба или других последствий, которые могут возникнуть в результате нарушения информационной безопасности, оказываются неприемлемыми для общества.

Реализация сервисной задачи ПСЗИ – мониторингового контроля подлинности пользователей, заключается в выполнении процедуры подтверждения

подлинности пользователя в процессе его работы в системе. Процедура подтверждения подлинности пользователя осуществляет мониторинговый контроль уже после предоставления доступа и блокирует систему, если за терминалом начал работать не тот человек, которому доступ был предоставлен первоначально. Контроль пользователя может проводиться непрерывно или в дискретные моменты времени (периодически или в случайно выбранные моменты времени). Особенностью данной процедуры является то, что подтверждение подлинности пользователя производится во время его работы в системе и без его ведома, и не требует прерывания функционирования ИС по основному назначению для выполнения этой процедуры. Реализация мониторингового контроля пользователя стало возможным благодаря разработке средств определения биометрических параметров пользователя таких, как встроенные оптические сканеры отпечатков пальцев, систем распознавания клавиатурного почерка и др. [4].

Кроме того, представляется актуальной задача мониторингового контроля физического состояния пользователя при управлении доступом к конфиденциальной информации. Это объясняется тем, что пользователь, при плохом самочувствии, под воздействие психотропных средств и в других случаях, может оказать управляющее воздействие на саму ИС и на циркулирующую в ней информацию приводящее к серьезным потерям (иногда невосполнимым). Эти состояния человека чаще всего характеризуются изменениями его биометрических параметров, которые могут фиксироваться. Поэтому, в перечень параметров, контролируемых в рамках процедуры подтверждения подлинности, предлагается включить квазидинамические биометрические параметры пользователя (пульс, баллистокardiограмма и др.), которые могут использоваться как для аутентификации, так и для контроля состояния пользователя.

Реализация сервисной задачи ПСЗИ – обеспечения санкционированного доступа пользователей к особо важному ресурсу, заключается в выполнении процедуры дополнительной аутентификации пользователей, проводимой при обращении пользователей к особо важному информационному ресурсу после доступа в систему. Актуальность включения этой задачи в перечень сервисных задач ПСЗИ определяется необходимостью обеспечения высокого уровня за-

щиты системы от НСД к особо важному информационному ресурсу, с целью предотвращения серьезного ущерба или других последствий неприемлемых для общества, которые могут возникнуть в результате НСД к информации данного уровня конфиденциальности. При реализации процедуры дополнительной аутентификации, применяемой при доступе пользователей к данному ресурсу, предлагается использовать метод разделенных привилегий, обеспечивающий доступ к ресурсу при одновременной аутентификации всех членов некоторой группы (например, пользователь, представитель службы безопасности и администратор) [5]. Для аутентификации пользователей целесообразно применять различную комбинацию биометрических средств и методов “запрос-ответ”, “рукопожатие”. Кроме того, параллельно данной процедуре выполняется процедура мониторингового контроля пользователя. Совокупность всех процедур аутентификации пользователей, выполняемых при обращении к особо важному информационному ресурсу ИС, обеспечивает высокий уровень защиты системы от НСД к информации данного уровня конфиденциальности.

Таким образом, результаты проведенной оценочной сетевой формализации могут быть использованы для математического моделирования функционирования ПСЗИ с целью исследования ее характеристик в различных условиях применения.

Список использованной литературы

1. Дубровин А.С., Макаров О.Ю. и др. Метод формализации функционирования типовых программных систем защиты информации // Телекоммуникации. – 2002. – № 8. – С. 21-24.
2. Костин А.Е. Принципы моделирования сложных дискретных систем. – М.: МИЭТ, 1984. – 236 с.
3. Бухарин С.В., Потанин В.Е., Рогозин Е.А., Скрыль С.В. Методический подход к формализации процессов функционирования программных систем защиты информации // Информация и безопасность. – 1998. – № 3. – С. 43-46.
4. Гончаревский В.С., Присяжнюк С.П. Автоматизированные системы управления войсками. – СПб.: ВКУ им. Можайского, 1999. – 167 с.
5. Мельников В.В. Защита информации в компьютерных системах. – М.: Финансы и статистика; 2007. – 254 с.

Использование системы метакомпьютинга X-Com² для организации распределенных вычислений

Долгов А.А, Хорохорин М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В практике все чаще встречаются задачи, для решения которых требуются огромные вычислительные мощности. К таким задачам относится полиномиальный расчет оценки живучести сетевых структур [4].

Пусть $G = (V, E)$ – простой, связный, неориентированный граф с количеством вершин V и количеством ребер E . Точный расчет общей живучести сетевой структуры представляет собой NP-сложную задачу, затраты на решение которой возрастают экспоненциально с ростом числа узлов и связей сети. Для расчета оценки живучести полинома графа, состоящего из n ребер, необходимо

пройтись по $\sum_{k=1}^n C_n^k = \sum_{k=1}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} = 2^n - 1$ подграфам, то есть по всем остовным подграфам графа G , множество ребер которых представляют собой всевозможные выборки сочетаний из n по $k = \overline{1, n}$ ребер графа G [1]. Количество со-

четаний можно сократить на величину $\sum_{k=1}^{V-1} C_n^k = \sum_{k=1}^{V-1} \frac{n!}{k!(n-k)!}$, так как при $k < V$ мы получаем несвязный подграф, для которого полином Татта равен нулю. В некоторых случаях (в зависимости от топологии сети) с помощью этого количество вычислений можно сократить в несколько раз. Но когда речь идет уже о миллиардах вычислений, разумно использовать параллельные или Grid-вычисления.

Grid-вычисления – это форма распределенных вычислений, в которой «виртуальный суперкомпьютер» представлен в виде кластеров соединенных с помощью сети, слабосвязанных, гетерогенных компьютеров, работающих вместе для выполнения огромного количества заданий. Нами была выбрана система метакомпьютинга X-Com².

Система X-Com² предназначена для организации распределенных вычислительных сред и проведения вычислений в таких средах. Общая архитектура системы X-Com² приведена на рис. 1.

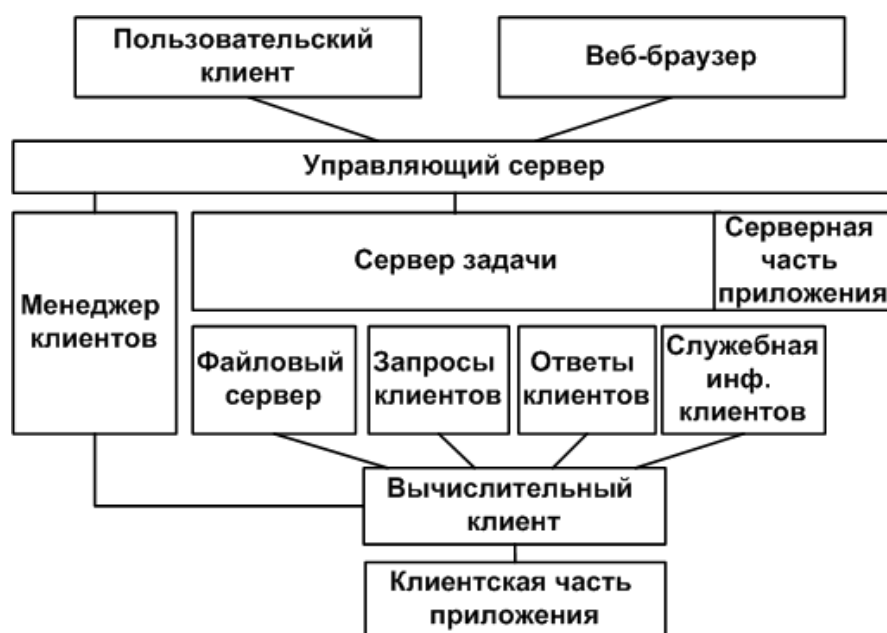


Рис. 1. Архитектура системы X-Com²

Прямоугольники на рисунке соответствуют процессам системы, причем каждый такой процесс может выполняться на отдельной физической машине. Общение между процессами осуществляется в рамках протокола TCP/IP.

Распараллеливание алгоритма. При выполнении Grid-вычислений возникает одна из самых сложных проблем – распараллеливание алгоритма решения задачи. Некоторые алгоритмы вообще не поддаются распараллеливанию. В нашем случае необходимо распараллелить алгоритм генерации сочетаний без повторений.

Здесь под сочетанием понимается всякое упорядоченное по возрастанию k -элементное подмножество n -элементного множества $N=\{1, 2, \dots, n\}$, т.е. любой такой вектор $(b_1, b_2, \dots, b_k)$ длины $k \leq n$ с компонентами в N , называемый также сочетанием из n по k , в котором $b_i < b_{i+1}$ для $i=1, \dots, k-1$. В [2] описан алгоритм генерации сочетаний, в котором сочетания порождаются в лексикографическом порядке, т.е. так, что сочетание $(b_1, b_2, \dots, b_k)$ предшествует сочетанию $(a_1, a_2, \dots, a_k)$, если для некоторого i , $1 \leq i < k$, имеет место $b_1=a_1, b_2=a_2, \dots, b_i=a_i$ и $b_{i+1} < a_{i+1}$. Например, все сочетания из 5 по 3 перечисляются в следующем порядке: (1, 2, 3), (1, 2, 4), (1, 2, 5), (1, 3, 4), (1, 3, 5), (1, 4, 5), (2, 3, 4), (2, 3, 5), (2, 4, 5), (3, 4, 5).

Индексом сочетания назовем порядковый номер I этого сочетания в последовательности всех сочетаний, расположенных в лексикографическом порядке, $1 \leq I \leq C_n^k$. Индекс I сочетания $(b_1, b_2, \dots, b_k)$ из n по k может быть вычислен по формуле свертки Вандермонда [3]:

$$I = 1 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=b_{i-1}+1}^{b_i-1} C_{n-j}^{k-i}, \text{ где } b_0=0 \text{ и } C_n^k=1. \quad (1)$$

Рассмотрим теперь, как сочетание $(b_1, b_2, \dots, b_k)$ строится по его номеру I . Пусть $1 \leq t \leq k$ и $0=b_0 < b_1 < b_2 < \dots < b_{t-1}$. Для любого j в $\{b_{t-1}+1, b_{t-1}+2, \dots, n-k+t\}$, через s_j^t обозначим число всех сочетаний с префиксами $(b_1, b_2, \dots, b_{t-1}, r)$, где $r \in \{b_{t-1}+1, b_{t-1}+2, \dots, j-1\}$. В каждом из этих сочетаний недостающие $k-t$ элементов берутся из $n-r$ элементов $r+1, \dots, n$, поэтому $s_j^t = \sum_{r=b_{t-1}+1}^{j-1} C_{n-r}^{k-t}$. Положим также

$s^t = \sum_{i=1}^{t-1} s_{b_i}^i$. Это есть число всех сочетаний с префиксами $(b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, a_i)$ для $i \leq t-1$ и $a_i < b_i$, то есть всех сочетаний, предшествующих сочетаниям с префиксом $(b_1, b_2, \dots, b_{t-1})$.

Пусть $1 \leq t \leq k$ и $(b_1, b_2, \dots, b_{t-1})$ есть префикс сочетания с индексом I , тогда t -й элемент b_t этого сочетания равен наименьшему из таких j , что $b_{t-1} < j < n-k+t$ и $I \leq s^t + s_{j+1}^t$, если такие j существуют, и $b^t = n-k+t$ в противном случае [5].

Данный метод вычисления сочетания из n по k по его индексу I можно выразить следующим алгоритмом:

1. $b_0=0, s=0, t=1$.
2. Если $t \leq k$, то п. 3, иначе п. 8.
3. $j=b_{t-1}+1$.
4. Если $j < n-k+t$ и $s + C_{n-j}^{k-t} < I$, то п. 5, иначе п. 6.
5. $s = s + C_{n-j}^{k-t}; j=j+1$; п. 4.
6. $b_t=j$.
7. $t=t+1$; п. 2.
8. $(b_1, \dots, b_k)$ – искомое сочетание.

Параллельная генерация сочетаний осуществляется следующим образом: все множество сочетаний делится на блоки, в каждом блоке по алгоритму с помощью индекса вычисляется первое сочетание, начиная с которого один из процессоров системы генерирует сочетания всего блока. Благодаря пропорциональному распределению вычислений и отсутствию обменов данными между процессорами, параллельный алгоритм обладает высокой эффективностью.

Результаты эксперимента представлены на рис. 2, где изображен график усредненного значения ускорения, полученного в примерах со следующими параметрами: $n=30, k=15$; $n=40, k=10$; $n=40, k=15$; $n=40, k=30$; $n=50, k=10$; $n=50, k=40$; $n=100, k=6$; $n=100, k=94$. Средняя эффективность использования системы (отношение ускорения к числу процессов) равна 0,87. Полученное значение коэффициента эффективности подтверждает хорошую масштабируемость программ, то есть сохранение тенденции уменьшения времени работы при увеличении числа процессоров [5].

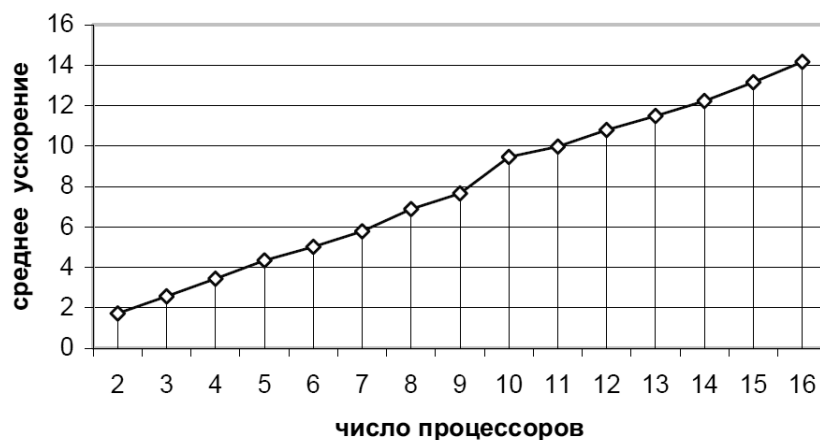


Рис. 2. Среднее ускорение алгоритма параллельной генерации сочетаний, достигаемое при использовании 2-16 процессоров

Методика эксперимента. Произведем расчет оценки живучести сетевой структуры, топология которой представлена на рис. 3. Граф, соответствующий данной сетевой структуре, содержит 18 вершин и 29 ребер. Количество итераций, на которых будет производиться генерация топологий и расчет полинома

Татта составляет $2^{29} - 1 - \sum_{k=1}^{17} \frac{29!}{k!(29-k)!} = 1,23 \cdot 10^8$.

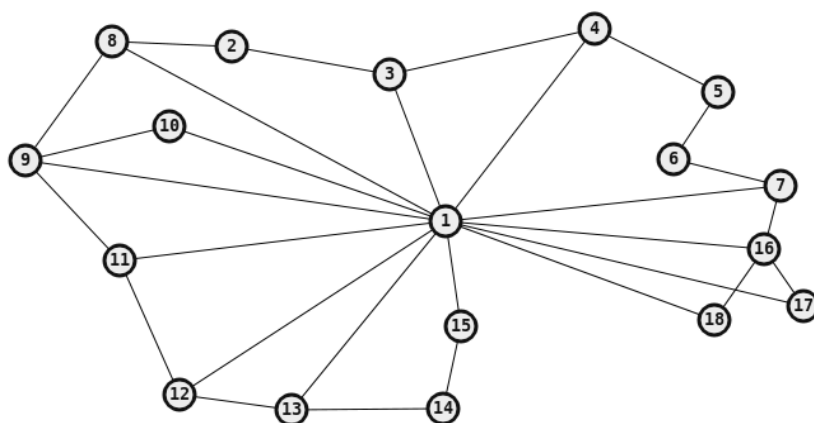


Рис. 3. Топология сетевой структуры

Расчеты на одном ядре процессора Intel(R) Core(TM)² DUO E8400 3,00 ГГц заняли ~2,5 часа, оценка живучести сетевой структуры составила ~61%. Для Grid-вычислений был выбран компьютерный класс с 11-ю компьютерами, содержащими те же двухъядерные процессоры (рис. 4).

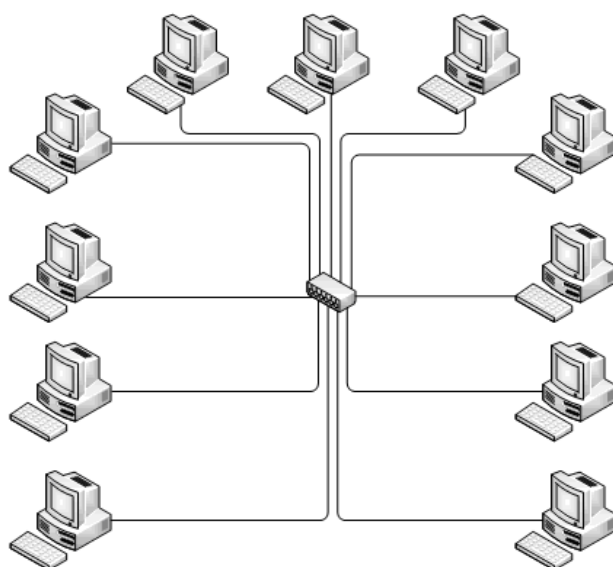


Рис. 4. Топология локальной сети для Grid-вычислений

На каждой машине было запущено по два клиента X-Com² с целью задействовать все два ядра процессора. Таким образом, для расчетов мы получили 22 одноядерных процессора.

Каждому клиенту сервер X-Com² отправляет задание (порцию вычислений), через аргументы передаются начальные и конечные индексы сочетаний I , для

которых необходимо сгенерировать топологии сетевых структур и посчитать сумму от сложения полиномов Татта для каждой топологии. Затем, после завершения расчетов, клиент отправляет полученный результат серверу, который в свою очередь прибавляет данный результат к общей полиномиальной сумме, аналогично получаемой с остальных клиентов. В результате мы получили значение полинома Татта для данного графа, равное 6600990982, что дает тот же результат оценки живучести ~61%.

Обсуждение результатов. При сетевом расчете кроме потерь времени, связанных с распараллеливанием алгоритма, возникают потери, связанные с передачей данных, а также с затратами времени на запуск клиентами вычислительных процессов. Поэтому необходимо правильно выбрать размер порции для одного клиента. В случае больших порций затраты на передачу данных и запуск процессов минимальны, но, например, в случае потери результата от вычислений такой порции можно потерять гораздо больше времени на повторный просчет данной порции. При обработке слишком маленьких порций, наоборот, повторные просчеты не так критичны по времени, но затраты на передачу данных и запуск процессов колоссальны. Следует найти так называемую «золотую середину». Зависимость времени вычислений от размера порции представлена на графике (рис. 5).

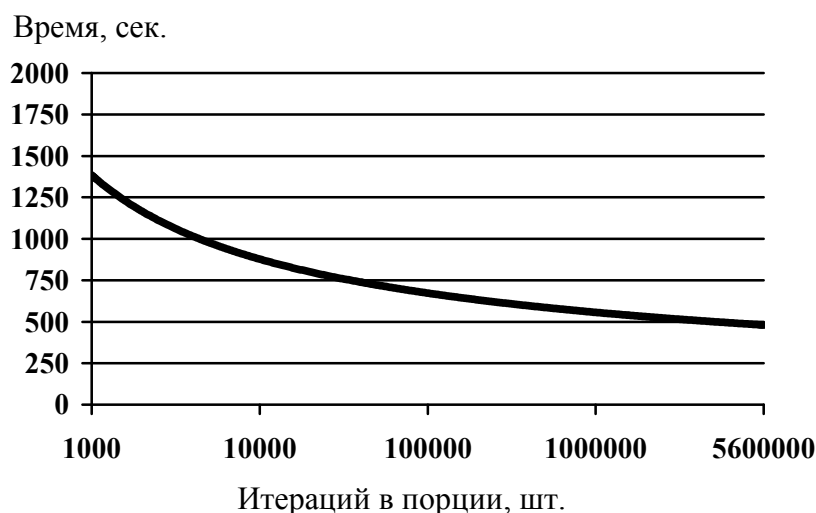


Рис. 5. График зависимости времени вычислений от размера порции

Таким образом, для данного количества вычислительных машин целесообразно использовать размер порции в 100000-1000000 итераций. При этом время расчета заняло ~8,5 мин.

Процесс работы сервера X-Com² выглядит следующим образом:

```
root@comp1:~$ ./XServ.pl tutte.ini
```

```
XServ: starting as common server (Perl)
```

```
Processor:      172.20.20.1:65003
```

```
Subservers:     172.20.20.1:65002
```

```
Download prefix: {http://172.20.20.1:65002/}
```

```
Task API:       Perl
```

```
Task name:      Tutte
```

```
Task ID:        1
```

```
Task arguments: 1000000
```

```
XServ: ready at http://172.20.20.1:65002
```

```
Tutte: initialization argument is 1000000
```

```
XServProcessor: Tutte initialized (1 -> 124)
```

```
P> comp1: TSR
```

```
P> comp1: REQ 1
```

```
P> comp2: TSR
```

```
...
```

```
Tutte: portion 1 processed, current Tutte result is '2304'
```

```
P> comp1: ASW 1
```

```
P> comp1: REQ 23
```

```
Tutte: portion 2 processed, current Tutte result is '4614'
```

```
P> comp2: ASW 2
```

```
...
```

Закключение. X-Com² – это система организации распределенных вычислений, построенная на основе модели «ведущий/ведомые» и клиент-серверной архитектуры с двумя типами базовых компонентов:

– сервер X-Com – центральная часть системы, отвечающая за разделение исходного набора данных на блоки, распределение заданий между узлами, координацию работы подчиненных узлов, контроль целостности результата расчета, сбор результата в единое целое.

– узел X-Com – любая вычислительная единица (рабочая станция, узел кластера), на которой происходит расчет прикладной программы.

Изучив данную систему, можно выделить основные преимущества распределенных вычислений:

1. Высокая скорость вычислений.

2. Вычислительная мощь. При этом гораздо более эффективное использование свободных ресурсов. Работа может быть отдана простаивающим серверам или даже рядовым компьютерам.

3. Низкая стоимость. При использовании Grid-сети нет необходимости приобретать высокомо мощные и дорогостоящие сервера для приложений.

Но каждая реальная система имеет определенные недостатки. Grid-системы не исключение: во-первых, это необходимость иметь быстрое соединение между вычислительными элементами, во-вторых, – необходимость достаточно сложной переработки алгоритмов для возможности реализации модели.

Список использованной литературы

1. Долгов А.А. Исследование живучести сетевых информационных систем с использованием нейросетевых моделей // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 6. – С. 241-244.

2. Липский В. Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988. – 200 с.

3. Риордан Дж. Комбинаторные тождества. – М.: Наука, 1982.

4. Синтез и анализ живучести сетевых систем: Монография / Ю.Ю. Громов, В.О. Драчев, К.А. Набатов, О.Г. Иванова. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 152 с.

5. Тимошевская Н.Е. О нумерации перестановок и сочетаний для организации параллельных вычислений в задачах проектирования управляющих систем // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307, № 6. – С. 18-20.

Создание искусственной нейронной сети с помощью системы MatLab

Долгов А.А., Хорохорин М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В инфраструктуре современного информационно-индустриального общества сетевые структуры занимают одно из ключевых мест. Типичными задачами, возникающими перед аналитиками и инженерами-проектировщиками, являются расчет распределения потоков внутри сети при воздействии на сетевую структуру неблагоприятных внешних факторов, выявление «узких мест» и т.д. Такой структуре присуще свойство уязвимости [1].

Применительно к сетевым структурам живучесть – это способность системы выполнять основные функции во время атак, повреждений и аварийных ситуаций.

Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) как инструмента для исследования живучести является оправданным решением, так как нейронная сеть способна решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными. Традиционные математические методы и экспертные системы в таких случаях пасуют.

В настоящее время существуют готовые пакеты прикладных программ (ППП) для работы с ИНС. Примером может служить Neural Network Toolbox (NNT) [2], функционирующий под управлением ядра системы MATLAB [3, 4], что делает его таким популярным. К недостаткам данного пакета можно отнести следующее:

- Некорректное обучение сети в GUI режиме для некоторых алгоритмов обучения.
- Достаточно сложный консольный вариант работы с ППП NNT для простых пользователей.
- Цена. MATLAB стоит около \$3000, NNT – около \$2000.

Создадим и обучим ИНС с помощью системы MATLAB R2010a с ППП NNT версии 6.0.4.

Сгенерируем и экспортируем 500 обучающих топологий сетевых структур в формат данных MATLAB. Примеры сгенерированных тестовых топологий сетевых структур с порядковыми номерами 1, 30 и 60 представлены на рис. 1.

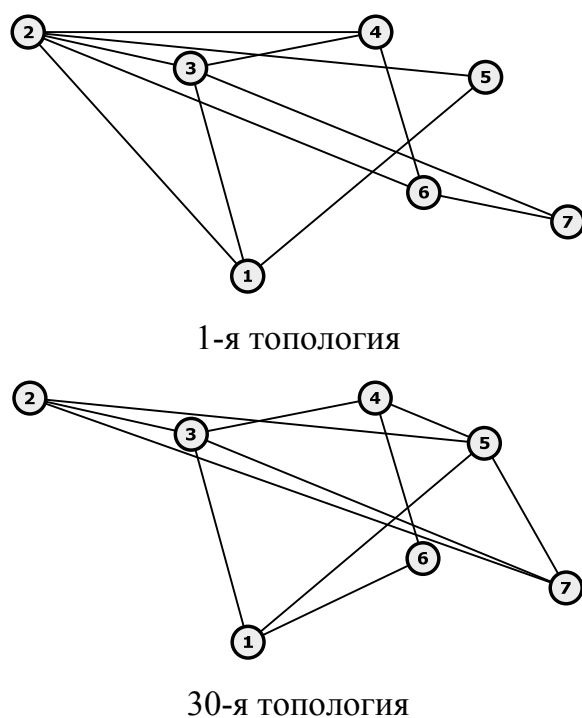


Рис. 1. Примеры тестовых топологий

Вводим обучающие данные в среду MATLAB:

```
>> INP = [0 0 1 1 ... ];
```

Создаем ИНС (сеть с прямой передачей сигнала, количество нейронов в скрытом слое – 21, выход – 1, сигмоидальная функция активации нейронов в скрытом и выходном слое, алгоритм обучения – пороговый обратного распространения ошибки):

```
>> net = newff(minmax(INP),[21,1],{'logsig','logsig'},'trainrp');
```

Задаем условие останова – достижение 5000 эпох:

```
>> net.trainParam.epochs = 5000;
```

Обучаем сеть:

```
>> net=train(net,INP,OUTP);
```

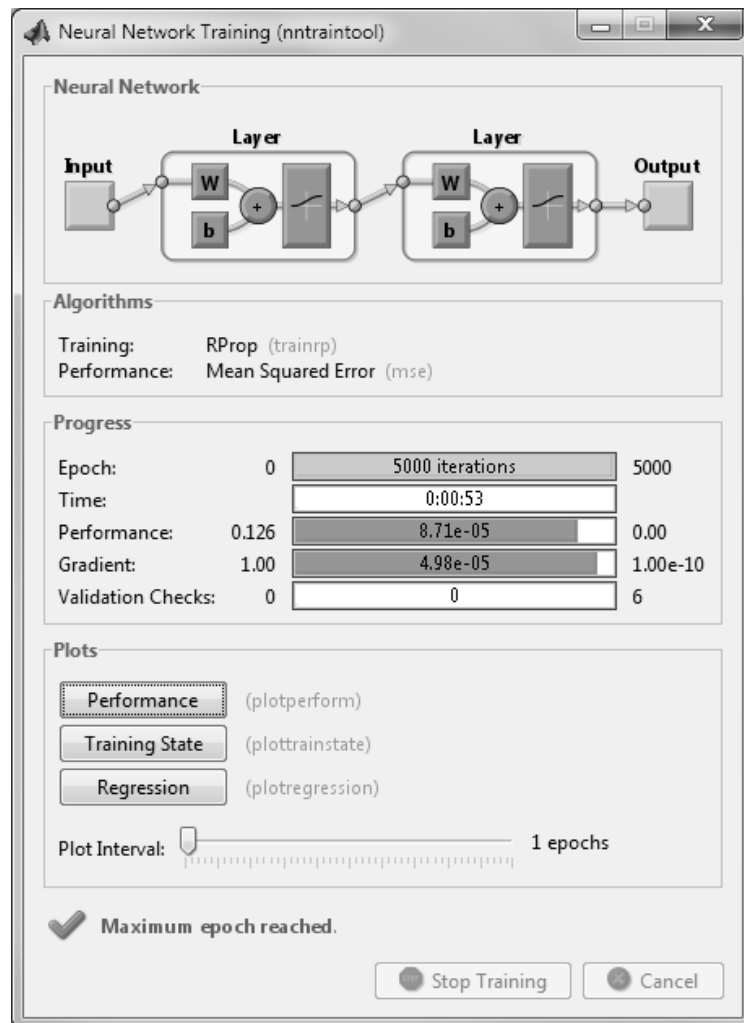


Рис. 2. Интерфейс модуля NNT в режиме обучения

Интерфейс модуля NNT в режиме обучения представлен на рис. 2. Процесс обучения занял 53 с, среднеквадратическая ошибка (MSE) снизилась примерно до 10^{-4} .

Введем сгенерированный тестовый набор:

```
>> INP_TEST = [1 1 1 0 ...];
```

Оценим живучесть тестового набора:

```
>> sim(net,INP_TEST);
```

В переменную ans система запишет выход оценки ИНС.

На рис. 3 представлен сравнительный анализ результатов оценки живучести для сгенерированных топологий сетевых структур, полученных с помощью ИНС, созданной и обученной на базе ППП NNT, и с помощью точного полиномиального расчета.



Рис. 3. Сравнительный анализ результатов оценки живучести

Несмотря на то, что MSE в ППП NNT достаточно мала, как показывает график (рис. 3), обученная ИНС недостаточно адекватна для данного тестового набора.

Для обучения ИНС была выбрана сетевая структура с 7-ю узлами. Для реальных же сетей, где количество узлов измеряется десятками тысяч, система MATLAB является малоэффективной, т.к. имеет ограниченные размеры памяти для работы с матрицами, векторами и другими структурами.

В работе [5] был представлен сравнительный анализ результатов ППП NNT и библиотеки FANN. В отличие от бесплатной библиотеки FANN которая при прочих равных условиях вполне адекватно оценивает живучесть, здесь требуется как увеличение обучающих топологий сетевых структур, так и количество эпох обучения, следовательно и дополнительные затраты времени обучения. Но, несмотря на это, система MATLAB является одной из лидирующих систем в области решения нейросетевых задач ввиду своей популярности, простоты работы с матрицами и векторами, наглядного интерфейса ППП NNT для быстрого создания и обучения нейронных сетей без каких-либо знаний языков программирования.

Список использованной литературы

1. Синтез и анализ живучести сетевых систем: Монография / Ю.Ю. Громов, В.О. Драчев, К.А. Набатов, О.Г. Иванова. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 152 с.
2. Лазарев, Ю.Ф. MatLAB 5.x / Ю.Ф. Лазарев. – Киев: Издат. группа BHV, 2000. – 384 с.
3. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – 2002. – 496 с.
4. Мартынов, Н.Н. Matlab 7. Элементарное введение / Н.Н. Мартынов. – М.: Кудиц-Образ, 2005. – 416 с.
5. Долгов, А.А. Создание и обучение искусственной нейронной сети с помощью средства разработки Qt и библиотеки FANN / А.А. Долгов // Вестник воронежского института высоких технологий. – Воронеж. гос. ун-т. – 2010. – Вып. 6. – С. 244-247.

Особенности разработки экспертных систем оценки чувствительности микроорганизмов к антибиотикам для диско-диффузионных методов

Дьякова В.Н.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

При проектировании экспертной системы всегда следует помнить о цели, для достижения которой она предназначена.

В своих исследованиях, мы предлагаем, в качестве фактов использовать данные таблиц зон ингибирования антибиотиков, состоящих из полей: обозначение диска, название антибиотика, концентрации антибиотика, диаметров зон чувствительности. Такой способ является наиболее понятным и популярным методом представления знаний. Правила обеспечивают формальный способ представления рекомендаций, знаний или стратегий. Они чаще подходят в тех случаях, когда предметные знания возникают из эмпирических ассоциаций, накопленных за годы работы по решению задач в данной области.

Алгоритм формирования вывода. После ввода исходных данных: названия микроорганизма; числа дисков; названия каждого отдельного диска и диаметра соответствующей зоны, программа обращается к искомой таблице в базе данных «ES» (рис.1.), выбор таблицы осуществляется по имени микроорганизма.

Далее, используя правила, формируется вывод по каждому введенному антибиотику. Пусть: «Диаметр Зоны» – это данные, вводимые пользователем или считываемые программой; «R – Resistant» – зона, при которой микроорганизм устойчив к антибиотику, $R \leq R_{\min}$; «I – Intermediate» – зона, при которой микроорганизм промежуточно устойчив к антибиотику, $I \in (I_{\min}; I_{\max})$; «S – Sensitive» – зона, при которой микроорганизм чувствителен к антибиотику, $S \geq S_{\max}$.

Значения $R_{\min}$, $I_{\min}$, $I_{\max}$, $S_{\max}$ берутся из базы данных «ES» и её соответствующей таблицы (1-n).

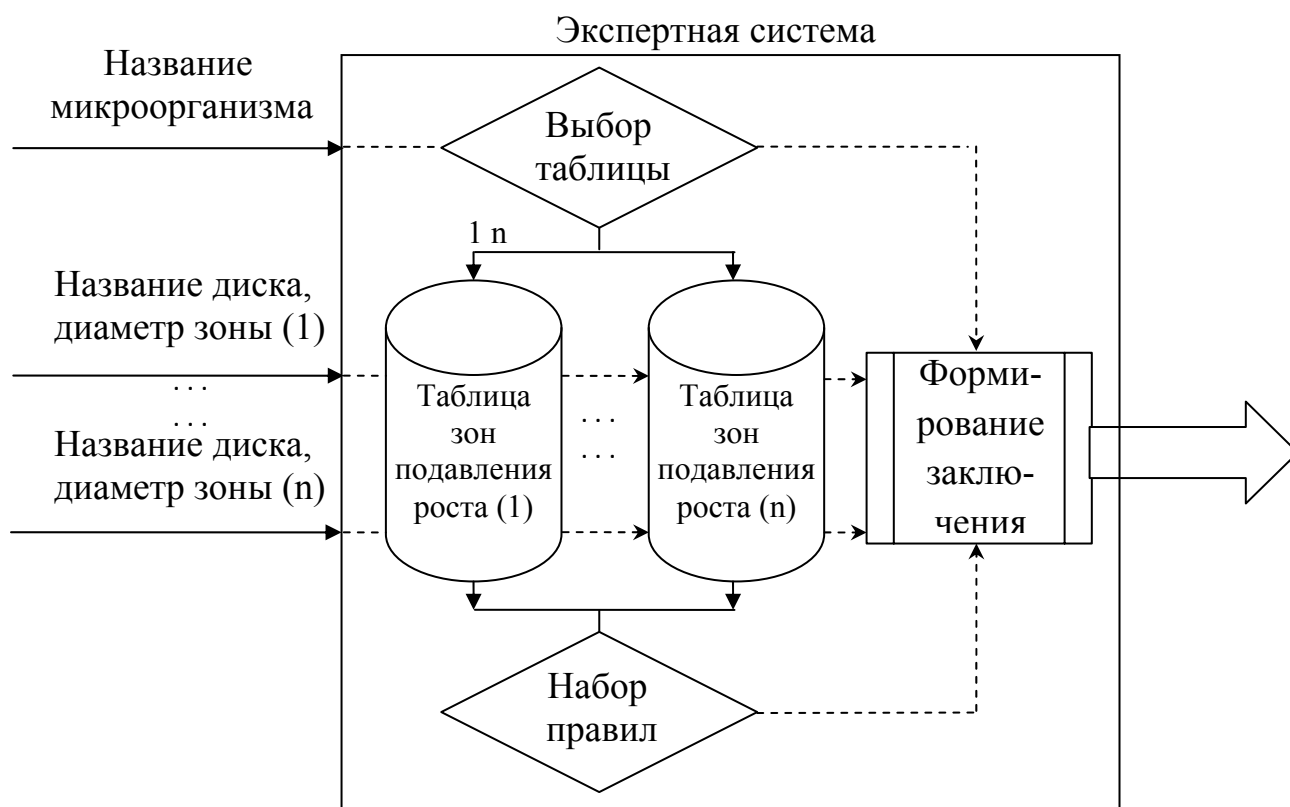


Рис. 1. Структура экспертной системы

Разработка правил. Для разрабатываемой экспертной системы необходимы следующие правила:

- 1) ЕСЛИ Диаметр Зоны $< R$ И $I \neq 0$ и $R \neq 0$ ТО Ответ = R ;
- 2) ЕСЛИ Диаметр Зоны $\geq I_{\min}$ И диаметр $\leq I_{\max}$ И $I \neq 0$ и $R \neq 0$ ТО Ответ = I ;
- 3) ЕСЛИ Диаметр Зоны $> S$ И $I \neq 0$ и $R \neq 0$ ТО Ответ = S ;
- 4) ЕСЛИ Диаметр Зоны $< S$ И $R = 0$ И $I = 0$ ТО Ответ = R И I ;
- 5) ЕСЛИ Диаметр Зоны $\geq S$ И $R = 0$ И $I = 0$ ТО Ответ = S ;
- 6) ЕСЛИ Диаметр Зоны $\leq R$ И $I = 0$ ТО Ответ = R ;
- 7) ЕСЛИ Диаметр Зоны $\geq S$ И $I = 0$ ТО Ответ = S .

Используя приведенные правила можно сделать вывод по поводу действительности любого антибиотика, присутствующего в базе данных «ES».

Формирование заключения. Следующим этапом работы экспертной системы является формирование заключения.

Заключение включает:

1) Название микроорганизма – берется из исходных данных, введенных пользователем;

2) Категории устойчивости антибиотика:

- устойчив к антибиотикам;
- промежуточно устойчив к антибиотикам;
- чувствителен к антибиотикам.

Выбор категории осуществляется в зависимости от полученного ответа на предыдущем этапе (R, I, S). Однако, если истинно четвертое правило, и ответ R и I, то антибиотик должен быть отнесен к двум критериям: устойчив к антибиотикам, промежуточно восприимчив к антибиотикам.

Список использованной литературы

1. NCCLS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; ninth informational supplement // M100-S9. – 1999. – V. 19. – № 1.

2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методические указания по определению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам // Методические указания МУК 4.12.1890-04. – М., 2004. – 71 с.

3. Дьякова В.Н. Автоматизированная бактериологическая лаборатория // LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG. – 2012. – 77 с.

**Подсистема поддержки принятия решения для выбора
алгоритма расчета теплофизических характеристик
в информационно-измерительной системе¹**

Живенкова А.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Основными параметрами, характеризующими процесс отверждения полимерных композитов, являются теплофизические характеристики (ТФХ). Для определения ТФХ разработан ряд методов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, а также различные условия их применения. Тем не менее, пока не предложен универсальный метод, позволяющий рассчитывать ТФХ с минимальными погрешностями для любых материалов и при любых условиях эксперимента. Поэтому удачным представляется использование в математическом аппарате информационно-измерительной системы (ИИС) набора методов расчета ТФХ. Таким образом, становится актуальным определение механизмов выбора оптимального для конкретных условий эксперимента метода и соответствующего алгоритма расчета ТФХ из набора алгоритмов имеющихся в ИИС.

Программное обеспечение ИИС включает четыре алгоритма определения ТФХ: алгоритм расчета временной зависимости ТФХ по температурам внутри образца; алгоритм расчета временной зависимости ТФХ по температурам только поверхностей образца; алгоритм расчета температурной зависимости ТФХ, основанный на интегральном представлении решения обратной задачи теплопроводности; алгоритм, использующий фильтр Калмана [1].

Проблема выбора алгоритма обладающего устойчивостью работы и имеющего минимальную среди всех прочих алгоритмов погрешность расчета ТФХ при заданных условиях эксперимента, решается в подсистеме поддержки принятия решения (ПППР), включенной в состав ИИС.

¹ Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора Дмитриева О.С.

ПППР построена на основе метода анализа иерархий, предназначенного для решения многокритериальных задач с конечным множеством возможных векторов. Его применение основано на экспериментальной информации об относительной важности критериев в виде матрицы парных сравнений. Целью построения ПППР является повышение точности расчетов ТФХ путем выбора оптимального алгоритма расчета, имеющего минимальную погрешность. Таким образом, имеется набор альтернатив, с помощью которых можно добиться поставленной цели. В качестве альтернатив выступают четыре алгоритма расчета ТФХ.

Альтернативы сравниваются между собой по отдельным критериям с целью определения наиболее удачной. Критерии также сравниваются между собой с целью градации их по степени важности. В качестве критериев применительно к задаче выбора оптимального метода и алгоритма расчета ТФХ в конкретных условиях проведения эксперимента целесообразно использовать перечень этих условий и оценивать фактическую работоспособность алгоритма и погрешность в зависимости от критерия. Построенный перечень критериев K_m примет вид:

- толщина образца (K_1);
- перепад температуры ($T_L(t) - T_0(t)$) по толщине образца (K_2);
- время эксперимента (K_3);
- количество термопар, проводящих замеры по толщине образца (K_4);
- погрешность измерения температуры (K_5).

Для определения оценок алгоритмов по критериям применяется имитационное моделирование экспериментов по нагреву и отверждению композитов. В ходе имитационного моделирования проводятся численные эксперименты по нагреву и отверждению ПКМ с последовательным плавным поочередным изменением входных условий для каждого алгоритма отдельно с целью установления зависимости между входными данными и устойчивостью работы алгоритма, а также погрешностью полученных ТФХ. В результате получаем набор диапазонов значений по каждому критерию и соответственный набор значений

погрешностей расчетов четырьмя алгоритмами. Полученные данные оформляются в виде набора правил базы знаний. Таким образом, при наступлении конкретных условий эксперимента мы можем получить оценку каждого метода по всем критериям, используя правила, хранящиеся в базе знаний. После этого строим суммарную оценку каждого метода по всем критериям с учетом весов, характеризующих сравнительную важность критериев, и выбираем тот алгоритм расчета ТФХ, оценка которого принимает минимальное значение.

Наличие в ИИС подсистемы поддержки принятия решений по выбору оптимального алгоритма дает возможность получения минимальных погрешностей расчета ТФХ пользователям, не имеющим специальных знаний о принципах работы методов и алгоритмов расчета и условиях их применения, что расширяет возможности пользовательского интерфейса ИИС. Все алгоритмы расчета ТФХ в ИИС и описания их применения в ПППР представлены отдельными независимыми процедурами. Такая архитектура построения программного обеспечения ИИС дает возможность в будущем наращивать количество алгоритмов, повышая тем самым точность расчета ТФХ.

Список использованной литературы

1. Дмитриев, О.С. Интеллектуальная информационно-измерительная система для определения теплофизических характеристик полимерных компози- тов / О.С. Дмитриев, А.А. Живенкова, А.О. Дмитриев // Вестник ТГТУ. – 2013. – Т. 19, № 1. – С. 73-83.

Безопасность техносферы и техногенные риски

Зенин Ю.Н., Старов В.Н., Калач А.В.

Воронежский институт ГПС МЧС России (Россия, г. Воронеж)

Современные успехи и достижения в отраслях промышленности и сельского хозяйства связывают со многими факторами, в том числе, с новыми материалами, новыми технологиями, внедрением передовых процессов производства промышленной продукции и возделывания сельхозугодий, а в итоге – переходу к проблемам обеспечения безопасности процессов, поиска средств и технологий управления возникающими при этом чрезвычайными ситуациями (ЧС).

К указанному добавим то, что вероятность возникновения ЧС никогда не равна нулю. Более того, со временем изменились даже причины негативных техногенных процессов.

Так, прогрессирующее развитие в двадцатом веке химии породило очень серьезную проблему токсической опасности, начиная с окопов Первой мировой войны, где применили отравляющие газы для уничтожения людей. К середине века уже напалмом сжигали территории Вьетнама. В то же время в Европе и Азии из-за больших промышленных сбросов в реки погибли рыбы, перестали нереститься многие рыбы в северных реках нашей страны, где громадные территории покрыты нефтепродуктами. Желая получить высокие урожаи хлопка, люди сделали безжизненными Аральское море и пространство вокруг него, а также загубили впадающие в него реки. Подобных негативных примеров можно привести очень много. Есть примеры иного плана.

Открытие в начале прошлого века радиоактивности, зарождение понимания процесса деления ядер, а далее – создание термоядерных реакторов, существенно расширили возможности энергетики медицины, всего научного поиска, но, в то же время, начиная с середины 20-го века и по сегодняшний день, для

нас стали привычным видам опасности разгерметизация ядерных объектов, пожары и взрывы реакторов и обслуживающих их систем. В итоге люди получили дополнительную опасность – радиационную.

Укажем еще один подход. В традиционных отраслях (металлургии, машиностроение и др.) научно-технический прогресс, привнося новые процессы, методы и средства воздействия, привел к неожиданному расширению спектра негативных факторов, от которых следует защищаться.

Если раньше при производстве металлов всегда существовала опасность пожаров, то вследствие использования природного газа и водорода возникла угроза взрывов складов, цехов, трубопроводов.

При нефтепереработке наряду с пожарами и взрывами, сопутствовавшими процессам добычи, транспортировки и производства продукции в отрасли увеличилась токсическая опасность за счет разнообразия получаемых новых соединений, новых методов и технологий.

Современные сложные производства с технологическими машинами и оборудованием проектируются так, чтобы надежность этих систем была максимально высокой по сравнению с имеющимися. Однако с позиций существующего понимания характера опасностей и технических возможностей средства предотвращения аварий человечество постоянно остаётся «в проигрыше» процессам аварийности. Причин этому много. Одни из них можно устранить, другие учесть. Однако главное то, что из года в год экономических и человеческих потерь все больше и больше. Их необходимо снижать.

Казалось бы, что применяемые в промышленности проектные решения и регламенты эксплуатации могли бы совместно гарантированно обеспечить безопасную работу объекта, однако это не совсем так.

Во-первых, многие технические проблемы, связаны с конструированием машин (оборудованием). Второе. Существуют технологические проблемы создания качественных материалов, получения из них заготовок, производство деталей, а в дальнейшем – минимизации дефектов при изготовлении и сборки линий и технологического оборудования. Указанное приводит к тому, что имеем

технические системы, в которых, несмотря даже на двух или трех кратное дублирование возможно возникновение аварии или катастрофы. Самые простые и показательные примеры это неудачные запуски космических спутников Земли.

Предлагаемые новые процессы, новые составы и комбинации различных веществ и комплексов, созданных по воли научно-технического прогресса, нередко применяются без учета реальных масштабных факторов, без должного анализа возникающих проблем безопасности.

Наблюдаемое увеличение масштабности последствий происходящих техногенных аварий это тоже результат особенностей научно-технического прогресса на современном этапе развития общества.

Усугубляющими факторами увеличения техногенного риска являются продолжающая расти энерговооруженность народного хозяйства и всего общества. Во имя экономических показателей производств повышается их единичная мощность. При этом энергонасыщенные производства не только увеличиваются в масштабах, но происходит их концентрация с производствами, использующими опасные вещества.

Поэтому наряду с концентрацией объектов происходит возрастание вероятности аварий и катастроф производственных зданий, сооружений, оборудования, линий, транспортных систем и коммуникаций, сеть которых становится все более разветвленной и менее защищенной.

Многие проблемы связаны с тем, что существует конечная надежность и эффективность любых защитных устройств, которая всегда являются конечными численными величинами, подвластными техническим сбоям и ошибкам в их использовании.

Создание в стране территориально-производственных комплексов усугубило проблему безопасности жизнедеятельности. Сложное технологическое оборудование и различные высокопроизводительные промышленные аппараты, в которых используют высокое технологическое давление, газотранспортные магистрали с высоким давлением в основных и транспортных коммуникациях, создают зоны повышенных опасностей. Наряду с применением в сфере энерге-

тики газожидкостных энергоносителей с одновременным увеличением мощности добывающих и использующих их производств, значительно повысился риск взрывопожарных явлений крупного масштаба по всей стране.

При этом не следует сбрасывать со счета влияние на конечный результат человеческого фактора, объясняющего возникновение отклонения от предписанных режимов эксплуатации оборудования и процессов (показательный пример Чернобыля).

Трагический опыт этой катастрофы среди прочих проблем вывел на должное место поиск оптимальных решений в области человеко-машинных взаимодействий и их оперативной реализацией в ином свете.

Чтобы по-новому управлять ситуацией, потребовалось создание разнообразных тренажеров с развитым математическим, алгоритмическим аппаратом и компьютерным обеспечением.

Концентрированная обработка потоков информации, многообразие в способах ее целенаправленного представления, увеличение количества автоматических и полуавтоматических средств поддержки действий оператора, обеспечивают повышение качества тренинга персонала, что снижает риски ЧС.

Повсеместное введение технических систем защиты от несанкционированных действий, эффективные контроль и повышение наблюдаемости состояния оборудования путем внедрения дистанционных диагностических средств обеспечивают высокую надежность оборудования и технологических процессов. Все указанное обеспечивает повышение уровня безопасности производственных процессов и снижает техногенные риски.

Таким образом, проведя анализ причин негативных тенденций в техносфере и рассмотрев некоторые возможные подходы к решению проблем безопасности техносферы в нашей стране, можно сказать следующее.

В мировой практике благодаря усилиям многих стран, включая Россию, практически сформировалась политика и стратегия в области безопасности, прежде всего – промышленной и экологической. При этом ученые и практики опираются на концепцию приемлемого риска, в оценке ситуаций используют ряд количественных показателей риска, для которых установлены нормативные

или критериальные уровни, определяющие допустимые техногенные воздействия на население и окружающую среду. Однако по-прежнему основным является своевременная ликвидация чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Доказано, в том числе и в наших работах, что для повышения эффективности управления процессами ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) требуется системное описание исследуемых процессов, сопровождающих их явлений, а также системное обоснование методик выбора необходимых технологий и средств ликвидации нежелательных последствий ЧС.

Выбор технологий и средств быстрой ликвидации чрезвычайных ситуаций зависит как от наличия требующихся для этого подсистем МСЧ, так и использовании опыта решения подобных задач. Всегда возможны различные варианты протекания процессов, поэтому желательно знать прогноз возможного развития ситуаций. Для этого надо иметь физические, математические, натурные или другие модели, описывающие процессы, и обеспечивающие проведение правильной оценки и осуществить выбор эффективного управления ЧС. В ряде случаев достаточно иметь структурные или математические модели исследуемых процессов.

Авторы предлагают, используя систематизацию объектов, участвующих в ЧС и системный подход в решении данных задач, осуществлять построение модели искомой системы посредством описания её структуру. Знание внутреннего устройства, то есть элементов и их взаимосвязей в системе, обеспечит повышение эффективности управления ею.

Рассмотрим одно из направлений анализа и моделирования структуры системы для решения задач МЧС, которое позволяет проработать различные варианты поиска оптимальных средств, используемых для управления процессами. Для этих целей нами разработана морфологическая модель изменения системных свойств исследуемого объекта. Предлагаемая графическая модель представлена на рис. 1.

Предположим, есть система – объект, где может возникнуть ЧС. Ими могут быть любые объекты, находящийся в ведении или под контролем объект, например, склады горюче-смазочных материалов, школа, стадион и т.п.

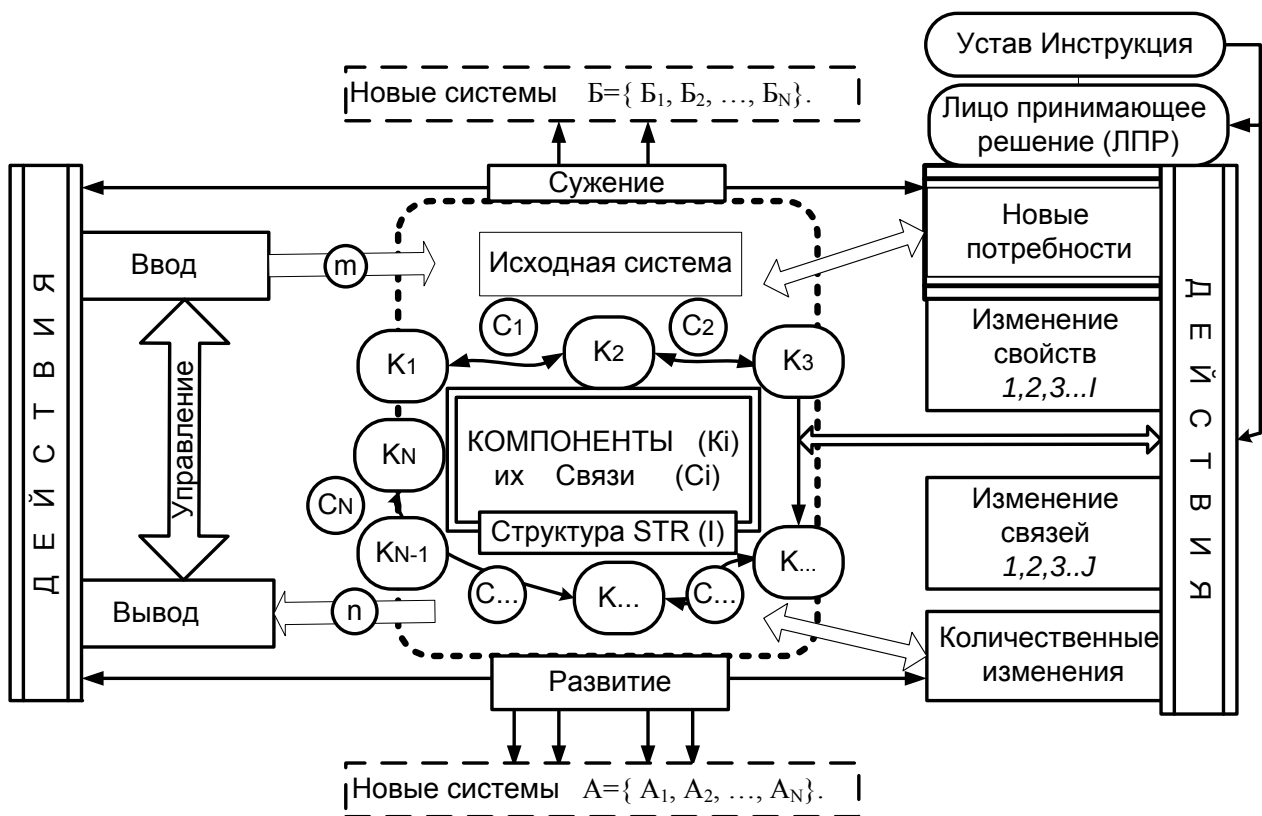


Рис. 1. Морфологическая модель и структура изменяющегося объекта

Любая исходная система (техническая или организационная) состоит из компонентов (элементов) вида множества: $K = \{K_1, K_2, \dots, K_N\}$ и связей между ними, т. е. множество $C = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$.

Это может быть обычная пожарная часть со штатным составом и своей структурой, гипермаркет и т.п. Тогда исходную или общую структуру STR объекта можно также записать как множество вида

$$STR = \{ (K_1, K_2, \dots, K_N), (C_1, C_2, \dots, C_N) \}. \quad 1$$

Для всех исследуемых объектов с их инфраструктурой существуют типовые правила, рекомендации, регламенты, предназначенные для проведения нормативных действий в тех или иных чрезвычайных ситуаций.

Однако в реальной жизни, когда возникает ЧС, всё обстоит более сложнее, чем это прописано в нормативах, более того – многого нельзя предусмотреть вообще. Поэтому на практике не всегда можно спрогнозировать поведение объекта в экстремальных ситуациях. Из статистики известно, что каждая ситуация или ЧС носят стохастический характер и, как правило, они неповторимы.

При решении возникшей проблемы ликвидации ЧС и анализа новых потребностей лицо принимающее решение (ЛПР) формирует функции, которые необходимо выполнить, чтобы решать возникающие задачи. При этом потребности можно удовлетворить несколькими разными вариантами и способами. При этом на начальном этапе намечают новые пути решения поставленных задач и определяют наиболее весомые взаимосвязи и компоненты, дающие возможность реализации новых ресурсов.

Модель рисунка иллюстрирует, что для этого в исходную систему надо осуществить ввод m элементов или осуществить удаление (вывод) n связей и компонентов, которые сдерживают или не позволяют сформировать требующиеся системы вида A_i или B_i . Отметим, что выбор действий по изменению структуры исследуемой системы осуществляет ЛПР посредством управления свойствами компонентов $K(1, 2, \dots, I)$ и их связями $C(1, 2, \dots, J)$.

В поиске новых решений ставится задача выбора рациональных способов выполнения требуемых функций. За этим следует этап синтеза и реализации возможных принципов действий необходимых технических средств, веществ и полей, требующихся для выполнения задуманных физических операций по ликвидации, контролю, профилактике, предупреждению, прогнозированию и реализации действий по выполнению поставленной задачи.

Непредвиденное в критических ситуациях заставляет ЛПР искать новые пути, названные «Развитие» или «Сужение» исходной системы и получение новых систем, которых несколько в указанных множествах:

$$A = \{ A_1, A_2, \dots, A_N \}, B = \{ B_1, B_2, \dots, B_N \}. \quad (2)$$

В системе МЧС много различных подсистем, служб с их средствами и предназначением выполнять поставленные задачи. Назовем любое из штатных ($J = 1, 2, \dots, m$), подразделений системы (S) МЧС, как подсистемы или службы (Сл) – $S^{Сл}$, например, служба спасения на воде, горноспасатели, пожарная часть и другие, поэтому получим запись этой подсистемы в символах как $S^{Сл}_{МЧС}(J)$.

Обычно в ликвидации ЧС участвуют искусственные (технические), социально-технические (организационные) системы, а также естественные (природ-

ные) процессы и люди с их особыми взаимосвязями. Поэтому возникают немалые сложности в оценке, как самих систем (правильность их использования), так и полученных результатов от применения средств.

Представим, что речь идет об оценке деятельности социально-технической системы, какой является пожарная часть (ПЧ). В символьной форме эту систему обозначим – $S_{ПЧ}(I)$, где $I = 1, 2, \dots, n$, т.е. любая из состава МЧС пожарная часть.

В своем функционировании эти организации руководствуются нормативными документами, определяющими как эффективность оперативной деятельности подразделения в целом, так и выполнение предписанных назначений, например для системы пожарная часть $S_{ПЧ}$ это документ – «Боевой устав пожарной охраны».

При оценке деятельности исходят из поставленной задачи (цели) и степени достижения цели, для выполнения которой подразделение было применено, а также с проведением учета затрат материальных ресурсов и времени.

Процессы применения и управления $S_{МЧС}^{Сл}(J)$ их структурой, обеспечивающей заданные показатели оперативно-тактической и служебной деятельности, т.е. выполнение функционально-ожидаемых показателей (ФОП) реализованных свойств системы, рассматриваем, как функционирование сложной системы со всеми её атрибутами и законами.

Таким образом, сегодня требуется качественно новый подход к проблемам обеспечения безопасности процессов, оценки рисков, поиска средств и технологий управления, возникающими чрезвычайными ситуациями.

Для повышения эффективности управления процессами ликвидации чрезвычайных ситуаций в работе предлагается системное описание процессов, сопровождающих их явлений, дано обоснование методик выбора необходимых технологий и средств ликвидации нежелательных последствий ЧС.

**Анализ состояния защиты информации от несанкционированного
доступа в интегрированных системах безопасности**

Змеев А.А.

Воронежский государственный технический университет

(Россия, г. Воронеж)

В соответствии с общепринятым определением интегрированная система безопасности (ИСБ) представляет собой аппаратно-программный комплекс средств обеспечения безопасности объекта, предназначенный для решения следующих задач [1]:

1. Обнаружение и регистрация фактов несанкционированного проникновения нарушителя на территорию объекта, в здания и режимные помещения, и оповещение охраны и службы безопасности о нештатных ситуациях.
2. Видеоконтроль объекта.
3. Организация доступа сотрудников и посетителей на территорию объекта и в режимные помещения.
4. Анализ состояния безопасности объекта, работоспособности элементов ИСБ и действий обслуживающих ее персонала;
5. Организация тревожной сигнализации и оповещения.
6. Защита персонала объекта, клиентов и материальных ценностей в случаях нападения на охраняемый объект.

Выделим основные компоненты и подсистемы ИСБ [2] (рис. 1):

- контроля и управления доступом;
- охранной сигнализации;
- пожарной сигнализации;
- телевизионного контроля (охранного телевидения);
- управления оборудованием.



Рис. 1. Функциональная схема ИСБ

Система контроля и управления доступом (СКУД). Система контроля и управления доступом персонала объекта и клиентов в служебные помещения и зоны защиты обеспечивает их идентификацию различными способами (магнитные, виганд-, проксимити-карты, а так же биометрические данные человека) и содержит оперативную базу данных с полномочиями доступа каждого пользователя. Для гарантии устойчивости СКУД ее элементы функционируют как в комплексе, так и автономно.

Система охранной сигнализации. Система охранной сигнализации обеспечивает обнаружение проникновений в охраняемые зоны и сигнализирование на внутренний пост охраны объекта или централизованный пункт охраны.

Система пожарной сигнализации. Система пожарной сигнализации служит для обнаружения очагов возгорания на объекте и сигнализирования. на внутренний пост охраны объекта или централизованный пункт охраны. Кроме того, система пожарной сигнализации может подавать сигналы на включение средств пожаротушения.

Система телевизионного (видео) контроля (система охранного телевидения (СОТ)). Система охранного телевидения предназначена для дистанционного визуального наблюдения и регистрации обстановки в различных зонах объекта.

Система управления оборудованием. Система управления оборудованием предназначена для программного управления функционированием оборудования рассмотренных систем. Как правило такая система реализуется на платформе компьютерной сети.

Большинство ИСБ, имеющих на российском рынке в настоящее время, в качестве подсистемы управления оборудованием используют универсальные сетевые системы контроля и управления доступом (СКУД) 2-го и 3-го класса [2].

Наиболее общим признаком классификации ИСБ является уровень (способ) интеграции оборудования входящих в ее состав подсистем. В соответствии с этим признаком ИСБ делятся на системы с интеграцией оборудования на аппаратном, аппаратно-программном, программном и релейном уровне. При этом следует заметить, что в рамках одной ИСБ может быть реализовано несколько уровней (способов) интеграции оборудования СКУД и охранной сигнализации.

Согласно [3] критериями соотнесения ИСБ к тому или иному классу являются:

- тип информации (сообщения и команды или простейшие аналоговые сигналы), передаваемой между подсистемами управления доступом, сигнализации и охранными телевизионными;
- схема передачи информации между управляющими устройствами различных подсистем (контроллерами СКУД, приемно-контрольными приборами (ППК), системами охранно-пожарной сигнализации, управляющим и записывающим оборудованием систем охранного телевидения (СОТ));
- схема принятия решений (централизованная, иерархическая или распределенная);
- тип управляющих устройств, принимающих решение (контроллеры или компьютеры с установленным программным обеспечением).

Такая компоновка ИСБ дает возможность строить эффективные модели и алгоритмы по обеспечению защиты информации от несанкционированного доступа.

Список использованной литературы

1. Основы информационной безопасности: Учебник для высших учебных заведений МВД России / Под ред. В.А. Минаева и С.В. Скрыля. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2001. – 464 с.

2. Модели и алгоритмы автоматизированного контроля эффективности систем защиты информации в автоматизированных системах: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 116 с.

3. Методы и средства анализа эффективности систем информационной безопасности при их разработке: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган и др. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 83 с.

Проблематика синтеза криптосистемы на основе алгоритма**сжатия данных**

Калистратов Т.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Проблема засекречивания информации была актуальна всегда, а с повсеместным внедрением компьютерных технологий ее решение стало жизненно необходимо для обеспечения сохранности конфиденциальных данных. Наиболее распространенный и надежный способ засекречивания информации – это ее шифрование.

Алгоритм Хаффмана – адаптивный жадный алгоритм оптимального префиксного кодирования алфавита с минимальной избыточностью.

Сжатие информации по методу Хаффмана используется для архивации данных, а также для избавления от избыточности шифруемого сообщения непосредственно перед шифрованием для увеличения криптостойкости. Левитин А. (Ананий В. Левитин. М.: Вильямс, 2006, с. 393) дает описание классического метода Хаффмана.

Заметим, что традиционно сам по себе алгоритм Хаффмана является алгоритмом кодирования, а не шифрования. Однако если в построение бинарного дерева внести некоторые неизвестные третьему лицу дополнительные данные, на его основе можно создать алгоритм засекречивания информации, который будет обладать некоторыми положительными особенностями, которых лишены многие другие криптоалгоритмы, и потому изучение вопроса создания такого алгоритма является актуальным и обоснованным.

Для создания такого алгоритма введем функцию вычисления веса каждого листа, зависящую от частоты вхождения символа в текст и от некоторых ключевых данных, то есть вместо обычной схемы $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$ можно использовать некую функцию $f(k, x_i, s)$, где k – ключевые данные, x_i – критерий упорядочения i -го элемента (частота встречаемости элемента в тексте, s – дополнительная информация (идентификатор субъекта, время и т.п.).

Весь алгоритм в целом будет иметь следующий вид:

- 1) ввод сообщения, ключевых данных;
- 2) сбор статистической информации о тексте;
- 3) создание бинарного дерева с использованием статистических и ключевых данных;
- 4) кодирование (с использованием кода, соответствующего полученному бинарному дереву);
- 5) передача или сохранения зашифрованного текста и статистических данных.

На вход алгоритму подается поток данных в двоичном виде (одним символом алфавита считается 1 байт информации).

Второй шаг алгоритма – сбор статистической информации. При первом прохождении шифруемого текста вычисляется, сколько и каких символов входит в текст. После окончания первой стадии алгоритма формируются статистические данные по передаваемому сообщению (число вхождений каждого символа в передаваемое сообщение; символы, которые в сообщении не встречались, отбрасываются).

На третьем шаге алгоритма по полученным статистическим данным и введенным ключевым данным формируется бинарное дерево, на основании которого создается код для каждого символа.

На четвертом шаге алгоритма происходит замена каждого символа сообщения полученной комбинацией в режиме простой замены.

Пятый шаг не имеет непосредственного отношения к самому алгоритму, а зависит от того, для каких целей использовался алгоритм – шифрование информации на внешнем носителе или шифрование сообщения для последующей его передачи адресату

Третий шаг алгоритма требует более детального рассмотрения, так как именно в нем происходит внедрение ключевых данных и собственно создание кода.

Алгоритм формирования бинарного дерева будет выглядеть следующим образом:

- 1) из n элементов выбрать 2 элемента x_n и x_{n-1} , предварительно упорядочив массив по критерию $f(k, x_i, s)$;
- 2) объединить 2 элемента, образовав новый элемент с критерием упорядочения $x' = g(x_n, x_{n-1})$;
- 3) вернуться к шагу 1, уменьшив n на 1, пока n не станет равно 1.

Замечание 1: n изначально равно числу символов алфавита. В качестве критерия упорядочения x_i будем использовать число вхождений символа в текст, а в качестве функции g – суммирование.

Замечание 2: в качестве функции f используется алгоритм вычисления криптографической хэш-функции по ГОСТ Р 34.11-94 на начальном векторе $H_0 = k$. В качестве функции g используется функция сложения.

Замечание 3: дополнительную информацию s можно использовать для увеличения стойкости алгоритма (например, для изменения параметров ключевых данных).

Блок-схема алгоритма создания бинарного дерева с использованием статистических и ключевых данных представлен на рис. 1.

Рассмотрим подробнее входные и выходные информационные потоки. На вход алгоритму подается 2 потока: исходное сообщение и ключевые данные. Исходным сообщением может являться как текстовый файл, так и любой бинарный файл (звукозапись, изображение, видео, исполняемый файл). При работе алгоритма используется 128-битный ключ.

По завершению работы алгоритм выводит зашифрованное сообщение и файл со статистическими данными исходного сообщения, которые необходимы адресату для декодирования сообщения. Заметим, что, хотя перехват злоумышленником статистических данных о сообщении уменьшает неопределенность зашифрованного сообщения (что нежелательно), дешифрование самого сообщения остается нетривиальной задачей (так как стойкость кода основана на сложности «разбора» префиксного кода при отсутствии информации о входящих в него элементах). Поэтому для передачи статистических данных по открытому каналу связи можно использовать ассиметричные алгоритмы шифрования.

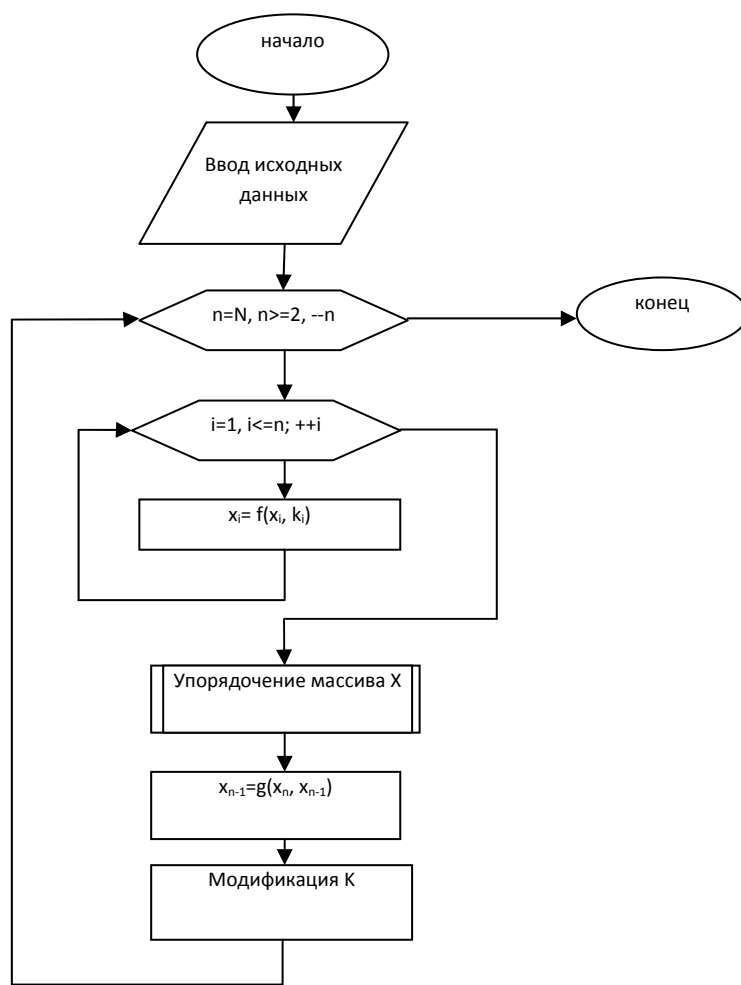


Рис. 1. Создание бинарного дерева

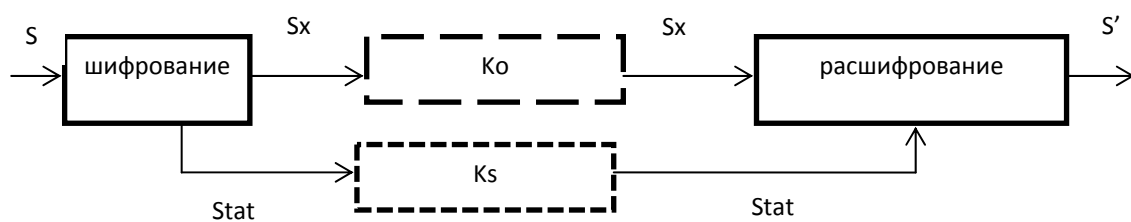


Рис. 2. Схема шифрования и передачи сообщения

Схема осуществления шифрования и передачи сообщения представлена на рис. 2:

S – исходное сообщение.

Sx – закодированное сообщение.

S' – декодированное (принятое) сообщение.

Stat – статистические данные.

Ko – открытый канал передачи данных.

K_s – условно защищенный канал передачи данных (обладающий некоторой защищенностью, но не устраивающий нас для передачи исходного сообщения в незашифрованном виде (скоростью передачи или уровнем защищенности)).

В качестве канала K_s может быть использован открытый канал передачи данных с предварительным шифрованием статистических данных (о чем писалось выше).

Хотя алгоритм предназначен для засекречивания информации, его нельзя считать криптоалгоритмом в чистом виде. Скорее он занимает некоторое промежуточное звено, между стандартными алгоритмами кодирования и шифрования, и потому его следует рассматривать отдельно. Использовать алгоритм можно для хранения служебной информации программ, если их создатели не хотят, чтобы эти данные были общедоступны, но в то же время во время работы программы их необходимо загружать в оперативную память и обрабатывать в незашифрованном виде. То есть, если полноценная криптографическая защита неуместна ввиду доступности информации на других устройствах хранения, но оставлять ее полностью открытой нецелесообразно.

Стойкость данного алгоритма, как говорилось выше, определяется сложностью «разделения» бинарного кода на символы при незнании использовавшегося префиксного алфавита. Для успешного его дешифрования необходимо подобрать бинарное дерево, которое задавало данный алфавит. Для подбора создания бинарного дерева нужно знать статистические и ключевые данные, или же произвести полный перебор всех возможных префиксных алфавитов (или бинарных деревьев, так как бинарное дерево однозначно задает алфавит).

После кодирования и передачи сообщения адресату его необходимо декодировать. Алгоритм декодирования практически идентичен алгоритму кодирования: используя статистические данные о передаваемом сообщении и секретный ключ, адресат генерирует у себя бинарное дерево, по которому происходило кодирование. Далее происходит стандартная процедура декодирования по методу Хаффмана.

Таким образом, нами был разработан алгоритм засекречивания информации на основе алгоритма Хаффмана, который побайтово кодирует входной поток

данных (файл, сообщение), используя ключ длиной 128 бит. В результате получается префиксный код, каждый элемент которого соответствует символу исходного сообщения. Так как префиксный код является кодом переменной длины, по размерам кодограммы нельзя узнать размеры исходного сообщения, что является отличительной особенностью данного алгоритма.

Список использованной литературы

1. Ананий В. Левитин. Глава 9. Жадные методы: Алгоритм Хаффмана // Алгоритмы: введение в разработку и анализ. – М.: Вильямс, 2006.
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006.
3. Сэломон Д. Сжатие данных, изображения и звука. – М.: Техносфера, 2004.
4. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
5. Хомоненко, А.Д. Основы современных компьютерных технологий / А.Д. Хомоненко. – СПб.: КОРОНА принт, 1998 – 321 с.

**Разработка модели и алгоритма радиолокационного дальномера
с учетом пространственного положения цели для решения задачи
управления воздушным движением**

Князев И.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Введение

Для обеспечения безопасности полетов, повышения пропускной способности аэропортов необходимо улучшать точностные характеристики измерительных подсистем автоматизированных систем управления воздушным движением (АСУВД). В современных АСУВД для повышения точности измеряемых координат широко используются фильтры, основанные на методах оптимальной линейной фильтрации.[1] В настоящее время существует множество алгоритмов такой обработки на практике, реализуемые в виде α - β и α - β - γ фильтров (их алгоритмы базируются на гипотезе движения цели с постоянной скоростью и с постоянным ускорением соответственно, характеризуются постоянством коэффициентов передачи и требуют незначительных вычислительных мощностей), а также фильтров с переменными коэффициентами, более точно отражающими физическую сущность процесса и обеспечивающих лучшую точность оценки координат летательного аппарата (ЛА). Алгоритмы функционирования фильтров с переменными коэффициентами базируются на различных моделях состояния и наблюдения, например зингеровская модель [1], высокой точностью оценивания координат отличаются фильтры в основу которых положены модели состояния, учитывающие пространственное положение ЛА.

Постановка задачи

Цель данной статьи – разработать алгоритм функционирования радиолокационного дальномера с учетом пространственного положения цели для решения задачи управления воздушным движением, а также оценить влияние при-

менения такого алгоритма на эффективность функционирования АСУВД. Оценка эффективности применения вторичной обработки радиолокационной информации в дальнейшем позволит найти компромисс между вычислительными затратами, необходимыми для реализации алгоритмов и получаемой с их помощью точностью. Критерием эффективности послужит пропускная способность системы, при заданном уровне безопасности.

Решение задачи

Ускорение летательного аппарата по линии визирования согласно [3] можно определить как:

$$A(k+1) = V_{\text{ц}} (\sin \varepsilon_{\text{б}} \cos \theta (\omega_{\theta} - \omega_{\text{б}} \cos(\varphi - \varepsilon_{\text{г}})) + \\ + \sin \theta \cos \varepsilon_{\text{б}} (\omega_{\text{б}} - \omega_{\theta} \cos(\varphi - \varepsilon_{\text{г}}) + \cos \varepsilon_{\text{б}} \cos \theta \sin(\varphi - \varepsilon_{\text{г}})(\omega_{\text{г}} - \omega_{\varphi})); \quad (1)$$

Если предположить, что на малом интервале времени угловые скорости $\omega_{\theta}, \omega_{\text{б}}, \omega_{\text{г}}, \omega_{\varphi}$ изменяются незначительно, то можно записать следующую модель состояния:

$$\left. \begin{aligned} D(k+1) &= D(k) + V(k)T + 0,5A(k)T^2 + \xi_D(k); \\ V(k+1) &= V(k) + A(k)T; \\ A(k+1) &= V_{\text{ц}}(k)(\sin \varepsilon_{\text{б}}(k) \cos \theta(k)(\omega_{\theta}(k) - \omega_{\text{б}}(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_{\text{г}}(k))) + \\ &\quad + \sin \theta(k) \cos \varepsilon_{\text{б}}(k)(\omega_{\text{б}}(k) - \omega_{\theta}(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_{\text{г}}(k)) + \\ &\quad + \cos \varepsilon_{\text{б}}(k) \cos \theta(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_{\text{г}}(k))(\omega_{\text{г}}(k) - \omega_{\varphi}(k))); \\ V_{\text{ц}}(k+1) &= V_{\text{ц}}(k) + \xi_{V_{\text{ц}}}(k); \\ \theta(k+1) &= \theta(k) + \omega_{\theta}(k)T + \xi_{\theta}(k); \\ \omega_{\theta}(k+1) &= \omega_{\theta}(k); \\ \varphi(k+1) &= \varphi(k) + \omega_{\varphi}(k)T + \xi_{\varphi}(k); \\ \omega_{\varphi}(k+1) &= \omega_{\varphi}(k). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Чтобы оценивать фазовые координаты согласно модели состояния (2) и требованиям к наблюдаемости [2] необходимо измерять следующие величины: дальность D , скорость цели $V_{\text{ц}}$, а также углы наклона и поворота траектории θ, φ . Таким образом, модель наблюдения можно представить в виде:

$$z = H \cdot x + o, \quad (3)$$

где z – вектор наблюдения, H – матрица наблюдений, x – вектор состояния, o – вектор центрированных независимых белых шумов,

$$z = \begin{bmatrix} D_{\text{и}} \\ V_{\text{цн}} \\ \theta_u \\ \varphi_u \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, o = \begin{bmatrix} \xi_D \\ \xi_{V_{\text{цн}}} \\ \xi_\theta \\ \xi_\varphi \end{bmatrix},$$

$$x^T = [D \quad V \quad A \quad V_{\text{ц}} \quad \theta \quad \omega_\theta \quad \varphi \quad \omega_\varphi].$$

Используя модель состояния (2) и модель наблюдения (3) с помощью выражений для нелинейной фильтрации [1] получим следующий алгоритм функционирования дальномерного канала, представленный в векторно-матричной форме:

$$x_o(k+1) = x_s(k+1) + K_\phi(k+1)[z(k+1) - H \cdot x_s(k+1)]; \quad (4)$$

$$x_s(k+1) = \begin{bmatrix} D_o(k) + V(k)T + 0,5A(k)T^2 \\ V_o(k) + A_o(k)T \\ V_{\text{цн}}(k)(\sin \varepsilon_{\text{бо}}(k) \cos \theta_o(k)(\omega_{\text{бо}}(k) - \omega_{\text{бо}}(k) \cos(\varphi_o(k) - \varepsilon_{\text{го}}(k))) + \\ + \sin \theta_o(k) \cos \varepsilon_{\text{бо}}(k)(\omega_{\text{бо}}(k) - \omega_{\text{бо}}(k) \cos(\varphi_o(k) - \varepsilon_{\text{го}}(k)) + \\ + \cos \varepsilon_{\text{бо}}(k) \cos \theta(k) \sin(\varphi_o(k) - \varepsilon_{\text{го}}(k))(\omega_{\text{го}}(k) - \omega_{\varphi o}(k)) \\ V_{\text{цн}}(k) + \xi_{V_{\text{цн}}}(k) \\ \theta_o(k) + \omega_{\text{бо}}(k)T \\ \omega_{\text{бо}}(k) \\ \varphi_o(k) + \omega_{\varphi o}(k)T \\ \omega_{\varphi o}(k). \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$P_o(k+1) = P_s(k+1) - P_s(k+1)H^T [HP_s(k+1)H^T + R]^{-1} \times HP_s(k+1); \quad (6)$$

$$P_s(k+1) = \Phi(k)P_o(k)\Phi^T(k) + Q_x; \quad (7)$$

$$K_\phi(k+1) = P_o(k+1)H^T R^{-1} \quad (8)$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & T & 0,5T^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & T & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A & B & C & D & E \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где коэффициенты A, B, C, D, E равны:

$$\begin{aligned} A = & \sin \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) (\omega_\theta(k) - \omega_B(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & + \sin \theta(k) \cos \varepsilon_B(k) (\omega_B(k) - \omega_\theta(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & + \cos \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_r(k)) (\omega_r(k) - \omega_\varphi(k)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B = & V_u(k) (-\sin \varepsilon_B(k) \sin \theta(k) (\omega_\theta(k) - \omega_B(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & + \cos \theta(k) \cos \varepsilon_B(k) (\omega_B(k) - \omega_\theta(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & - \cos \varepsilon_B(k) \sin \theta(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_r(k)) (\omega_r(k) - \omega_\varphi(k))); \end{aligned}$$

$$C = V_u(k) (\sin \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) - \sin \theta(k) \cos \varepsilon_B(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k)));$$

$$\begin{aligned} D = & V_u(k) (\sin \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) (\omega_B(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & + \sin \theta(k) \cos \varepsilon_B(k) (\omega_\theta(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))) + \\ & + \cos \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) \cos(\varphi(k) - \varepsilon_r(k)) (\omega_r(k) - \omega_\varphi(k))); \end{aligned}$$

$$E = -V_u(k) (\cos \varepsilon_B(k) \cos \theta(k) \sin(\varphi(k) - \varepsilon_r(k))),$$

матрицы ковариаций формирующего шума Q и шума измерения R:

$$R = \begin{bmatrix} \sigma_{\text{д}}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\text{vc}}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{\theta}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{\varphi}^2 \end{bmatrix},$$

$$Q = \begin{bmatrix} Q_d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Q_{V_{ц}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Q_{\theta} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Q_{\varphi} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Применение такого алгоритма фильтрации позволит улучшить среднеквадратическую ошибку измерения дальности с 300 м порядка до 100 м.

Оценим влияние точностных характеристик АСУВД на её эффективность. При управлении воздушным движением считают, что ЛА движется по заданной траектории, называемой линией заданного пути (ЛЗП). Вокруг ЛА строится область безопасности (ОБ), представляющая собой объемную фигуру (она может иметь форму сферы цилиндра и др.) [1], объем области безопасности зависит от точностных характеристик АСУВД. Величина области безопасности, в свою очередь влияет на пропускную способность системы.

Исследуем влияние СКО дальности измерительной подсистемы АСУВД на её пропускную способность. Вероятность нарушения ОБ какого-либо ЛА определяется по формуле:

$$P = \frac{(n-1)W_{lk}}{W_p - (n-1)W_{lk}} W_{ла}, \quad (10)$$

где W_{lk} – объем ОБ одного ЛА,

W_p – объем зоны ответственности АСУВД,

dW_n – геометрический объем ЛА,

$W_{ла}$ – ошибка определения местоположения ЛА.

$$W_{ла} = 1 - \frac{dW_n}{W_n}, \quad (11)$$

где W_n определяется по формуле:

$$W_n = \frac{4}{3} \pi (6\sigma)^3, \quad (12)$$

где σ – СКО измерения дальности.

Очевидно, что максимальное количество ЛА, способных безопасно разместиться (учитывая области безопасности) в объем W_p определяется при $P=1$.

Воспользовавшись выражениями (10) – (12) и задавшись исходными данными:

$$W_p = 10^{13} \text{ м},$$

dW_n – объем сферы радиусом 45м,

W_{lk} – объем сферы радиусом $(45+3\sigma)$ м,

построим зависимости $P=P(n)$ вероятности нарушения ОБ ЛА от количества ЛА в зоне ответственности АСУВД для различных значений СКО. На рис. 1 в качестве примера показаны такие зависимости для трех значений СКО.

Затем выберем допустимую вероятность нарушения безопасности полета: $P_{\text{доп}} = 5 \cdot 10^{-5}$ (пунктирная линия на рис. 1 и находим точки пересечения прямых $P=P_{\text{доп}}$ и $P=P(n)$ для каждого значения СКО дальности, абсциссы (их необходимо округлить до целых в сторону уменьшения) найденных точек представляют собой количество ЛА, способных безопасно находится в зоне ответственности АСУВД. Таким образом получим зависимость $n=n(\sigma)$.

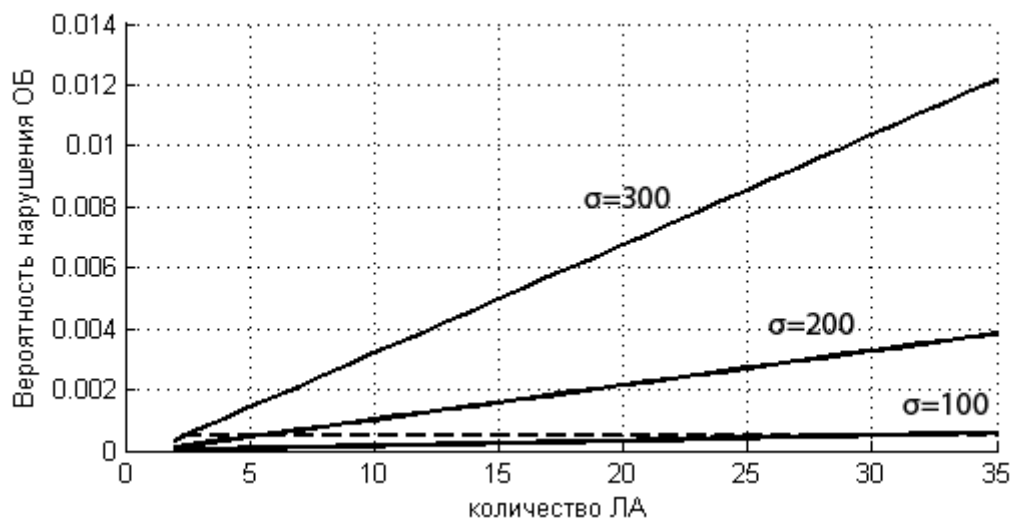


Рис. 1. Зависимость вероятности нарушения ОБ ЛА от количества ЛА в зоне ответственности АСУВД

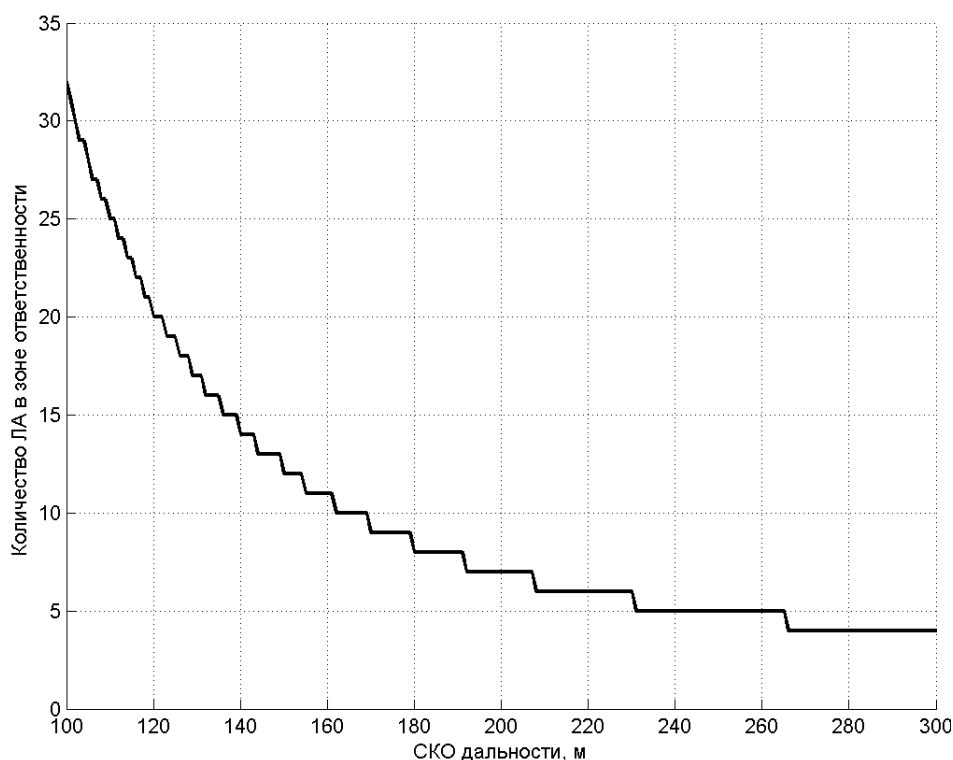


Рис. 2. Зависимость количества ЛА, безопасно находящихся в зоне ответственности АСУВД от СКО дальности

Из полученной зависимости видно, что по мере уменьшения СКО дальности, значительно возрастает пропускная способность системы

Исследования показывают что применение α - β и α - β - γ фильтров позволяет получить среднеквадратичные отклонения дальности порядка 150 – 200 м, а применение фильтра с переменными коэффициентами, в частности, фильтров учитывающих пространственное положение ЛА, порядка 120 – 100м. Таким образом α - β и α - β - γ фильтрация позволяет при указанных выше условиях получить пропускную способность порядка 7 – 12 ЛА, а применение фильтра с переменными коэффициентами порядка 20 – 32 ЛА.

Применение фильтров с переменными коэффициентами в АСУВД позволяет улучшить качество функционирования данных систем, в частности повысить пропускную способность не снижая уровень безопасности. Целесообразно применять фильтры, учитывающих пространственное положение цели, т.к. они из-за более высокой точности, по сравнению с применяющимися α - β и α - β - γ фильтрами, и нелинейности зависимости количества ЛА, безопасно находящихся в зоне ответственности АСУВД от СКО дальности обеспечивают значительный рост пропускной способности.

Список использованной литературы

1. Лобачев, Ю.В. Обработка радиолокационной информации в системах управления полетами / Ю.В. Лобачев, Ю.Н. Панасюк, Б.П. Комягин. – Тамбов: ТВВАИУ, 2008.
2. Меркулов, В.И. Авиационные системы радиоперехвата / В.И. Меркулов, В.Н. Лепин. – М.: Радио и связь, 1997.
3. Фарица, А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А. Фарица, Ф. Студер. – М.: Радио и связь, 1993.

**Исследование поверхности носителей звуковой информации
методом атомно-силовой микроскопии**

Комова Д.М.¹, Исаева О.В.²

¹*Политехнический лицей-интернат ФГБОУ ВПО «ТГТУ» (Россия, г. Тамбов)*

²*Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)*

Целью данной работы явилось изучение основ сканирующей атомно-силовой микроскопии и принципов работы атомно-силового микроскопа в неконтактном режиме, выполнение спектроскопии, получение топографии поверхности исследуемых образцов.

Исследование поверхности твердых тел в режиме атомно-силовой микроскопии выполнено на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator, имеющем набор датчиков взаимодействия. Атомно-силовая микроскопия позволяет исследовать поверхность образца на атомном уровне, поскольку в основе данного метода лежит взаимодействие межатомных связей образца и зонда [1]. В качестве образцов выбраны фрагменты виниловых пластин (жёсткой и гибкой). Анализ и обработка полученных данных проводилась с помощью программы ScanViewer [2].

Образцы виниловой пластины в виде квадратов 7×7 мм² использовались без дополнительной твердой подложки. Для удаления различных загрязнений готовые образцы промывались в спирте и высушивались.

Для исследований использовались: микроскоп ММР-2Р, увеличение $\times 600$; объект микрометр на отражении, цена деления 0.01мм, ОМО (ГОСТ 7513-55) №719025; сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator; набор датчиков взаимодействия; тестовые образцы (фрагменты виниловой пластинки).

Нами было получено изображение образцов с помощью оптического микроскопа и СЗМ. Измерены параметры звуковой дорожки. Результаты представлены на рис. 1-3.

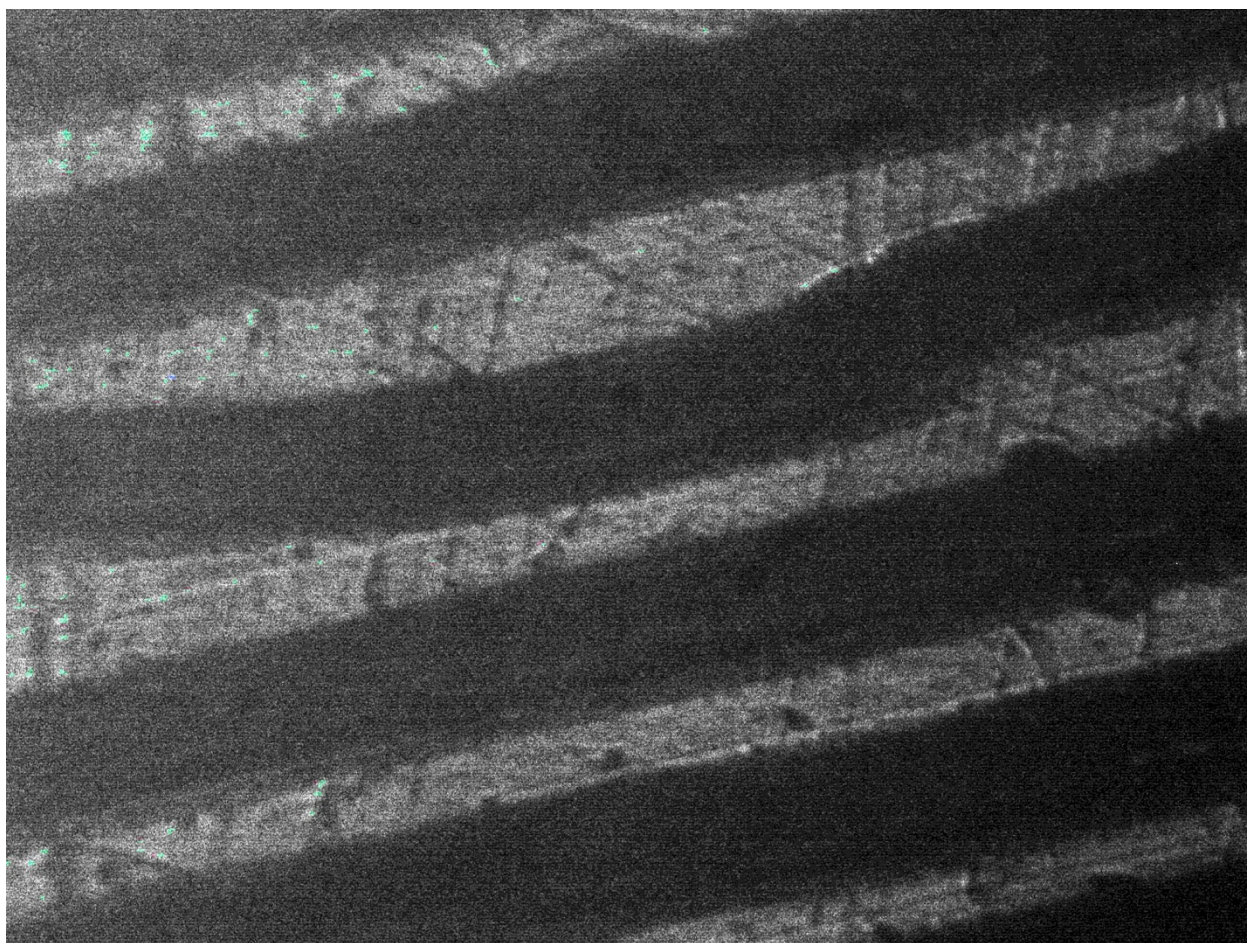


Рис. 1. Изображение виниловой поверхности, полученной
с помощью оптического микроскопа $\times 600$

Параметры сканирования виниловой пластины:

Х0; Y0	0; 0
Быстро	X
Размер	50×50 мкм
Шаг	389×389 нм
Разрешение	128×128 точек
Режим	АСМ
Скорость	7; 7мкм/с
Усиление ОС	2

Сканирование поверхности виниловой пластины показало четкие углубления различные по ширине и глубине (от глубины и ширины дорожек зависела высота проигрываемого звука) (рис. 2, 3).

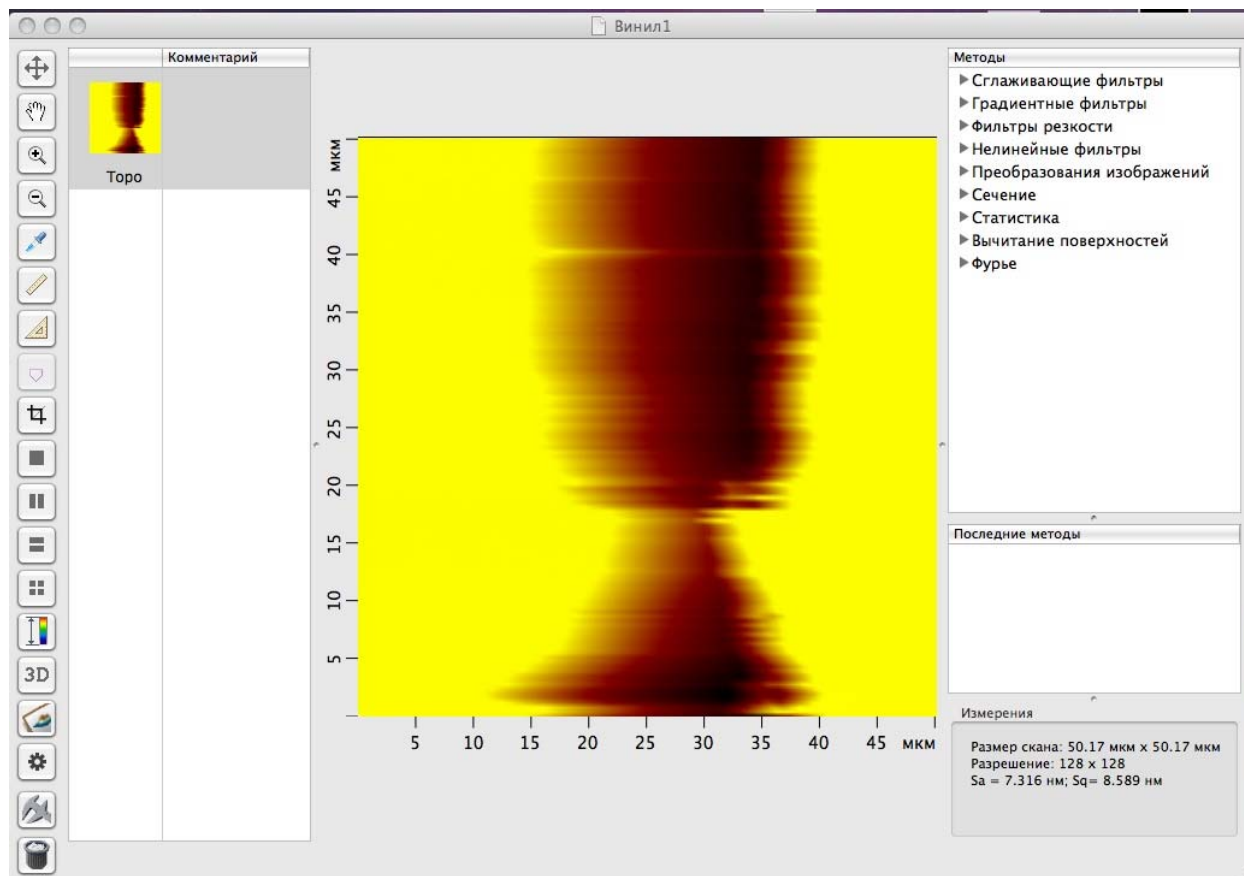


Рис. 2. 2D ACM изображение виниловой пластины

На рисунках 1 и 2 видно изображение углубления. По его форме можно предположить, что оно наносилось остроугольным предметом (иглой). Ширина данной дорожки от 10 до 25 мкм.

На рисунке 4 показано расстояние между углублениями, оно примерно равно 45 мкм.

Проведенные исследования позволили графически представить поверхность звукового носителя. Поверхность виниловой пластины имеет четко выраженную структуру. Видны углубления, которые различны по ширине и глубине на отдельных участках дорожки, и промежутки между ними. Информация на виниловую пластину наносится остроугольным предметом.

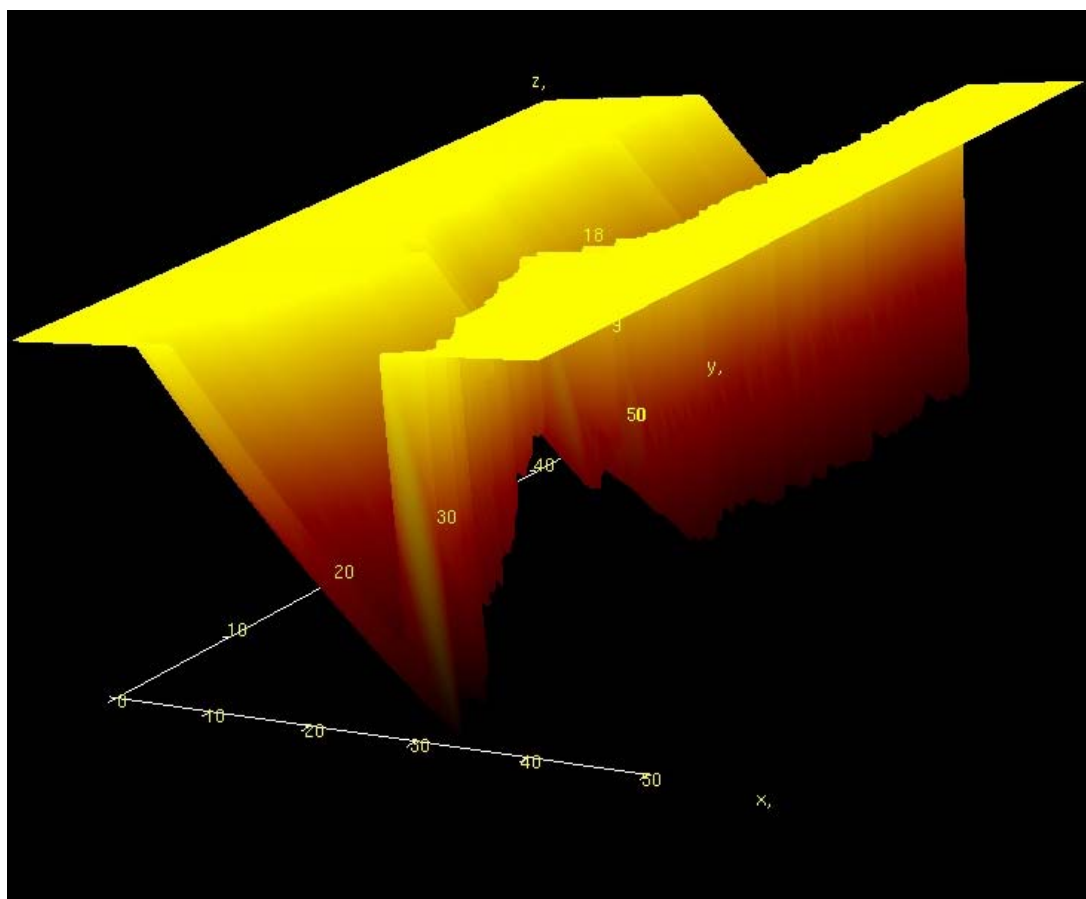


Рис. 3. 3D ACM изображение канавки на виниловой пластине

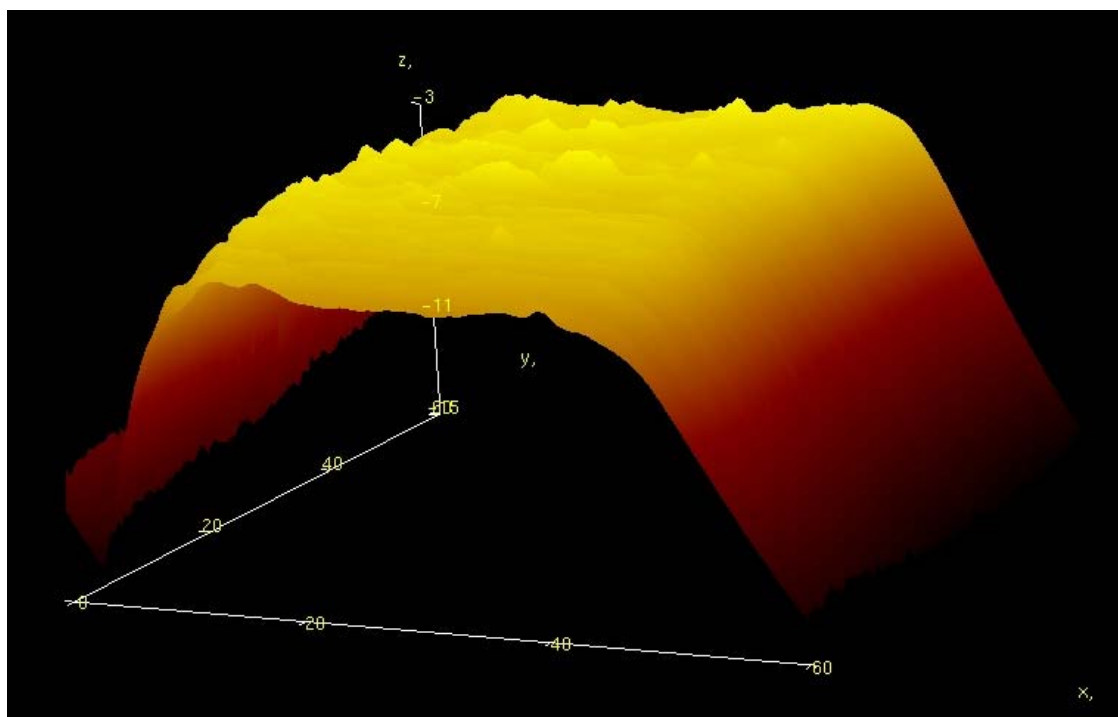


Рис. 4. 3D ACM изображение поверхности виниловой пластины между канавками

На рис. 5 представлены расстояния между углублениями, промежутками между ними и высота углублений виниловой пластинки ($a = 25$ мкм, $b = 45$ мкм, $c = 10$ мкм).

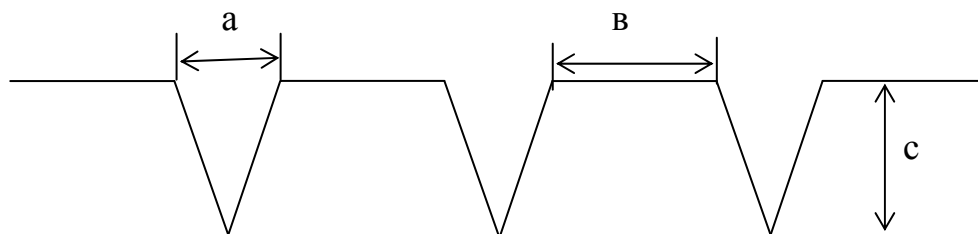


Рис. 5. Схема поверхности винилового диска

Авторы работы благодарят заведующего кафедры физики ФГБОУ ВПО ТГТУ Иванова В.Е. за помощь оказанную при выполнении работы.

Список использованной литературы

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – М.: Техносфера, 2005. – 144 с.
2. Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator. Руководство пользователя. – NT-MDT, 2008. – 135 с.

Методы решения задач синтеза логической структуры сетевой базы данных

Костерин Е.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В настоящее время одним из основных компонентов информационных систем является сетевая база данных (СБД). Существует проблема улучшения эффективности функционирования СБД. Особое значение для СБД имеют эксплуатационные характеристики (время доступа, поиска, объемы хранимой информации и т. п.) и проблемы их администрирования (защиты, достоверности, сопровождения и т. п.) [1]. Одним из типов оптимизации СБД является оптимизация её структуры. Оптимально разработанная логическая структура СБД обеспечивает фундамент для оптимальной производительности СБД и приложения.

Задачи синтеза оптимальной логической структуры СБД в нечетких условиях по критерию минимума суммарного времени загрузки СБД, обслуживания множества запросов пользователей и внесения корректировок в СБД формулируются следующим образом:

– $t_r < t_r^*$, для L_q^- , где $r \in \{i, сл, з, у, нс, кор\}$, $q = \overline{1,6}$, $i = \overline{1,I}$:

$$\begin{aligned} \min_{\{x_{ij}, Z_{kl}\}} \sum_{j=1}^J \left\{ \left(\sum_{i=1}^I x_{ij} - 1 \right) \left(t_{сл}^* - M_2 L_2^- \left(\mu_{A_2} \left(\tilde{t}_{сл} \right) \right) \right) + Z_j \left(t_3^* - M_3 L_3^- \left(\mu_{A_3} \left(\tilde{t}_3 \right) \right) \right) + \sum_{s=1}^{S_0} \xi_s \sum_{i=1}^I \gamma_{is} Z_{js} \times \right. \\ \times \left(t_{кор}^* - M_6 L_6^- \left(\mu_{A_6} \left(\tilde{t}_{кор} \right) \right) \right) + \sum_{j' \neq j}^J \sum_{i'=1}^I y_{jj'}^{(ii')} \left[\gamma_{ii'} \left(t_y^* - M_4 L_4^- \left(\mu_{A_4} \left(\tilde{t}_y \right) \right) \right) + \sum_{k=1}^K \sigma_k \sum_{l \in L_k} Z_{kl} \left(p_{ii'}^{kl} \left(t_{i'}^* - \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. - M_1 L_1^- \left(\mu_{A_1} \left(\tilde{t}_{i'} \right) \right) \right) + \beta_{ii'}^{kl} \left(t_{нс}^* - M_5 L_5^- \left(\mu_{A_5} \left(\tilde{t}_{нс} \right) \right) \right) \right] \right\}; \end{aligned} \quad (1)$$

– $t_r > t_r^*$, для R_q^- , где $r \in \{i, сл, з, у, нс, кор\}$, $q = \overline{1,6}$, $i = \overline{1,I}$:

$$\min_{\{x_{ij}, Z_{kl}\}} \sum_{j=1}^J \left\{ \left(\sum_{i=1}^I x_{ij} - 1 \right) \left(t_{cl}^* + M_2 R_2^- \left(\mu_{A_2} \left(\tilde{t}_{cl} \right) \right) \right) + Z_j \left(t_3^* + M_3 R_3^- \left(\mu_{A_3} \left(\tilde{t}_3 \right) \right) \right) + \sum_{s=1}^{S_0} \xi_s \sum_{i=1}^I \gamma_{is} Z_{js} \times \right. \\ \times \left(t_{kop}^* + M_6 R_6^- \left(\mu_{A_6} \left(\tilde{t}_{kop} \right) \right) \right) + \sum_{j' \neq j, i, i'=1}^J \sum_{i'=1}^I y_{jj'}^{(ii')} \left[\gamma_{ii'} \left(t_y^* + M_4 R_4^- \left(\mu_{A_4} \left(\tilde{t}_y \right) \right) \right) + \sum_{k=1}^K \sigma_k \sum_{l \in L_k} Z_{kl} \left(p_{ii'}^{kl} \left(t_{i'}^* + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + M_1 R_1^- \left(\mu_{A_1} \left(\tilde{t}_{i'} \right) \right) \right) + \beta_{ii'}^{kl} \left(t_{nc}^* + M_5 R_5^- \left(\mu_{A_5} \left(\tilde{t}_{nc} \right) \right) \right) \right] \right\}, \quad (2)$$

где x_{ij} – определяет включение i -й группы в состав j -й логической записи;

Z_{kl} – определяет, выбирается ли для k -ого запроса l -я точка входа;

Z_j – определяет наличие или отсутствие j -ого типа записи в логической структуре СБД;

ξ_s – частота использования s -го задания на корректировку администратором СБД;

γ_{is} – среднее значение количества корректируемых экземпляров i -й группы данных при выполнении s -й корректировки;

Z_{js} – определяет, является ли j -я формируемая запись корректируемой или нет;

$y_{jj'}^{(ii')}$ – определяет вхождение или отсутствие (ii') -й дуги канонической структуры СБД в (jj') -й связи логической структуры СБД;

$\gamma_{ii'}$ – загружаемый экземпляр связи;

σ_k – частота запроса k -го типа;

L_k – множество возможных точек входа k -го запроса;

$p_{ii'}^{kl}$ – среднее значение суммарного числа выбираемых при реализации k -го запроса из l -й точки входа экземпляров групп;

$\beta_{ii'}^{kl}$ – среднее значение суммарного числа просматриваемых при реализации k -го запроса из l -й точки входа указателей и экземпляров групп.

Временные параметры представлены в виде нечетких переменных $(L - R)$ -типа: среднее время поиска и выборки экземпляра группы $\tilde{t}_i$; среднее время слияния (композиции) групп в логическую запись $\tilde{t}_{cl}$; среднее время загрузки

записи в СБД $\tilde{t}_3$; время формирования указателя (адреса) связи $\tilde{t}_y$; среднее время просмотра указателя связи и сравнения экземпляра группы $\tilde{t}_{nc}$; среднее время корректировки одного экземпляра группы данных $\tilde{t}_{кор}$.

Задачи синтеза являются нелинейными задачами математического программирования с булевыми переменными большой размерности. Для их решения используется метод, основанный на схеме «ветвей и границ». В [1] решение задачи синтеза рассматривается в детерминированных условиях. В данной статье решение задач (1) и (2) рассматривается в нечетких условиях.

Рассмотрим алгоритм решения задачи (1) для случая одной точки входа в структуру, т. е. без переменной Z_{kl} .

Проведем анализ свойств целевой функции задачи без переменной Z_{kl} . Из нее видно, что общее время загрузки СБД, обслуживания множеств запросов и заданий на корректировки ($T_{об}$) определяется следующим образом:

$$T_{об} = T_{\Phi} + T_{зз} + T_{кор} + T_{зап}, \quad (3)$$

где $T_{\Phi} = \sum_{j=1}^J \left(\sum_{i=1}^I x_{ij} - 1 \right) \left(t_{cl}^* - M_2 L_2(\mu_{A_2}(\tilde{t}_{cl})) \right)$ – суммарное время формирования структуры логических записей из групп данных;

$$T_{зз} = \sum_{j=1}^J Z_j \left(t_3^* - M_3 L_3(\mu_{A_3}(\tilde{t}_3)) \right) – \text{суммарное время загрузки сформированных записей в СБД;}$$

ных записей в СБД;

$$T_{кор} = \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^{S_0} \xi_s \sum_{i=1}^I \gamma_{is} Z_{js} \left(t_{кор}^* - M_6 L_6(\mu_{A_6}(\tilde{t}_{кор})) \right) – \text{суммарное время корректировки экземпляров логических записей СБД;}$$

экземпляров логических записей СБД;

$$T_{зап} = \sum_{j,j'=1}^J \sum_{i,i'=1}^I y_{jj'}^{(ii')} \left[\gamma_{ii'} \left(t_y^* - M_4 L_4(\mu_{A_4}(\tilde{t}_y)) \right) + \sum_{k=1}^K \sigma_k \left(p_{ii'}^k \left(t_{i'}^* - M_1 L_1(\mu_{A_1}(\tilde{t}_{i'})) \right) + \beta_{ii'}^k \left(t_{nc}^* - M_5 L_5(\mu_{A_5}(\tilde{t}_{nc})) \right) \right] \right] – \text{суммарное время обслуживания запросов пользователей.}$$

Преобразуем выражение для $T_{зап}$ к следующему виду:

$$T_{\text{зап}} = \sum_{j,j'=1}^J \sum_{i,i'=1}^I y_{jj'}^{(ii')} t_{ii'},$$

где $t_{ii'} = \gamma_{ii'}(t_y^* - M_4 L_4^-(\mu_{A_4}(\tilde{t}_y))) + \sum_{k=1}^K \sigma_k(p_{ii'}^k(t_{i'}^* - M_1 L_1^-(\mu_{A_1}(\tilde{t}_{i'}))) + \beta_{ii'}^k(t_{nc}^* - M_5 L_5^-(\mu_{A_5}(\tilde{t}_{nc}))))$ – суммарное время загрузки и использования при поиске множеством запросов пользователей (ii') -й связи канонической структуры СБД.

Преобразуем $T_{\text{кор}}$ к следующему виду:

$$T_{\text{кор}} = \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^{S_0} Z_{js} t_s,$$

где $t_s = \frac{\sum_{i=1}^I \gamma_{is}(t_{\text{кор}}^* - M_6 L_6^-(\mu_{A_6}(\tilde{t}_{\text{кор}}))) \xi_s}{\sum_{i=1}^I \omega_{si}^{\text{кор}}}$ – суммарное среднее время выполнения

s -го задания на корректировку по всем корректируемым им группам данных канонической структуры СБД.

Для решения задачи синтеза методом «ветвей и границ» предлагается использовать следующую схему ветвления по множеству переменных $\{x_{ij}\}$, фиксируемых в процессе решения. Первая группа ($i=1$) канонической структуры СБД всегда распределяется в первую логическую запись ($j=1$), так как индекс j , присваиваемый синтезируемой в процессе решения записи, может быть произвольным для каждой записи; вторая группа ($i=2$) – в первую ($j=1$) либо во вторую ($j=2$) запись; третья группа ($i=3$) – в первую ($j=1$), во вторую ($i=2$) либо в третью ($j=3$) запись и т. д. Данная схема ветвления обеспечивает необходимую многовариантность в распределении множества групп канонической структуры СБД по записям и позволяет уменьшить число рассматриваемых вариантов (вершин) по сравнению с полной схемой ветвления на величину

$$\sum_{n=1}^I (I^n - n!), \text{ где } n - \text{уровень ветвления.}$$

В общем случае оцениваемые множества комбинаций (решений) данной схемы содержат:

– подмножества $C_\mu \subset C$, каждое из которых состоит из групп, вошедших в отдельную сформированную запись: $C_\mu = \{c_i\}_\mu$, $C_\mu \cap C_{\mu'} = \emptyset$, $\forall \mu = 1, \overline{\overline{C_\mu}}$ где $\overline{\overline{C_\mu}}$ – максимальное число подмножеств, зафиксированных к данному шагу ветвления;

– подмножество $C_0 = C \setminus \{C_\mu\}$, состоящего из групп, не распределенных на рассматриваемом шаге ветвления. Оценка ξ_μ множества решений в μ -й вершине в процессе ветвления определяется следующим образом:

$$\xi_\mu = \varepsilon_0 + \delta_\mu (t_{cl}^* - M_2 L_2^-(\mu_{A_2}(\tilde{t}_{cl}))) + \sigma_\mu (t_z^* - M_3 L_3^-(\mu_{A_3}(\tilde{t}_z))) + \alpha_\mu + \beta_\mu t_k, \quad (4)$$

где

$$\varepsilon_0 = (1 - H)(t_{cl}^* - M_2 L_2^-(\mu_{A_2}(\tilde{t}_{cl}))) + J_0(t_z^* - M_3 L_3^-(\mu_{A_3}(\tilde{t}_z))) + \sum_{s=1}^{S_0} t_s, \quad (5)$$

$$\delta_\mu = \begin{cases} 0, & \text{если } \overline{\overline{C_\mu}} + I - \sum_{j=1}^{\overline{\overline{C_\mu}}} \sum_{i=1}^I \bar{x}_{ij} \geq H, \\ H - \left(\overline{\overline{C_\mu}} + I - \sum_{j=1}^{\overline{\overline{C_\mu}}} \sum_{i=1}^I \bar{x}_{ij} \right), & \text{если } \overline{\overline{C_\mu}} + I - \sum_{j=1}^{\overline{\overline{C_\mu}}} \sum_{i=1}^I \bar{x}_{ij} < H, \end{cases} \quad (6)$$

где $\bar{X}_\mu = \{\bar{x}_{ij}\}_\mu$ – множество переменных, зафиксированных в μ -й вершине дерева ветвления,

$$\sigma_\mu = \begin{cases} \overline{\overline{C_\mu}} - \left\lceil \frac{1}{E} \right\rceil, & \text{если } \overline{\overline{C_\mu}} - J_0 > 0, \\ 0, & \text{если } \overline{\overline{C_\mu}} - J_0 \leq 0, \end{cases} \quad (7)$$

$$\alpha_\mu = \begin{cases} t_\mu + \min_{\mu, \nu} g_\mu^\nu & \forall \nu, \mu : \exists g_\mu^\nu < 0, \\ t_\mu, & \text{если } g_\mu^\nu \geq 0 \quad \forall \nu, \mu, \end{cases} \quad (8)$$

где $t_\mu = \sum_{\mu=1}^{\overline{\overline{C_\mu}}} \left(\sum_{\substack{\mu' \neq \mu \\ i \in C_\mu \\ i' \in C_{\mu'}}}^{\overline{\overline{C_\mu}}} t_{ii'} + \sum_{\substack{i \in C_\mu \\ i' \in C_0}} t_{ii'} \right)$ – суммарное время загрузки и использования

взаимосвязей между зафиксированными к μ -му шагу записями $C_\mu \subset C$,

$\mu = 1, \overline{C}_\mu$ и множеством не распределенных к данному шагу групп, определяемых вектором свободных переменных $X^*_{\mu} = \{x^*_{ij}\}_{\mu}$;

$$g_{\mu}^{\nu} = \sum_{i' \in C_{0\mu}^{\nu}} \left(\sum_{i' \in C_0 \setminus C_{0\mu}^{\nu}} \gamma_{ii'} - \sum_{i' \in C_{\mu}} \gamma_{ii'} \right) \quad (9)$$

– суммарное количество загружаемых экземпляров связей между подмножеством C_{μ} и множеством C_0 при ν -м способе дополнения C_{μ} элементами множества C_0 ;

$C_{0\mu}^{\nu}$ – подмножество множества C_0 , включаемое в результате ν -го способа дополнения в подмножество C_{μ} . При этом $\nu \in \nu_{\mu}$, где ν_{μ} – множество допустимых способов дополнения множества C_{μ} элементами множества C_0 , определяемое структурой ограничений задачи синтеза,

$$\beta_{\mu} = \begin{cases} \overline{C}_{\mu} - \left\lceil \frac{E_{\text{кор}}}{E} \right\rceil, & \text{если } \overline{C}_{\mu} - J_{\text{кор}} > 0, \\ 0, & \text{если } \overline{C}_{\mu} - J_{\text{кор}} \leq 0, \end{cases} \quad (10)$$

$$t_k = \frac{1}{S_0} \sum_{s=1}^{S_0} t_s \quad (11)$$

– среднее время одной корректировки по всем заданиям на корректировки.

В выражении (9) первый член в круглых скобках представляет собой суммарный вес ребер между подмножеством $C_{0\mu}^{\nu}$ и оставшимся после выделения $C_{0\mu}^{\nu}$ множеством $C_0 \setminus C_{0\mu}^{\nu}$. Второй член в данном выражении представляет собой суммарный вес ребер между подмножеством C_{μ} и множеством дополнения $C_{0\mu}^{\nu}$, которые в результате выбранного способа дополнения становятся внутренними связями внутри подмножества C_{μ} .

Очевидно, что g_{μ}^{ν} может принимать как положительные, так и отрицательные значения, определяемые выбранным способом дополнения. Наилучшим способом дополнения множества C_{μ} является такой способ и $\nu \in \nu_{\mu}$, при кото-

ром $g_\mu^\nu < 0$. В этом случае величина γ_μ уменьшается на величину g_μ^ν . Полное множество допустимых способов дополнения ν каждого из C_μ определяется суммарным числом возможных сочетаний каждого элемента множества C_0 с остальными элементами данного множества, удовлетворяющими условиям допустимости включения их в C_μ , которые задаются ограничениями задачи синтеза. С целью сокращения числа рассматриваемых в каждой вершине дерева ветвления вариантов построения подмножеств $C_{0\mu}^\nu$ проанализируем особенности возможных вариантов дополнения ν_μ . Пусть D_i – окрестность i -й группы подмножества C_μ , $i \in C_\mu$, представляющая собой множество смежных с C_i вершин. Очевидно, что $D_i = D_{i'} \cup D_{i_0}$, где $D_{i'} = \{c_{i'}\}$, $i' \in C_{\mu'}$, $i \in C_\mu$, $\mu' \neq \mu$ – множество смежных с C_i групп, входящих в остальные зафиксированные подмножества $C_{\mu'}$, $\forall \mu' = 1, \overline{C_\mu}$, $\mu' \neq \mu$, и групп, находящихся внутри выбранного подмножества C_μ ; $D_{i_0} = \{c_{i'}\}$, $i \in C_0$ – множество смежных с C_i групп, входящих в состав множества C_0 . Если $D_{i_0} \neq \emptyset$ хотя бы для одной из групп множества $\{C_{i'}\}_\mu \in C_\mu$, то ребра (ii') , где $i \in C_\mu$, $i' \in C_0$ являются внешними связями между C_μ и C_0 . В случае $D_{i_0} = \emptyset \forall C_i \in C_\mu$, $c_{i'} \in C_0$ внешние связи между C_μ и C_0 отсутствуют. Из выражения (9) следует, что

$$g_\mu^\nu < 0 \text{ при } \sum_{i \in C_{0\mu}^\nu} \sum_{i' \in C_0 \setminus C_{0\mu}^\nu} \gamma_{ii'} < \sum_{i \in C_{0\mu}^\nu} \sum_{i' \in C_\mu} \gamma_{ii'}.$$

Правая часть данного неравенства представляет собой не что иное, как сумму всех внешних по отношению к $C_{0\mu}^\nu$ и C_μ связей, которые в результате ν -го способа дополнения становятся внутренними в C_μ . В левой части неравенства учитывается сумма связей между всеми элементами множеств $C_{0\mu}^\nu$ и $C_0 \setminus C_{0\mu}^\nu$ которые в результате ν -го способа дополнения становятся внешними между C_μ и C_0 . Необходимым условием выполнения неравенства $g_\mu^\nu < 0$ является наличие хотя бы одной внешней связи между C_0 и C_μ , что соответствует усло-

вию $D_{i0} \neq \emptyset$, $c_i \in C_\mu$. В свою очередь, количество связей между множествами $C_{0\mu}^v$ и $C_0 \setminus C_{0\mu}^v$ определяется суммарным количеством связей между смежными элементами $C_{0\mu}^v$ и $C_0 \setminus C_{0\mu}^v$, т. е. подокрестностями $D_{ii'}$ вершин $c_i \in C_{0\mu}^v$ и $c_{i'} \in C_0 \setminus C_{0\mu}^v$. Сформулированное необходимое условие существования $g_\mu^v < 0$ позволяет построить эффективный алгоритм выделения наилучших способов дополнения множества C_μ . Алгоритм содержит следующую совокупность операций.

1. Формирование подмножества C_μ и подмножества C_0 :

$$C_\mu = \{c_i\}_\mu, C_0 = C \setminus \{c_\mu\}, \mu = \overline{1, \overline{C_\mu}}, v = 0, C_{0\mu}^v = \emptyset.$$

2. Формирование подокрестностей D_{i0} для каждого $c_i \in C_\mu$: $D_{i0} = \{c_{i'}\}$, $c_{i'} \in C_0$.

3. Проверка: $D_{i0} = \emptyset \forall c_i \in C_\mu$? Если «да», то переход к п. 4, в противном случае – к п. 5.

4. Выдача сообщения о том, что наилучшего способа дополнения C_μ не существует.

5. Выбор очередного элемента $c_{i'} \in D_{i0} \forall D_{i0} \neq \emptyset$.

6. Проверка ограничений задачи синтеза на допустимость включения $C_{i'}$ в C_μ . Если ограничения не нарушаются, то переход к п. 8, в противном случае – к п. 7.

7. Исключение $C_{i'}$ из рассмотрения. Переход к п. 5.

8. Формирование множества наилучших вариантов дополнения подмножества C_μ элементами множества C_0 :

$$v = v + 1, C_{0\mu}^v = \{c_{i'}\}.$$

9. Формирование подокрестности D_{i0} для $c_{i'} \in D_{i0}$ по всем $c_k \in C_0 \setminus C_{i'}$.

10. Формирование множества $C_{i'}$: $C_{i'} = C_{i'} \cup C_k, C_k \in D_{i'0}$.

11. Проверка: «Все варианты дополнения C_μ элементами множества $C_{i'}$ просмотрены?». Если «нет», то переход к п. 6, в противном случае – к п. 12.

12. Проверка: «Все элементы $C_{i'} \in D_{i0}$, $\forall D_{i0} \neq \emptyset$. просмотрены?». Если «да», то переход к п. 13, в противном случае – к п. 5.

13. Формирование вариантов дополнений подмножества C_μ элементами множества C_0 : $C_{i'} = C_{i'} \cup C_n$, где $C_{i'} \in D_{i0}$, $C_n \in D_{j0}$, $c_i, c_j \in C_\mu$.

14. Проверка: $C_{i'} = \bigcup_m C_m, C_m \in D_{m0}$? Если «нет», то переход к п. 6, в противном случае – к п. 15.

15. Выдача множества наилучших способов дополнения $\{C_{0\mu}^\nu\}, \nu = \overline{1, \nu_\mu}$.

Разработанный алгоритм выбора наилучших способов дополнения зафиксированных подмножеств $C_\mu \in C$ элементами множества C_0 значительно сокращает число рассматриваемых способов дополнения за счет того, что рассматриваются лишь варианты дополнения множества C_μ элементами из подокрестностей анализируемых групп. Однако для практических задач оптимизации число рассматриваемых вариантов остается достаточно большим, что обуславливает значительные затраты времени электронных вычислительных машин.

Для сокращения времени формирования множеств ν_μ целесообразно использовать также способ построения более грубой оценки α_μ . При ее формировании рассматриваются лишь варианты дополнения множества C_μ с использованием только одной группы множества C_0 . В этом случае шаги 9 – 11 и 13 – 14 алгоритма формирования множества допустимых вариантов подмножеств C_m опускаются.

Алгоритм решения задачи (2) аналогичен алгоритму решения задачи (1).

Таким образом, рассмотрен алгоритм решения задач синтеза оптимальной логической структуры СБД в нечетких условиях для случая одной точки входа в структуру методом, основанным на схеме «ветвей и границ».

Список использованной литературы

1. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем / Н.А. Кузнецов [и др.]. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 800 с.

**Моделирование и выбор частотно управляемого привода
для подачи воздуха в аэротенки**

Лузгачев В.А.¹, Масолитина А.В.¹, Юрко О.В.²

¹*Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов),*

²*Российский государственный гуманитарный университет (филиал)
(Россия, г. Астрахань)*

Наибольший удельный вес затрат электроэнергии в системах биологической очистки сточных вод приходится на насосные и воздуходувные установки. Модернизация станций аэрации должна предусматривать в первую очередь энергоэффективность воздуходувного оборудования. Одним из путей решения задачи повышения энергоэффективности является применение частотно управляемого привода.

Эффективность применения подобных систем зависит от характеристик самого привода, а также от условий работы аэротенков (колебаний расхода и концентраций на входе).

В [1] приведены характеристики пяти видов привода (рис.1). Практически для всех приводов характерно снижение КПД при уменьшении подачи воздуха. С учетом этого, экономия электроэнергии может быть меньше ожидаемой или даже могут возникнуть дополнительные потери.

В таблице 1 приведены аналитические аппроксимирующие зависимости КПД различных приводов, полученные в диапазоне изменения производительности от 50 до 100% от номинальной.

Для обоснования выбора типа привода применен метод математического моделирования. Математическая модель содержит уравнения материального баланса для концентраций активного ила (1), субстрата (2) и растворенного кислорода (3) в дифференциальной форме, а также уравнения для расчета скорости роста ила (4) и поверхности массопередачи кислорода от пузырьков воздуха к жидкости (5). Значения кинетических констант модели взяты из [2].



Рис. 1. Зависимости КПД частотно регулируемых приводов от производительности

Таблица 1

№ п/п	Тип привода	Аппроксимация
1	Одноступенчатый с повышающим редуктором (двойное регулирование)	$y = - 0,002x^2 + 0,342x + 70,11$
2	Одноступенчатый с повышающим редуктором (регулирование на входе)	$y = - 0,002x^2 + 0,495x + 58,4$
3	С прямым приводом, частотно регулируемый	$y = 0,002x^2 - 0,525x + 101,5$
4	Многоступенчатый, частотно регулируемый	$y = - 0,011x^2 + 2,388x - 51,45$
5	Роторный, частотно регулируемый	$y = - 0,003x^2 + 0,773x + 22,84$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{G}{V} \cdot (x_{\text{вх}} - x) + \mu \cdot x \quad (1)$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{G}{V} \cdot (S_{\text{вх}} - S) - \frac{1}{Y} \mu \cdot x \quad (2)$$

$$\frac{dc}{dt} = \frac{G}{V} \cdot (c_{\text{вх}} - c) - K_{\text{O}_2} \cdot x + \frac{S_p}{V} \cdot K_{\text{мп}} \cdot (c^* - c) \quad (3)$$

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{S}{S + K_s} \cdot \frac{c}{c + K_c} \quad (4)$$

$$S_p = \frac{G_B \cdot H}{1200 \cdot v_{всп} \cdot R} \quad (5)$$

Здесь x – концентрация активного ила [$\text{кг}/\text{м}^3$]; G – расход воды через аэротенки [$\text{м}^3/\text{сут}$]; G_B – расход воздуха в аэротенки [$\text{м}^3/\text{сут}$]; V – объем аэротенка [м^3]; μ – удельная скорость роста [$1/\text{сут}$]; $\mu_{\max}$ – максимальная удельная скорость роста [$1/\text{сут}$]; S – концентрация субстрата [$\text{кг}/\text{м}^3$]; c – концентрация растворенного кислорода [$\text{кг}/\text{м}^3$]; $Y=0.6$ – коэффициент прироста биомассы [$\text{кг БПК}/\text{кг субстрата}$]; $K_{O_2}=40$ константа потребления кислорода; S_p – поверхность массопередачи [м^2]; $K_{mp}=740$ удельная коэффициент массопередачи [$\text{кг}\cdot\text{м}/\text{сут}$]; $K_s=30$ константа полунасыщения по субстрату; $K_c=0.2$ константа полунасыщения по кислороду; $v_{всп}=0.5$ – скорость всплытия пузырьков воздуха; R – радиус пузырька воздуха.

Исследования реальных очистных сооружений одного из спиртовых заводов Тамбовской области показывают, что расход воды и БПК на входе меняются, но не превышают проектных значений. Появляется возможность уменьшать подачу воздуха на аэрацию до значений обеспечивающих требования к воде на сбросе. Для оценки возможного уровня снижения энергопотребления используем метод имитационного моделирования. На рис.2 приведены реализации необходимой производительности воздуходувок для номинальной и сниженной на 10% нагрузки, полученные по модели (1)-(5) из условия $S \leq \text{ПДК}$. Реализации получены при генерировании значений входного расхода в соответствии с нормальным законом распределения ($G_{cp} = 1200 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$, $\sigma = 134 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$) для номинального режима и для режима сниженной производительности.

Значение концентрации БПК на входе очистных сооружений так же имеет нормальное распределение ($S_{cp}=2400$, $\sigma=100$).

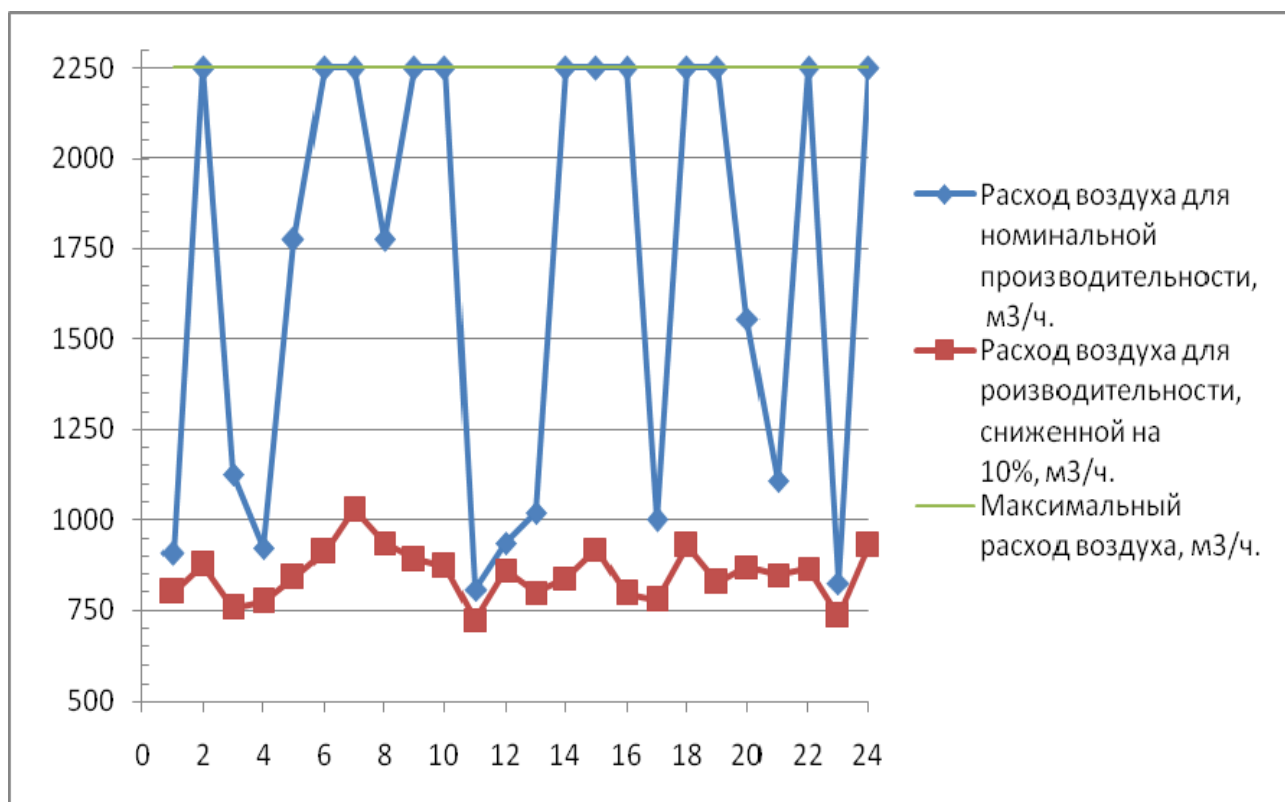


Рис. 2. Реализации производительности воздуходувок
при имитационном моделировании

Подобные исследования проведены для каждого вида привода. В таблице 2 приведены оценки экономии электроэнергии с учетом КПД приводов (рис. 1). Заметим, что применение многоступенчатого частотно регулируемого привода в этих условиях приводит к увеличению затрат электроэнергии из-за снижения КПД.

В таблице 3 приведены оценки капитальных затрат на приобретение различных видов привода K , текущие затраты энергии на аэрацию T и приведенные затраты $Z = T + E \cdot K$, ($E=0.22$).

На рисунке 3 приведена иллюстрация полученных результатов. Множество Парето образуют варианты 3 и 5. Выбор типа привода зависит от конкретных условий эксплуатации и обслуживания воздуходувного оборудования. В данном случае, по критерию приведенных затрат, предпочтительно использование прямого частотно регулируемого привода.

Таблица 2

№ п/п	Тип привода	Экономия электроэнергии Рэл, кВт·год	
		Для номинальной производительности	Для производительности, сниженной на 10%
1	Одноступенчатый с повышающим редуктором (двойное регулирование)	137882,4	353290,8
2	Одноступенчатый с повышающим редуктором (регулирование на входе)	123954	324645,6
3	С прямым приводом, частотно регулируемый	160483,2	404624,4
4	Многоступенчатый, частотно регулируемый	1576,8	-23765.1
5	Роторный, частотно регулируемый	99601,2	261836,4

Таблица 3

№ п/п	Тип привода	К, руб.	Т, руб./год	Z, руб./год
1	Одноступенчатый с повышающим редуктором (двойное регулирование)	50000	1124346	1135566
2	Одноступенчатый с повышающим редуктором (регулирование на входе)	52000	1267572	1278572
3	С прямым приводом, частотно регулируемый	45000	871182	881082
4	Многоступенчатый, частотно регулируемый	57000	3899514	3912054
5	Роторный, частотно регулируемый	39000	1581618	1590198

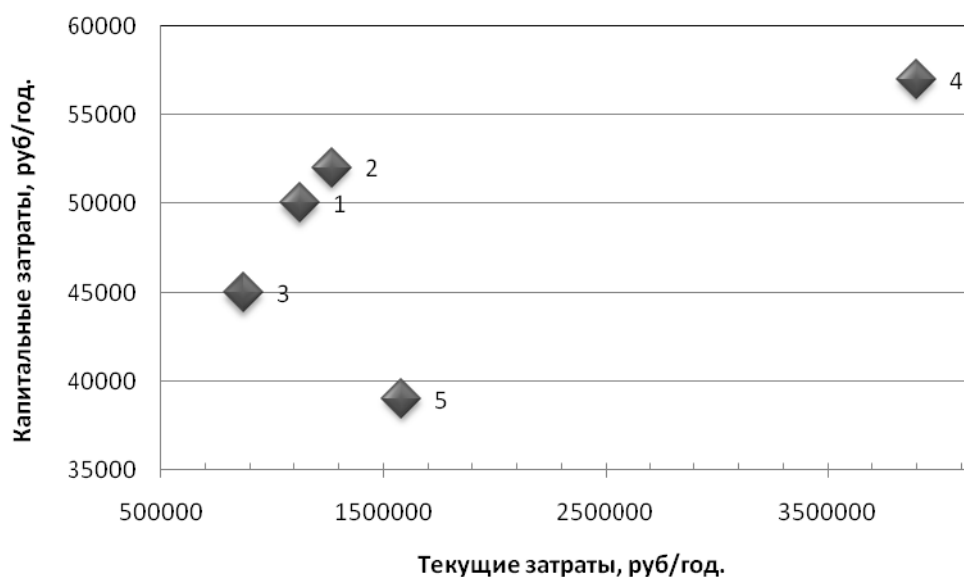


Рис. 3. Капитальные и текущие затраты различных видов привода

Список использованной литературы

1. Баженов, В.И. Энергосбережение – как критерий выбора воздухоудвки / В.И. Баженов, А.Н. Эпов // Журнал Научные доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – Спецвыпуск. – Сентябрь. – 2012.
2. Хенце, М. Очистка сточных вод: Пер. с англ. / М. Хенце, П. Армос, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – М.: Мир, 2004. – 480с., ил.

Математические методы в технике и технологиях.

Методология. Проблемы

Малыгин Е.Н.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Современный уровень создания технических систем требует от разработчика умения формулировать (ставить) задачу исследования и осуществлять разработку такой системы, которая отвечала бы высоким техническим показателям, должна быть экономически обоснована, конкурентноспособна на рынке аналогичной технической продукции.

Выполнение таких требований обязывает разработчика не только иметь действующие системы исследования, разработки и выпуска технической системы, но и наличия двух-трех, а может быть и более, вариантов аналогичного технического изделия, находящегося в различных стадиях разработки. Только в этом случае можно выдержать конкурентную борьбу на рынке.

Решение подобной задачи невозможно без использования современных достижений в области классической математики, математического моделирования, теории оптимального управления, системного анализа, современных информационных технологий и средств вычислительной техники.

При создании (проектировании) технической системы необходимы знания фундаментальных основ процессов, протекающих в объекте исследования, в тех прикладных областях, для которых разрабатывается техническая система. Без ясного и четкого понимания процессов, которые протекают в технической системе ее создание невозможно. Кроме этого, разработка технической системы должна отвечать требованиям минимума материалоемкости и энергозатрат, заданным требованиям эксплуатационных характеристик, включая техническое обслуживание, и, наконец, утилизацию после выработки заданного срока эксплуатации.

Сократить время исследования и разработки технических систем в настоящее время можно только одним способом – уходом в область протекания технологических процессов в технической системе, представленных в форме математических отношений и реализуемых (решаемых) на быстродействующих средствах вычислительной техники. Другими словами – если время протекания конкретного процесса в технической системе составляет часы, то решение уравнения, описывающего такой процесс на компьютере, составляет доли секунды, т.е. анализ и синтез технической системы может осуществляться в другом, более скоротечном и удобном для разработчика временном масштабе.

Однако при этом разработчик должен иметь значительно большую «научно-вооруженность» и, в первую очередь, это касается использования математических методов общего и специального назначения, о которых ниже и пойдет речь.

Анализ литературных источников позволяет сделать ряд выводов о некорректном применении классических и специальных математических методов при разработке и исследовании технических систем. В первую очередь это связано с неумением или нежеланием корректно осуществить постановку задачи исследования, а именно этот этап определяет, какие конструктивные и режимные характеристики объекта исследования подлежат определению, что является мерой оптимальности этих величин, какие процессы, протекающие в объекте исследования, необходимо учитывать, есть ли основания для описания таких процессов известными и проверенными зависимостями или есть необходимость изучения процессов на специальных лабораторных стендах, какие требования предъявляются к математической модели объекта исследования, которая в дальнейшем будет использоваться для поиска режимных и конструктивных характеристик объекта и т.д.

Естественно, что осуществить одномоментную постановку задачи чрезвычайно трудно, чаще всего невозможно. Поэтому процесс постановки является многоэтапным – от простейшего вербального до окончательно формализованного, когда исходная задача представлена в строгой математической форме, пригодной для ее решения.

Зачастую в публикуемых работах предлагается математическая модель объекта исследования и не объясняется, для какой постановки задачи она пригодна, не уточняется область определения модели, ее адекватность объекту исследования, а при тщательном анализе выявляется, что исследователь искажает понятие самого объекта исследования.

Если объект исследования (техническая система) достаточно сложен, то необходима декомпозиция поставленной задачи на систему взаимосвязанных задач, для которых также необходимы постановки задачи, выбор метода ее решения и обоснование сходимости решения системы локальных задач к решению глобальной (исходной) задачи.

Современное состояние теории оптимального управления и средств вычислительной техники позволяет осуществлять постановку задач в экстремальной форме, что позволяет исследователю находить единственное, лучшее в смысле выбранного критерия оптимальности, решение.

Представление задачи исследования и проектирования технической системы в экстремальной форме позволяет получать минимальные затраты сырья, материалов на изготовление технической системы, энергетических ресурсов на ее эксплуатацию, предельно точно обеспечивать выполнение технологического регламента при функционировании и обслуживании технической системы.

Подобный подход правомерен, если в конкретной прикладной области есть необходимый минимум знаний для построения математической модели объекта исследования для конкретной постановки задачи. Однако такая ситуация бывает далеко не всегда. Может быть так, что отдельные процессы в объекте исследования недостаточно изучены и не могут быть с требуемой для практики точностью формализованы, т.е. описаны в математической форме. При этом появляются специфические особенности постановки таких задач и методов их решения. В этом случае постановка задачи изменяется – в алгоритм ее решения вводится лицо, принимающее решение (ЛПР), т.е. эксперт, который компенсирует отсутствие необходимых для решения задачи знаний. В этом случае мы говорим об интеллектуальной системе поддержки принятия решения. Получаемое при этом решение носит условно-оптимальный характер.

Искомые величины также могут быть представлены в форме вероятностных характеристик. Часто исследователь может только подозревать о том, что в объекте имеют место мало- или совершенно неизученные процессы. Времени на их изучение нет. Тогда исследователь выдвигает гипотезу о математической форме, описывающей неизвестный процесс. Далее эти формы вводятся в состав математической модели объекта, куда уже вошли достаточно хорошо формализуемые процессы, осуществляется решение полученной системы, анализ результатов, полученных в результате математического моделирования, и корректировка гипотезы. Процесс имитационного моделирования заканчивается, если получены приемлемые с точки зрения исследователя результаты или прерывается из-за отсутствия необходимой информации. Очевидно, что исследователь должен обладать высокой квалификацией как в области процессов, протекающих в объекте исследования, так и в области классических и специальных математических методов, используемых для решения уравнений получаемых математических моделей.

Суть применения математических методов заключается в упорядоченном использовании современных достижений в области системного анализа, математического моделирования, теории оптимального управления, методов решения уравнений математических моделей технических объектов, современных информационных технологий и средств вычислительной техники.

Принципы, на которых базируется применение математических методов при разработке и исследовании технических систем, заключаются в следующем:

- декомпозиция исходной задачи на систему взаимосвязанных задач, с применением в дальнейшем методов системного анализа;
- применение методов математического моделирования для описания процессов в технических системах;
- применение теории оптимального управления и имитационного моделирования на завершающем этапе исследования;
- применение современного информационного обеспечения и средств вычислительной техники для реализации решения задач разработки и исследования технических систем.

Применение указанных выше принципов при разработке и исследовании технической системы в конкретной прикладной области дает возможность на современном уровне проводить как изучение поведения процессов в объекте исследования при различном его конструктивном оформлении, так и определять его оптимальные режимные и конструктивные характеристики.

1. Математическая постановка задачи исследования. Любое творческое начало в деятельности человека в любой сфере его деятельности должно начинаться с определения целей исследования и способов их достижения. Чем яснее и четче исследователь ведет себя на этом этапе, тем качественнее получаемые результаты и меньше вероятность получения неточных, а зачастую ошибочных результатов.

Цель исследования формулируется в постановке задачи исследования. Вначале постановка задачи формулируется в простейшем варианте, далее происходит уточнение различных факторов, определяющих решение задачи, анализ имеющихся статистических данных, принятие допущений и т.п.

Однако даже формулировка задачи в простейшей вербальной форме, требует от исследователя мобилизации всех знаний, используемых в дальнейшем для решения поставленной задачи. Словесная (вербальная) постановка задачи может звучать так: «... необходимо разработать техническую систему для реализации технологического регламента (системы технологических процессов) так, чтобы обеспечивались заданная производительность, качество производимой продукции, удобство эксплуатации, безопасность для окружающей среды и обслуживающего персонала, минимальные капитальные, эксплуатационные расходы и себестоимость получаемой продукции. При этом процесс исследования, проектирования, монтажа и выхода на проектную мощность не должен превышать заданных сроков».

Так может формулироваться постановка задачи на ее начальной стадии. Далее требуется уточнять, что представляет собой технологический процесс, который будет реализован в технической системе, насколько он отвечает тем знаниям в конкретной предметной области, на основании которых можно будет

получить желаемые результаты, какие будут приняты допущения, в каком виде будут представлены конструктивные и режимные характеристики технической системы, обеспечивающие наилучшее протекание технологического процесса, в каких интервалах будет осуществляться поиск конструктивных и режимных характеристик технической системы, как будут оцениваться капитальные и эксплуатационные затраты, какие методы будут применяться при решении поставленной задачи и т.п.

Если рассматривать решение задачи проектирования «с конца», то завершающей стадией получения проектных решений будет применение средств вычислительной техники. Представить информацию для компьютера можно только в строгой математической формулировке, т.е. задача должна быть формализована. Это формализованное математическое представление решаемой задачи и будет завершающим этапом постановки задачи, когда процесс сбора, анализа и представления информации завершен и можно начинать собственно вычислительные операции.

Этапу окончательной постановки задачи предшествует этап разработки математической модели объекта исследования, когда в соответствии с постановкой задачи осуществляется формализация процессов, протекающих в объекте с требуемой для практического использования точностью.

Последнее предопределяет адекватность математической модели исследуемому объекту в области ее использования (определения) в соответствии с постановкой задачи.

Отсюда следует важный вывод – применение компьютера до окончательной постановки задачи в формализованном виде не требуется. Исключением является этап реализации метода решения уравнений математической модели и проверки ее адекватности.

До окончательной постановки задачи действия исследователя должны быть сосредоточены на анализе постановки задачи исследования, обосновании искомых параметров объекта, допущениях, которые принимает исследователь, изучении процессов, протекающих в объекте, выбора метода их описания и на ос-

новании этого, разработке адекватной модели объекта. На этих этапах исследователь должен максимально мобилизовать свои мыслительные способности и отдавать себе отчет в том, что компьютер позволяет только ускорить процесс принятия решения по той программе, которую заложит в него исследователь.

Еще один вывод, который можно сделать, заключается в том, что постановка задачи однозначно определяет структуру математической модели и область ее определения. Другими словами, постановка задачи является техническим заданием на разработку математической модели объекта.

Иногда на этом этапе исследователю требуются дополнительные экспериментальные данные, дополнительные исследования, статистическая информация, которые на начальном этапе постановки задачи были неочевидны. Следует отметить, что большинство статистических данных есть не что иное, как результаты эксперимента на реальном, физически существующем объекте при определенных условиях проведения эксперимента. Процесс постановки задачи исследования завершается тогда, когда можно в окончательном варианте осуществить запись решаемой задачи в формализованном виде, т.е. в форме математических выражений.

Таким образом, постановка задачи исследования сводится к процедуре последовательного уточнения формулировки задачи до тех пор, пока задачу можно будет решать. Можно сделать вывод о целесообразности осуществлять постановку задачи в терминах теории оптимального управления, т.е. в терминах экстремальных задач. В этом случае научно-исследовательская задача в любой предметной области может быть сведена к следующей постановке:

- необходимо найти такие варьируемые параметры, чтобы критерий оптимальности (зависящий от этих параметров) достигал своего экстремума (максимума или минимума) при ограничениях в форме равенств, неравенств и логических условий.

Под выражением «равенства, неравенства и логические условия» будем понимать совокупность уравнений (алгебраических, дифференциальных с обыкновенными или частными производными, интегральных, логических условий и

т.п.), описывающих объект исследования при принятых исследователем допущениях, а также неравенств, ограничивающих интервально, как варьируемые переменные, так и ряд переменных, входящих в уравнения.

Наличие математической модели объекта позволяет осуществлять имитацию различных условий функционирования объекта, используя математические методы решения уравнений модели и средства современной вычислительной техники. При исследовании и проектировании технических систем уравнения математических моделей, как правило, носят нелинейный характер, имеют высокую размерность, т.е. получение аналитического решения возможно только в простейших случаях. Чаще всего для решения уравнений математической модели используют различные модификации численных методов (методы Эйлера, Рунге-Кутты, конечных интегральных преобразований, конечных элементов, разностные схемы).

Часто математическая модель в окончательной постановке задачи используется только для имитационного моделирования, задача оптимизации при этом не решается. Суть имитационного моделирования заключается в исследовании различных характеристик процессов, протекающих в объекте, с целью выявления новых или уточнения ряда известных характеристик, не нашедших до настоящего времени отражения в конкретной предметной области.

Следует также отметить, что применение математических методов, и, в частности, метода математического моделирования требуют от исследователя большого объема знаний как о процессах, протекающих в объекте исследования, так и о собственно математических и инструментальных методах.

Таким образом, в границах области определения, используя математическую модель исследуемого объекта, можно осуществлять имитацию реальных процессов, протекающих в объекте, задавая при этом различные сочетания искомых величин.

Упорядочивание имитационных процессов осуществляется с помощью теории оптимального управления, когда ставится цель получения самого лучшего, оптимального решения поставленной задачи.

Учитывая сказанное выше, структура исследований с применением математических методов, может быть представлена блок-схемой (рис. 1).

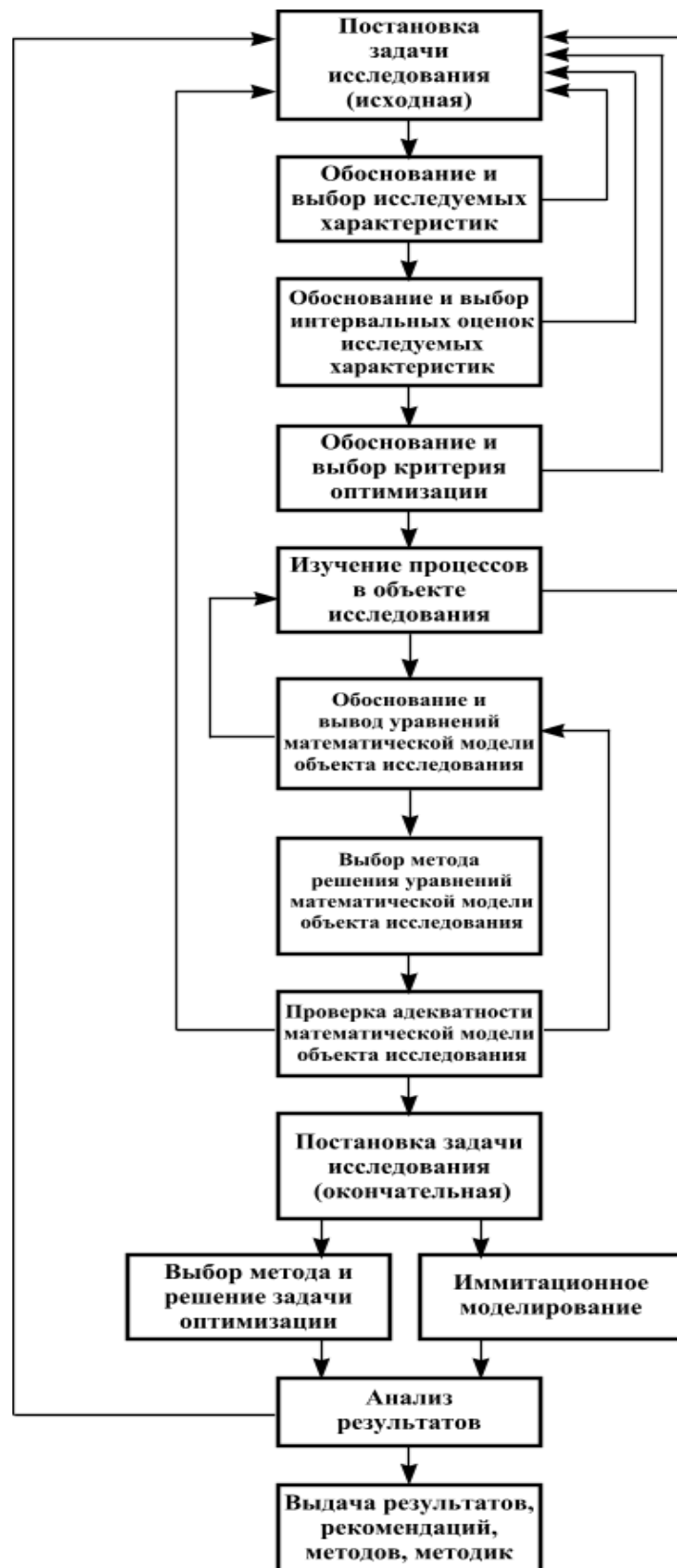


Рис. 1. Блок-схема исследований с применением математических методов

Постановка задачи исследования является определяющим этапом в исследовании и, в частности, применении математических и инструментальных методов в исследованиях технического характера. Процесс реализации постановки задачи в соответствии с блок-схемой уточняется, обрастает деталями вплоть до завершения идентификации математической модели исследуемого объекта и проверки ее адекватности. Следует отметить, что нередко в опубликованных исследованиях как раз такого раздела методологии применения математических методов и не хватает. Иногда только в конце проводимой работы удастся осмыслить, что хотел сделать автор и насколько корректно он это делает.

Поэтому постановка задачи обязательна, многоэтапна, в значительной степени определяет все последующие действия, в частности, какая должна быть математическая модель объекта, какова ее область определения, какие математические методы используются для решения уравнений модели, какие методы используются для поиска оптимального решения поставленной задачи, какие цели ставятся при имитационном моделировании.

Наиболее распространенная ошибка исследователя заключается в следующем: «предложена математическая модель...», и ни слова о том, для каких целей эта модель используется, какова ее область определения, адекватна ли она объекту исследования и что из себя представляет этот объект, какие процессы в нем протекают, почему некоторые процессы не отражены в математической модели и т.п.

Совершенно ясно, что в такой ситуации какие-либо действия с использованием математического моделирования приводят, мягко выражаясь, к некорректным результатам, а часто и просто к ошибкам.

Ситуация применения математических методов осложняется тем, что все исследователи хотят быть на современном уровне использования как средств вычислительной техники и специализированных программных средств, так и собственно математических методов: теории математического моделирования, решения экстремальных задач, теории системного анализа. Если к этому добавить знания в прикладной области, то вырисовывается картина, которая требует высокой подготовленности исследователя.

2. Декомпозиция глобальной задачи исследования. Постановка и решение достаточно сложных задач исследования и проектирования технической системы осуществляется с применением метода декомпозиции и использования в дальнейшем методологии системного анализа.

Процесс декомпозиции основан на разделении исходной (глобальной) задачи исследования на множество взаимосвязанных локальных задач, совместное решение которых должно обеспечивать экстремальное значение критерия оптимальности глобальной задачи.

Декомпозиция глобальной задачи целиком зависит от исследователя, основывается на опыте предшественников, функциональной завершенности, получаемых в результате декомпозиции задач, наличия исполнителей и ряда других факторов.

При декомпозиции не следует «мельчить», каждая локальная задача должна быть логически обоснована и на стадии решения каждой задачи результат должен быть функционально обоснованным.

При этом каждая из рассмотренных задач может быть поставлена как экстремальная, однако на входе каждой задачи будет фиксированный сигнал (сигналы), значение которого нужно будет всегда учитывать при решении экстремальной задачи. Этот сигнал передает информацию о том, что решаемая задача является зависимой от других задач системы. Наиболее наглядно этот факт просматривается в системе задач, получаемых после декомпозиции, когда ее результат представлен в виде иерархической многоуровневой системы.

Часто декомпозицию приходится уточнять, «укрупняя» или наоборот «уменьшая» локальные задачи системы. Во всех ситуациях эти функции лежат на исследователе (проектировщике), который выполняет роль системного аналитика.

Следует отметить, что правомерность декомпозиции не может быть получена путем строгого доказательства. Доказательством правомерности принятой декомпозиции является получение согласованных между собой решений локальных задач системы, обеспечивающих экстремальное значение глобального критерия оптимизации.

Еще раз подчеркивая, что декомпозиция полностью определяется исследователем, можно предположить о наличии задач, которые при подаче на ее вход исходных данных однозначно выдают конечный результат.

Так же не обязательно получать после декомпозиции систему задач в виде многоуровневой иерархической системы. Система задач может быть представлена в форме блок-схемы.

Таким образом, после декомпозиции глобальной задачи, исследователь получает систему взаимосвязанных локальных задач, для каждой из которых нужно определить искомые параметры, интервальные оценки их применения, построить математическую модель локального объекта исследования, адекватную этому объекту, осуществить формализованную постановку задачи исследования, выбрать метод и осуществить ее решение.

3. Математическое моделирование технической системы. Этому разделу предшествует постановка задачи исследования объекта, анализ входных и выходных координат и их интервальных оценок, а также методика оценки численных значений выходных координат.

Математическую модель объекта можно представить в виде некоторого оператора, отображающего входные координаты объекта в выходные.

В общем случае этот оператор может иметь вид алгебраических, дифференциальных, интегральных математических форм, быть непрерывным, принимать дискретные значения, быть кусочно-постоянным, логическим и т.п. Вид, структура, коэффициенты оператора полностью определяются, с одной стороны глубиной проработки процессов, протекающих в объекте исследования, с другой - постановкой задачи исследования, когда исследователь, принимая те или иные допущения, решает, насколько точно нужно описывать каждый процесс и нужно ли его учитывать вообще.

Основной отличительной чертой математического моделирования является перевод моделируемых в объекте исследования процессов в другое временное пространство, где скорость протекания реальных процессов в объекте исследования соизмерима со скоростью решения математических форм (уравнений, не-

равенств, логических условий и т.п.), составляющих математическую модель объекта.

Уход в другое временное пространство и, как следствие, получение значительного количества «свободного» времени, которое исследователь использует для анализа различных ситуаций по режимному и конструктивному оформлению протекания процессов в технической системе является основным достоинством метода математического моделирования. Кроме этого, применение математического моделирования не требует материальных, сырьевых, энергетических затрат, как это бывает при реализации (физическом моделировании) процессов в объекте исследования.

И вот тут встает вопрос – если все так хорошо при реализации метода математического моделирования, почему этот метод применяется в полной мере не так уж часто, почему при применении этого метода выявляется множество некорректных действий исследователя и почему результаты, получаемые с «благими» намерениями, зачастую являются ошибочными.

Выясняется следующая ситуация. Ответ на перечисленные выше вопросы прост и однозначен – у исследователя нет необходимых для применения метода математического моделирования знаний (всех или части). Ситуация осложняется еще и тем, что глубина проработки кинетических закономерностей процессов в объекте исследования в конкретной прикладной области для конкретной постановки задачи может быть недостаточной или отсутствовать вообще. В этом случае этап построения математической модели объекта совмещается с изучением (уточнением) кинетических закономерностей процессов, протекающих в объекте - кинетического механизма, выражений для скоростей протекания процессов по маршрутам кинетического механизма, в которые в явной форме входят режимные и конструктивные характеристики исследуемой (проектируемой) технической системы. В идеале в кинетические уравнения должны входить только режимные характеристики. Примером тому может служить химия, где в соответствии с законом действующих масс и уравнением Аррениуса скорость химической реакции зависит только от температуры и концентрации реагентов и инвариантна к конструкции технологического оборудования.

В ряде других прикладных областей оценку кинетических процессов, протекающих в объекте исследования, осуществляют на экспериментальных установках, с фиксированными конструктивными характеристиками, которые в явной или неявной форме входят в кинетические уравнения. Естественно, что такие кинетические выражения сужают область определения разрабатываемой математической модели и должны четко отслеживаться исследователем.

Следует отметить, что процесс построения математической модели объекта исследования наиболее трудоемок и ответственен при исследовании и проектировании технических систем. Именно на этом этапе исследователем допускаются просчеты, которые могут существенно исказить искомые характеристики технической системы.

4. Решение уравнений модели. В зависимости от того, что из себя представляет объект исследования и какова постановка задачи, уравнения математической модели могут быть системой алгебраических, дифференциальных с обыкновенными или частными производными, интегральных уравнений, системой логических условий в форме булевой алгебры и т.п., быть линейными или нелинейными, иметь высокую размерность, быть представленными в форме задачи Коши или краевой задачи. Словом, набор математическим форм чрезвычайно разнообразен. И несмотря на это есть один показатель, общий почти для всех форм моделирования технических объектов – аналитическое решение систем уравнений математической модели возможно только в простейших случаях.

Как правило, исследователям крайне редко приходится разрабатывать собственные программные продукты для решения уравнений математических моделей. Существуют стандартные программные продукты ведущих мировых фирм, предлагающие хорошо отработанные программно-математические комплексы для решения различных видов систем нелинейных уравнений высокой размерности. Так что неразрешимые проблемы в этом плане у исследователя могут возникнуть крайне редко. С учетом последнего можно считать, что исследователь всегда может подобрать стандартный метод решения уравнений математической модели объекта исследования.

И вот здесь стоит задать вопрос: «А можно ли называть математической моделью ту систему уравнений, которую создал исследователь для конкретной постановки задачи, выбрал метод решения уравнений модели и довел его до практической реализации?»

Строго говоря, несмотря на то, что модель «заработала», ее можно называть только гипотетической математической моделью объекта исследования. А освободиться от названия «гипотетической» можно только после того, как будет доказано, что математическая модель в области ее определения адекватна объекту моделирования. Другими словами – математическая модель пригодна для решения поставленной задачи. И еще более точная формулировка: для любых сочетаний режимных и конструктивных характеристик проектируемого (исследуемого) объекта, математическая модель должна воспроизводить поведение реального объекта с заданной точностью для конкретной постановки задачи. А «любые сочетания» конструктивных и режимных характеристик объекта определяются интервальными оценками, которые задаются исследователем для каждого искомого параметра.

5. Решение поставленной задачи. Решению вариационных задач и задач математического программирования посвящено много работ. Можно просто осмысленно выбрать какой-либо метод для решения поставленной задачи. Решение несколько усложняется, когда исследователь имеет дело с системой взаимосвязанных задач, когда возникает необходимость многократного решения задач системы в процедуре итерационного процесса.

Для решения вариационных задач возможно применение классических вариационных методов, а также динамического программирования Беллмана, принципа максимума Понтрягина, «блуждающей трубки» Моисеева, прямых вариационных методов. Для решения задач математического программирования применяют различные градиентные, безградиентные методы, методы случайного поиска, перебора и т.д.

Реальное применение этих методов становится все более возможным при применении многопроцессорных вычислительных комплексов и идеологии па-

раллельных вычислений. При этом возможность получения высокой скорости вычислений сдвигает ситуацию в сторону применения более простых методов решения экстремальных задач. При решении вариационных задач – это прямые вариационные методы, а при решении задач математического программирования – методы перебора.

Заключение. Подводя итог обсуждения применения математических методов в технике и технологиях следует отметить, что основные трудности реального их использования заключаются не в их отсутствии или недостаточной проработке, а в слабой изученности процессов в объектах и отсутствии проектных и исследовательских организаций прикладного характера с современным высококвалифицированным персоналом. Следует также отметить, что применение математических методов в технических сферах деятельности человека значительно опережает аналогичный подход в других сферах.

Список использованной литературы

1. Малыгин, Е.Н. Проектирование гибких производственных систем в химической промышленности / Е.Н. Малыгин, С.В. Мищенко // ЖВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – № 3. – С. 293 – 300.
2. Малыгин, Е.Н. Проектирование гибких автоматизированных производственных систем: учебное пособие / Е.Н. Малыгин, А.Ф. Егоров. – М.: Машиностроение, 2000. – 112 с.
3. Малыгин, Е.Н. Математическая модель функционирования многопродуктовых химико-технологических систем / Е.Н. Малыгин, С.В. Карпушкин, А.Б. Борисенко // ТОХТ. – 2005. – № 4. – С. 455 – 465.
4. Малыгин, Е.Н. Методология автоматизированного проектирования технических систем с изменяемым ассортиментом продукции / Е.Н. Малыгин, С.В. Карпушкин // Вестник ТГТУ. – 2008. – № 4. – С. 778 – 788.
5. Малыгин, Е.Н. Методика теплового расчета нагревательных плит прессов для изготовления резинотехнических изделий / Е.Н. Малыгин, С.В. Карпушкин, А.С. Крушати́н // Химическая промышленность сегодня. – 2009, № 11. – С. 48 – 56.

**Применение лексически ограниченного алгоритма Витерби,
для распознавания рукописного текста**

Малыхин С.Н., Панфилов А.Д., Пикалов Е.В., Плешивцев Д.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Традиционно, словарь лексики сохранен в TRIE (автомат, базовый график которого – дерево). В этой статье рассмотрим решение, основанное на более компактной структуре данных – DAWG (ориентированный нециклический граф слова). Рассматриваемое решение эквивалентно традиционной системе [1].

Начиная с новаторской работы Vintsyuk, автоматической системы распознавания речи (ASR), известно, что скрытые Модели Маркова (HMM) и Динамическое Программирование (DP), служат теоретической основой и практически алгоритмами для временного распознавания образов с лексическими ограничениями (даже для большого словаря). Методы, первоначально разработанные для ASR, также применимы к распознаванию рукописного текста (HWR), который совместно использует много функций с ASR особенно, если используется автосегментация. Традиционно, словарь лексики сохранен в TRIE. Здесь мы расширяем эту идею с помощью решения, основанного на более компактной структуре данных, DAWG (направленный нециклический граф слов).

В контексте HWR, ввод изолированных слов в систему распознавания – временная последовательность характеристических векторов, названных фреймами. Апостериорная вероятность слова дает последовательность фреймов, вычисленных, используя HMM. HMM-слова состоят из конкатенации HMM-букв, соответствующих каждой букве слова. Мы можем абстрагировать каждый HMM-слова как автомат, базовый график которого – цепочка. Каждый переход автоматов маркирован буквой слова. В масштабе письма, состояния HMM соответствуют функции стационарности кадров.

Цель состоит в том, чтобы учитывая последовательность кадров и лексики, найти слова с наибольшей апостериорной вероятности в этой лексики. Вычисление этой апостериорной вероятности слова сводится до соответствия упругим моделям: В рамках так называемого максимального приближения, используется эффективный алгоритм DP, а именно алгоритма Витерби (ВА) [2].

Лексические ограничения существенно помогает получить более высокую производительность: Практические эксперименты по HWR, на нейронном марковском программном обеспечении REMUS [3], показывает, что распознавание слова увеличивается от 20% до 90% -98%, в зависимости от размера словаря, когда лексическое ограничение применяется в два этапа обработки.

Практические приложения используют словари с размерами от 10 (распознавание цифр) до 10^6 слов (например, словарь почтового индекса) [3].

Исчерпывающее применение алгоритма Витерби для каждого слова лексики приемлемо только для малого и среднего размера словаря, поскольку вычислительные затраты растут примерно линейно с увеличением числа букв в словаре. Это ограничение традиционного подхода могут быть решены двумя различными способами:

Двухфазный подход: Большинство традиционных систем распознавания используют неограниченное распознавание на первом этапе, то только на втором этапе определяют слово в словаре, самое близкое к строке, идентифицированной в первой фазе. Здесь необходимо найти компромисс между сокращением время работы за счет определенного уменьшения эффективности распознавания

Разложение на множители DP вычисления: Если два слова имеют общий префикс, то DP вычисления апостериорных вероятностей может быть разложено. Следовательно, ускорение и сокращение хранения могут быть получены просто при использовании TRIE [3]. Каждый узел в TRIE соответствует букве. Для исчерпывающего расчета DP выполняется для всех слов в словаре (в отличие от двухфазного подхода), результаты являются более точными, и благодаря совместному использованию промежуточных результатов, время выполнения также улучшено по сравнению с традиционным подходом. В HWR этот прием,

сначала использовался в Manke и др. [2] подобных Npen++ систем. Это – все еще современное состояние в HWR и в ASR. Использование TRIE имеет много преимуществ:

- а) ликвидации избыточных вычислений и хранений общих префиксов, существующих в естественных языках;
- б) легкая реализации;
- в) есть также хорошее свойство, что слова словаря и 314 путей от корня до терминального узла находятся во взаимно однозначном соответствии.

Тrie структура хороший компромисс между простотой и эффективностью, и широко используется на практике. К сожалению, он имеет плохой коэффициент сжатия, от 1,5 до 4,2, в зависимости от языков (английский, французский) и словарей размера ($10^3 - 10^5$ слов). Так как практическое применение, с большой словарем, требуют очень эффективной обработки, как скорости, так и хранения, важно пойти дальше и расширить использование алгоритма Витерби для более компактных и сложных структур, как DAWG. То есть, использовать префикс и суффикс общность [2]. Lacouture и др. [1] и позже Mohri и др. [3] работали над подобными проблемами с Конечными автоматами (FSA) для ASR. Быстрый лексически ограниченный алгоритм Витерби (FLCVA) является ответом на эту проблему.

Условия эквивалентности структур НММ-лексики по отношению к алгоритму Витерби. Для определения слова с самой высокой апостериорной вероятности среди всех слов, находящихся в словаре, мы можем организовать НММ-слово в словаре в разных манерах. Мы можем либо сохранить разделенные НММ-слова, или мы можем попробовать факторизовать все общие биты НММ -слов.

Подход параллельных НММ. В этом подходе, применяется алгоритм Витерби параллельно для каждого НММ-слова словаря, чтобы вычислить

$$\delta_T(f, \lambda_{word_i}) = \max_{q_1, q_2, \dots, q_{T-1}} P(q_1, q_2, \dots, q_{T-1}, q_T = e_f, O_1, O_1, O_1, \dots, O_T | \lambda_{word_i}) \quad (1)$$

где T – число фреймов, и e_f – конечное состояние i^{th} НММ-слова λ_{word_i} . Система распознавания возвращает слово $word_i$, для которого $\delta_T(f, \lambda_{word_i})$ максимален.

Подход НММ-словаря. В этом подходе используем только один большой НММ. Этот НММ-словаря получен из FSA, распознающего словарь, заменяя каждую дугу перехода автоматом, соответствующим НММ-букве. Когда алгоритм Витерби завершается, получаем оптимальное присвоение фреймов к состояниям в НММ-словаре. Это присвоение оптимально в том смысле, что оно максимизирует объединенную вероятность

$$P(q_1, q_2, \dots, q_{T-1}, q_T = e_f, O_1, O_1, O_1, \dots, O_T), \quad (2)$$

где e_f – терминальное состояние НММ словаря. Последовательность $(q_1, q_2, \dots, q_T)$ состояний называется путем в связанном автомате. Этот путь определяет слово, возвращаемое системой распознавания.

У персональных цифровых устройств (PDA) и другие умные карманные устройства имеют слишком скромные ресурсы (относительно небольшая емкость хранения и медленный ЦП), чтобы позволять функции усовершенствованного пользовательского интерфейса (естественная интерактивность): Однако эффективное использование этих ограниченных ресурсов достаточно для сложного HWR, при использовании FLCVA. Некоторые системы распознавания, специально для мобильных компьютеров, нуждаются в функциональности инкрементного обновления словаря (добавьте/удалите слова). Представленная структура DAWG позволяет такое адаптивное обновление, избегающее вычисления с нуля сокращения немного измененного словаря.

Список использованной литературы

1. Vintsyuk, T.K. Recognition of words in spoken speech by dynamic-programming methods / T.K. Vintsyuk // Kibernetika. – 1968. – 88 с.
2. Viterbi, A.J. Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimum decoding algorithm / A.J. Viterbi. – IEEE Transactions on Information Theory, 1967. – 269 с.
3. Wimmer, Z. Dictionary Preselection In a Neuro- Markovian Word Recognition System / B. Dorizzi, P. Gallinari. – ICDAR'99, 1999. – 542 с.
4. ГОСТ 7.73-96. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Поиск и распространение информации. Термины и определения: [Электронный источник] – <http://www.complexdoc.ru/lib> / ГОСТ%207.73-96.

Разработка программных приложений на платформе вычислительного облака

Малыхин С.Н., Панфилов А.Д., Пикалов Е.В., Плешивцев Д.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Концепция Cloud Computing («вычислительное облако») дает возможность масштабировать физические ресурсы (например, процессор и дисковое пространство) и предоставлять к ним доступ через Интернет; при этом обработка и хранение рассматриваются как сервис.

Cloud Computing – это предоставление компьютерных ресурсов (обработки и хранения данных) в качестве сервиса. Такой подход дает возможность небольшими усилиями динамически расширять эти сервисы за счет установки новых серверов и систем хранения, причем для клиентов этот процесс будет незаметен. Идеи Cloud Computing близки другому подходу под названием utility computing, при котором вычислительные ресурсы рассматриваются как услуга. Концепции Utility и Cloud Computing преследуют схожие цели, а разница между ними в том, каким технологиям они обязаны своему появлению.

Важнейший принцип, лежащий в основе Cloud Computing, – это масштабируемость, а технологии виртуализации позволяют претворить его в жизнь. Виртуализация позволяет более эффективно задействовать сервер путем консолидации множества операционных систем и приложений на единственном общем компьютере. Виртуализация также дает возможность переноса работающего экземпляра гостевой операционной системы вместе со всеми работающими приложениями с одного сервера на другой, менее загруженный. Внешне Cloud Computing выглядит как перенос компьютеров и систем хранения из предприятия в отдельную общую группу, или "облако". Конечный пользователь выставляет определенные требования к ресурсам (например, ему требуются вычисления и доступ в глобальную сеть с определенной скоростью), а "облако" собирает из своих внутренних компонентов нужные мощности и предоставляет их.

Архитектура Cloud Computing, представленная на рис. 1, при детальном рассмотрении представляет собой не единственный сервис, а набор сервисов. Каждый уровень на этом рисунке вносит свой вклад в предоставление сервисов [1].



Рис. 1. Уровни, на которых строится Cloud Computing

Начнем с самого нижнего уровня, который отвечает за инфраструктуру (Infrastructure-as-a-Service или IaaS, инфраструктура как сервис). IaaS представляет собой сервис по аренде инфраструктуры, т.е. вычислительных ресурсов и систем хранения. К этим ресурсам относятся не только виртуальные серверы с гарантированной вычислительной мощностью, но и каналы связи требуемой пропускной способности для доступа к хранилищам данных и Интернет.

Следующий уровень сервиса при движении на диаграмме вверх – уровень платформы (Platform-as-a-Service или PaaS, платформа как сервис). PaaS похож на уровень IaaS, но включает в себя операционные системы и сопутствующие службы, ориентированные на определенные приложения. Например, PaaS совместно с виртуальными серверами и системами хранения предоставляет определенную операционную систему и набор приложений (обычно в виде образа виртуальной машины, например, файла формата .vmdk для VMWare), а также доступ к различным специализированным локальным сервисам (например, базе данных MySQL). Другими словами, PaaS – это IaaS вместе со стеком приложений, выполняющим конкретную задачу [2].

На самом верху схемы располагается наиболее простой предоставляемый уровень – уровень приложений (Software-as-a-Service или SaaS, программное обеспечение как сервис), который предполагает использование приложения из централизованной (и, возможно, удаленной – из "облака") системы для работы на локальном компьютере. SaaS является измеряемой услугой и позволяет арендовать приложение и оплачивать только время работы с ним.

За прошедшие несколько лет появилось множество новых сервисов, некоторые из которых показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Уровни Cloud Computing и существующие решения

Очевидно, перечень существующих решений не исчерпывается этим списком и постоянно пополняется. Тем не менее список дает общее представление и позволяет сориентироваться в многообразии сервисов.

Концепция SaaS означает возможность пользования программой как услугой через Интернет. Одним из ранних воплощений SaaS являлись поставщики программных услуг (Application Service Provider, ASP), которые хранили или распространяли программы через Интернет своим подписчикам. За предоставление программного продукта и его использование они взимали определенную плату. Получалось, что вы не покупаете программу целиком, а просто временно используете ее при возникновении потребности.

Одна из разновидностей SaaS – это работа с удаленно запущенными программами через Интернет. В частности, локальное приложение может использовать удаленные сервисы, которые мы называем Web-сервисами, либо пользо-

ватель работает с удаленным приложением через Web-браузер. Пример удаленного приложения – сервис Google Apps, дающий доступ к готовым приложениям через обычный Web-браузер. Обычно удаленно работающие программы имеют в основе некий сервер приложений, с помощью которого обеспечивается доступ к нужным сервисам. Сервером приложений называется программная среда, предоставляющая API имеющихся сервисов (например, API для управления транзакциями или доступа к базе данных). Среди известных серверов приложений можно назвать Red Hat JBoss Application Server, Apache Geronimo и IBM® WebSphere® Application Server .

Еще одним представителем SaaS является браузер Chrome от Google. Этот браузер можно считать идеальной средой, заменяющей традиционный рабочий стол (desktop), через которую, помимо обычного Web-серфинга, пользователь получает доступ к различным приложениям [1].

PaaS можно представить как готовую виртуальную платформу, состоящую из одного или нескольких виртуальных серверов (работающих на наборе физических серверов), операционных систем и специализированных приложений (таких как Apache или MySQL, обслуживающих Web-приложения).

Одним из интересных примеров PaaS является Google App Engine. Платформа Google App Engine дает возможность разворачивать Web-приложения на основе отлично масштабируемой архитектуры Google. Делается это так: ваше Python-приложение помещается в изолированную программную среду (sandbox), которая обеспечивает доступ к нему через Интернет (в будущем планируется поддержка других языков программирования). Google создала API для Python, содержащий функции для хранения и управления данными, хранящимися на сервере (с помощью специального языка запросов Google – Google Query Language, GQL), а также для аутентификации пользователей, работы с изображениями и отправки электронной почты. Важно, что sandbox-среда ограничивает доступ выполняющегося Web-приложения к операционной системе. С одной стороны, платформа App Engine имеет ограниченную функциональность, с другой – с помощью нее вы можете создавать готовые Web-сервисы.

Еще один пример PaaS – это проект 10gen, обозначающий как "облачную" платформу, так и доступный для скачивания пакет с открытым кодом, позволяющий создать свое собственное "облако". Программный стек 10g похож по функциональности на App Engine, однако есть и различия. Здесь вы можете создавать приложения на языках Python, JavaScript и Ruby. 10g также применяет программную изоляцию приложений и предоставляет надежную платформу, способную охватить большое количество машин (под управлением Linux), исполняющий собственный сервер приложений 10gen[1].

Уровень IaaS означает использование компьютерной инфраструктуры как сервиса и характеризуется тем, что виртуальное аппаратное обеспечение предоставляется без программного стека, что отличает его от PaaS, а от клиента требуется предоставить свой образ виртуальной машины, который и будет запущен на одном или нескольких виртуальных серверах. IaaS является самой близкой к физическому представлению формой вычислений в виде сервиса (не считая доступа к физической аппаратуре). Самый известный коммерческий IaaS-проект – Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) [2]. Он поддерживает разные типы пользовательских виртуальных образов, включающих в себя ОС и нужные программы. Вы снабжаете образ требуемыми приложениями, а EC2 запускает его на своих серверах, при этом вы оплачиваете время, дисковое пространство и сетевой канал.

Проект Eucalyptus (расшифровывается как Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful Systems) – свободная реализация Amazon EC2, имеющая совместимый с ним интерфейс. Как и EC2, виртуализация ОС в Eucalyptus основана на Linux с Xen. Проект был разработан в Университете Калифорнии в Санта-Барбаре для исследований в сфере Cloud Computing.

Еще одна IaaS-платформа для Cloud Computing – Enomalism – open source-система, похожая на EC2. Она имеет схожую с EC2 функциональность, основана на Linux и поддерживает как Xen, так Kernel Virtual Machine (KVM). Однако Enomalism – не чистая IaaS-платформа, так как включает в себя также и программный стек на основе Python и среды Web-приложений TurboGears.

Применение «вычислительного облака», как платформы для высоко нагруженных приложений, обрабатывающей большое количество данных позволяет делать горизонтальное масштабирование приложения без внесения изменений в реализацию. При этом масштабирование физических ресурсов производится за счет увеличения дискового пространства и увеличение процессорной мощности.

Список использованной литературы

1. Фингар, Питер. DOT. CLOUD. Облачные вычисления – бизнес-платформа XXI века / П. Фингар. – М., 2011. – 256 с.
2. Reese, George. Cloud application architectures / George Reese. – 2009. – 208 с.
3. ГОСТ 7.73-96. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Поиск и распространение информации. Термины и определения: [Электронный источник] – <http://www.complexdoc.ru/lib/> / ГОСТ%207.73-96.

Принятие решений в тренажерной системе с условием ограниченного времени прохождения

Моисеев А.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Современный уровень развития компьютерной техники, информационных технологий и методологии дистанционного обучения, в ряде случаев позволяет моделировать человека, как элемент сложной системы, исследовать его свойства и обеспечить формирование воздействия на него для повышения эффективности функционирования системы в целом.

Данное обстоятельство обуславливает повышенный интерес к теме «человек в сложных системах» и проблеме поиска путей повышения качества функционирования сложных систем.

Проблемы принятия решений, которые в широком плане можно рассматривать как проблемы анализа сложных систем, занимают все большее место в современной науке [1].

В той или иной степени системы поддержки принятия решений присутствуют в любой информационно-управляющей системе, тренажерная система для обучения в войсках Вооруженных Сил РФ не исключение.

По мере развития предприятия, упорядочения структуры организации и налаживания межкорпоративных связей, проблема разработки и внедрения системы поддержки принятия решений (СППР) становится особенно актуальной [3-5].

В тренажерной системе обучения и тестирования студентов часто необходимо учитывать помимо прохождения контрольных точек и время, на них затрачиваемое, так определяется способность быстро и качественно работать в данной системе.

В системе по факту прохождения каждой контрольной точки ставится предположительная оценка за эту точку в виде зачет/незачет. По окончании прохождения всех контрольных точек система предлагает следующие варианты:

- результаты текущей подготовки, в данный момент, предлагается, что дополнительно объяснить;

- если была до этого работа с тренажером, то программа делает выводы о прогрессе;

- если была до этого работа с тренажером, то программа делает выводы о реальных знаниях на основе многих проходов;

- предлагает оценку (зачет/незачет).

Так как в данной системе время прохождения контрольной точки и факт верного или неверного прохождения связаны, то факт прохождения контрольной точки будет зависеть одновременно от верного прохождения точки и его времени.

В ходе анализа литературы [5-11] решено, что самой оптимальной моделью принятия решения будет модель, описанная с точки зрения нечеткой математики, так как оценка определяется в зависимости от прохождения контрольных точек, их весов и времени прохождения. Имеется множество возможных результатов $\{2,3,4,5\}$ или $\{\text{зачет/незачет}\}$ (в дальнейшем будем описывать для первого случая), имеем некий массив A исходных данных.

Время $T = \sum_{i=1}^n t_i$, где n -количество контрольных точек, t_i - прохождения ка-

ждой контрольной точки, задается преподавателем или группой преподавателей. Факт верного или неверного прохождения контрольной точки определяется параметром q_i , где $(i = 1, \dots, n)$, и принимает значения от 0 до 1 в зависимости от прохождения контрольной точки обучаемым.

Оценочный функционал в точке i ($i = 1, \dots, n$) принимает вид $f_i = g_1(t_i) * q_i$, где g_1 - функция, которая принимает значения от 0 до 1 в зависимости от своего временного прохождения или опоздания.

Функция принадлежности μ задается преподавателем или группой преподавателей.

Рассматривается нечеткое множество $A_\Theta = \{(O_j, \mu_j)\}_{O_j \in \Theta}$, порождаемое заданием полного множества $\Theta = \{O_1, \dots, O_n\}$ возможных состояний среды S , при-

чем функция принадлежности μ на Θ определяется в виде $\mu(O) = \mu_j$ при $O = O_j$ ($i = 1, \dots, n$).

Для данной модели имеем 4 критерия:

1. Критерий байесового типа:

$$B^+(\mu, \varphi_k) = \frac{1}{\sum_{s=1}^n \mu_s} \sum_{j=1}^n \mu_j f_{jk}^+.$$

2. Критерий типа вероятности распределения значений оценочного функционала:

$$P(f_{jk}^+ \geq \alpha) = P(O \in \Theta_{\alpha,k}) = \sum_{O_j \in \Theta_{\alpha,k}} \left(\frac{\mu_j}{\sum_{s=1}^n \mu_s} \right).$$

3. Критерий типа дисперсии значений оценочного функционала:

$$\sigma^2(\mu, \varphi_k) = \frac{1}{\sum_{s=1}^n \mu_s} \sum_{j=1}^n \mu_j \left(f_{jk}^+ - \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i f_{ik}^+}{\sum_{s=1}^n \mu_s} \right)^2.$$

4. Критерий модального типа:

$$x(\mu, \varphi_k) = f_{j_0 k}^+, \mu_{j_0} = \max_{j=1, \dots, n} \mu_j.$$

Применив все 4 критерия, получим 4 решения по оценке, а, следовательно, многоцелевое решение. Имеем множество критериев принятия решений $K = \{\chi^1, \chi^2, \chi^3, \chi^4\}$, применяя каждый из критериев χ к данной ситуации принятия решений, получим для каждого решения $\varphi_i \in \Phi$ вектор оценок $\tau^q = \{\chi^q(\varphi_i)\}_{i=1}^m$, далее оптимальное решение найдем по критерию Парето[12].

Критерий Парето:

$$\exists k \in \{1, \dots, m\} : f_k^q \geq f_{k_0}^q \forall q \in \{1, \dots, Q\} \exists q' \in \{1, \dots, Q\} : f_k^{q'} \geq f_{k_0}^{q'}.$$

Блок-схема изображена на рис. 1.

В работе рассмотрены критерии принятия решений в тренажерной системе, позволяющие качественно оценить процесс изучения системы пользователем.

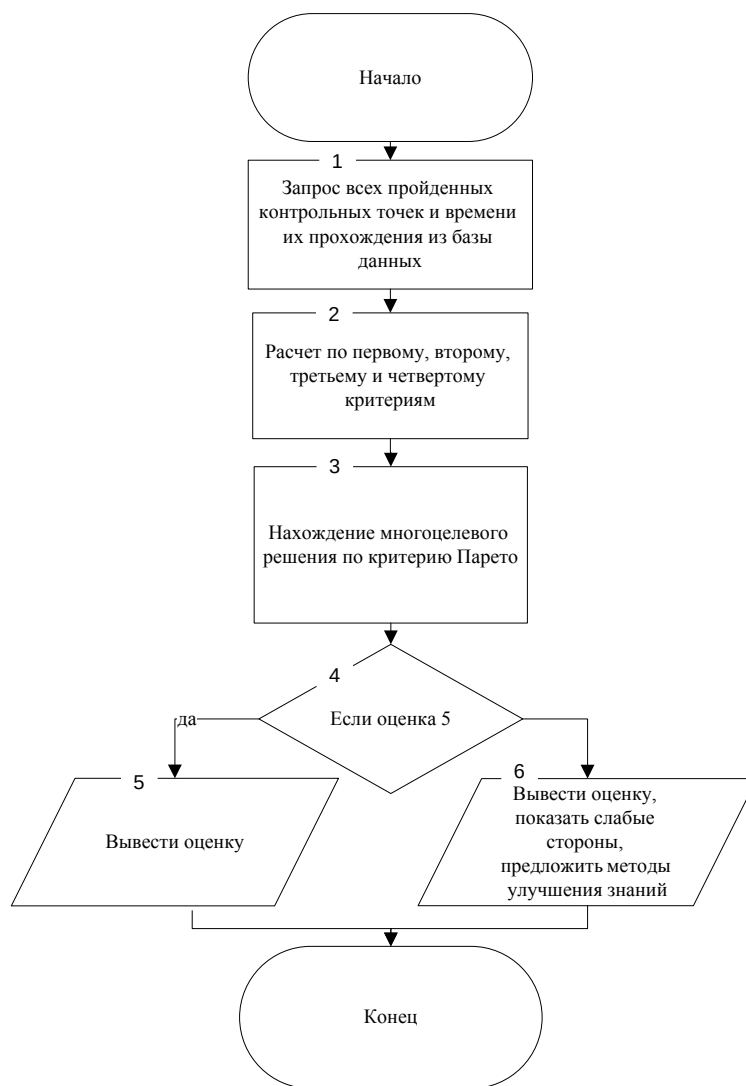


Рис. 1. Блок-схема определения оценки обучаемого

Список использованной литературы

1. Потапов А.Н., Соломатин А.А., Губсков А.Ю. Разрешение конфликтов планирования тренажерной подготовки операторов сложных информационных радиоэлектронных систем // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XI Международной научно-методической конференции, Воронеж, 10-11 февраля 2011 г.: в 3 т. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – 2011. – Т. 2. – С. 212 – 216
2. Нормативно-методический документ «Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации» (СТР-К). – М: 2002. – 80 с.

3. Громов Ю.Ю., Минин Ю.В., Иванова О.Г., Гриднев В.А., Громова А.Ю., Самхарадзе Т.Г., Ведерникова А.П. Управление информационными процессами для автоматизированной системы управления в условиях неопределенности // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2011. – № 6.
4. Громов Ю.Ю., Дидрих В.Е., Иванова О.Г., Минин Ю.В., Громова А.Ю. Управление информационными процессами в условиях неопределенности // Информация и безопасность. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – 2011. – № 2. – С. 233 – 238.
5. Ларичев, О.И. Наука и искусство принятия решений. / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1979. – 200 с.
6. Ларичев, О.И. Объективные модели и субъективные решения / О.И. Ларичев. – М.: Наука, 1987. – 141 с.
7. Ларичев, О.И. Выявление экспертных знаний. / О.И. Ларичев, А.Н. Меченов. – М.: Наука, 1989. – 140 с.
8. Ларичев, О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Наука, Физматлит, 1996. – 208с.
9. Блюмин, С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмини, И.А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
10. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
11. Орловский, С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 437 с.
12. Трухаев, Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 258 с.

Информационные технологии при проектировании посевных комплексов

Немтинов К.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В трудах Вернадского В.И. указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы, в частности: подъем благосостояния трудящихся, создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и ослабить влияние болезней [1]. Решение этих задач невозможно осуществить без решения проблем сельского хозяйства.

В настоящее время в России вопросам развития сельского хозяйства уделяется большое внимание. Для повышения эффективности аграрно-продовольственной системы принят ряд серьезных мер, разработаны общие предложения по отдельным элементам государственного регулирования в аграрно-промышленном комплексе, которые должны заметно оздоровить обстановку в отрасли. Большую роль при этом играет разработка и внедрение в производство новых типов сельхозтехники, использование качественных удобрений, совершенствование условий хранения зерна и т.п.[2, 3]. В настоящее время решение этих и других задач практически невозможно выполнить без использования современных информационных технологий.

В связи с этим целью данной работы является разработка методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур в зависимости от конкретных исходных данных: типа почвы, вида посевного материала, технологии посева и критериев, заданных потребителем.

В целом задача автоматизированного проектирования посевного комплекса для множества конкретных исходных данных предусматривает: разработку структурной схемы узлов и механизмов, выбор типовых элементов, их компоновку, а также конструкторскую разработку оригинальных узлов и механизмов. При такой постановке ее решение невозможно получить в связи с высокой размерностью пространства переменных для посевного комплекса, сложностью построения математических моделей поддержки принятия решений, конструкторской

торских особенностей отдельных элементов комплекса и т.д. Поэтому процедура синтеза посевного комплекса состоит из последовательного рассмотрения трех подзадач меньшей размерности, имеющих, кроме того, самостоятельное значение в процессе проектирования: формирование вариантов структурной схемы комплекса и выбора оптимального варианта с позиций множества критериев; формирование множества вариантов типовых элементов и оптимального выбора варианта, удовлетворяющего их потребительско-эксплуатационным показателям; конструкторская разработка оригинальных узлов и механизмов.

Задача выбора структурной схемы узлов посевного комплекса из множества вариантов на основании математических критериев оптимальности решается, как правило, редко вследствие сложности накладываемых на комплекс условий, а также большого множества критериев оценки. Наиболее прогрессивным методом решения этой задачи является применение экспертных систем.

Используя опыт, накопленный при проектировании посевных комплексов в виде базы данных и задавая цель – например, высокое качество высева зерновых культур и обеспечение 100 %-й их всхожести, при помощи механизма принятия решения можно найти совокупность узлов комплекса, обеспечивающих достижение этой цели. В базе собраны правила, эмпирические знания и общие данные, которыми обладают специалисты.

В настоящее время база содержит более 100 производственных правил, с помощью которых может быть сформирована оптимальная структурная схема посевного комплекса для конкретных исходных данных (рис. 1).

В качестве примера рассмотрим следующие производственные правила определения типа дозирующего узла и транспортирующего устройства: если (рама = «цельная» и тип бункера = «общий»), то дозирующее устройство = «катушечное, количество = 1»; если (рама = «цельная» и тип бункера = «раздельный для четырех высевающих аппаратов»), то дозирующее устройство = «катушечное, количество = 4»; если (рама = «цельная» и тип бункера = «общий» и дозирующее устройство = «катушечное, количество = 1»), то транспортирующее устройство «элеваторное ковшковое» и т.п.

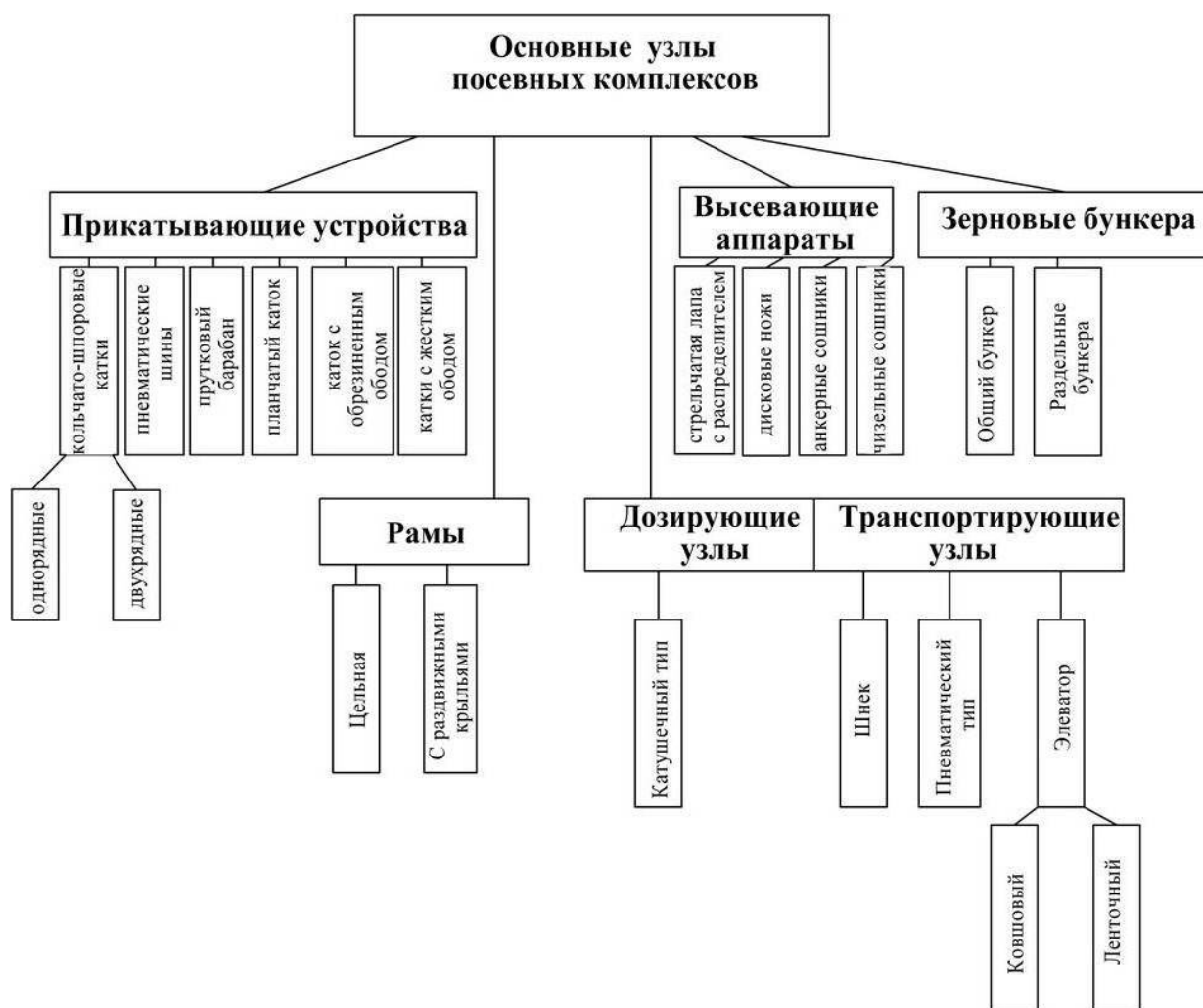


Рис. 1. Структурная схема основных узлов посевных комплексов

Комбинируя несколько вариантов структурных схем конструкций узлов посевного комплекса, обладающих разной эффективностью, формируют целостную конструкцию посевного комплекса. Поскольку размерность множества комбинаций не превышает 10^3 , учитывая быстроедействие современных персональных компьютеров, решение сводится к последовательному перебору всех возможных комбинаций схем.

Вторым этапом методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур является выбор типовых узлов и механизмов, выпускаемых промышленностью и их предварительное распределение в общей конструкции посевного комплекса. Большинство элементов посевного комплекса имеет стандартизованный типоразмер (например, дисковые ножи, сошники, анкерные и чизельные сошники и т.д.). Зерновые бункера, прикатываю-

щие устройства выпускаются заводами - изготовителями по индивидуальному заказу.

Вследствие значительного количества критериев оценки (более 10 – 15, например, ремонтпригодность, простота в обслуживании, высокий КПД и т.п.), которые могут быть использованы конструктором при выборе детали или узла, авторами предложена методика модель автоматизированного выбора детали или узла, характеризующихся наилучшими заданными потребительскими показателями для каждого конкретного случая.

Следующим этапом методики автоматизированного проектирования посевного комплекса для зерновых культур является конструкционная разработка оригинальных узлов и механизмов, окончательная компоновка всего посевного комплекса, а также создание конструкторской документации (чертежей, эскизов, расчетов и т.д.). Для ее реализации используются 2D-3D чертежные системы (AutoCAD, T-FLEX, КОМПАС и т.д.), а также системы высокого уровня САПР для единого цикла «проектирование-производство», например программный комплекс Pro/ENGINEER. При этом авторы использовали практический опыт, отраженный в работах [4 – 5].

Апробация методики автоматизированного проектирования посевного комплекса осуществлена в ООО «КБ ЕРУСЛАН» при проектировании комплекса для зерновых культур.

В результате решения первой задачи была выбрана структурная схема комплекса, включающая следующие основные узлы и механизмы: рама = цельная», тип бункера = общий бункер», прикатывающее устройство = «пневматические шины», высевающий аппарат = «дисковые ножи», дозирующий узел = «катушечный тип», транспортирующее устройство = «ковшовый элеватор».

Для компоновки посевного комплекса были выбраны следующие узлы, выпускаемые промышленностью: пневматические шины марки = «диски от автомобиля УАЗ452, шины 235/65/R16» в количестве 15 шт.; дисковые ножи = «диск БДТ гладкий диаметром 560 мм» в количестве 42 шт.; дозирующий аппарат марки «СЗП».

Конструкторская разработка была проведена для следующих оригинальных узлов: рамы, зернового бункера, и ковшового элеватора.

Среди достоинств разработанной конструкции посевного комплекса следует отметить: сокращение расхода энергоресурсов за счет совмещения операций подготовки почвы, обработки, посева и прикатки почвы в одном устройстве (расход дизельного топлива на весь цикл посевных работ составляет не более 4 л/га по сравнению с затратами на реализацию всех операций отдельно – 50-60 л/га; сокращение сроков посевных работ – нет разрыва между подготовкой и самим посевом; укладка семян на наиболее оптимальную глубину заделки семян, где формируется точка росы, сохранение исходных состояний капилляров, сохраняя природный подвод влаги из земли; возможность использования посевного комплекса в качестве культиватора и дискатора.

Закключение. Предложенная в настоящей работе методика автоматизированного проектирования посевных комплексов для зерновых культур с использованием теории построения экспертных систем позволяет в условиях большой размерности возможных вариантов выбрать оптимальный вариант совокупности узлов и механизмов комплекса для заданного ассортимента зерновых культур, климатических и почвенных условий и критериев, заданных потребителем, а также реализовать его конструкторское решение.

Список использованной литературы

1. Вернадский, В.И. Живое вещество и биосфера / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1994. – 672 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: КолосС, 2003. – 624 с.
3. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 815 с.
4. Немтинов, В.А. Технология создания пространственных моделей территориально распределенных объектов с использованием геоинформационных систем / В.А. Немтинов, А.М. Манаенков, К.В. Немтинов и др. // Информационные технологии. – 2008. – № 8. – С. 23 – 25.
5. Егоров, С.Я. Опыт разработки электронной графической справочной системы по технологическому оборудованию и ее использование в учебном процессе / С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, В.Г. Мокрозуб и др. // Информационные технологии. – 1999. – № 8. – С. 35.

**Козволюционный генетический алгоритм задачи составления расписания
для предприятий, работающих на выезде**

Овчинников Н.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

С развитием рынка услуг начали появляться предприятия, работники которых основную работу и большую часть времени проводят не на территории предприятия, а у заказчика требуемых работ. Спектр услуг оказываемых подобными предприятиями крайне широк, это может быть как ремонтно-строительные работы, так и продвижение торгового продукта с целью последующего его внедрения. Предприятия, осуществляющие большую часть работы на выезде у заказчика, должны постоянно распределять своих работников (агентов) по разным удаленным друг от друга объектам.

В работе [1] был составлен генетический алгоритм поиска решений задачи составления расписаний для предприятий, работающих на выезде, но в нем был выявлен ранее неучтенный недостаток остановки поиска на локальном минимуме. Одним из перспективных направлений для решения данной проблемы является применение козволюционной стратегии [2]. Но в случае ее применения усложняется структура эволюционирующей системы, так как при таком подходе для эффективного решения задачи оптимизации необходима согласованная работа двух разных алгоритмов.

В данной статье рассматривается построение козволюционного генетического алгоритма для поиска решения задачи составления расписания для предприятий, работающих на выезде, позволяющего избежать остановки поиска решений на локальном минимуме, а так же его апробация.

Работа предприятия, работающего на выезде, описывается с помощью следующих параметров: количество работ N ; количество работников M ; набор сроков завершения работ $(D_1, \dots, D_n)$, где D_j – срок завершения j -й работы; набор

заданий $(o_{j1}, \dots, o_{jn_j})$, где o_{ji} i -е задание j -й работы, в которой n_j заданий; μ_{ji} – набор работников, которые могут выполнить задание; наборы $(t_{ji1}, \dots, t_{jik})$ времени на выполнение задания работником, где k – это число работников способных выполнить задание; наборы $(t'_{ji1}, \dots, t'_{jik})$ времени начала выполнения задания работниками; A_m – набор заданий, исполняемых m -м работником, где a_{mp} – это p -ое задание по счету в наборе A_m ; s_{mqp} – времена переезда работника из пункта выполнения p -того задания в наборе A_m в пункт выполнения q -го задания из этого набора. F_j – время окончания j -й работы;

Целью задачи является минимизировать время окончания выполнения всех работ, это можно представить в виде следующей целевой функции, которую необходимо минимизировать:

$$f(x) = \min Ct, \quad (1)$$

где Ct – это время завершения всех работ, равное:

$$Ct = \max_{1 \leq j \leq N} F_j, \quad \forall j. \quad (2)$$

Математическая модель подобных предприятий содержит следующие ограничения:

Первое ограничение характеризует время завершение работы, оно совпадает со временем окончания последнего задания в ней:

$$F_j = t'_{jn_j k} + t_{jn_j k}, \quad \forall j \quad (3)$$

Второе ограничение характеризует время завершение работы, оно должно совпадать или быть меньше, чем срок завершения работы:

$$F_j \leq D_j, \quad \forall j \quad (4)$$

Третье ограничение представляет последовательный характер выполнения заданий, когда для начала выполнения задания в j -той работе, необходимо завершить все идущие до него задания:

$$t'_{jim} \geq t'_{ji m'} + t_{jim}, \quad i' < n_j, i' > i', \forall j, m \in \mu_{ji}, m' \in \mu'_{ji} \quad (5)$$

Четвертое ограничение описывает необходимость завершения работником предыдущего задания выданного ему перед началом следующего, а так же необходимость учета времени требуемого для передвижения работника:

$$t'_{jim} \geq t'_{j'i'm} + t_{j'i'm} + s_{m(p+1)p}, \forall i, \forall j, \forall i', \forall j', \forall m, o_{ji} = a_{m(p+1)}, o_{j'i'} = a_{mp} \quad (6)$$

Пятое ограничение характеризует тот факт, что каждое задание выполняется только один раз:

$$\sum_{m=1}^M X_{mij} = 1, \forall i, \forall j, \quad X_{mij} = \begin{cases} 1, \text{если операция } o_{ji} \text{ выполняется} \\ \text{работником } m \\ 0, \text{если операция } o_{ji} \text{ не выполняется} \\ \text{работником } m \end{cases} \quad (7)$$

Шестое ограничение характеризует выбор между заданиями для работника, когда нужно выбрать из нескольких заданий требующих выполнения:

$$C_{jim} > C_{j'i'm} = t'_{jim} > t'_{j'i'm}, \quad \forall j, \forall i, \forall m, \forall j', \forall i' \quad (8)$$

где C_{jim} – некий критерий характеризующий приоритет выполнения i -й операции j -й работы работником m .

На основе (1,2,3,4) приходим к выводу, что задачу, которую необходимо решить, целесообразно рассматривать как разновидность job shop problem (JSP, многостадийная задача теории расписаний)[3,4]. В поставленной задаче есть возможность выполнения задания несколькими работниками, что характерно для flexible job shop problem (FJSP, многостадийная задача теории расписаний с альтернативными вариантами выполнения работ) [3,4]. Но так же необходимо учитывать время на передвижения работника (5), что равносильно временам наладки, зависящим от порядка обслуживания, в задаче job shop problem with sequence dependent setup times (FJSP-SDST)[1]. Из выше сказанного выходит, что составления расписание для предприятий, работающих на выезде, относится к классу задач FJSP-SDST.

В [3] указывается на то, что задача JSP для двух и более работников является NP-трудной, и как следствие для ее решения являются более эффективными эвристические методы. В [4] рассматривается применение этих методов относительно FJSP и указывается на их эффективность.

На основе данной модели составим генетический алгоритм для поиска решения задачи составления расписаний, для предприятий работающих на выезде.

Генетический алгоритм (ГА) представляет собой метод оптимизации, основанный на концепциях естественного отбора и генетики. В этом подходе переменные, характеризующие решение, представлены в виде ген в хромосоме.

Целью задачи является минимизировать время окончания выполнения всех работ.

Подход, рассмотренный в [5], предлагает вариант, представленный на таблице 1. В нем операция выполняется работником, если значение ячейки, относящаяся к соответствующим столбцу и строке, равно 1.

Таблица 1

Пример представления хромосом в [5]

		M_1	M_2	M_3
J_1	O_1	1	0	0
	O_2	0	1	0
	O_3	0	1	0
J_2	O_4	1	0	0
	O_5	0	0	1

Он позволяет выполнять операцию кроссинговера путем сохранения строчек связанных с одной работой и обменом всеми остальными. Мутация исполняется путем смены работника в строке на другого, способного на выполнение этого задания.

В случае, когда на одного работника одновременно приходится несколько заданий, их порядок выбирается по отдельно составляемым правилам. Для выбора порядка выполнения операций для работника использовать мультикритериальный подход на основе следующих критериев: время окончания выполнения задания; срок завершения работы; кол-во операций в работе, которые еще нужно выполнить.

Большим приоритетом обладает задание с меньшим временем на окончание выполнения, относящееся к работе с меньшим сроком завершения, большим количеством операций, требующих выполнения. Критерии предварительно нормализуются следующим образом:

$$c_1(o_{ji}) = \frac{\min_{1 \leq j \leq N} (\min_{1 \leq i \leq n_j} (t_{ji} + s_{ji}))}{t_{ji} + s_{ji}} \quad (9)$$

где $c_1(o_{ji})$ – критерий времени окончания выполнения задания, t_{ji} – время выполнения i -го задания j -й работы, s_{ji} – время передвижения к месту его выполнения, n_j – количество заданий в j -й работе, N – количество работ;

$$c_2(o_{ji}) = \frac{\min_{1 \leq j \leq N} D_j}{D_j}, \quad (10)$$

где $c_2(o_{ji})$ – критерий срока завершения работы, D_j – срок выполнения j -й работы;

$$c_3(o_{ji}) = \frac{\max_{1 \leq j \leq N} I_j}{I_j}, \quad (11)$$

где $c_3(o_{ji})$ – критерий срока завершения работы, I_j – кол-во операций которые нужно выполнить в j -й работе.

После нормализации выбирается задание с наибольшей суммой критериев.

По результатам уже проведённой апробации алгоритма наиболее эффективным оказалось следующее сочетание весов критериев:

$$C = c_1 + c_2 + 0.1 c_3 \quad (12)$$

В качестве решения предлагается разделить популяцию генетического алгоритма на две сопряженные подсистемы (консервативную и оперативную) в соответствии с принципом сопряженных подсистем: «Дифференциация адаптивных, следящих систем, эволюционирующих в изменчивой среде, на две сопряженные подсистемы с консервативной и оперативной специализацией, повышает их устойчивость» [6].

Дифференциация популяции на постоянную и оперативную память согласно эволюционной теории В. А. Геодакяна создает структуру «стабильного ядра» и «лабильной оболочки» в информационных взаимоотношениях с внешней средой. Если рассматривать потоки, передающие генетическую информацию от поколения к поколению, то емкости постоянной памяти образуют осевую (генетическую) линию, тогда как емкости оперативной памяти составляют боковую (экологическую) линию – «вынос» части информации навстречу среде [1].

На основе предложенной эволюционной теории был разработан Следующий коэволюционный генетический алгоритм (рисунок 1).

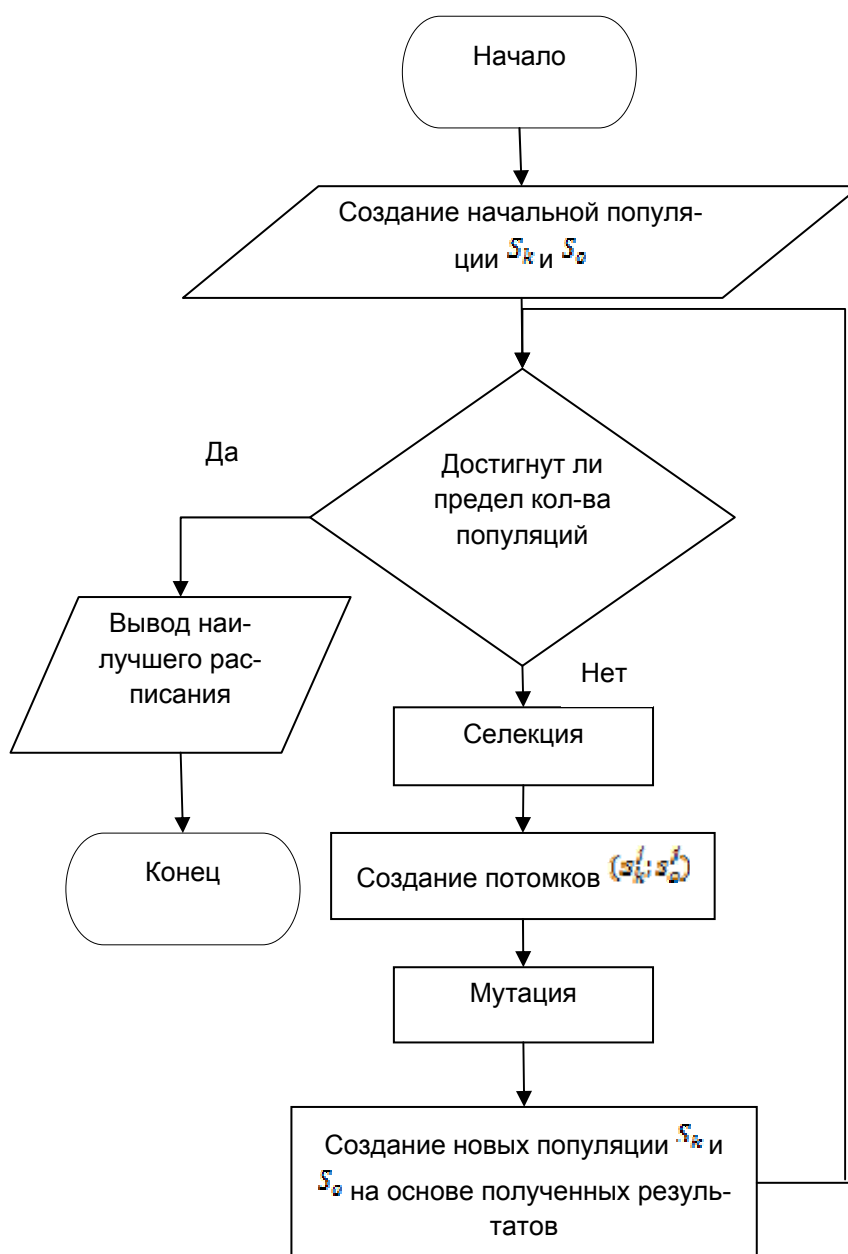


Рис. 1. Блок-схема полученного коэволюционного генетического алгоритма

На первом этапе случайным образом генерируется популяция. Далее, на основании значений целевой функции происходит дифференциация популяции. Первоначальное соотношение является параметром алгоритма и задается пользователем.

На следующем шаге алгоритма применяются операторы селекции и рекомбинации. Для рекомбинации выбираются только пары $(s_k^j; s_o^j)$ при этом индивид s_k^j выбирается случайным образом из S_k , а индивид s_o^j по турнирной схеме из S_o . Если значения пригодности индивидов s_o^j , участвующих в турнире, примерно равны, то выбирается тот, у которого время жизни больше. После определения пары $(s_k^j; s_o^j)$ путем скрещивания формируются потомки. По завершению процедуры формирования потомков применяются оператор мутации.

Далее осуществляется поиск индивидов для сохранения их генетической информации в S_k нового поколения. Для этого просматриваются все индивиды s_k^j и отбираются те, чье время жизни больше значения параметра «время жизни», установленного пользователем, и имеют наихудшее значение целевой функции. После этого сравниваются значение пригодности найденного s_k^j индивида со значением s_o^j индивида. Если у s_o^j индивида лучшее значение, то заменяем им s_k^j индивида, при этом обнуляем у него время жизни. После проверки всех s_o^j индивидов увеличиваем время жизни у всех s_k^j индивидов на 1. При недостатке в S_k индивидов они добавляются из S_o только по критерию пригодности S_o . Для формирования нового поколения S_o из потомков от каждой пары $(s_k^j; s_o^j)$ выбирается лучший по значению пригодности. Далее происходит сравнение лучшего потомка от пары $(s_k^j; s_o^j)$ с s_o^j родителем. Если потомок лучше, то он замещает S_o родителя и его время жизни обнуляется. Если s_o^j родитель лучше, то потомок отбрасывается, а время жизни s_o^j родителя увеличивается на 1. Лучшее найденное решение сохраняется отдельно.

Для апробации алгоритма рассмотрим предприятие, работающие на выезде, которое обладает малым количеством сотрудников, что характерно для многих подобных предприятий. Расписание составляется на один день работ. Для поиска решения с помощью генетического алгоритма сделаем допущение, что предприятие обладает следующими параметрами: кол-во работ, которые необходимо выполнить – 8; кол-во операций в каждой работе одинаково и равно 5; кол-во работников, занятых данными работами – 5; время, за которое необходимо выполнить работу – от 480 мин до 540 мин; время на выполнение операции работников – от 15 мин до 120 мин; время на переезд работника от места проведения одной работы к месту проведения другой – от 5 мин до 45; время на приезд работника к месту выполнения первой операции равно нулю, считается, что работник на начало рабочего дня уже на месте.

Большие значения вероятности мутации и кроссинговера приводит к нестабильности популяции, мешая тем самым поиску решения. Используя больший размер популяции и большее кол-во поколений, время на расчет будет значительно больше, хотя это приведет к лучшему решению, для сравнения эффективности алгоритмов это не необходимо; использование же меньших значений не позволяет обнаружить различий между алгоритмами. Для апробации алгоритма он будет использоваться со следующими параметрами: вероятность мутации – 0.1; вероятность кроссинговера – 0.3; кол-во хромосом в поколении – 10; кол-во поколений – 15;

Для коэволюционного же алгоритма используются следующие параметры: соотношение равно 0.5; критическое время жизни в консервативной субпопуляции равно 3 поколениям. Использование большего времени жизни в консервативной субпопуляции приводит к излишней консервативности всей популяции. Использование большего или меньшего соотношение приводит к излишней или недостаточной консервативности всей популяции.

Каждая модификация алгоритма с различными весами была запущена 20 раз, и по результатам была составлена таблица 2.

Результаты поиска решений

	Генетический алгоритм	Козволюционный генетический алгоритм
Средний результат решения	397,7	381,5
Лучший результат решения	360	356

Как видно из результатов применение козволюционного генетического алгоритма позволило повысить эффективность поиска решения.

В данной статье предложен и апробирован козволюционный генетический алгоритм для поиска решения задачи составления расписаний для предприятий, работающих на выезде. Благодаря его применению удалось получить расписание, позволяющее завершить раньше. Лучшее расписание полученное от него позволяет завершить работы за 356 минут, хотя для данного предприятия разница во времени невелика, но для предприятий с большим количеством работников и/или работ будет гораздо заметней.

Так в дальнейшем необходимо будет рассмотреть работу алгоритма при большем значении размера популяции и кол-ва поколений, а так же рассмотреть возможность использование отличного от кол-ва поколений критерия остановки поиска.

Список используемых источников

1. Дидрих В.Е., Овчинников Н.А. Генетический алгоритм для гибкой задачи цехового типа, в которой времена наладки зависят от порядка обслуживания требований. (Ожидает публикации в сборнике научных статей магистрантов ТГТУ № 29).

2. Геодакян В.А. О структуре эволюционирующих систем // Проблемы кибернетики. М.: Наука, 1972. Вып. 25. С. 81–91.

3. Garey M.R., Johnson D.S. The Complexity of Flowshop and Jobshop Scheduling // Mathematics of Operations Research: INFORMS, 1976. Vol. 1, No. 2. P. 117-129.

4. Прилуцкий М.Х., Власов С.Е. Многостадийные задачи теории расписаний с альтернативными вариантами выполнения работ // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 2. С. 44-48.

5. Kacem I., Hammadi S., Borne P. Approach by localization and multiobjective evolutionary optimization for flexible job-shop scheduling problems // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 2002. Vol. 32(1). P. 1-13.

6. Геодакян В.А. О дифференциации систем на две сопряженные подсистемы // Проблемы биокибернетики. Управление и информационные процессы в живой природе. М.: Наука, 1971. С. 26.

**Особенности автономной геоинформационной системы
предметного назначения**

Паладьев В.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Использование географических информационных систем находит все более широкое применение в таких областях, как рынок торговой недвижимости, в управлении градостроения и архитектуры, сельское хозяйство, туризм и многих других. Это объясняется многими положительными моментами, характеризующими географическую информационную систему. Во-первых, географические информационные системы предоставляют удобный способ наглядного представления семантических данных из сопряженной базы данных с помощью пространственной визуализации, а так же их взаимного пространственного расположения. Во - вторых, система обладает увеличенной информационной емкостью за счет наличия пространственно-ориентированных изображений семантических данных базы. В - третьих, географические информационные системы обладают лучшей структурированностью, что существенно облегчает и оптимизирует методы анализа и обработки семантических данных, содержащихся в системе.

Геоинформационные технологии – бурно развивающееся направление современных информационных технологий. По этой причине пока нельзя говорить о существовании общепринятой терминологии в этой отрасли знаний.

В настоящее время нет единой классификации ГИС, которая бы охватывала все имеющиеся системы. Это объясняется главным образом тем, что пользователей интересует лишь своя сфера деятельности, а разработчики не нуждаются в классификации ГИС, поскольку работают для конкретных потребителей. На основании обобщения имеющейся информации, приведем наиболее полную структуру классификационных признаков ГИС, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 Структура классификационных признаков ГИС

На основании вышеизложенных признаков произведем классификацию автономной ГИС предметного назначения:

1. По степени автоматизации – автоматизированная;
2. По назначению – справочная;
3. По функциональным возможностям – вьювер;
4. По охвату описываемой территории – региональная;
5. По принципу соединения – сетевая;
6. По типу представления данных – работающая с двухмерной графикой;
7. По аппаратным и программным средствам – ГИС-приложения, территориального управления;
8. По типу используемых данных – векторная;
9. По типу архитектуры построения – закрытая;
10. По масштабируемости – групповая;
11. По проблемной ориентации – система информационной поддержки при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Исходя из классификации по назначению, по функциональным возможностям, по аппаратным и программным средствам и по типу архитектуры по-

строения разрабатываемую ГИС можно назвать автономной. Автономность разрабатываемой ГИС проявляется в конечном наборе функций и их сочетаний, позволяющим решить поставленную задачу по информационной поддержке при возникновении чрезвычайной ситуации и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, используя только проблемно-ориентированную ГИС, не подгружая стороннее программное обеспечение. Набор функций распределенный по ролям представлен на диаграмме вариантов использования (рисунок 2).

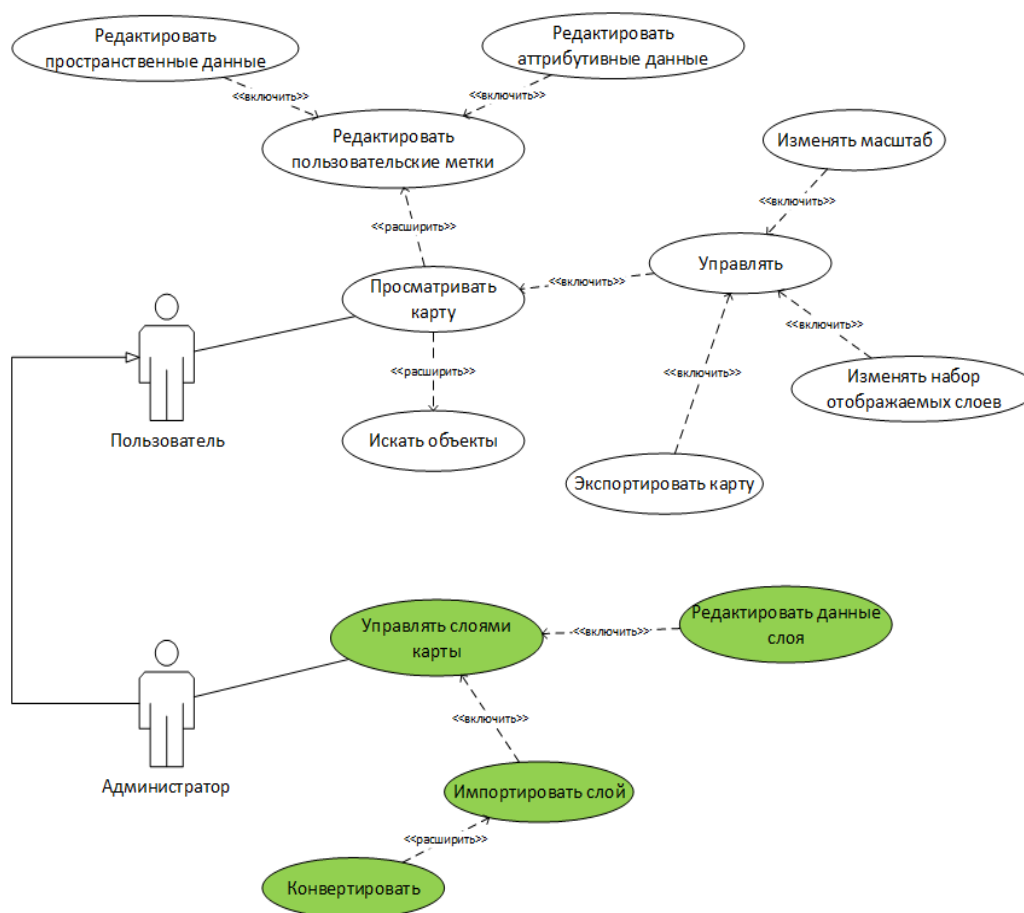


Рис. 2. Диаграмма деятельности

Основная функциональная возможность Пользователя – Просматривать карту, включает функцию управления, и расширяется функциями поиска и редактирования пользовательских меток.

Администратор наследует все возможности Пользователя, а так же имеет функциональную возможность управления слоями карты.

При разработке любой ГИС, в частности, автономной геоинформационной системы предметного назначения, имеет четыре фундаментальных блока: Аппаратное обеспечение, Операторы, Данные, Программное обеспечение (рисунок 3).

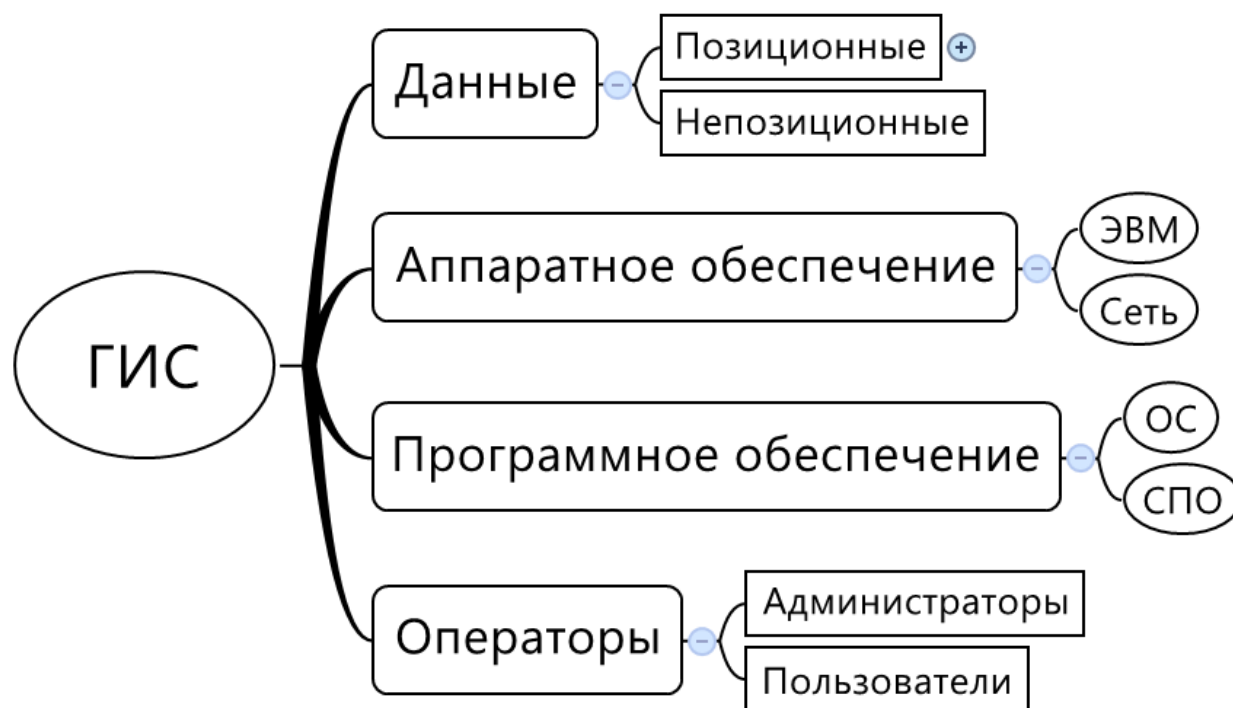


Рис. 3. структура автономной ГИС

Блок Данные – то чем будет оперировать ГИС, состоят из двух компонентов – Позиционные данные и Непозиционные данные.

Аппаратное обеспечение, на котором предполагается функционирование ГИС, состоит из двух компонентов – ЭВМ и Сеть.

Минимальные системные требования к ЭВМ:

Система: любая с поддержкой net framework и DirectX 9.0c

Процессор: Intel Pentium IV 2.5 Ghz

Оперативная память: 512 Mb

Видео-карта: 512 Mb, с поддержкой DirectX 9.0c

Жесткий диск: 100 Mb

Структура сети, на которой предполагается функционирование автономной ГИС представлена на рисунке 4.

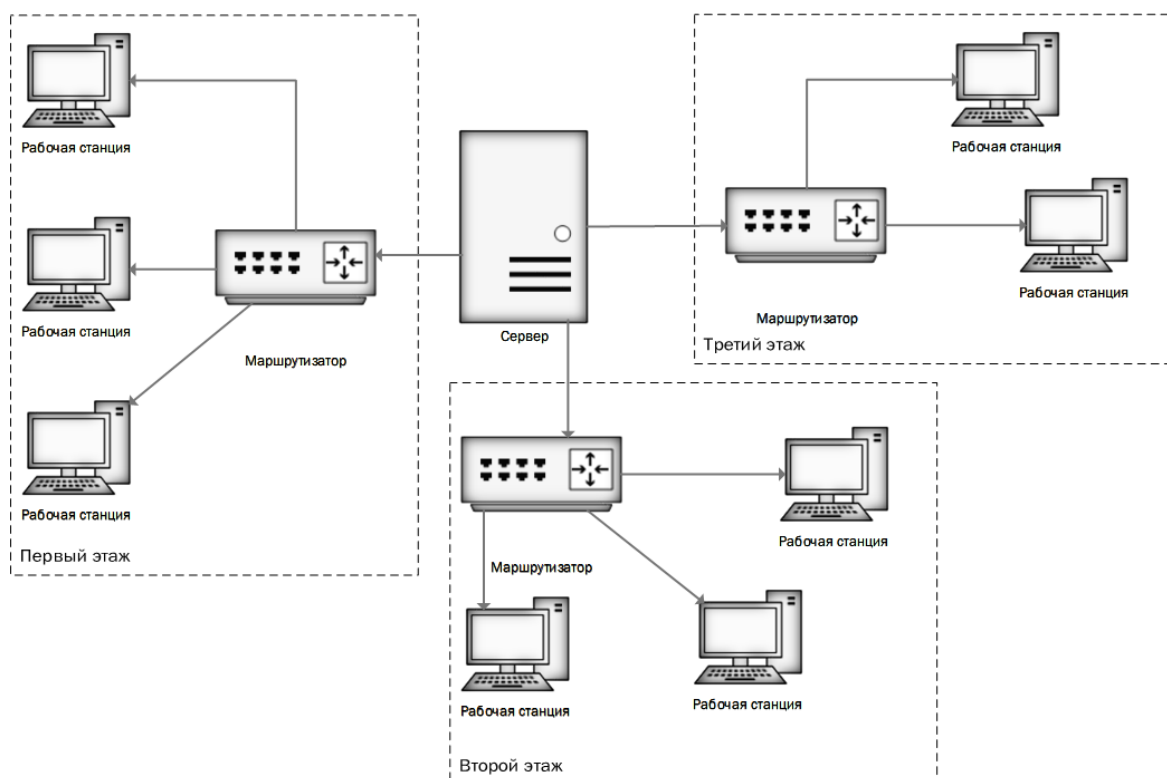


Рис. 4. Структура сети предприятия

Структура сети представляет собой комбинацию соединения типа «звезда» и ячеистой топологии, что позволяет хранить все Данные на сервере.

Операторы – определяют количество различных интерфейсов доступа и визуализации данных.

Программное обеспечение состоит из двух компонентов – Операционная система (ОС) и специальное программное обеспечение (СПО), то есть модули ГИС реализующие ее функционал.

Произведен анализ функциональных возможностей пяти зарубежных и пяти Российских ГИС, на основании которого выделены два системообразующих модуля в соответствии с предметной областью:

1. Модуль хранения данных.
2. Модуль обработки данных.

Из рисунка 3 видно, что блок Данные в ГИС состоит из двух компонентов. Непозиционные (атрибутивные) данные представляют собой словесное описание позиционных (пространственных) данных. Позиционные данные можно разделить на три группы:

1. Электронные макеты карт (ЭМК) – данные ожидающие перевода в базовые позиционные данные.

2. Базовые позиционные данные (БПД) – готовые к отображению объекты реальной местности.

3. Специальные позиционные данные (СПД) – пользовательские метки.

Исходя из этого, составлена схема взаимодействия Операторов с подсистемой хранения данных автономной геоинформационной системы предметного назначения (рисунок 5).

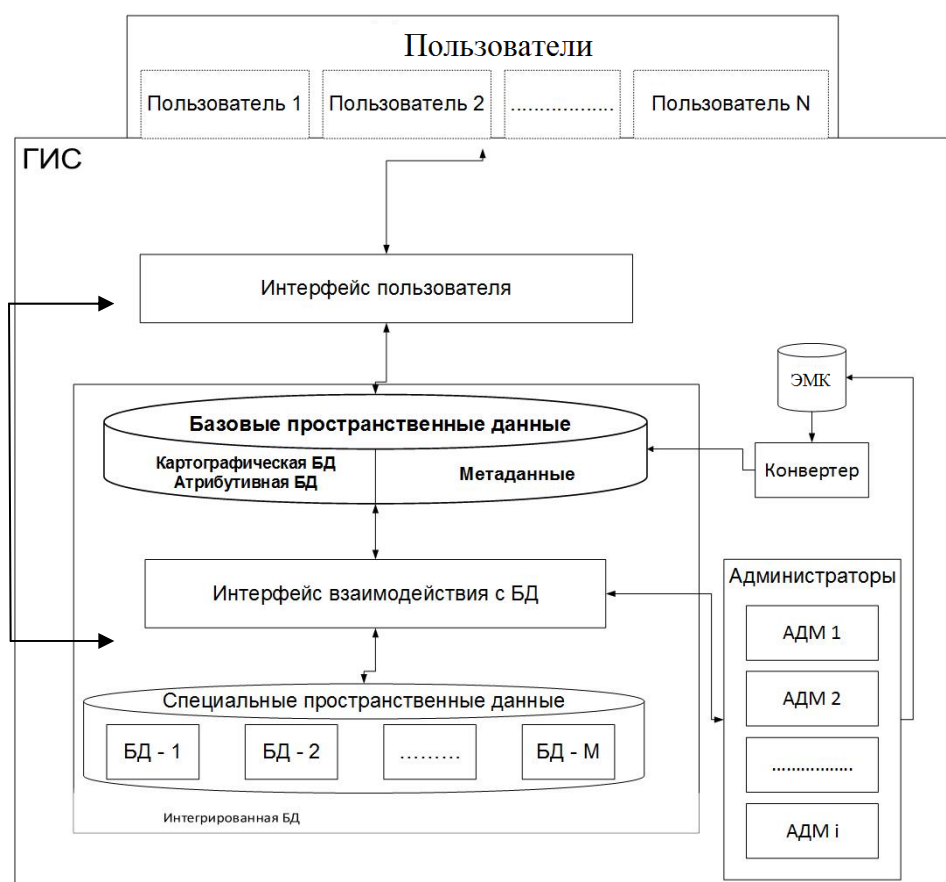


Рис. 5. Схема взаимодействия Операторов с подсистемой хранения данных

Логическая структура базы данных автономной ГИС предметного назначения представлена на рисунке 6.

Большая часть информационного обмена в ГИС происходит во время работы Оператора с графическим представлением объектов местности. С помощью запросов к базе данных происходит сопоставление атрибутивной информации и объектов местности (рисунок 7), что позволяет повысить информационную емкость графического представления объектов.

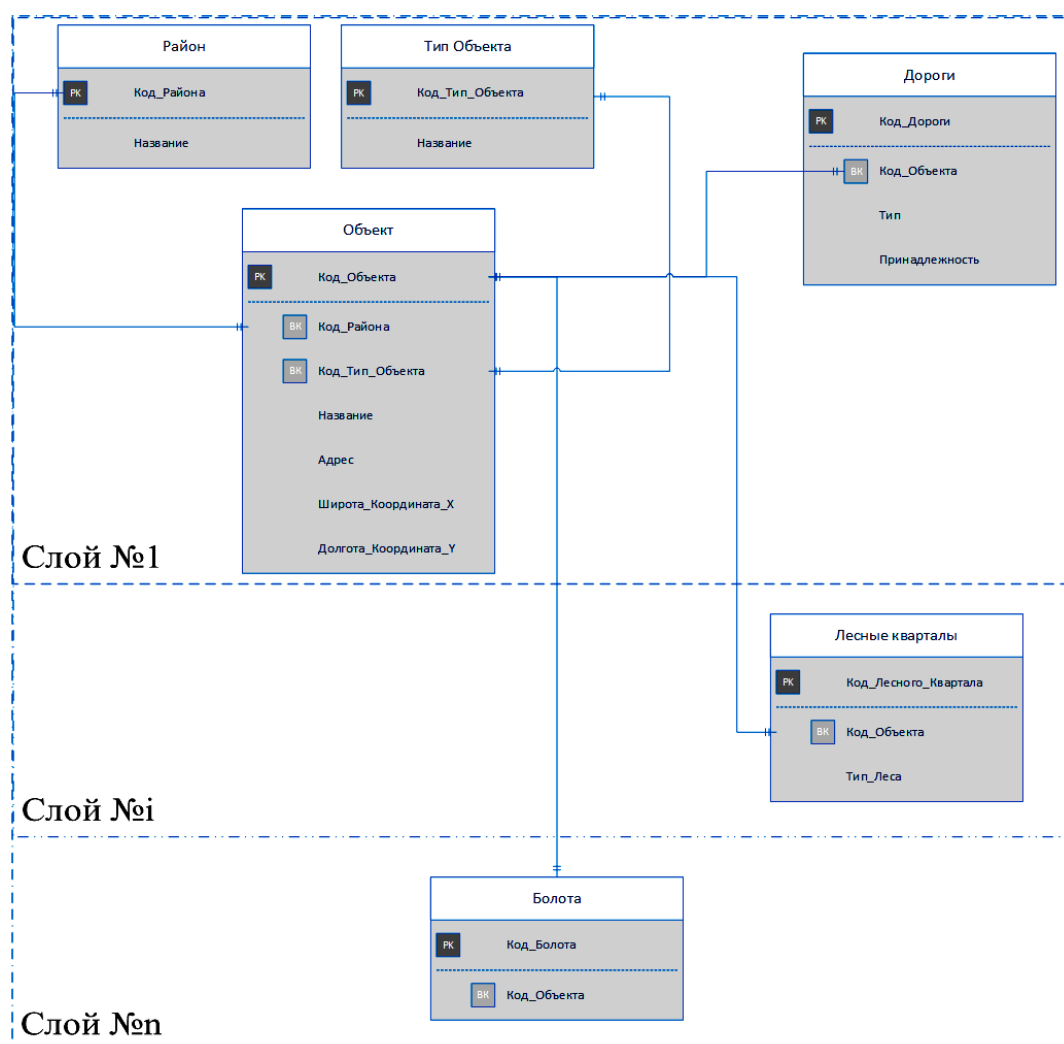


Рис. 6. Логическая структура базы данных автономной ГИС предметного назначения (третья нормальная форма)



Рис. 7. Информационная модель автономной ГИС

Обмен информацией инициализируется Оператором, который по средствам интерфейса генерирует поток запросов. Запросы делятся на два типа – Атрибутивные, направленные на получение Оператором информации через модуль визуализации, и Топологические, направленные на сохранение информации в базе данных. Связь между отображенными данными и данными хранящимися в базе данных осуществляется с помощью уникального кода.

Информационный обмен между базой данных и модулем визуализации построен по принципу толстого клиента, то есть процедуры обработки информации находятся в модуле визуализации. Обращения к базе данных происходят при процедурах построения карты и при сохранении пользовательских меток.

Список использованной литературы

1. Berry J. Fundamental operations in computer-assisted map analysis. – International Journal of Geographical Information Systems, 1987, v. 1, pp. 119-136.
2. Кошкарев А.В. Картография и геоинформатика: пути взаимодействия. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1990, N 1, с. 32.
3. Konecny M. Geograficke informacni systemy. – Folia prirodoved. fak. UJEP v Brne, 1985, t. 26, N 13, 196 s.
4. Alber R. The National Science Foundation National Center for Geographic Information and Analysis. – Int. J. of Geographical Information Systems, 1987, v. 1, N 4, pp. 302-306.
5. Degani A. Methodological observation on the state of geocartographic analysis in the context of automated spatial information systems. – Map Data Process. – Proc. NATO Adv. Study Inst. Maratea, June 18-29, 1979, Acad. Press. 1980, pp. 207-220.

Метрики оценки уязвимости сетевых систем

Проскуряков С.В., Аль-Балуши М.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В настоящее время все больше возникает необходимость грамотной и корректной оценки сетевых информационных систем (СИС). Данный аспект можно объяснить тем, что это позволяет не только повысить защищенность информационной системы, но и минимизировать затраты на построение комплекса защиты в целом.

Любая из методик оценки рисков СИС несет в себе необходимость оценки множества параметров, описывающих как СИС, так и ее информационные ресурсы. Достаточно полный и упорядоченный перечень критериев был предложен И.В. Котенко и М.В. Степашкиным в их работе «Анализ защищенности компьютерных сетей на основе моделирования действий злоумышленников и построения графа атак», изданной в 2007 году [1]. Данные характеристики были названы авторами «метрики защищенности».

Каждая из данных метрик описывается Котенко и Степашкиным как заранее известное значение для каждого из элементов СИС. Использование нечетких переменных позволяет точно воспроизвести ситуацию, когда в роли эксперта выступает человек со свойственной ему субъективностью суждений [2]. Существуют метрики, являющиеся отражением простых численных характеристик СИС. В данном случае можно использовать критерии оценки, которые могут быть выражены следующим образом [3]:

$$\mu_{N^{min}}(n_i) = \begin{cases} 1 & \text{при } i \leq \frac{2}{9}n \\ 1 + \frac{\left(\frac{n \frac{2}{9}n - i}{9} - \frac{2}{9}n \right)^{-2}}{\frac{1}{4}n - \frac{2}{9}n} & \text{при } \frac{2}{9}n < i < \frac{1}{4}n; \\ 0 & \text{при } i \geq \frac{1}{4}n \end{cases}$$

$$\mu_{N^{min}}(n_i) = \begin{cases} 0 & \text{при } i \leq \frac{1}{2}n \\ 1 + \frac{\left(\frac{n_i - \frac{1}{2}n}{\frac{5}{9}n - \frac{1}{2}n} \right)^{-2}}{10} & \text{при } \frac{1}{2}n < i < \frac{5}{9}n; \\ 1 & \text{при } i \geq \frac{5}{9}n \end{cases}$$

$$\mu_{N^{min}}(n_i) = \begin{cases} 0 & \text{при } i \leq \frac{2}{9}n \text{ или } i \geq \frac{5}{9}n \\ 1 + \frac{\left(\frac{n_i - \frac{2}{9}n}{\frac{1}{4}n - \frac{2}{9}n} \right)^{-2}}{10} & \text{при } \frac{2}{9}n < i < \frac{1}{4}n \\ 1 & \text{при } \frac{1}{4}n \leq i \leq \frac{1}{2}n \\ 1 + \frac{\left(\frac{n_{\frac{1}{2}n-i} - \frac{1}{2}n}{\frac{5}{9}n - \frac{1}{2}n} \right)^{-2}}{10} & \text{при } \frac{1}{2}n < i < \frac{5}{9}n \end{cases}$$

где N – множество значений, которые может принимать метрика; n_i – i -й элемент множества N ; $\mu_{N_j}(n_i)$ – степень принадлежности элемента n_i исходного множества N нечеткому подмножеству N_j ; n – мощность множества N . Несмотря на то, что данные характеристики отражают довольно важные особенности СИС, зачастую необходимо рассматривать их большее множество, т. к. с использованием данных метрик невозможно рассмотреть ценность информационных ресурсов СИС, ее подверженность атакам извне и др. Следовательно, для анализа СИС необходимы дополнительные параметры, необходимые для оценки вышеозначенных характеристик СИС или ее отдельных элементов. Необходимо отметить, что в [3] было принято рассматривать СИС как граф, следовательно, атаку нарушителя можно рассматривать как один из путей графа СИС,

ведущих к целевому узлу. Так, появляется потребность в использовании дополнительных метрик, необходимых для описания множества (или отдельных) графов атаки нарушителя. В работе Котенко и Степашкина вводится условное разделение данных метрик на три категории: метрики Common Vulnerability Scoring System, временные метрики и метрики окружения.

Метрики, входящие в данные категории имеют достаточно точное значение и могут быть рассчитаны для конкретного узла СИС, они также могут быть перенесены на рассматриваемую ситуацию через теорию нечетких множеств. Для этого необходимо определить возможные численные показатели для каждой из данных метрик, используемые Котенко и Степашкиным в своей работе.

Котенко и Степашкин в своей работе предполагают использование упрощенной формулы критичности уязвимости:

Критичность уязвимости = произведение элементов множества (10, Вектор доступа, Сложность доступа, Необходимость аутентификации, Использование уязвимости, Уровень устранения уязвимости, Уровень доверия к сообщениям об уязвимости, Уровень потенциальных побочных убытков, Распространенность уязвимых систем, сумма произведений множества пар – элементов множества (Воздействие на конфиденциальность и Коэффициент уклона воздействия на конфиденциальность, Воздействие на целостность и Коэффициент уклона воздействия на целостность, Воздействие на доступность и Коэффициент уклона воздействия на доступность)), или через сокращенные наименования метрик: $(10 \cdot AV \cdot AC \cdot A \cdot (CI \cdot IB^C + II \cdot IB^I + AI \cdot IB^A))$. Поскольку данный расчет несет в себе недостаточное количество метрик, описанных выше, его необходимо расширить следующим образом:

$$\text{Критичность уязвимости} = (10 \cdot AV \cdot AC \cdot A \cdot E \cdot RL \cdot RC \cdot (CI \cdot IB^C + II \cdot IB^I + AI \cdot IB^A + CDP \cdot TD \cdot N^H))$$

Учитывая, что, на основании всего вышеперечисленного, значение критичности уязвимости точно рассчитывается, но в тоже время, многие из них требуют достаточно больших ресурсов для определения их точного значения, следующие показатели для дальнейшего развития работы должны быть выражены с использованием математического аппарата теории нечетких множеств:

- Воздействие на конфиденциальность / целостность / доступность;
- Коэффициент уклона воздействия;
- Использование уязвимости;
- Уровень доверия к сообщениям о уязвимости;
- Уровень потенциальных побочных убытков;
- Распространенность уязвимых систем.

Остальные параметры могут быть заданы явно.

Рассмотрим метрику Воздействие на конфиденциальность с использованием теории нечетких множеств. В данном случае будут существовать три нечетких подмножества множества принимаемых значений. Этими подмножествами являются: Воздействие отсутствует, Частичное воздействие, Полное воздействие, соответственно, для них определены опорные точки: 0, 0.7, 1. Следовательно, элементы исходного множества определены на промежутке [0,1]. Основными условиями является, что для каждого из подмножеств коэффициент принадлежности элемента – опорной точки будет 1, коэффициент принадлежности элемента – опорной точки соседнего с рассматриваемым подмножества будет 0 [4]. На основании этого используются следующие функции принадлежности:

$$\mu_{\text{Воздействие отсутствует}}(v) = \begin{cases} 1 - \frac{2}{0,7^2}(v)^2 & \text{при } v \leq 0,35 \\ \frac{2}{0,7^2}(v - 0,7)^2 & \text{при } 0,35 < v < 0,7; \\ 0 & \text{при } v \geq 0,7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Полное воздействие}}(v) = \begin{cases} 0 & \text{при } v \leq 0,7 \\ \frac{2}{0,3^2}(v - 0,7)^2 & \text{при } 0,7 < v < 0,85; \\ 1 - \frac{2}{0,3^2}(v - 0,3 - 0,7)^2 & \text{при } v \geq 0,85 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Частичное воздействие}}(v) = \begin{cases} \frac{2}{0,7^2}(v)^2 & \text{при } v \leq 0,35 \\ 1 - \frac{2}{0,7^2}(v - 0,7)^2 & \text{при } 0,35 < v < 0,7 \\ 1 - \frac{2}{0,3^2}(v - 0,7)^2 & \text{при } 0,7 \leq v < 0,85 \\ \frac{2}{0,3^2}(v - 0,7 - 0,3)^2 & \text{при } v \geq 0,85 \end{cases}.$$

Важно отметить, что данные функции принадлежности подмножеств являются общими для множества значений, принимаемого какой-либо из метрик, при условии, что данное множество делится в рассматриваемой задаче на три нечетких подмножества, отличаем является наличие различных опорных точек, и, как следствие, различных числовых констант функций.

На основании вышесказанного, справедливы следующие общие функции:

$$\mu_1(v) = \begin{cases} 1 & \text{при } v \leq k_1 \\ 1 - \frac{2}{(k_2 - k_1)^2}(v - k_1)^2 & \text{при } k_1 \leq v \leq \text{при } \frac{k_2 - k_1}{2} + k_1 \\ \frac{2}{(k_2 - k_1)^2}(v - k_2)^2 & \text{при } \frac{k_2 - k_1}{2} + k_1 < v < k_3 \\ 0 & \text{при } v \geq k_3 \end{cases};$$

$$\mu_3(v) = \begin{cases} 0 & v < k_2 \\ \frac{2}{(k_3 - k_2)^2}(v - k_2)^2 & \text{при } k_2 \leq v < \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 \\ 1 - \frac{2}{(k_3 - k_2)^2}(v - k_3)^2 & \text{при } \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 \leq v \leq k_3 \\ 1 & \text{при } v \geq k_3 \end{cases};$$

$$\mu_2(v) = \begin{cases} 0 & \text{при } v \leq k_1 \\ \frac{2}{(k_2 - k_1)^2} (v - k_1)^2 & \text{при } k_1 \leq v \leq \frac{k_2 - k_1}{2} + k_1 \\ 1 - \frac{2}{(k_2 - k_1)^2} (v - k_2)^2 & \text{при } \frac{k_2 - k_1}{2} + k_1 < v < k_2 \\ 1 - \frac{2}{(k_3 - k_2)^2} (v - k_2)^2 & \text{при } k_2 \leq v < \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 \\ \frac{2}{(k_3 - k_2)^2} (v - k_3)^2 & \text{при } \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 \leq v \leq k_3 \\ 0 & \text{при } v \geq k_3 \end{cases}.$$

В данном случае k_1 , k_2 и k_3 являются значениями, отображающими опорные точки для каждого из нечетких подмножеств.

Другие множества, которые делятся на четыре нечетких подмножества могут быть получены из описанных выше функций принадлежности с изменением функции принадлежности следующим образом:

$$\mu_3(v) = \begin{cases} 0 & \text{при } v \leq k_2 \\ \frac{2}{(k_3 - k_2)^2} (v - k_2)^2 & \text{при } k_2 \leq v \leq \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 \\ 1 - \frac{2}{(k_3 - k_2)^2} (v - k_3)^2 & \text{при } \frac{k_3 - k_2}{2} + k_2 < v < k_3 \\ 1 - \frac{2}{(k_4 - k_3)^2} (v - k_3)^2 & \text{при } k_3 \leq v < \frac{k_4 - k_3}{2} + k_3 \\ \frac{2}{(k_4 - k_3)^2} (v - k_4)^2 & \text{при } \frac{k_4 - k_3}{2} + k_3 \leq v \leq k_4 \\ 0 & \text{при } v \geq k_4 \end{cases};$$

$$\mu_4(v) = \begin{cases} 0 & v < k_3 \\ \frac{2}{(k_4 - k_3)^2} (v - k_3)^2 & \text{при } k_3 \leq v < \frac{k_4 - k_3}{2} + k_3 \\ 1 - \frac{2}{(k_4 - k_3)^2} (v - k_4)^2 & \text{при } \frac{k_4 - k_3}{2} + k_3 \leq v \leq k_4 \\ 1 & \text{при } v \geq k_4 \end{cases}.$$

Легко видеть, что подобно такому расширению, можно индуктивно получить функции принадлежности для большего количества нечетких подмножеств, но для данной задачи в настоящий момент это будет избыточным. Основываясь на сказанном выше, можно заключить, что формула (1) теперь имеет следующий вид:

$$\text{Критичность уязвимости} = (10 \cdot AV \cdot AC \cdot A \cdot \mu_E \cdot \mu_{RL} \cdot RC \cdot (\mu_{CI} \cdot \mu_{IBC} + \mu_{II} \cdot \mu_{IBI} + \mu_{AI} \cdot \mu_{IBA} + \mu_{CDP} \cdot \mu_{TD} \cdot N^H))$$

При этом, переменные AV, AC, A и RC могут быть точно определены исходя из критериев, предложенных Котенко и Степашкиным, переменные же, обозначающие степень принадлежности (обозначенные μ), отражают степень принадлежности конкретной вершины графа СИС к выбранному экспертом нечеткому подмножеству.

Важно отметить, что в данном случае часть формулы, представляющая из себя $\mu_{CI} \cdot \mu_{IBC} + \mu_{II} \cdot \mu_{IBI} + \mu_{AI} \cdot \mu_{IBA} + \mu_{CDP} \cdot \mu_{TD} \cdot N^H$ может быть воспринята как недостаточно точная по той причине, что одно из слагаемых данной суммы ($\mu_{CDP} \cdot \mu_{TD} \cdot N^H$) в определенных условиях, а именно, достаточно большом количестве хостов СИС, должно сводить на нет влияние остальных слагаемых. В реальной же ситуации Уровень распространенности побочных убытков (μ_{TD}) может принимать абсолютно любые значения, а, учитывая то, что лишь в тех случаях, когда атакуемый узел играет решающую роль в функционировании всей СИС (большой части СИС), данное значение будет стремиться к единице (иметь достаточное значение для того, что бы внести сколько-то значимые изменения в общую сумму), таким образом влиять на конечное значение Критичности уязвимости.

Заключение

В данной работе рассматривается расширенное понимание метрик критичности уязвимости для проведения анализа рисков сетевых информационных систем с точки зрения теории нечетких множеств, что позволяет рассматривать анализ рисков как систему, в которой непосредственное участие принимает человек.

Котенко и Степашкиным был предложен мощный вычислительный инструмент, позволяющий производить оценку сетевых информационных систем. Не-

достатком данного метода является то, что требования к исходным данным а, также, обеспеченности информацией о возможностях нарушителя, модулях информационной системы и др. информации, зачастую недоступной для открытого пользования, или отсутствующей в любых источниках, довольно строги. В данной работе те значения, которые относятся к вышеозначенным, были преобразованы как совокупность нечетких множеств, что позволяет избежать недостатков исходных данных или же субъективность оценки эксперта.

Важно отметить, что в данном случае рассматривалось только направление критичности уязвимости, что зачастую недостаточно для проведения полноценного анализа рисков сетевой информационной системы. На основании этого, дальнейшим развитием данной работы станет привязка уже существующих данных к тем, которые позволят охарактеризовать ценность информационных ресурсов, а также потери, возникающие при нарушении целостности, доступности или конфиденциальности сетевой информационной системы или ее составных элементов.

Список использованной литературы

1. Котенко И.В., Степашкин М.В. Анализ защищенности компьютерных сетей на основе моделирования действий злоумышленников и построения графа атак // Проблемы управления рисками и безопасностью: Т. 31 / Под ред. Д.С. Черешкина. – М.: Издательство ЛКИ, 2007. – 336 с.

2. Дидрих В.Е., Иванова О.Г., Проскуряков С.В. Повышение качества современных методов оценки информационных рисков с использованием теории нечетких множеств // Информационные системы и процессы: сб. науч. тр. / Под ред. проф. В.М. Тютюника. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург: Изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2011. – Вып. 13. – 122 с.

3. Дидрих В.Е., Иванова О.Г., Проскуряков С.В. Выбор базовых показателей для использования нечетких множеств как вычислительной среды рисков информационных систем // Информационные системы и процессы: сб. науч. тр. / Под ред. проф. В.М. Тютюника. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург: Изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2011. – Вып.13. – 122 с.

4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. – М.: Издательство «Мир». 1976. – 165 с.

**Анализ функционирования системы контроля и
управления доступом в интегрированных системах безопасности**

Рощин Н.В.

Воронежский институт ФСИН России (Россия, г. Воронеж)

Система контроля и управления доступом персонала объекта и клиентов (СКУД) в служебные помещения и зоны защиты обеспечивает их идентификацию различными способами (магнитные, виванд-, проксимити-карты, а так же биометрические данные человека) и содержит оперативную базу данных с полномочиями доступа каждого пользователя [1].

При интеграции оборудования СКУД и систем сигнализации на аппаратном уровне в качестве управляющих устройств могут использоваться как универсальные устройства, контролирующие одновременно оборудование точек доступа и оборудование охранной сигнализации, так и специализированные устройства управления (УУ) – контроллеры СКУД или приемно-контрольные приборы (ПКП) систем сигнализации.

В случае, если в ИСБ с интеграцией на аппаратном уровне используются специализированные устройства управления совместная работа оборудования подсистем осуществляется как в режиме программно-аппаратного комплекса (под управлением компьютеров), так и в автономном режиме функционирования обеих подсистем. Для этого контроллеры СКУД и систем сигнализации должны поддерживать обмен данными между собой (прием и/или передачу сообщений о событиях, передачу команд), по крайней мере, во время своей автономной работы. Причем при автономной работе устройствами управления должны самостоятельно приниматься решения о реакции ИСБ на то или иное событие.

Система принятия решений в ИСБ с интеграцией СКУД и систем сигнализации на аппаратном уровне может быть централизованной (иерархической) или распределенной [2, 3].

В системе с распределенным принятием решений реализуется схема передачи информации «все общаются со всеми». В этом случае решение на каждое из поступивших сообщений каждый из контроллеров СКУД и систем сигнализации принимает самостоятельно на основе установок, заданных с помощью программного обеспечения ИСБ.

В централизованной ИСБ решения о реакции одной подсистемы на сообщение о событии в другой принимает главное УУ (главный контроллер).

В интегрированной системе с иерархической схемой принятия решений в каждой из подсистем может присутствовать свой главный контроллер. Для связи контроллеров СКУД и контроллерами подсистем сигнализации в существующих ИСБ, как правило, используется общая линия связи (шина RS-485, RS-422, различные шины автоматизированных систем управления оборудованием зданий, линий локальных вычислительных сетей (ЛВС) и т.п.). Кроме того, связь между контроллерами СКУД и контроллерами систем сигнализации может также осуществляться с помощью специальных дополнительных портов.

Данная схема интеграции является наиболее сложной и требует использования достаточно сложного оборудования с повышенной надежностью, особенно в области обеспечения связи между УУ СКУД и систем сигнализации. Помимо этого, такие ИСБ, безусловно, должны иметь средства индикации состояния, принимаемых решений и ручного управления оборудованием, работающим в автономном режиме, для вмешательства оператора в случае сбоя или непредусмотренной ситуации.

Как правило, интеграция на аппаратном уровне возможна только для тех ИСБ устройства управления для СКУД и систем сигнализации которых выпускаются одним производителем или несколькими фирмами, тесно сотрудничающими между собой в области разработки УУ систем безопасности.

Интеграция на программно-аппаратном и программном уровне. При интеграции на программно-аппаратном и программном уровне УУ СКУД и УУ систем сигнализации не обмениваются между собой никакой информацией как в режиме программно-аппаратного комплекса, так и при автономном режиме работы УУ обеих подсистем ИСБ.

Во время работы в режиме программно-аппаратного комплекса УУ СКУД и систем сигнализации осуществляют передачу информации о событиях управляющему компьютеру и получают от него команды. Все решения о реакции ИСБ на то или иное событие принимаются только управляющим компьютером (на уровне программного обеспечения).

Для интеграции подсистем используется интегрирующее программное обеспечение или программное обеспечение СКУД, в состав которого включаются дополнительные программные модули-драйверы оборудования систем сигнализации определенного типа или марки.

В случае полного выхода из строя или обрыва связи между компьютером управления и оборудованием одной из подсистем, например охранно-тревожной сигнализации, другая подсистема – СКУД продолжит свое функционирование в режиме программно-аппаратного комплекса, что дает возможность поддерживать уровень безопасности объекта на определенном уровне до завершения восстановительных работ.

При работе в автономном режиме (например, при потере связи с компьютером) УУ каждой из подсистем контролируют и управляют только оборудованием своей подсистемы (СКУД или сигнализации). Причем в рамках каждой из этих подсистем УУ могут либо поддерживать, либо не поддерживать обмен данными с подобными УУ. В критическом случае каждый из УУ СКУД может управлять доступом только через «свои» точки прохода, а каждая из панелей (УУ) систем сигнализации контролирует только «свои» зоны сигнализации и исполнительные устройства.

Исходя из изложенного, ИСБ с интеграцией на программном и программно-аппаратном уровне можно классифицировать так же, как системы с централизованным управлением, в которых в качестве главного УУ используется компьютер.

При применении данной схемы интеграции УУ СКУД и УУ систем сигнализации могут подключаться к управляющему компьютеру либо с помощью общей линии (программно-аппаратная интеграция), либо с помощью отдельных линий связи (программная интеграция).

Интеграция СКУД и систем сигнализации на программно-аппаратном и программном уровне в настоящее время является наиболее распространенным решением при создании ИСБ. Причинами популярности такого рода схем интеграции является сравнительная простота их реализации, возможность интеграции в рамках одной системы самого широкого спектра оборудования различных производителей СКУД и систем сигнализации, а также создания ИСБ без нарушения регламентирующих документов различных государственных ведомств и т.д.

Список использованной литературы

1. Основы информационной безопасности: Учебник для высших учебных заведений МВД России / Под ред. В.А. Минаева и С.В. Скрыля. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2001. – 464 с.
2. Модели и алгоритмы автоматизированного контроля эффективности систем защиты информации в автоматизированных системах: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 116 с.
3. Методы и средства анализа эффективности систем информационной безопасности при их разработке: монография / С.В. Белокуров, С.В. Скрыль, В.К. Джоган [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 83 с.

**Анализ моделей управления структурой иерархических
пространственно распределенных информационных систем**

Силла М.К., Долгов А.А, Хорохорин М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Термин иерархическая пространственно распределенная информационная система (ИРИС) здесь применяется к территориям, экосистемам, технологиям, параметры функционирования которых существенно зависят от пространственных характеристик их компонентов и от времени. Соответственно, любая современная система моделирования подобных объектов должна содержать ГИС и поддерживать режим исследования динамики. Ввиду принципиальной неполноты знаний об объектах класса ИРИС целесообразно не ограничиваться аналитическими моделями, а предоставить средства для использования опыта экспертов. По той же причине любая модель ИРИС должна допускать оперативную модификацию в ходе изучения объекта. Поэтому задача разработки состояла в интеграции всех упомянутых форм представления знаний в единую систему моделирования, сопровождающую открытую модель предметной области. Такие системы можно отнести к категории систем, основанных на знаниях [3], но, кроме системы правил, они должны предоставлять и другие механизмы моделирования компонентов ИРИС.

Каждый объект ИРИС может представлять собой многоуровневую систему подобъектов, связанных различными сигналами, которые в описываемой системе моделируются потоками данных и трактуются как ресурсы, используемые и/или расходуемые объектами в ходе их жизнедеятельности. Изменения ресурсов внутри объектов моделируются некоторым набором процедур или функций, именуемых процессами. Таким образом, ИРИС рассматриваются как иерархические многоуровневые системы [1] и исследуются в рамках технологии SADT [12]. Для анализа поведения ИРИС и сравнения вариантов их реализации между

собой используются один или несколько критериев качества – функционалов, определенных на тех или иных наборах ресурсов.

Концептуальная модель ИРИС. В работах [6-11] представлена ситуационная система моделирования (ССМ), ориентированная на анализ и прогноз состояния ИРИС. Ядром ССМ является иерархическая ситуационная концептуальная модель (СКМ), которая кратко описана ниже.

Для использования ССМ ИРИС необходимо представить в виде иерархически упорядоченного множества объектов (составных частей). Эта иерархия должна отражать организационные взаимоотношения объектов. По положению в дереве объектов и на карте выделяются три категории объектов КМ: примитивы (категория LEAF), структурно неделимые с точки зрения глобальной цели моделирования, элементарные объекты (категория GISC), географически связанные с одним ГИС-элементом (полигоном, дугой или точкой какого-либо покрытия), и составные объекты (категория COMP), состоящие из элементарных и/или составных объектов. Структура объектов категории GISC в СКМ может быть достаточно сложной, но все их подобъекты имеют одну и ту же географическую привязку. Множество объектов имеет вид:

$$O = \{o_{\alpha\beta_{\alpha}}^{\gamma}\} ::= \bigcup_{\alpha=1}^{N_L} O_{\alpha}, \quad (1)$$

где $\alpha = \overline{1, N_L}$ – номер уровня дерева объектов, к которому относится данный объект (L – общее количество уровней декомпозиции); $\beta_{\alpha} = \overline{1, N_{\alpha}}$ – порядковый номер объекта на его уровне декомпозиции; $\gamma = \overline{1, N_{\alpha-1}}$ – порядковый номер суперобъекта, доминирующего данный на вышележащем уровне; O_{α} – множество объектов, принадлежащих уровню с номером α .

Символом $::=$ здесь и далее обозначается равенство по определению. При необходимости используются также другие символы языка БНФ (металингвистических формул Бэкуса-Наура).

Для обеспечения связности СКМ принимается, что существует единственный суперобъект, доминирующий все объекты первого уровня декомпозиции, то есть справедливо соотношение:

$$O_1 ::= \{o_{\beta_1}^0\}, \beta_1 = \overline{1, N_1}. \quad (2)$$

После формирования иерархии объектов необходимо задать ресурсы (данные), которыми обмениваются объекты (сформировать списки входных и выходных ресурсов объектов). Каждый входной ресурс должен либо порождаться другим объектом, либо помечаться как внешний, что означает его реализацию из некоторой базы данных или на выходе некоторой функции, заданной пользователем. Чтобы избежать вычислительных проблем, связанных с малыми изменениями данных, и обеспечить совместную расчетно-логическую обработку данных, в ССМ выходными данными процедур обработки (исключение составляют данные, вычисляемые ГИС) могут быть только данные с дискретным конечным множеством значений (типа списков). Если значения некоторого данного есть строковые константы, то такое данное называется параметром (категория PAR), а имеющее числовые значения именуется переменной (категория VAR), и над ним можно выполнять математические операции. Если результат вычислений представляет собой значение переменной, то он округляется до ближайшего значения из списка допустимых значений. Таким образом, множество имен данных делится на множества имен переменных и параметров:

$$D ::= \langle Var, Par \rangle, Var ::= \{var_i\}, i = \overline{1, N_v}; Par ::= \{par_j\}, j = \overline{1, N_p} \quad (3)$$

где N_v и N_p – мощности этих множеств.

Подлежащие сопоставлению альтернативы реализации ИРИС вносятся в модель на этапе ее конструирования либо путем декомпозиции некоторого объекта на подобъекты по типу «или», либо заданием альтернативных наборов ресурсов на входе некоторого объекта или процесса.

Процессы в КМ имитируют преобразования данных и реализуются различными способами в зависимости от типа исполнителя процесса. Исполнитель можно задать либо непосредственно (в виде разностного уравнения), либо косвенно – ссылкой на имя реализующего этот процесс программного модуля или встроенных в ССМ геоинформационной и экспертной систем. Логическая обработка данных реализуется посредством встроенной экспертной системы (ЭС),

которая может быть назначена исполнителем любого ресурса или процесса. Тогда этот ресурс или все выходные ресурсы этого процесса должны присутствовать в правых частях некоторого набора правил ЭС СКМ. Аппарат исполнителей обеспечивает оперативное подключение моделей различных типов и автоматизацию синтеза исполнительной среды моделирования аналогично идеям концептуального программирования [5].

Схема СКМ имеет вид:

$$S_{СКМ} ::= \langle O, P, D^{CM}, H, OP, PO, U \rangle, \quad (4)$$

где: O – множество объектов СКМ, определенное в (1); $P ::= \{p_n\}$, $n = \overline{1, N_p}$ – множество процессов СКМ; $D^{CM} \subseteq D$ – множество данных концептуальной модели, где D задано соотношением (3); H – отношение иерархии объектов; $OP \subseteq O \times B(P)$ – отношение «объект – порождающие его выходные данные процессы», причем $B(P)$ есть разбиение множества P ; $PO \subseteq P \times B(O)$ – отношение «процесс – создающие его входные данные объекты»; $U ::= U_p \cup U_0$ – отношение, формализующее управление процессом вычислений на основе СКМ.

Доказано, что схема (4) позволяет моделировать все основные виды иерархий [1] (стратифицированные, многослойные и многоэшелонные иерархии). Разработано расширение СКМ на задачи моделирования надежности и безопасности функционирования ИРИС [9].

Множество объектов (1), (2) разбивается на попарно не пересекающиеся подмножества по категориям объектов:

$$O ::= O^{LEAF} \cup O^{COMP} \cup O^{GIS} \quad (5)$$

Если к множеству (5) добавить множество элементарных объектов ГИС, то получим все множество объектов СКМ $O' ::= O \cup O^{ELEM}$, причем множество ГИС-элементов, типы которых должны начинаться со стандартных типов элементов ГИС (обозначено символом ∞), задается соотношением:

$$O^{GIS} ::= O^{GIS} \cup O^{ELEM} ::= \{o_i \in O' : t_0(o_i) \in ("dot" \vee "arc" \vee "pol")\} \quad (6)$$

В ходе построения СКМ, с помощью отношений иерархии (1) любой составной объект СКМ однозначно сопоставляется с некоторым подмножеством множества (6), что позволяет автоматически измерять графические характеристики объектов для использования в расчетах и отображать результаты моделирования на карте.

Для анализа ситуаций, которые могут возникнуть на объекте моделирования, ЛПР задает исходную ситуацию в виде интересующей его области на карте или конечного списка фактов формата (7), в котором имена данных принадлежат множествам (6) и не повторяются:

$$\langle \text{имя} \rangle \langle \text{знак} \rangle \langle \text{подпись}_\text{значений} (n) \rangle, \quad (7)$$

где: $\langle \text{имя} \rangle$ – уникальное имя данного; $\langle \text{знак} \rangle ::= = | \neq$ – для параметров; $\langle \text{знак} \rangle ::= = | \neq | \in | \notin | \geq | \leq$ – для переменных; $\langle \text{подпись}_\text{значений} (n) \rangle$ имеет длину n и принадлежит области значений функции, соответствующей имени данного.

На основе анализа исходной ситуации и СКМ экспертная система (задавая при необходимости дополнительные вопросы пользователю) доопределяет исходную ситуацию до полной ситуации, которой соответствует связный фрагмент СКМ, возможно, включающий некоторые структурные альтернативы реализации ИРИС. Ситуация называется полной, поскольку соответствующий ей фрагмент модели содержит всю информацию, необходимую для исследования исходной ситуации. Достаточная ситуация получается из соответствующей ей полной ситуации путем разрешения (фиксации) всех имеющихся альтернатив и уже не содержит избыточности.

Для классификации и сопоставления ситуаций в ССМ предложен обобщенный критерий вида (8), который обладает двумя следующими преимуществами, существенными для поставленной задачи:

- в явном виде задает требования суперэлемента к выходным характеристикам доминируемого элемента;
- позволяет легко сконструировать инварианты, описывающие процессы агрегирования обобщенных затрат от нижестоящих элементов к вышестоящим.

$$\Phi_{CCM}^{(s)} ::= \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{a_i - a_{i0}}{\Delta a_i} \right)^s \right)^{1/s} ::= \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \delta a_i^s \right)^{1/s} \quad (8)$$

где: s – четное натуральное число; a_i – значения ресурсов из списка выходов данного элемента модели (одного из объектов (1), (2) или процесса СКМ, или ресурсов, входящих в правую часть некоторого правила ЭС ССМ, или графических ресурсов, вычисляемых с помощью ГИС). Для корректности иерархии все эти ресурсы должны относиться либо к данному элементу модели, либо к объектам, подчиненным ему в дереве (1); a_{i0} и $\Delta a_i > 0$ – настроечные параметры, отражающие требования вышестоящего элемента к номинальному значению a_i и допустимому отклонению от этого значения соответственно; $\delta a_i ::= \frac{a_i - a_{i0}}{\Delta a_i}$ – относительное отклонение фактического значения ресурса a_i от его номинального значения a_{i0} .

Если считать a_i скалярными критериями качества работы элемента модели, номинальные значения которых определяются величинами a_{i0} , то (8) представляет собой обобщенный критерий [4] с коэффициентами важности, обратно пропорциональными допустимым отклонениям скалярных критериев. Его значение равно единице в том случае, если значения всех его аргументов находятся на грани допусков:

$$\Phi_{CCM}^s = 1, \text{ если } |a_i - a_{i0}| = \Delta a_i, i = \overline{1, m} \quad (9)$$

и не превосходит единицы, если все аргументы находятся в пределах допусков.

Перечисленные свойства обеспечивают естественную нормировку сигналов и облегчают поиск элементов модели, чьи характеристики существенно отличаются от желаемых. Удельная величина изменения критерия (8) при изменении одного из его аргументов, задаваемая соотношением:

$$\delta \Phi_i^{(s)} ::= \frac{\partial \Phi_i^{(s)} / \partial a_i}{\Delta a_i} = m^{s-1} (\Phi^{(s)})^{s-1} \delta a_i^{s-1} \quad (10)$$

характеризует относительную чувствительность критерия качества к изменению этого аргумента. В предположении о равной важности всех ресурсов для

достижения цели функционирования элемента СКМ удельная величина обобщенных затрат на каждый из аргументов критерия (8) оценивается формулой:

$$\eta_i := \frac{1}{m} \delta \Phi_i^{(s)} \quad (11)$$

Далее рассматривается самый простой из критериев вида (8) – квадратичный критерий $\Phi^{(2)}$. Для него из (8) – (10) следует, что при нахождении аргумента a_i в допустимых пределах величина η_i не превосходит единицы. Эту величину и предлагается использовать в качестве индикатора удельных собственных затрат некоторого элемента СКМ на выработку того или иного ресурса при сравнительном анализе различных структур реализации той или иной полной ситуации. Если этот элемент потребляет какие-либо (материальные) ресурсы от других элементов модели, то для анализа общих затрат на получение ресурса к собственным затратам добавляются затраты на получение входных ресурсов. Тогда формула (11) примет вид:

$$\eta_i := \Phi^{(2)} \delta a_i + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n \eta_j \quad (12)$$

где: n – количество (длина списка) входных ресурсов данного элемента модели; η_j – рассчитанные аналогично (12) удельные затраты на получение входных ресурсов объекта, по критерию качества которого сравниваются достаточные ситуации. Поскольку по смыслу задачи на этом объекте находится ЛПР, назовем его объектом принятия решения (ОПР). В качестве ОПР может быть выбран либо корневой объект фрагмента, построенного для исследуемой полной ситуации, либо любой суперобъект этого объекта, вплоть до глобального элемента СКМ.

Дополнительный учет предпочтений ЛПР можно осуществить, включая в алгоритмы классификации некоторые экспертные сравнения элементов модели между собой. В частности, удобно проводить сопоставление вариантов по аналогии с методом анализа иерархий Т. Саати, трактуя весовые функции объектов как относительные приоритеты представленных ими и подчиненными им в СКМ объектами вариантов структуры объекта.

Принцип классификации ситуаций в ССМ дается следующими определениями.

Определение 1. Две достаточные ситуации из одного и того же фрагмента СКМ при одном и том же ОПР относятся к одному классу ситуаций, если для них обеих минимальна величина удельных затрат (12) для одного и того же выходного ресурса a_i данного ОПР (назовем этот критерий доминирующим по сравнению с другими критериями). В пределах одного класса ситуаций из двух ситуаций более предпочтительной является та достаточная ситуация, для которой величина (12) меньше.

Определение 2. Оптимальной достаточной ситуацией из заданного класса является достаточная ситуация с минимальным значением удельных затрат (12).

Поскольку достаточные ситуации по определению не содержат избыточности, то вычисление абсолютных затрат (12) обеспечивает однозначный расчет собственных и абсолютных затрат на получение всех ресурсов фрагмента и классификацию достаточных ситуаций по признаку доминирования одного из скалярных критериев в затратах на выходе ОПР. Более того, условия (9) существенно упрощают поиск причины выхода параметров функционирования модели из допуска: для этого достаточно определить самый нижележащий объект, на выходе которого значения индикатора (10) (или (12), если это не листовый объект) значительно превышают единицу, в его работе и кроется источник недопустимого повышения затрат.

Принятие решений по управлению объектом в рассматриваемой постановке трансформируется в выбор одного из возможных вариантов структуры объекта на каждом шаге или такте моделирования. Для этого определяется ОПР и производится классификация текущей достаточной ситуации. Затем ЛПР сообщается, к какому классу текущая ситуация относится. Если требуется перевести ситуацию в какой-либо другой класс, то ССМ производит классификацию имеющихся альтернатив и фиксирует ту/те из них, которые предпочтительны по критерию минимума затрат (12) на выходе ОПР.

Таким образом, задача моделирования нормальной работы состоит в поиске последовательности достаточных ситуаций, непосредственно выводимых одна из другой и гарантирующих нахождение всех элементов обобщенного вектора состояния в допустимых диапазонах.

Список использованной литературы

1. Геловани В.А., Бритков В.Б. Системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием современной информационной технологии // <http://sr.isa.ac.ru/sr-95-96/gelbrit3.html>.
2. Кравченко Б.В., Черкасов Д.Н. Системы интеллектуальной поддержки принятия управляющих решений при ликвидации последствий ЧС // <http://mars.biophys.msu.ru/awse/CONFER/MCE99/149.htm>.
3. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973.
4. Олейник А.Г., Фридман А.Я. Ситуационное моделирование природно-технических комплексов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2002. – № 2.
5. Осипов Г.С. Динамика в системах, основанных на знаниях // Известия Академии Наук. Теория и системы управления. – 1998. – № 5.
6. Салуквадзе М.Е. Задачи векторной оптимизации в теории управления. – Тбилиси: Мецниереба, 1975.
7. Тыгу Э.Х. Концептуальное программирование. – М.: Наука, 1984.
8. Фридман А.Я. Ситуационный подход к моделированию промышленно-природных комплексов и управлению их структурой // Труды IV международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, 2005.
9. Фридман А.Я., Яковлев С.Ю. Ситуационный подход к синтезу логической модели надежности и безопасности промышленно-природных комплексов / Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды Международной научной школы МА БР-2003. СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2003.

10. Фридман А.Я., Фридман О.В. Логико-аналитическое моделирование ситуаций в дискретизированном пространстве состояний // Управление безопасностью природно-промышленных систем. – Апатиты: Изд-во ИИММ КолНЦ РАН, 2004.
11. Фридман А.Я., Фридман О.В. Исследование проблем координации управления на основе ситуационной модели // Информационные технологии в региональном развитии. – Апатиты: Изд-во ИИММ КолНЦ РАН, 2005.
12. Fridman A., Oleynik A., Putilov V. GIS-based Simulation System for State Diagnostics of Non-Stationary Spatial Objects. Proc. 12th European Simulation Multiconference (ESM'98), Manchester, UK. 1998.
13. Fridman A.; Oleynik A., Fridman O. Knowledge Integrating in Situative Modelling System for Nature-Technical Complexes. – Proc. European Simulation and Modelling Conference (ESMc2004), Paris, France. 2004.
14. Yourdon, E. Modern Structured Analysis. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice-Hall, USA. 1989.

Проектирование информационных систем на основе вопросно-ответных моделей

Силла М.К., Долгов А.А., Хорохорин М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В программной инженерии существует проблема успешности проектирования сложных автоматизированных информационных систем (АИС), интенсивно использующих программное обеспечение [1].

Средства вопросно-ответного моделирования (QA-моделирования), разработаны в рамках QA-проблематики. Реализация этих средств доведена до их использования в корпоративной среде автоматизированного проектирования [2], построенной на базе вопросно-ответного процессора NetWIQA (Net Working Into Questions and Answers). К числу отличий средств QA-моделирования от QA-средств, названных выше, относятся следующие:

- Существенно отличается понимание того, что принято называть «вопросами». В QA-моделировании под «вопросом» понимается природно-искусственный феномен, проявляющийся в попытках применить опыт. Такое понимание приводит к необходимости обнаружения, идентификации и моделирования «вопроса» до его использования с определёнными целями.
- Каждый образовавшийся и обнаруженный «вопрос», если он существенен для разработки АИС, описывается и представляется в базе проекта АИС как «объект» с позиций объектно-ориентированного программирования.
- Вопрос как природно-искусственный феномен проявляется в различных формах. Одной из типовых форм вопроса является «задача», для экземпляров которой, образующихся в процессе проектировании АИС, предлагается строить QA-модели.
- QA-модели задач конкретного процесса проектирования строятся согласованно и фронтально по образцу теорий содержательно-эволюционного типа.

Механизмы, подобные «inquiry cycle» и «inquiry wheel», используются, но в рамках итеративных циклов разработки АИС.

Для структуризации процесса и результата разработки АИС используется деятельностная единица, получившая название «задача». Такая структуризация, например, является базовой в инструментально-технологической среде Rational Unified Process (RUP), разработанной корпорацией IBM [3]. Среда RUP является наиболее мощной по сравнению с аналогичными средствами.

Из «задач» в RUP формируются как основные «потоки работ» («деловое моделирование», «требования», «анализ и проектирование», «реализация», «испытание», «развёртывание»), так и «потоки работ» поддержки («управление конфигурацией и изменениями», «управление проектом», «среда»). Объект «задача» выбран как базовый объект для QA-моделирования. Каждый экземпляр «задачи» в процессе разработки АС образуется по объективным причинам и проявляется как определённый вид (природно-искусственного феномена) «вопроса».

Перейдём к спецификациям QA-моделей и QA-моделирования:

1. Объектом QA-моделирования является «задача», причём с позиций тех рассуждений, которые приходится проводить в процессе построений «задачи» и ее решения лицами, вовлечёнными в этот процесс.

2. В определённый момент времени t_0 процесса построения экземпляра «задачи», когда в наиболее общем виде сформулирована постановка задачи $Z(t_0)$, начинается формирование её вопросно-ответной модели $QA(Z(t_0))$:

2.1. С помощью методик обнаружения и идентификации «вопросов» из текста $Z(t_0)$ извлекается информация для построения исходной совокупности «вопросов» $\{Q_i\}$ как «объектов» процесса проектирования. Каждый «объект-вопрос» представляет собой динамический конструкт

$$QI(T_i, Sb^1_j, Sb^2_k, t, G_n), \quad (1)$$

который регистрируется в базе проекта АИС с использованием следующей атрибутики: уникальное индексное имя QI , приписываемое автоматически; T_j –

описание «вопроса»; Sb^1_j – идентификатор субъекта, ответственного за «вопрос»; Sb^2_k – указатель на субъект (в общем случае составной субъект), заинтересованный в ответе на вопрос; t – момент времени, в который зафиксировано текущее состояние «вопроса»; G^1_n – другие атрибуты «вопроса» QI, представляющие его в базе проекта.

Содержание динамического конструкта QI формируется и уточняется с использованием достаточного объёма коммуникативного взаимодействия субъектов Sb^1_j и Sb^2_k . Для поддержки такого взаимодействия разработана система методик обоснования, обсуждения, ревизии и оценивания.

В результате построений конструкта QI может быть выявлено, что он представляет «вопрос» типа «задача». Это факт приведёт к необходимости изменения статуса и представления конструкта QI в базе проекта, к его переименованию в конструкт ZJ и к необходимости построений QA-модели не только для задачи $Z(t_0)$, но и для задачи ZJ. В представлении «задачи»

$$ZJ(T_p, Sb^1_q, Sb^2_r, t, Ob_s, G_m) \quad (2)$$

важную функцию приобретает основной объект Ob_s , с которым (в рамках «задачи») производится работа.

2.2. Исходное множество «вопросов» $\{Q_i\}$ используется как база, с которой начинается управляемый содержательно-эволюционный процесс построения «ответов», извлечения очередных вопросов и т.д. В результате эволюционного процесса формируется вопросно-ответное представление задачи

$$QA(Z(t)) = S(\{XI(T_i, Sb^1_j, Sb^2_k, t, G_n)\}), \quad (3)$$

состоящее из систематизированной совокупности вопросов и ответ. С каждым вопросом QI связан соответствующий ему ответ AI, что отражено в (3) с помощью переменной XI.

Содержание конструкта (3) обобщенно отражено на рис. 1. Оно включает совокупность QA-протоколов для задачи $Z(t)$ и её подзадач, а также ряд схемных представлений QA-протоколов и их преобразований в сетевые модели.

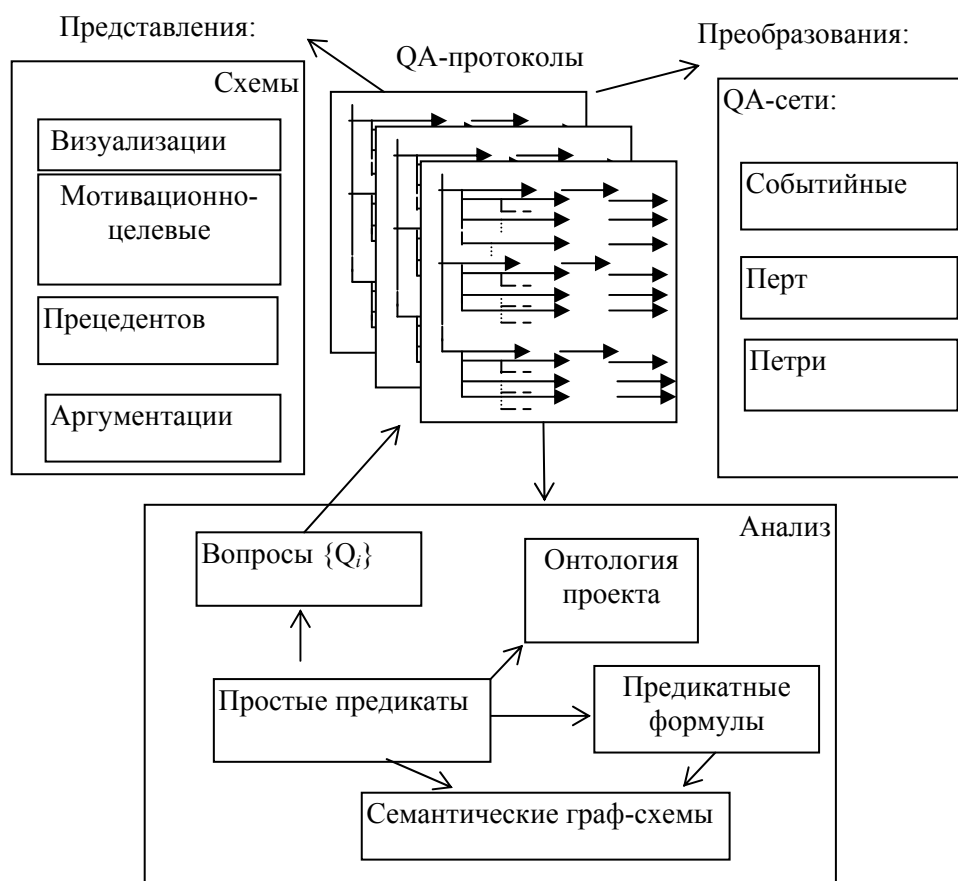


Рис. 1. Структура вопросно-ответного представления задачи

На этой же схеме отражены и результаты анализа протоколируемых текстов. В основу анализа положена имитация машинного перевода текстов на прологоподобный язык. Перевод нацелен на выявление очередных вопросов в рассуждениях проектировщиков и создание онтология процесса разработки АИС. В QA-протоколах отражены только отношения вопросно-ответной логики. Однако логическая версия систематизации конструкта (3) не является единственной, явно или неявно регистрируемой в базе проекта.

2.3. Каждая версия систематизации предоставляет вариант «вида» на «задачу» с вопросно-ответной «точки зрения» на опыт, вовлечённый в разработку АИС. Функция «вида» подобна функции проекции в геометрическом проектировании.

К числу «видов», раскрывающих сущность QA-моделирования, относятся:

- «логический вид», фиксирующий систематизацию $QA(Z(t))$ в рамках логики вопросов и ответов;

- «концептуальный вид», раскрывающий онтологию задачи $Z(t)$ и процесса её решения, в том числе с помощью концептуальных моделей и рассуждений;
- «коммуникативный вид», раскрывающий вопросно-ответные процессы как коммуникативное взаимодействие лиц, вовлечённых в работу над задачей ZJ;
- «деятельностный вид», регистрирующий систему отношений между «вопросами» и «ответами» в их разных состояниях с позиций работ, выполняемых с ними как с объектами деятельности;
- «вид с позиций опыта разработки АИС», фиксирующий тот опыт, который используется в процессе работы с задачей и получен по ходу и в результате такой работы;
- «вид с позиций стандартов», регистрирующий соответствие всего, что связано с задачей ZJ с рекомендациями и требованиями стандартов на разработку АИС.

Каждый из представленных видов (шаг за шагом, переходя от состояния к состоянию) формируется по ходу работы с задачей и регистрируется в базе проекта. С каждым видом связана определённая совокупность «интересов», моделей и документов, а также система действий, обеспечивающих построение и использование видов.

3. Общий случай QA-модели задачи $Z(t)$ определяется как интегральная совокупность «видов» на задачу, представленных в предыдущем пункте. Основу интеграции видов в QA-модель определяет совокупность логического и концептуального видов. С позиции реализации системы средств QA-моделирования связность обеспечивают структура данных, регистрирующая логический вид (рис. 1), варианты её преобразования и представления, в том числе представления через результаты анализа.

Если задача $Z(t)$ содержит множество подзадач $\{Z_i(t)\}$, то QA-модель строится для каждой из задач. В этом случае QA-моделирование задачи $Z(t)$ может (в зависимости от цели моделирования) привести к необходимости включить в этот процесс QA-моделирование подчиненных задач. Самой важной из таких

ситуаций является моделирование задачи разработки АИС, для которой введём обозначение $Z^*(t)$. QA-модель этой задачи в виде $QA(Z^*(t)) = S(\{XI(T_i, Sb^1_j, Sb^2_k, t, G_n)\})$ содержит объекты XI всех типов, то есть типов QI, ZI и АК.

QA-модели как и любые другие модели создаются «для извлечения ответов на вложенные в модель вопросы». Более того, модель является очень важной формой представления вопросов, ответы на которые порождаются при её запланированной активизации. В QA-моделях вопросы присутствуют явно в форме «объектов-вопросов» и неявно в формах неопределённостей значений знаков (употребляемых в формулировках вопросов и ответов) и их совокупностей.

Сущность QA-моделирования определяет интерактивное взаимодействие лиц, которым разрешён доступ к модели $QA(Z(t)) = S(\{XI(Ob_i, Sb^1_j, Sb^2_k, t, G_n)\})$, позволяющий:

- Обогащать модель $QA(Z(t))$ дополнительным содержанием путем включения в её состав очередных единиц типа $XI(Ob_i, Sb^1_j, Sb^2_k, t, G^1_n)$, а также за счёт формирования с её помощью (в том числе используя возможности атрибутики G_n): ряда концептуальных моделей задачи $Z(t)$, включая модели на базе языка UML; ряда визуально-интерактивных представлений модели $QA(Z(t))$; ряда преобразований модели $QA(Z(t))$.

- Проводить ряд вариантов анализа состояния модели $QA(Z(t))$, включающий: интерактивную (+ коллективную) инспекцию или экспертизу состояния $QA(Z(t))$ или его фрагментов, направленную на выявление ошибок и дефектов проектных решений, а также их соответствия нормам и образцам; предикативный анализ, нацеленный на установление адекватности модели.

- Использовать результаты анализа состояний модели $QA(Z(t))$ для: установления понимания и взаимопонимания в группе лиц, заинтересованных в разработке АС; извлечения требований и ограничений к разработке; регистрации и использования трассировки в системе проектных решений, позволяющей управлять изменениями в проекте; мониторинга состояния процесса проектирования; контроля за ходом процесса проектирования; управления процессом

проектирования; ряда других положительных эффектов процесса и результата разработки.

К инструментально-технологической среде QA-моделирования можно отнести комплекс RUP. Комплекс RUP предоставляет разработчикам АИС интерактивный доступ к системе моделей опыта проектирования, подготовленного к его использованию в корпоративной сети. К сожалению, в RUP практически отсутствуют средства, обслуживающие рассуждения проектировщиков по ходу проектирования, в то время как рассуждения являются основным средством взаимодействия проектировщиков с опытом и его моделями. Именно по этой причине средства QA-моделирования разработаны так, что они согласованы со средствами RUP. Более того, средства QA-моделирования входят в специализированный инструментально-технологический комплекс, позволяющий реализовать специальный поток работ поддержки «Взаимодействие с опытом», дополнительный к потокам работ RUP. Инструментальная часть, обслуживающая поток работ «Взаимодействие с опытом», реализована [6] в виде клиент серверной версии вопросно-ответного процессора Net WIQA. В основу QA-процессора положена система структур данных и операций, позволяющая материализовать (в корпоративной сети) систему моделей $QA(Z(t))$ для её наиболее общего случая, когда задача $Z(t)$ является задачей разработки АИС. Технологическая поддержка потока «Взаимодействие с опытом» реализована в виде следующих приложений QA-процессора:

- «Концептуальное проектирование АИС» предоставляет согласованную с RUP и стандартом ISO/IEK 12207 схему действий в корпоративной среде. Процесс концептуального проектирования поддерживает система сценариев, в результате исполнения которых, кроме концептуального решения задач проекта АИС, разрабатываются основные диаграммы UML, нормативные проектные документы (12 документов российских стандартов для АИС) и ряд документов RUP (25 документов первых потоков работ «деловое моделирование» и «требования»). Для всех задач, которые обнаруживаются по ходу работы, формируются или используются QA-модели и их исследование.

- «QA-коммуникация и документооборот» обеспечивает (на базе набора типовых задач и их QA-моделей) коммуникативное взаимодействие лиц, вовлечённых в разработку АС, в формах «специализированной почтовой связи», «обсуждения» (в версиях «совещание», «дискуссия» и «полемика»), «ревизии» («инспекция» и «экспертиза»), «оценивания» и «мозгового штурма». В этом приложении предусмотрены возможности работы с коммуникативными объектами типа «документ».

- «Формирование базы опыта проектной организации», позволяющего извлекать из QA-базы образцы проектных решений, включая образцы задач и их QA-моделей, и включать их в общую QA-базу разработок проектной организации.

- «Обучающее сопровождение», в котором для любой задачи разработки АИС можно создать копию задачи для целей обучения. Обучаемому предоставляется возможность по QA-модели задачи разобраться с тем, как реально происходило её решение. Контроль освоения изученного материала производится в формах сравнения (по QA-моделям) исходного решения задачи с попытками решений обучаемого.

Средства QA-моделирования подтвердили свою практическую полезность в разработках ряда АИС, включающего «Автоматизированную систему управления университетскими процессами на базе средств массового обслуживания», «Комплекс средств автоматизации специального назначения» и «Автоматизированная система управления перевозкой грузов». Последняя версия процессора Net WIQA, предоставляющая доступ к ресурсам через WEB-оболочку, а также все приложения QA-моделирования были также разработаны с использованием идей и средств, представленных выше.

Список использованной литературы

1. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению: унифицированный подход. М.: Вильямс, 2002.
2. Burger J. et al. "Issues, Tasks and Program Structures to Roadmap Research in Question & Answering (Q&A)". NIST, p. 36, 2001.

3. Kroll P. and Kruchten Ph., The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioners Guide to the RUP, Addison-Wesley, 2003.
4. Potts C., Takahashi K. Anton A. "Inquiry-based Requirements Analysis" // IEEE Software, 11(2), 1994, pp 21-32.
5. Reiff R., Harwood W., Phillipson T. "A Scientific Method Based Upon Research Scientists' Conceptions of Scientific Inquiry, Session" // Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, 2002, pp. 546–556.
6. Sosnin P. "Question-Answer Processor for Cooperative Work in Human-Computer Environment" // Proceeding of the 2d International IEEE conference Intelligent System 2004, pp. 452-456.

**Современные тенденции в подходе к организации охраны объектов
уголовно-исполнительной системы**

Скрыль С.В., Исаев О.В.

Воронежский институт ФСИН России (Россия, г. Воронеж)

В соответствии с реализацией Концепции развития уголовно-исполнительной системы (УИС) Российской Федерации до 2020 года, предполагается создание системы противодействия преступному поведению осужденных на основе применения современных инженерно-технических средств охраны и надзора, новых технологий и подходов к организации безопасности объектов УИС.

Модернизация инженерно-технического оснащения исправительных учреждений, следственных изоляторов и объектов специальных подразделений по конвоированию – это целенаправленные организационно-практические мероприятия по оборудованию указанных объектов инженерно-техническими средствами охраны и надзора (ИТСОН), разработанными на основе инновационных технологий и имеющими качественно новые, улучшенные характеристики [1].

Непременным условием проведения мероприятий модернизации является наличие единой технической политики в части инженерно-технического оборудования объектов УИС.

Основными принципами единой технической политики в УИС являются:

- наличие системы инженерно-технического обеспечения учреждений и органов УИС;
- наличие нормативно закреплённых перечня ИТСОН, единых технических стандартов и требований по оснащению ими учреждений и объектов УИС;
- унификация ИТСОН, возможность использования их как для обеспечения охраны объектов, так и надзора за осужденными, подозреваемыми и обвиняемыми, режимных требований;

- приобретение ИТСОН у предприятий-изготовителей, чья продукция в полном объеме отвечает техническим требованиям и стандартам, принятым в УИС;

- максимальное использование производственного потенциала УИС в вопросах изготовления ИТСОН.

Модернизация предполагает:

- Совершенствование инженерно-технического оборудования запретных зон действующих объектов.

- Реконструкцию комплексов ИТСОН запретных зон вновь строящихся подвергающихся перепрофилированию учреждений.

- Внедрение современных технических комплексов обеспечения безопасности объектов.

- Обновление и укомплектование до норм штатной положенности парка специальных автомобилей для перевозки осужденных исправительных учреждений, следственных изоляторов и специальных подразделений по конвоированию.

Рассмотрим перспективные направления в организации охраны объектов УИС на основе анализа современных подходов к интегрированным системам безопасности (ИСБ), как базового элемента реализации охранных функций.

ИСБ – совокупность технических средств, предназначенных для построения систем **охранной, пожарной** сигнализации и оповещения, управления противопожарной автоматикой, контроля и управления **доступом** и систем **телевизионного** наблюдения, которые обладают технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью [2].

Архитектура и особенности аппаратно-программной среды ИСБ предоставляют оператору возможность получения полной, достоверной и оперативной информации о состоянии охранных подсистем, а также возможности самостоятельного определения необходимого набора функций системы и быстрого адаптирования её к условиям конкретного объекта.

Благодаря модульной структуре аппаратной части системы и функциональной гибкости программного обеспечения, заказчик может выбрать оптимальную для себя конфигурацию интегрированного комплекса, что немаловажно,

при изменении площади охраняемой территории или расширении круга задач по обеспечению функций охраны и надзора за спецконтингентом. Нарастание системы происходит без демонтажа имеющегося оборудования и переоснащения. Все элементы единого комплекса открыты для интеграции со специализированными отраслевыми системами и прикладным программным обеспечением, решающим дополнительные задачи, возложенные на подразделения уголовно-исполнительной системы (рис. 1).

Основными характеристиками современных интегрированных систем безопасности являются:

- регистрация, обработка и передача на центральный пункт наблюдения информации от шлейфов охранной, пожарной, тревожной и периметральной сигнализации;
- высокая помехозащищенность контроллеров;
- сохранение в памяти событий с привязкой ко времени;
- работа по протоколу TCP/IP;
- наличие специальных линий синхронизации для исключения взаимного влияния близкорасположенных считывателей;

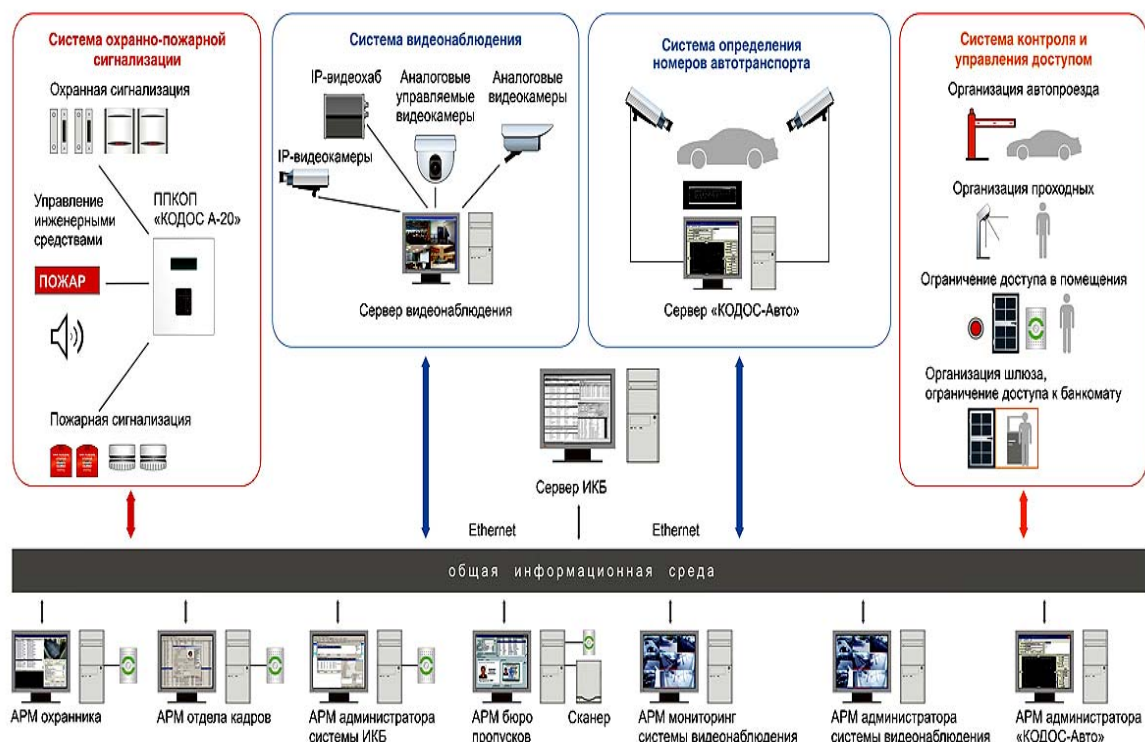


Рис. 1. Структурная схема ИСБ

- неограниченное расстояние от контроллера до центрального компьютера;
- использование любых видов карт и кодоносителей;
- гибкость управления исполнительными устройствами;
- возможность объединения шлейфов и каналов управления в разделы и группы;

- питание адресных блоков системы по линии связи (без дополнительных источников питания);

- контроль большого количества охранных/пожарных шлейфов минимальным количеством приемно-контрольных охранно-пожарных приборов (ППКОП) и т.д.

Функциональные возможности ИСБ:

- круглосуточный контроль и управление доступом на охраняемые объекты;

- контроль охранной и пожарной обстановки в режимных и административных зданиях;

- включение просмотра видеоизображения, вывод окна видео с кнопками записи и воспроизведения;

- возможность полноценной настройки каждой системы, входящей в ИСБ;

- единый архив событий для всех систем, входящим в ИСБ;

- возможность организации правил реакции одной системы на события в другой;

- использование детектора движения системы видеонаблюдения как датчика охранной сигнализации;

- автоматическое отслеживание местонахождения подконтрольных лиц и транспортных средств на охраняемом объекте;

- управление системами жизнеобеспечения (вентиляцией, освещением и т.п.);

- возможность удаленного управления системами комплекса через локальную ведомственную сеть.

При эксплуатации всех систем, оператору необходимы лишь минимальные навыки работы на компьютере. Администраторы системы могут осуществлять контроль и управление объектом, находясь от него за десятки километров, на-

пример, в связке территориальный УФСИН - исправительное учреждение. При этом комплекс фиксирует все происходящие события, включая действия операторов.

Особенностью интегрированных комплексов безопасности является возможность задания правил реагирования системы на те или иные события. К примеру, для системы контроля управления доступом (СКУД) при «считывании запрещенной карты на входе» можно предусмотреть команду «привести в действие исполнительное устройство звукового оповещения» (сирену) системы охранной и пожарной сигнализации (ОПС). А при наличии в системе сервера «Видеосеть» к этому же событию привязать включение видеокамеры для записи. Автоматизированная работа ИСБ позволяет свести влияние человеческого фактора к минимуму.

Каждая из подсистем интегрированного комплекса безопасности и даже отдельные его элементы способны работать в автономном режиме, что повышает надежность ИСБ в целом.

Программно-аппаратная интеграция и единая информационная среда с внешними приложениями позволяют не только обеспечить безопасность объекта охраны, но и повысить эффективность эксплуатации всех систем.

Опыт применения на объектах УИС указанных систем свидетельствует об их эффективности в части выявления и предупреждения угроз, связанных с незаконными действиями осужденных, подозреваемых и обвиняемых. Внедрение данных систем позволяет обеспечивать постоянный контроль поведения осужденных, подозреваемых и обвиняемых, качества выполнения задач персоналом учреждений.

Список использованной литературы

1. Приказ Министерства Юстиции Российской Федерации № 279 от 04.09.2006 г. «Об утверждении Наставления по оборудованию инженерно-техническими средствами охраны и надзора объектов уголовно-исполнительной системы».

2. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 496 с.

Многокритериальная оценка варианта выполнения задачи

Толмачева В.Д., Беавоги С.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Рассматривается задача «Многокритериальной оценки варианта выполнения задачи» предназначенная для выбора лицом, принимающим решение (ЛПР) по установленным критериям из сформированных нескольких возможных вариантов выполнения задачи (ВВЗ), наилучшего варианта действий [1].

В процессе выработки решения ЛПР формирует несколько возможных вариантов выполнения задачи. Возможные ВВЗ формируются на основе замысла ЛПР, они детализируются подчиненными, оптимизируются и количественно оцениваются по некоторому интегральному показателю, характеризующему эффективность выполнения задачи в целом.

В качестве критериев используются те, которые позволяют правильно оценивать ВВЗ, имеют количественную меру, получаемую по результатам моделирования информационной системы [2].

Наиболее простой подход при выборе СУБД основан на оценке того, в какой мере существующие системы удовлетворяют основным требованиям проекта информационной системы. Более сложным и дорогостоящим вариантом является создание испытательного проекта на основе нескольких СУБД и последующий выбор наиболее подходящей. Но и в этом случае следует ограничивать круг возможных систем, опираясь на некие критерии отбора.

Перечень требований к СУБД может меняться в зависимости от поставленных целей. Тем не менее, можно выделить несколько групп критериев: производительность, надежность, особенности разработки приложений, контроль работы системы, требования к рабочей среде, особенности архитектуры и функциональные возможности, моделирование данных, смешанные критерии [3].

Завершающим этапом формирования ВВЗ является определение обобщенных критериев оценки его эффективности. После получения нескольких ВВЗ

выполняется их сравнительная оценка, а затем они ранжируются по критерию оптимальности [2].

Методика решения данной задачи состоит в следующем, имеется некоторое конечное множество ВВЗ:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_k), \quad (1)$$

последствия которых оцениваются множеством частных (локальных) критериев эффективности, образующих векторный критерий эффективности:

$$F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)). \quad (2)$$

В качестве исходной информации выступает матрица эффективности:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_1 & x_2 & \dots & x_i & \dots & x_k \end{matrix} \\ \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ \dots \\ f_i \\ \dots \\ f_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1i} & \dots & f_{1k} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2i} & \dots & f_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{i1} & f_{i2} & \dots & f_{ii} & \dots & f_{ik} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mi} & \dots & f_{mk} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad (3)$$

содержащая все ВВЗ и оценки их эффективности по всем критериям.

Выбор оптимального ВВЗ на множестве критериев формально сводится к отысканию оператора φ , который каждому вектору $F(x_i)$ (столбцу в матрице эффективности A) ставит в соответствие действительное число $E_i = \varphi(F(x_i))$, оценивающее его эффективность и степень предпочтительности.

Расчет формирования матрицы эффективности A осуществляется по специальным методикам расчетов. Обработка матрицы эффективности A с целью получения оптимального ВВЗ осуществляется в три этапа.

Первый этап предполагает унификацию и нормализацию матрицы A . Унификация требует от каждого частного критерия либо максимизации, либо минимизации. Само по себе это требование не является концептуальным, но целенаправленное выполнение над частными критериями монотонных преобразований позволяет решить проблему принципиального характера - проблему нормализации матрицы A с помощью нормативов.

Следовательно, в результате реализации первого этапа от матрицы эффективности A можно перейти к стратегически эквивалентной матрице. Правомоч-

ность такого перехода обусловлена тем, что в задачах многокритериального выбора главную роль играет не вектор критериев, а порождаемые (индуцированные) им бинарные отношения эквивалентности и строгого предпочтения. Эти отношения остаются инвариантными, а работа с стратегически эквивалентной матрицей в вычислительном отношении упрощается.

Второй этап предполагает редукцию (упрощение) стратегически эквивалентной матрицы за счет отбраковки заведомо невыгодных (не конкурентно способных) ВВЗ по принципу Парето: из двух вариантов остается тот, который лучше хотя бы по одному критерию. В результате такой отбраковки получим компромиссную матрицу A^K , которая в общем случае имеет меньшую размерность по столбцам.

Третий этап предполагает обработку компромиссной матрицы A^K с целью выделения в ней оптимального ВВЗ при заданном отношении предпочтения на множестве критериев в виде вектора приоритетов:

$$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m). \quad (4)$$

При этом вектор приоритетов частных критериев эффективности задается волевым актом ЛПР.

Определение оптимального ВВЗ x^0 в случае минимизации и максимизации частных критериев эффективности осуществляется по следующим формулам соответственно:

$$x^0 = \arg \min_{i=1, q} \left\{ \max_{l=1, q} \lambda_e f_e(x) \right\}; q \leq k \quad (5)$$

$$x^0 = \arg \max_{i=1, q} \left\{ \min_{l=1, m} \lambda_e f_e(x) \right\}; q \leq k$$

где $\lambda_e > 0$, $\sum_{l=1}^m \lambda_e = 1$.

Приведенные соотношения могут быть применены и к стратегически эквивалентной матрице. При этом необходимо учитывать, что в случае получения не одного ВВЗ, необходимо эти варианты проверить на паретооптимальность.

Данная задача должна решаться при каждом выборе рационального варианта действий [4].

Программная реализация данной задачи должна быть построена таким образом, чтобы связь между комплексами осуществлялась бы посредством использования единой информационной базы данных, из которой на ее вход поступала бы информация, необходимая для ее решения. Связующую роль в комплексе играет управляющий модуль, который осуществляет увязку комплекса задач по управлению в соответствии с логикой расчетов, принятых в задаче [5].

При решении задачи оператор выполняет следующие действия:

- запуск задачи на решение;
- ввод значений частных критериев непосредственно или из базы данных;
- запуск на решение;
- считывание результатов решения и их анализ;
- завершение работы задачи.

Функциями задачи являются:

- интерпретация действий оператора;
- блокировка непредусмотренных действий оператора;
- выборка информации из баз данных;
- выполнение вычислений в соответствии с реализованными алгоритмами;
- выдача сообщений;
- вывод результатов решения.

Задача должна решаться во всех случаях, когда есть альтернативы ВВЗ.

Список использованной литературы

1. Заряев, А.В. Модели выбора в задачах многокритериальной оптимизации / А.В. Заряев, С.В. Белокуров // Применение информационных технологий для решения прикладных задач: межвузовский сборник. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2002. – С. 9–13.
2. Модели выбора недоминируемых вариантов в численных схемах многокритериальной оптимизации / С.В. Белокуров и др.. – Воронеж: Научная книга, 2005. – 199 с.

3. Андреев, А.М. Выбор СУБД для построения информационных систем корпоративного уровня на основе объектной парадигмы / А.М. Андреев, Д.В. Березкин, Ю.А. Кантонистов // СУБД. – 1998. – № 4-5. – М.: Открытые системы.

4. Дилигенский, Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004.

5. Алексеев, А.В. Технология квалиметрической ранговой оптимизации проектных и управленческих решений / А.В. Алексеев // Труды Международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах (МА БР-2007)». – СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2007.

**Показатели частных характеристик живучести
сетевых информационных структур**

Уколов Д.С., Елисеев А.И., Филатов Д.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В настоящее время происходит интенсивное развитие и совершенствование информационных систем и процессов, проводящее к усложнению сетевых информационных структур (СИС). Массовое использование СИС потребовало решения вопросов повышения качества их функционирования на каждом этапе жизненного цикла. К показателям качества функционирования относят пропускную способность, время реакции, показатели качества обслуживания (Quality of Service, QoS), оговоренные в соглашении об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA) и др. [1].

Одним из важнейших факторов, определяющих качество функционирования СИС, является способность СИС выполнять свои основные функции, несмотря на полученные повреждения [2–4]. Живучесть СИС есть комплексное свойство СИС сохранять и восстанавливать выполнение основных функций в заданном объёме и на протяжении заданного времени в случае изменения структуры системы и/или алгоритмов и условий её функционирования вследствие негативных внешних воздействий (НВВ).

Рассмотрим варианты процесса функционирования СИС в условиях влияния НВВ:

1. Пусть НВВ воздействуют на СИС, но не оказывают деструктивного воздействия, так как система им активно противодействует.
2. НВВ произвели деструктивное воздействие на СИС, но система продолжает выполнение требуемых от неё функций, не выходя за рамки расчётных условий функционирования.

3. Действия НВВ нанесли повреждения СИС, характеристики функционирования которой вышли за пределы расчётных условий, однако система адаптировалась к возникшим условиям и минимизировала результат полученных повреждений.

4. Действия НВВ нанесли повреждения СИС, характеристики функционирования которой вышли за пределы расчётных условий, механизмы адаптации СИС не привели к минимизации результатов повреждений, система восстановлена за счет имеющихся в её составе ресурсов.

Исходя из возможных вариантов развития событий после действий НВВ предложена следующая структура характеристик живучести (рис. 1). Часть характеристик живучести СИС (неуязвимость, восстанавливаемость, стойкость, отказоустойчивость и временная избыточность) можно оценить количественно. Однако, такие характеристики как непоражаемость, адаптивность и ремонтпригодность, которые выделены штриховкой на рисунке, оценить количественно достаточно затруднительно [5, 6]. Предлагаем использовать, ранее не применяемые в теории живучести СИС, термины непоражаемость и неуязвимость, которые, однако, успешно применяются в теории живучести военной техники [7]. Количественная оценка непоражаемости СИС затруднительна, поэтому предлагаем оценивать данный показатель качественно. *Непоражаемость* в значительной степени зависит от технических характеристик СИС. Для этого в СИС должны быть включены средства распознавания и противодействия НВВ. Показатель *неуязвимости* СИС оценивается как вероятность выполнения основных функций системы после воздействия на неё НВВ и нерасчетных условий эксплуатации. Свойство *адаптивности* СИС обеспечивается наличием внутри структуры интеллектуальных механизмов реконфигурации. *Ремонтпригодность* системы в условиях, созданных действием НВВ, основывается на имеющихся в её составе средствах диагностического обеспечения и восстановления. Определения ремонтпригодности, восстанавливаемости и временной избыточности даны в ГОСТ Р 27.002–2009, адаптивности – в ГОСТ 34.003–1990.



Рис. 1. Структурная модель характеристик живучести

Для исследования свойств СИС противостоять деструктивным последствиям разрушений узлов или связей чаще всего используются графовые модели. Объектами в этих исследованиях являются связные неориентированные графы СИС с равновзвешенными ребрами без кратных ребер и без петель. При этом вершины графа СИС сопоставлены конструктивно и функционально самостоятельным ее модулям, а дуги определяют интерфейс между этими модулями. Действия НВВ, приводящие к разрушению элементов СИС, моделируются изъятием соответствующих элементов графа (вершин или дуг).

СИС выполняет множество функций $F = \{F_i\}$, определяющих её функциональную целостность, и состоит из подсистем S_i , предназначенных для реализации соответствующих функций $F_i \subseteq F$, $S = \bigcup_1^m S_i, |F| = m$.

Дополним описание подсистемы $S_i = G_i(V_i, E_i)$ предикатом адекватности η_i , определяющим условия адекватности этого подграфа требованиям, предъявляемым к подсистеме. Предикат η_i определяет формальные условия сохранения системой (подсистемой) структуры, достаточной для реализации (с требуемым качеством) в ней функции $F_i \subseteq F$, несмотря на возникающие в процессе эксплуатации системы (подсистемы) разрушения ее элементов вследствие НВВ.

Модель изолированной подсистемы S_i в СИС представим в виде $G_i(V_i, E_i, \eta_i)$, а модель этой подсистемы в составе $S - G_i(V, E, \eta_i)$, путем введения в их описания предиката адекватности η_i . Предикат адекватности $H = \bigcap \eta_i$ графа G предъявляемым к этому графу требованиям задаётся множествами функций или логических отношений, определяющими подграфы этого графа, которые отвечают заданным условиям. Предикат адекватности H заданный множеством $\{\eta_i\}$ системы S описывает обобщенные для системы условия работоспособности. Предикат адекватности задан необходимыми коммуникационными характеристиками графа СИС, например, наличием гамильтонового цикла и цепи, связностью, регулярностью и т.д.

Предикат η_i связывает подмножества вершин $V_i^{l_v} \subseteq V_i, |\{V_i^{l_v}\}| = C_{N_i}^{l_v}, l_v \leq N_i$ и рёбер $E_i^{l_E} \subseteq E_i, |\{E_i^{l_E}\}| = C_{q_i}^{l_E}, l_E \leq q_i$ с возможностью или невозможностью реализации функции $F_i \subseteq F$ на подсистемах $S_i^{l_v}$ или $S_i^{l_E}$, представленных графами из множеств $\{G_i(V_i^{l_v}, E_i')\}$ или $\{G_i(V_i, E_i^{l_E})\}$ и получающихся в результате изъятия l_v вершин или l_E рёбер из подсистемы S_i . $N_i = |V_i|$ и $q_i = |E_i|$ – число вершин и рёбер в подсистеме S_i , а $\{V_i^l\}$ и $\{E_i^l\}$ – подмножества вершин и рёбер в подграфе i -той подсистемы, определённых множеством сочетаний $C_{N_i}^{l_v}$ и $C_{q_i}^{l_E}$. $G(V, E, \eta_i)$ определяет множество подграфов исходного графа, адекватных условиям, заданных предикатов η_i .

Свойство вершинной толерантности графа $G(V, E)$ СИС оценивается выражением:

$$\theta\{G(V_l, E'; H)\} = |\{G_l\} \wedge H| / C_N^l, l = \overline{0, N}, \quad (1)$$

где $|\{G(V_l, E')\} \wedge H|$ – число подграфов, адекватных требованиям, заданным предикатом H ; l – число изъятых вершин; C_N^l – общее число подграфов.

Математические модели частных характеристик

№	Характеристика		Математическая модель
1.1	<i>Непоражаемость</i>		
	Непоражаемость функциональной подсистемы СИС S_i		$\theta_{\text{НП}}(\tau) = p(\forall \tau \in [0; t]) \exists G_i(\tau) = (\{G_i^0, G_i^1, \dots, G_i^{N_i}\} \wedge \eta_i),$ $ G_i(\tau) > 0,$ где t – время эксплуатации СИС, τ – произвольно взятый элементарный временной интервал эксплуатации СИС из промежутка от 0 до t, N_i – количественно разрушенных элементов, $G_i(\tau)$ – граф, соответствующий условиям работоспособности предиката η_i.
	Непоражаемость СИС S		$\theta_{\text{НП}}(\tau) = p(\forall \tau \in [0; t]) \exists G(\tau) = (\{G^0, G^1, \dots, G^N\} \wedge H), G(\tau) > 0$ Определить вероятность непоражаемости $\theta_{\text{НП}}(\tau)$ системы на начальных этапах эксплуатации затруднительно. Рекомендуются оценивать данный показатель качественно.
1.2	<i>Неуязвимость</i>		
	1.2.1	Стойкость функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{\text{СТ}}(S_i, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge \eta_i / C_{N_i}^l,$ где $\{G(V_l, E')\}$ – множество сопоставленных системе подграфов с l разрушенными вершинами, η_i – предикат адекватности, определяющий соответствие подграфа условиям работоспособности подсистемы.
		Стойкость СИС S	$\theta_{\text{СТ}}(S, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge H / C_N^l,$ где $H = \bigcap \eta_i$ – предикат адекватности, определяющий соответствие подграфов исходного графа условиям работоспособности СИС.
	1.2.2	Отказоустойчивость функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{\text{ОТ}}(S_i, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge \eta_i / C_{N_i}^l, T_i < T_{i\max}, T \leq T_{\max},$ где T_i – время реализации функции F_i СИС, $T_{i\max}$ – предельное значение времени реализации функции F_i, T – суммарное время реализации всех функций системы, $T_{\max}$ – предельное значение времени реализации всех функций системы

№	Характеристика		Математическая модель
		Отказоустойчивость СИС S	$\theta_{OT}(S, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge H \mid / C_N^l, T = \sum_{i=1}^m T_i \leq T_{i\max}, T \leq T_{\max}$.
1.3	<i>Адаптивность</i>		
			Количественная оценка адаптивности системы $\theta_{ад}(S, l)$ к условиям НВВ затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, рекомендуется оценивать данный показатель качественно.
1.4	<i>Восстанавливаемость</i>		
	1.4.1	Ремонтопригодность	Количественная оценка ремонтпригодности системы $\theta_{PM}(S, l)$ к условиям НВВ затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, рекомендуется оценивать данный показатель качественно.
	1.4.2	Временная избыточность функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{ВН}(S_i, l) = \tau_{i\text{вос}}$, где $\tau_{i\text{вос}}$ – максимально возможное время проведения работ для восстановления работоспособности подсистемы.
		Временная избыточность СИС S	$\theta_{ВН}(S, l) = \tau_{\text{вос}}$, где $\tau_{\text{вос}}$ – максимально возможное время проведения работ для восстановления работоспособности всей системы.

Показатели стойкости, отказоустойчивости основаны на аксиоме неизбежности разрушения узлов и связей. Анализ непоражаемости, адаптивности и ремонтпригодности имеет целью определить ожидаемые в течение эксплуатационного периода параметры конкретной системы, компоненты которой обладают «надёжностными» характеристиками. Так как количественная оценка их затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, данные показатели оцениваются качественно.

Количественная оценка степени деградации функциональных возможностей СИС представляется в виде:

$$S_D = \frac{T_{тек} - T_{нач}}{T_{нач}}, \quad (2)$$

где $T_{нач} = \sum_{i=1}^m T_{i_{нач}}$ – суммарное время реализации всех функций до НВВ;

$T_{тек} = \sum_{i=1}^m T_{i_{тек}}$ – суммарное время

Учёт рассмотренных характеристик в моделях живучести и использование разработанных математических графовых моделей получения значений показателей частных характеристик живучести СИС позволяют увеличить достоверность получаемой оценки в отличие от ранее применяемых методик, которые носили частный характер и имели ограниченное применение в научных и научно-практических задачах.

Список использованной литературы

1. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003.
2. Додонов А.Г., Ландэ Д.В. Живучесть информационных систем. – К.: Наук. думка, 2011. – 256 с.
3. Стекольников Ю.И. Живучесть систем. – СПб.: Политехника, 2002. – 155 с.
4. Синтез и анализ живучести сетевых систем: монография / Ю.Ю. Громов, В.О. Драчёв, К.А. Набатов, О.Г. Иванова – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2007. – 152 с.
5. Громов Ю.Ю., Дидрих В.Е., Иванова О.Г., Минин Ю.В., Громова А.Ю. Управление информационными процессами в условиях неопределенности // Информация и безопасность. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – 2011. – № 2. – С. 233-238.
6. Минин Ю.В., Громова А.Ю., Родин В.В., Хак Д. Лыонг, Ауад М. Управление информационными процессами в системах с использованием качественной информации // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – Воронеж: ООО ИПЦ «Научная книга». – 2011. – № 2. – С. 64-68
7. Анцелович Л.Л. Надёжность, безопасность и живучесть самолёта. – М.: Машиностроение, 1985. – 296 с.

**Возможности интеграции медицинской техники в информационную
систему лечебно-профилактического учреждения**

Фролова М.С.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В современной медицине переход на современные информационные технологии обеспечивает ряд новых возможностей и интеграцию с системами цифровой диагностики [1]. Это улучшает качество сервиса, сокращает время обследования, увеличивает точность диагностики, позволяет проводить удаленные консультации, обследования, анализ и удаленную обработку первичной информации в высокоспециализированных центрах, а также предоставляет возможности длительного хранения информации о пациентах в цифровой форме [2]. В настоящее время отмечается, что применение комплексных медицинских информационных систем (КМИС), позволяющих организовать управление ЛПУ на новом техническом / технологическом уровне, постепенно становится нормой для современных ЛПУ [2]. Используя новые информационные технологии, можно существенно повысить не только качество лечения и уровень медицинских услуг, но и степень эффективности, то есть рентабельности, использования ресурсов [3].

Поэтому сегодня в мире все большее распространение получают медицинские информационные системы (МИС) и КМИС. Эти системы предназначены для автоматизации клинических направлений работы ЛПУ. Они призваны автоматизировать ЛПУ различного профиля и организационных форм, имеющие в своем составе разные медицинские отделения, подразделения и службы, а также такие подразделения, как склад, хозяйственная служба, служба питания, инженерно-техническая служба, служба материально-технического снабжения и т.д. Работа МИС основана на внедрении электронного документооборота [4]. Обычно КМИС состоит из интегрируемых медицинских систем, имеющих возможность как автономной работы, так и работы в составе комплекса. МИС призвана автоматизировать работу отдельного подразделения ЛПУ.

Реальная эффективность МИС в здравоохранении исследуется многими учеными. Было доказано, что электронные карты пациентов повысили эффективность лечения пациентов с заболеваниями почек [5, 6]. Обнародовано, что чистая прибыль при применении электронной карты пациента в США в течение пяти лет составила 16 400 долларов у каждого поставщика услуги [7]. Прибыль была достигнута благодаря снижению затрат на лекарственные средства, оптимизации радиологических данных, более эффективной организации расходов, снижению ошибок при составлении счетов-фактур [8]. Согласно исследованию, проведенному на базе Министерства по делам Ветеранов США, внедрение электронной карты пациента увеличило эффективность работы на 6% [9]. Таким образом, электронные карты пациента и МИС помогают во внедрении и использовании других технологий в здравоохранении – распределении лекарственных средств, работе с МИ, наблюдением за состоянием пациента. МИС способны повысить эффективность работы как ЛПУ, так и улучшить здоровье пациента. Цель разработчиков МИС – создание системы, способной сделать работу ЛПУ максимальной эффективной.

Число внедрений и среднее количество пользователей МИС растет с каждым годом, поэтому при выборе изделия медицинской техники (ИМТ) необходимо учитывать, сможет ли это ИМТ быть совместимо и интегрировано в МИС. Интеграция различных систем всегда была предметом изучения во время развития информатизации в здравоохранении [10].

Как и в мире, в России все большее распространение получают МИС и КМИС. Для российских условий компьютеризация здравоохранения, реализация программ типа e-health, создание компьютеризованных медицинских систем, сетей, банков данных, внедрение телемедицины и специализированных центров обработки также является весьма актуальным, в особенности учитывая географические размеры территории [2].

Рассмотрим структуру КМИС на примере подобных систем, распространенных в нашей стране. Радиологическая информационная система (РИС) – один из таких компонент КМИС. РИС обеспечивает информационную поддержку процессов, связанных с работой диагностических центров, отделений лучевой диагностики, других отделений, использующих диагностическое обо-

рудование. Эта система предназначена для автоматизация работы диагностических кабинетов, работающих с медицинскими изображениями, полученными с помощью различных медицинских визуализирующих устройств – ультразвуковых аппаратов, цифровых рентгеновских аппаратов, рентгеновских компьютерных томографов, магнитно-резонансных томографов, позитронно-эмиссионных томографов и др. РИС обеспечивает автоматизацию процесса ввода, обработки, хранения и передачи по каналам связи данных, полученных в результате исследований (диагностических изображений, протоколов исследований).

Включение РИС в состав МИС позволяет: передавать диагностические изображения, полученные от диагностических ИМТ в электронную медицинскую карту; обеспечивать дистанционный доступ нескольких специалистов к одному и тому же медицинскому изображению, что бывает важно, например, при подготовке к консилиуму; обеспечивать электронную передачу медицинских изображений из одной медицинской организации в другую, к примеру, для проведения консультаций; выполнять сложную компьютерную обработку, значительно улучшающую возможность постановки диагноза и принятия решений о лечении пациента; архивировать визуальную информацию, поступающую с различных типов диагностического оборудования и др.

Обычно РИС включает в себя PACS-систему, DICOM-сервер, рабочие станции для интерпретации и анализа изображения и позволяет подключать различное диагностическое оборудование.

Анализ большинства существующих РИС в России показал, что для функционирования РИС диагностические изображения могут быть получены с различного диагностического оборудования, работающего по стандарту DICOM v3.0. При передаче по протоколу DICOM сохраняется вся информация об условиях и режимах получения изображения, характеристиках диагностического аппарата, данные о пациенте и обследовании и т.п. В этом случае параметры изображений – размеры кадров, масштаб, разрядность представления пиксельных данных – определяются аппаратом-источником, соответствующим образом сохраняются в базе данных и отображаются на экране монитора. Архивированные данные могут быть загружены в дальнейшем сторонними диагностическими станциями по протоколу DICOM v3.0.

Программы РИС функционируют обычно как с графическими изображениями отдельных диагностических приборов, так и на уровне централизованного DICOM хранилища, что позволяет врачам, находящимся как в радиологическом отделении, так и в клинических отделениях работать с одними и теми же графическими изображениями.

Аналогичный подход находит применение и в цифровой маммографии (FFDM – Full Field Digital Mammography), где изображения имеют, как правило, большой размер и требуют дополнительной обработки [2].

Для наиболее эффективного функционирования РИС подключаемое диагностическое оборудование, установленное в ЛПУ, должно поддерживать протокол DICOM v3.0. Использование DICOM-совместимого оборудования и медицинской информационной системы значительно уменьшает время подготовки и проведения медицинских исследований, управления изображениями и сопутствующей информацией [11]. Интеграция ИМТ в РИС (МИС) будет оптимальна, если ИМТ имеют поддержку стандарта DICOM.

Помимо РИС, одной из наиболее разработанных и широко используемых МИС является лабораторная информационная система (ЛИС). ЛИС – это информационная управляющая система, созданная специально для автоматизации деятельности лаборатории [12]. За рубежом этот термин называется аналогично – Laboratory Information System (LIS). Практически любое современное ЛПУ включает в себя клинко-диагностическую лабораторию, где выполняются общеклинические, гематологические, биохимические анализы, ИФА, исследования гемостаза [11]. Доля лабораторных показателей во всем потоке диагностической информации, используемой клиницистом, достигает 11% [13, 14], и от качества работы лаборатории во многом зависит поставленный диагноз и методика лечения пациента. Основное назначение ЛИС – это автоматизация труда сотрудников лаборатории, повышение эффективности организации работы лаборатории, сокращение числа ошибок и ручных операций [15].

ЛИС призвана обеспечить прием назначений на лабораторные исследования и информации о пациенте, проведение исследований, контроль качества исследований, верификацию результатов лабораторных тестов врачом клинической лабораторной диагностики и др. Подключение автоматических лабораторных анализаторов – это важнейшая черта ЛИС, привлекающая заказчиков [15].

Основу лабораторной подсистемы составляет комплекс специального программного обеспечения: бланк лабораторного обследования, модуль заказа, лабораторная информационная система, встроенный модуль контроля качества, драйверы лабораторных анализаторов и т.д. Информация из лабораторной информационной системы (например, результат исследования после его подтверждения) может быть перенесена в электронную карту пациента.

Эффективное функционирование ЛИС зависит от возможности подключения лабораторных анализаторов. В контексте автоматизации технологического процесса лаборатории подключение анализаторов – наиболее важная цель автоматизации и составляет 50% от всей задачи автоматизации технологического процесса лаборатории [16]. Поэтому рассмотрим вопрос подключения медицинских лабораторных анализаторов к МИС более подробно.

Ранее считалось, что задача интеграции ЛИС и ИМТ решается при наличии драйвера для анализатора. Драйвер — компьютерная программа, с помощью которой другая программа (в данном случае ЛИС) получает доступ к аппаратному обеспечению другого устройства [17]. Но базирование на «драйвер-решениях» имеет свои недостатки. Данные, которые выдаются прибором, часто являются не окончательным результатом, перед передачей этих данных в ЛИС над ними должно быть произведено большое разнообразие операций. Например, перед передачей в систему результаты должны быть округлены, скомбинированы или откорректированы исходя из факторов растворимости вещества. В таком случае, должен был быть создан драйвер, способный на определенные вычисления. Причиной другой проблемы является то, что лаборатории используют свое оборудование многими различными способами. В свою очередь, различные конфигурации анализатора могут привести к данным, выдаваемым в различном формате. Обычный драйвер, который написан для анализатора, сконфигурированного по умолчанию, может не работать с анализатором, настройки которого пусть даже немного отличаются от первого [17].

Когда учтены все эти вариации, то становится очевидно, что базирование на «драйвер-решениях» ведет к бесконечному числу драйверов, каждый из которых написан для определенной конфигурации определенного анализатора и определенных задач [17].

Производители ЛИС постоянно совершенствуют возможности подключения различных лабораторных анализаторов к системе. Например, подключение лабораторных анализаторов к уже рассмотренной системе Altey Laboratory основано на специальной технологии (более 250 драйверов), которая позволяет подключать практически любые приборы ведущих мировых производителей: Abbott, Roche, Bio-Rad, Olympus, Dade, Tecan, Labsystems и т.д. [15].

При выборе оптимального лабораторного анализатора конкретному ЛПУ необходимо иметь в виду, какая ЛИС установлена в лаборатории. Для минимизации сложностей при интеграции лабораторного анализатора в ЛИС решение о закупке, должно, в том числе, основываться на анализе имеющихся драйверов ЛИС.

Многие поставщики декларируют в рекламных материалах то, что «интеграция с ЛИС» является одной из возможностей их оборудования. К сожалению, это большая редкость, чтобы программное обеспечение анализатора обеспечивало истинный интеграционный интерфейс для ЛИС [17].

Ответом на такое требование может стать создание партнерской программы для производителей лабораторного оборудования. Программа такого рода должна предоставлять производителям возможность простого способа для поставки интеграционного решения как части их комплексного решения для лабораторий [17].

Примером такой системы является PSM-AКЛ – это программный комплекс, который состоит из лабораторной информационной системы PSM (Process Systems Manager) производства компании «Roche Diagnostics Ltd (Германия) и системы оперативного управления лабораторией «Акросс. Клиническая лаборатория» (АКЛ), реализованной на базе платформы 1С, производства фирмы «Акросс Инжиниринг» (Москва). Данная ЛИС является наиболее привлекательной для лабораторий, оснащенных преимущественно анализаторами Рош, поскольку они бесплатно подключаются к PSM-AКЛ. PSM-AКЛ позволяет использовать функции двухстороннего обмена данными между ЛИС и анализаторами. При подключении к ЛИС анализаторы работают уже не как отдельные станции, а как единый комплекс, автоматически управляемый по заранее настраиваемым наиболее эффективным алгоритмам [15].

Чем больше производителей ИМТ примет данную технологию, тем ближе к истине будут их утверждения касательно легкой интеграции их оборудования с ЛИС [17].

Как отмечено выше, создание множества драйверов для подключения ИМТ не является идеальным вариантом, так как в РФ активно применяется несколько сотен разновидностей медицинских лабораторных анализаторов. Каждый производитель поддерживает свой протокол взаимодействия анализаторов с информационными системами [16]. Сегодня производители ЛИС создают программы и интеграционные интерфейсы, унифицирующие взаимодействие информационной системы с разными типами оборудования.

Интерфейсы «ИМТ — ЛИС» развились до уровня, на котором могут рассматриваться как инструменты для управления данными, а не просто механизмы передачи данных [17]. На сегодняшний день интеграционные интерфейсы должны обладать функционалом, позволяющим получать типовые рабочие списки из ЛИС, создавать из них последовательности для систем обработки данных анализатора, оценивать и проверять типовые результаты анализов и затем надежно передавать данные в ЛИС [17]. Все это должно достигаться в среде, которая позволяет лабораториям удовлетворять нормативным регулирующим требованиям, гарантирующим безопасность и точность передаваемых данных. Более того, данные интерфейсы должны не только удовлетворять вышеперечисленным требованиям, но и быть более легкими в использовании [17].

Для оптимальной интеграции в МИС ИМТ должны обладать возможностью подключения к сети Интернет, а также иметь интерфейс для работы с ПК.

При разработке и интеграции в ЛПУ МИС и КМИС, а также при выборе медицинской техники с учетом этой интеграции необходимо уделять внимание защите медицинской информации. Это проблема особенно важна, так как «большая сложность и специфика интегрированных медицинских систем обуславливает соответствующую сложность вопросов безопасности» [2]. В МИС проблемы безопасности рассматриваются специфически: с одной стороны, необходимо соблюдать врачебную тайну, с другой данные пациента могут использоваться в статистике, анализе и при проведении различных исследований [2]. Интегрируемая в МИС медицинская техника не должна противоречить ме-

ханизму, применяемому для создания безопасности медицинской информации в конкретной МИС.

Таким образом, прогресс медицинских и информационных технологий, потребности общества и законодательные новации являются основой для разработки и интеграции систем электронного здравоохранения [2]. Так как количество МИС в России будет только увеличиваться, надо учитывать, как ИМТ могут быть интегрированы в информационную систему. Такие проблемы, как безопасность данных, соответствие регулирующим законам, необходимость эффективно управлять большими объемами данных, желание уменьшить нагрузку на персонал, добавляют дополнительные уровни сложности к процессу интеграции.

В большинстве случаев игнорирование требований по интеграции МИС ИМТ во время этапов выбора и внедрения приводит к ошибкам в осуществлении и внедрении конкретного проекта. Когда проект подходит к интеграционной части, то эти ошибки приходится исправлять или через изменение самой МИС и КМИС или создавая более сложные интерфейсы. Понимание требований и вариантов интеграции ИМТ и информационной системы в начале проекта по техническому оснащению упрощает интеграцию ИМТ с МИС и повышает вероятность того, что ЛПУ получит максимальную выгоду, эффективно управляя передачей данных между ИМТ и МИС [17].

Список использованной литературы

1. Дабагов А. Р. Цифровая радиология и диагностика. Достижения и перспективы // Журнал радиоэлектроники. – М.: Электронное издание ИРЭ РАН, 2009. – Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/may09/2/text.pdf>. ISSN 1615-1719.
2. Дабагов А.Р. Информатизация здравоохранения и некоторые проблемы построения интегрированных информационных систем. Журнал радиоэлектроники. – М.: Электронное издание ИРЭ РАН, 2011. № 9 – Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/sep11/2/text.html>.
3. Cnews. ИТ в медицине. Cnews-Аналитика, 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnews.ru/reviews/free/publichealth/article/profitability.shtml>.

4. Фролова М.С. Проблемы комплексного технического оснащения лечебно-профилактических учреждений. // Вестник ТГТУ. 2012. Т. 18. [Электронный документ] – Режим доступа: http://vestnik.tstu.ru/rus/t_18/pdf/18_4_010.pdf.
5. Pollak VE, Lorch JA: Effect of electronic patient record use on mortality in End Stage Renal Disease, a model chronic disease: retrospective analysis of 9 years of prospectively collected data. *BMC Med Inform Decis Mak* 2007, 7:38.
6. Rind DM, Safran C, Phillips RS, Wang Q, Calkins DR, Delbanco TL, Bleich HL, Slack WV: Effect of computer-based alerts on the treatment and outcomes of hospitalized patients. *Arch Intern Med* 1994, 154:1511-1517.
7. Wang SJ, Middleton B, Prosser LA, Bardon CG, Spurr CD, Carchidi PJ, Kittler AF, Goldszer RC, Fairchild DG, Sussman AJ, et al.: A cost-benefit analysis of electronic medical records in primary care. *Am J Med* 2003, 114:397-403.
8. Gari D Clifford, Joaquin A Blaya, Rachel Hall-Clifford, Hamish SF Fraser. Medical information systems: A foundation for healthcare technologies in developing countries. *BioMedical Engineering OnLine*, 2008 // www.biomedical-engineering-online.com/content/7/1/18.
9. Evans D, Nichol W, Perlin J: Effect of the implementation of an enterprise-wide Electronic Health Record on productivity in the Veterans Health Administration. *Health Economics: Policy and Law* 2006, 1:163-169.
10. Weiping Wang, Mingming Wang; Shijun Zhu Healthcare information system integration: a service oriented approach. *Services Systems and Services Management*, 2005. Proceedings of ICSSSM '05. 2005 International Conference on. Page(s):1475 – 1480 Vol. 2.
11. Сайт МЕДИАЛОГ. Медицинская информационная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pmttech.ru/?tree_id=69#dicom.
12. Назаренко Г.И., Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е. Медицинские информационные системы: теория и практика / Под ред. Г. И. Назаренко, Г.С. Осипова – М.: Физматлит, 2005. – 320 с.
13. Мошкин А. В., Долгов В. В. Обеспечение качества в клинической лабораторной диагностике. – М., 2004. – С. 4-13.

14. Отставнов Г.Ю. Лабораторные информационные системы – цели установки, основные функции, проблемы выбора и внедрения. Справочник заведующего КДЛ. – 2006. – № 1. – С. 29.

15. Сайт КМИС. Комплексные медицинские информационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kmis.ru/site.nsf/pages/publ_2008_lis.htm.

16. Сайт Altey Laboratory. Информационные системы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.altey.ru/index.php/products/dm.html>.

17. Гулиев А.Я. Перспективы механизмов интеграции лабораторных информационных систем и медицинского оборудования // Программные системы: теория и приложения. – Переславль-Залесский, 2009.

**Методы использования распределенных систем для поиска
оптимального пути в нечетких графах**

Хорохорин М.А., Долгов А.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В настоящее время существует проблема решения задачи оценки живучести локальных вычислительных сетей. Согласно определению [1], локальная вычислительная сеть (ЛВС) – это вычислительная сеть, поддерживающая в пределах ограниченной территории один или несколько высокоскоростных каналов передачи цифровой информации, предоставляемых подключаемым устройствам для кратковременного монопольного использования. В данной области особенно важным является обеспечение устойчивости функционирования и целостности информации при передаче данных по каналам связи [1], что является крайне актуальной проблемой для государственных органов власти, территориально распределенных по всей стране и которым необходимо постоянно обеспечивать своевременную доступность информации и информационных ресурсов отдельных документов и отдельных массивов документов, документов и массивов документов в информационных системах [1]).

ЛВС представляет собой многоуровневую иерархическую структуру, включающую в себя множество узлов, связанных между собою определенным образом. Такой конструкции присуще свойство уязвимости [2]. Применительно к ЛВС живучесть – это способность системы выполнять основные функции во время атак, повреждений и аварийных ситуаций.

Для наглядного изображения небольших сетей удобным способом является их представление в виде графа (рис. 1).

Многие графовые задачи обладают большой вычислительной сложностью, и эта сложность резко увеличивается с увеличением числа вершин графа. Решение таких задач на машине пользователя, представляется крайне не эффективной, по причине их длительного выполнения.

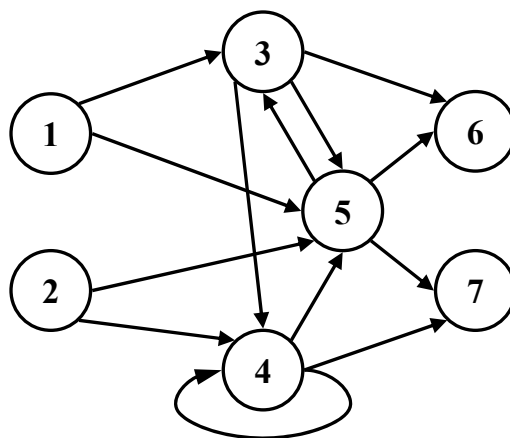


Рис. 1. Пример сети

Учитывая, что задачи анализа и синтеза сетевых структур средней и большой размерности являются NP-сложными, а для их решения часто приходится строить отдельную модель, объемы затрачиваемого на расчеты времени, различных физических ресурсов могут быть велики и возникает задачи оценки полученных моделей с точки зрения их живучести. В четком графе под живучестью понимается его чувствительность к повреждениям с точки зрения удаления некоторых ребер или вершин. В случае нечетких графов, в зависимости от поставленных задач, под живучестью могут пониматься разные понятия. В данной работе под живучестью понимается степень связности двух подграфов.

Для значительного уменьшения времени расчета живучести сетевых структур и различных физических ресурсов применим технологию распределенных систем, которая позволяют создать географически распределенные вычислительные инфраструктуры, которые объединяют разнородные ресурсы и реализуют возможность коллективного доступа к этим ресурсам. Принципиальной новизной этих технологий является объединение ресурсов путем создания компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов на основе сетевых технологий и специального программного обеспечения промежуточного уровня (middleware), а также набора стандартизованных сервисов (служб) для обеспечения надежного совместного доступа к географически распределенным информационным и вычислительным ресурсам: отдельным компьютерам, класте-

рам, хранилищам информации и сетям. Однако необходимо разработать математический аппарат распределения вычислений в такой системе для наиболее максимального ускорения проведения вычислений, связанных с оценкой живучести ЛВС.

Направленным нечетким графом $\hat{G} = (X, \hat{F})$ называется пара множеств, в которой $X = \{x_i\}; i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$ – множество вершин графа; $\hat{F} = \left\{ \left\langle \mu_F < x_i, x_j > / < x_i, x_j > \right\rangle, < x_i, x_j > \in X^2 \right\}$, – нечеткое множество направленных ребер графа, вершина x_i является началом, x_j – концом ребра $< x_i, x_j >$; $\mu_F < x_i, x_j >$ – значение функции принадлежности μ_F для ребра $< x_i, x_j >$ [4, 5]. Причем вершины являются инцидентными в том и только в том случае, если $\mu_F < x_i, x_j > > 0$. Кроме того, $\mu_F < x_i, x_i > = 0 \forall i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$.

Ориентированным нечетким путем $\tilde{l}(x_i, x_j)$ нечеткого графа называется направленная последовательность нечетких дуг, ведущая из вершины x_i в вершину x_j , в которой конечная вершина всякой дуги, отличной от последней, является начальной вершиной следующей дуги:

$$\tilde{l}(x_i, x_j) = \langle \mu_U(x_i, x_k) / (x_i, x_k) \rangle, \langle \mu_U(x_k, x_t) / (x_k, x_t) \rangle, \dots, \langle \mu_U(x_l, x_j) / (x_l, x_j) \rangle.$$

Конъюнктивная прочность пути $\tilde{l}(x_i, x_j)$ определится выражением:

$$\mu_{\tilde{l}}(x_i, x_j) = \bigwedge_{\langle x_k, x_t \rangle \in \tilde{l}(x_i, x_j)} \mu_U(x_k, x_t).$$

Пусть $\tilde{L}(x_i, x_j) = \{\tilde{l}(x_i, x_j)\}$ – семейство нечетких путей из вершины x_i в вершину x_j . Тогда величина $\tau(x_i, x_j) = \max_{\tilde{l} \in \tilde{L}} \{\mu_{\tilde{l}}(x_i, x_j)\}$ определит степень достижимости вершины x_j из вершины x_i .

Пусть $\tilde{G}_1 = (X_1, \tilde{U}_1)$ и $\tilde{G}_2 = (X_2, \tilde{U}_2)$ – нечеткие подграфы графа $\tilde{G} = (X, \tilde{U})$. Тогда живучесть естественно определить выражением:

$$T(\tilde{G}) = \left(\bigvee_{x_i \in X_1} \bigvee_{x_j \in X_2} \tau(x_i, x_j) \right) \& \left(\bigvee_{x_i \in X_1} \bigvee_{x_j \in X_2} \tau(x_j, x_i) \right).$$

Живучесть нечеткого графа означает, что в заданных подграфах существуют пары вершин $x_{11}, x_{12} \in X_1$ и $x_{21}, x_{22} \in X_2$ такие, что степени $\tau(x_{11}, x_{21})$ и $\tau(x_{22}, x_{12})$ не меньше величины $T(\tilde{G})$.

Для нахождения живучести можно предложить следующий подход: определяем нечеткие транзитивные замыкания подмножеств вершин X_1 и X_2 в виде $\tilde{G}(X_1) = \bigcup_{x_i \in X_1} \tilde{G}(x_i) = \bigcup_{x_i \in X} \langle \mu_1(x_i)/x_i \rangle$ и $\tilde{G}(X_2) = \bigcup_{x_i \in X_2} \tilde{G}(x_i) = \bigcup_{x_i \in X} \langle \mu_2(x_i)/x_i \rangle$; определяем значения $\alpha_1 = \max_{x_i \in X_2} \mu_1(x_i)$ и $\alpha_2 = \max_{x_i \in X_1} \mu_2(x_i)$; живучесть нечеткого графа определится как $T(\tilde{G}) = \min \{\alpha_1, \alpha_2\}$.

Определим множество вершин нечеткого графа. В общем виде данное множество будет соответствовать множеству элементов пространства состояний системы, под которым, в частности, можно понимать множество элементов дерева решений. Во-вторых, для задания направленного нечеткого графа определим значения функций принадлежности ребер графа $\mu_F \langle x_i, x_j \rangle$.

Ребро направленного нечеткого графа описывает изменение состояния системы. Данное изменение может быть определено набором частных нечетких показателей $\hat{P}_{ij} = \{\hat{p}_{ij}^1, \hat{p}_{ij}^2, \dots, \hat{p}_{ij}^m\}$, в качестве которых выступают нечеткие множества. Кроме того, так как имеет место многокритериальность, определим систему частных критериев оценки $H = \{h^1, h^2, \dots, h^m\}$. Следует отметить, что мощность множеств $\hat{P}_{ij} \forall i, j \in I = \{1, 2, \dots, n\}$ и H совпадает.

Последовательность построения функции принадлежности $\mu_F \langle x_i, x_j \rangle$ состоит из следующих шагов. Во-первых, формируется нечеткое отношение предпочтения на множестве частных критериев оценки $\lambda \langle H \rangle = \{\lambda \langle h^i, h^j \rangle \mid \forall h^i, h^j \in H\}$. Во-вторых, формируются нечеткие отношения предпочтения на всех множествах локальных вершин $\lambda \langle X_{lock} \rangle = \{\lambda \langle x_i, x_j \rangle \mid x_i, x_j \in X_{lock}\}$. Под множеством локальных вершин X_{lock} будем понимать множество всех вершин, связанных с k -й исходящими ребрами, то есть множество всех j -х вершин, для которых $\mu_F \langle x_k, x_j \rangle > 0$. В-третьих,

формируется нечеткое множество недоминируемых локальных вершин $\mu^{HД} < x_i \in X_{lock} >$, функция принадлежности которого и будет определять значения функции принадлежности ребер, связывающих k -ю вершину со всеми, принадлежащими множеству X_{lock} . После этого направленный нечеткий граф можно считать построенным.

Формирование нечеткого отношения предпочтения на множестве частных критериев оценки осуществляется следующим образом. Лицо, принимающее решения (ЛПР) задает матрицу парных сравнений степеней важности частных критериев W .

При этом значения $\lambda < h^i, h^j >$ определяются согласно выражению

$$\lambda < h^i, h^j > = \max(0, s_i - s_j), \quad (1)$$

где $s_i = \frac{p_i}{\sum_{j=1}^m p_j}$, $p_i = \sum_{j=1}^m w_{ij}$, а w_{ij} - степень важности.

Данный подход к формированию системы предпочтений ЛПР позволяет учитывать неопределенность индивидуальных предпочтений, а также взаимную зависимость критериев оценки решения. Он может быть эффективно реализован в виде опроса, при этом требуемая информация задается в простой лингвистической форме.

Для формирования нечетких отношений предпочтения на множествах локальных вершин необходимо разработать процедуру, обеспечивающую оценку степени оптимальности частного нечеткого показателя $\hat{p}_{ij}^k$. В том случае, если частные нечеткие показатели являются нечеткими числами, нормированными таким образом, что их оптимальные значения стремятся к нулю, данная процедура может иметь следующий вид.

Введем в рассмотрение нечеткое число специального вида – нечеткий ноль с функцией принадлежности

$$\mu_0(r) = \begin{cases} \frac{\eta}{r + \eta}, & \text{при } r \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (2)$$

где η – положительная константа. При этом степень оптимальности частного нечеткого показателя $\hat{p}_{ij}^k$ может быть определена как

$$a_{ij}^k(\hat{p}_{ij}^k) = \sup_{r \in \mathfrak{R}^+} (\hat{p}_{ij}^k \wedge \mu_0(r)), \quad (3)$$

где $\mathfrak{R}^+$ – множество положительных действительных чисел; $a \wedge$ – операция пересечения нечетких множеств.

Тогда функция принадлежности нечеткого отношения предпочтения по частному критерию оценки h^t на множестве локальных вершин будет иметь вид

$$\lambda_{h^t} \langle x_i, x_j \in X_{lock} \rangle = \max(0, a_{ki}^t - a_{kj}^t), \quad (4)$$

Сформировав нечеткие отношения предпочтения на всех множествах локальных вершин, переходим к построению нечеткого множества недоминируемых локальных вершин. Функция принадлежности данного нечеткого множества определяется выражением:

$$\mu^{HD} \langle x_i \in X_{lock} \rangle = 1 - \sup_{x_j \in X_{lock}} \max(0, \lambda \langle x_j, x_i \in X_{lock} \rangle - \lambda \langle x_i, x_j \in X_{lock} \rangle) \quad (5)$$

Чем больше значение данной функцией принадлежности, тем меньшим весом будет обладать ребро $\langle x_k, x_i \rangle$ при вкладе в оптимальный маршрут на графе.

Поиск оптимального пути в построенном направленном нечетком графе с помощью алгоритма Дейкстры [6]. При этом аддитивные веса вершин, используемые в данном алгоритме, определяются суммированием величин, равных $1 - \mu^{HD} \langle x_i \in X_{lock} \rangle$ для соответствующих ребер графа.

Предложен подход к оценке живучести локальных вычислительных сетей с использованием распределенных информационных систем, благодаря чему значительно сокращается время решения задачи оценки. Предлагается процедура поиска оптимальной структуры распределения вычислений для достижения максимального эффекта ускорения.

Список использованной литературы

1. Нормативно-методический документ Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации (СТР-К). – М., 2002. – 80 с.
2. Брукинг, А. Экспертные системы. Принципы работы и примеры / А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс и др.; под ред. Форсайта Р. – М.: Радио и связь, 1987. – 224с.
3. Филлипс, Д. Методы анализа сетей: Пер. с англ. / Д. Филлипс, А. Гарсия-Диас. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
4. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
5. Надежность информационных систем: учебное пособие. Рекомендовано УМО вузов по университетскому политехническому образованию / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина, К.А. Набатов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 160 с.
6. Мелихов, А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн, С.Я. Коровин. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.

**Оценка эффективности прогнозирования метрологической надежности
электронных измерительных средств**

Чернышова Т.И., Каменская М.А.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

Метрологическая надежность (МН) является одной из главных характеристик качества электронных измерительных средств (ЭИС). Метрологическая надежность определяется характером и темпом изменения нормируемых метрологических характеристик (МХ). При прогнозировании состояния метрологических характеристик ЭИС возможны две постановки задачи прогнозирования: прямая (прямое прогнозирование) и обратная (обратное прогнозирование). В результате прямого прогнозирования можно определить метрологическую исправность ЭИС. Идея обратной задачи прогнозирования заключается в определении возможного времени наступления метрологического отказа.

Процесс прогнозирования характеризуется набором показателей качества, основными из которых являются: точность прогнозирования; эффективность прогнозирования; достоверность прогнозирования.

Критерий эффективности прогнозирования K_p отражает степень изменения метрологических свойств ЭИС в результате проведения прогнозирования выбранным методом. Смысл критерия эффективности прогнозирования будет различным при оценке качества прогнозирования состояния метрологических характеристик ЭИС при решении прямой или обратной задач прогнозирования.

При прямом прогнозировании состояние исследуемой метрологической характеристики эксплуатируемого ЭИС оценивается, как правило, на одну поверку вперед, то есть $m = 1$. Тогда для определения эффективности прогнозирования можно воспользоваться формулой, которая примет вид:

$$K_p = \frac{1}{k}, \quad (1)$$

где k – число поверок ЭИС в области контроля T_1 .

При условии постоянства межповерочного интервала $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t$ критерий эффективности прямого прогнозирования может быть определен как

$$K_{\text{э}} = \frac{1}{\frac{T_1}{\Delta t} + 1}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что для увеличения эффективности прогнозирования состояния метрологических характеристик ЭИС на одну поверку вперед необходимо сократить количество измерений в неизменной области контроля T_1 , тем самым увеличивая интервал между поверками Δt . В этом смысле выбранный критерий эффективности прогнозирования близок к экономическому критерию, учитывающему трудоемкость и стоимость контроля. Естественным, что уменьшение числа поверок k приводит к снижению стоимости операций контроля, предшествующих собственно процессу прогнозирования.

Как правило, на практике величина межповерочного интервала не остается постоянной, а изменяется в зависимости от параметров случайного процесса изменения во времени метрологической характеристики ЭИС. Поэтому необходимо оценить эффективность прогнозирования при $\Delta t = \text{var}$. В этом случае критерий эффективности прямого прогнозирования может быть вычислен по формуле:

$$K_{\text{э}} = \frac{t_{k+1} - t_k}{\sum_{i=1}^k \Delta t_i} = \frac{\Delta t}{T_k} \quad (3)$$

где Δt – значение межповерочного интервала, T_k – интервал времени контроля.

Таким образом, для определения эффективности при прямом прогнозировании можно воспользоваться зависимостью (3).

Очевидно, эффективность прогнозирования возрастает при увеличении межповерочного интервала Δt , на который прогнозируется состояние метрологической характеристики. Отсюда, в конечном итоге, следует уменьшение стоимости прогноза, т.е. и в этом случае при расчете критерия эффективности по выражению (3) усматривается связь с экономическим критерием.

Однако, существенным ограничением для роста Δt_{k+1} является снижение точности прогнозирования. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо связывать вопрос прогнозирования состояния метрологических характеристик на значительные интервалы времени с требуемой при этом точностью прогнозирования.

Ниже рассматриваются значения критериев эффективности при различных моделях процессов изменения во времени метрологических характеристик ЭИС.

Из [2] следует, что процесс изменения во времени метрологических характеристик блоков можно описать рациональной зависимостью вида при $n = 2, m = 2$:

$$M_s(t) = \frac{b_0 + b_1 t + b_2 t^2}{1 + c_1 t + c_2 t^2}. \quad (4)$$

где b_i, c_j – коэффициенты математической модели; t – время эксплуатации, n, m – степень полинома.

Тогда, используя выражение для определения межповерочного интервала Δt приведенное в [2], можно определить значение критерия эффективности по следующей формуле:

$$K_9 = \frac{[c_1(b_0 + b_2 t_i^2 + \Omega + c_2 \Omega t_i^2 + c_1 \Omega) - b_1(1 + c_2 t_i^2)] \pm \sqrt{D}}{2T_k [b_2(1 + c_1 t_i) - c_2(b_1 t_i + b_0 + \Omega + c_1 t_i \Omega + c_2 \Omega)]}, \quad (5)$$

где Ω – разрешающая способность используемого при поверке измерительного прибора, D – коэффициенты рассчитываемые с учетом параметров математической модели (4).

Если процесс изменения во времени метрологических характеристик блоков можно представить рациональной зависимостью при $n = 3, m = 3$

$$M_s(t) = \frac{b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3}{1 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3}, \text{ то} \quad (6)$$

критерий эффективности при этом будет иметь вид:

$$K_{\circ} = \frac{1}{T_{\kappa}} \sqrt[3]{-\frac{f^3}{27g^3} + \frac{fe}{6g^2} - \frac{d}{2g} + \sqrt{\left(\frac{e}{3g} - \frac{f^2}{9g^2}\right)^3 + \left(\frac{f^3}{27g^3} - \frac{fe}{6g^2} + \frac{d}{2g}\right)^2}} + \\ + \sqrt[3]{-\frac{f^3}{27g^3} + \frac{fe}{6g^2} - \frac{d}{2g} - \sqrt{\left(\frac{e}{3g} - \frac{f^2}{9g^2}\right)^3 + \left(\frac{f^3}{27g^3} - \frac{fe}{6g^2} + \frac{d}{2g}\right)^2}} - \frac{f}{3g}, \quad (7)$$

где g, f, e, d – коэффициенты рассчитываемые с учетом параметров математической модели (6) и величины Ω .

При обратном прогнозировании критерий эффективности оценивает целесообразность проведения прогнозирования вообще в смысле конечной цели прогнозирования состояния метрологических характеристик и метрологической надежности – увеличение метрологического ресурса ЭИС, определяемого временем работы ЭИС без метрологических отказов и зависящего не только от характера изменения во времени метрологических свойств ЭИС, но и запаса по точности, определяемого значением метрологической характеристики ЭИС $S[\Delta y^* / t_0]$ и величиной допуска $[S_{1доп}, S_{2доп}]$ [1].

Тогда, исходя из общей формулы для выбранного критерия эффективности прогнозирования, можно оценить эффективность обратного прогнозирования в виде

$$K_{\circ} = \frac{T'_{отк}}{T_{отк}}, \quad (8)$$

где $T'_{отк}$ – время наступления метрологического отказа исследуемого ЭИС, полученного в результате прогнозирования; $T_{отк}$ – время наступления метрологического отказа исследуемого ЭИС, определенное в его технических условиях.

Предположим, что процесс изменения во времени метрологических характеристик ЭИС можно описать рациональной зависимостью ($n=2, m=2$). При этом время наступления метрологического отказа $T'_{отк}$ можно найти из следующего выражения:

$$S_{доп} = \frac{b_0 + b_1 T'_{отк} + b_2 T'^2_{отк}}{1 + c_1 T'_{отк} + c_2 T'^2_{отк}} \quad (9)$$

где $S_{доп}$ – максимально допустимое значение метрологической характеристики.

Тогда критерий эффективности определяется зависимостью

$$K_{\vartheta} = \frac{-(S_{\text{доп}}c_1 - b_1) \pm \sqrt{(S_{\text{доп}}c_1 - b_1)^2 - 4(S_{\text{доп}}c_2 - b_2)(S_{\text{доп}} - b_0)}}{2T_{\text{отк}}(S_{\text{доп}}c_2 - b_2)} \quad (10)$$

При описании процесса изменения во времени метрологических характеристик аналоговых блоков рациональной функцией ($n = 3, m = 3$)

$$S_{\text{доп}} = \frac{b_0 + b_1T'_{\text{отк}} + b_2T'^2_{\text{отк}} + b_3T'^3_{\text{отк}}}{1 + c_1t + c_2T'^2_{\text{отк}} + c_3T'^3_{\text{отк}}} \quad (11)$$

критерий эффективности в этом случае будет вычисляться из выражения

$$K_{\vartheta} = \frac{1}{T_{\text{отк}}} \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2}}, \quad (12)$$

где $p = -\frac{(b_2 - S_{\text{доп}}c_2)^2}{3(b_3 - S_{\text{доп}}c_3)^2} + \frac{b_1 - S_{\text{доп}}c_1}{b_3 - S_{\text{доп}}c_3}$

$$q = \frac{2(b_2 - S_{\text{доп}}c_2)^3}{27(b_3 - S_{\text{доп}}c_3)^3} - \frac{(b_2 - S_{\text{доп}}c_2)(b_1 - S_{\text{доп}}c_1)}{b_3 - S_{\text{доп}}c_3} + \frac{b_0 - S_{\text{доп}}}{b_3 - S_{\text{доп}}c_3}.$$

Полученные расчетные зависимости (5)-(12), используемые при оценке эффективности прогнозирования состояния метрологических характеристик ЭИС и реализованные в информационно – аналитической системе [3] являются заключительным этапом оценивающим как качество проведенного прогнозирования, так и обоснованность проведенного ранее выбора вида математической модели и назначения межповерочных интервалов.

Список использованной литературы

1. Мищенко, С.В. Метрологическая надежность измерительных средств / С.В. Мищенко, Э.И. Цветков, Т.И. Чернышова. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 96 с.
2. Чернышова, Т.И. Математическое моделирование электронных измерительных средств при оценке их метрологической надежности / Т.И. Чернышова, М.А. Каменская // Вестник ТГТУ. – 2010. – № 4. – С. 770-775.
3. Чернышова, Т.И. Информационная технология оценки метрологической стабильности электронных измерительных средств / Т.И. Чернышова, М.А. Каменская // Вопросы современной науки и практики университет им. В.И. Вернадского. – 2011. – Специальный выпуск (36). – С. 79-85.

УДК 681.3

ББК 32.973.26

**Технологии оценки контроля целостности информации для альтернатив
принятия решения при организационно-технологическом управлении
сервисом в информационных процессах**

Шаталов В.С.

Воронежский государственный педагогический университет

(Россия, г. Воронеж)

Одной из наиболее важных движущих сил происходящих в наше время революционных изменений в методах ведения бизнеса являются информационные технологии. Они стали неким средством взаимодействия всех субъектов рынка, инструментом для бизнеса, применяемым в большинстве бизнес процессов компаний.

Под термином информационные технологии понимается совокупность программно-технических средств вычислительной техники, а также приемов, способов и методов их применения для выполнения функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования информации в конкретных предметных областях.

Понятие информационных технологий включает большое количество составляющих: аппаратные платформы, операционные системы, языки программирования и средства разработки приложений, сетевые технологии, базы данных и многие другие. Можно выделить несколько составляющих, развитие и совершенствование которых в наибольшей степени необходимо:

- 1) появление и повсеместное распространение глобальной компьютерной сети Интернет;
- 2) создание аппаратных и программных комплексов, обеспечивших автоматизацию бизнес процессов компаний;
- 3) развитие стандартов и средств взаимодействия информационных систем.

Рассмотрим, к примеру, пункт 2 в качестве развивающейся бизнес идеи, которой в процессе своего зарождения и развития потребовалась защита на цело-

стность информационного потока. Таким образом, для повышения надежности информационного процесса необходима некая подсистема автоматизированного управления контролем целостности (КЦ) ИП, которая подразделяется на подсистему принятия решений и подсистему управляющих воздействий. Эта система позволяет оградить развитие информационной бизнес идеи от проникновения. Оценка исходов альтернатив принятия решения при организационно-технологическом управлении сервисом КЦ ИП производится по оценивающему комплексу критериев, определяющих количественные значения для соответствующих подхарактеристик.

Критерии оценки качества функционирования сервиса КЦ ИП можно разделить на две группы: статические и динамические, используемые на основе модели динамики функционирования сервиса КЦ ИП БУ.

К статическим критериям относятся следующие:

E_{ϕ} – функциональность сервиса КЦ ИП, характеризует полноту набора функций КЦ;

E_{pa} – ресурсная агрессивность функционирования сервиса КЦ ИП;

$E_{\phi a}$ – функциональная агрессивность функционирования сервиса КЦ ИП;

E_{yi} – удобство использования КЦ ИП, характеризует усилия персонала.

Статические критерии принимают булевы значения: 1 (единица) означает допустимое качество необходимое для функционирования системы в целом, а 0 (ноль) – недопустимое.

К динамическим критериям отнесем:

$E_{a\phi}$ – адекватности функционирования сервиса КЦ ИП, характеризует его способность обеспечивать выполнение предусмотренных функций КЦ,

$E_{\phi a}$ – временной агрессивности функционирования сервиса КЦ ИП, характеризует обусловленную временной избыточностью информационного процесса БУ его способность сохранять необходимый уровень оперативности АИСБУ.

Динамические критерии являются неотрицательными. Чем большее значение принимает критерий, тем лучше качество функционирования по данному критерию.

Таким образом, задачу принятия решения при организационно-технологическом управлении КЦ ИП можно формализовать как задачу математического программирования следующим образом. Необходимо выбрать из множества альтернатив A такую альтернативу $a \in A$, чтобы было выполнено:

$$E_{a\phi}(a) \rightarrow \max, \quad (1.1)$$

при условии выполнения следующих ограничений:

$$E_{\phi a}(a) \geq E_{\min \phi a}, \quad (1.2)$$

$$E_{\phi}(a) = 1, \quad (1.3)$$

$$E_{pa}(a) = E_{\phi a}(a) = E_{yu}(a) = 1, \quad (1.4)$$

где временная агрессивность ($E_{\min \phi a}$) – постоянная величина.

Это говорит о том, что критерий адекватности функционирования сервиса КЦ ИП должен быть максимальным, при этом критерий временной агрессивности сервиса КЦ будет увеличиваться.

Альтернатива при принятии решения характеризуется управляемыми параметрами функционирования сервиса КЦ:

- параметры, задающие временную последовательность контрольных проверок;
- параметры, задающие эталонное состояние рабочей среды.

В то же время (1.3) означает, что вся циркулирующая в ИП информация должна подвергаться КЦ. Необходимость данной процедуры выражается в контроле целостности информации, что в свою очередь гарантирует своевременное обнаружение попытки подлога данных, а для системной информации – внедрение программных закладок и компьютерных вирусов.

Выражение (1.4) означает, что проверка целостности проводится в ситуации, предполагающей такую возможность.

Динамические критерии ИП определим следующими равенствами:

$$E_{a\phi} = P(\tau_{a\phi} \leq \tau_{\max a\phi}), \quad (1.5)$$

$$E_{\phi a} = P(\tau_{\phi a} \leq \tau_{\max \phi a}), \quad (1.6)$$

где τ_{af} – случайная величина, выражающая время между запусками сервиса КЦ на соседних уровнях, а $\tau_{\max af}$ ее максимально допустимое значение (экспоненциально распределенной со средним τ_{maf}), и τ_{va} – случайная величина времени реализации защитных функций, а $\tau_{\max va}$ – ее максимально допустимое значение (экспоненциально распределенной со средним τ_{mva}).

Необходимо учесть специфику защищенного информационного процесса (относительно управления сервисом КЦ), заключающуюся во взаимосвязи времени запуска процедур контроля целостности и объектов, отвечающих за доступ к информации. Это означает, что их выбор не может входить в круг управленческих решений. Поэтому равенства (1.3) и (1.4) заведомо выполнены, а задача принятия решения при организационно-технологическом управлении КЦ ИП сводится к (1.1) и (1.2).

Отсюда следует, что длительность проведения процедур КЦ устанавливается путем варьирования степени полноты контроля за процессом. КЦ объекта является контролем его неизменности. В этом случае равенство объема целостности информации образца и контролируемого объекта должны составлять полное тождество, то есть, проведение полностью достоверного контроля.

Существует возможность сократить время проведения процедур КЦ, для этого необходимо проверять целостность хэш-значения в качестве эталонного объекта, вычисляемого с использованием хэш-функции. Длина хэш-значения меньше длины проверяемого объекта, следовательно, процесс проверки на неизменность объекта становится вероятностным, что в свою очередь говорит уже не о контроле неизменности объекта, а о контроле его целостности. То есть, предельным случаем контроля целостности проводимого действия с информацией является контроль неизменности объекта наилучший по защищенности, но наихудший по использованию временного ресурса. Проводимые в этом случае сравнения реального КЦ и предельного контроля неизменности в разрезе временного ресурса являются более вероятностными относительно сравнения их по защищенности.

Таким образом, устойчивость информационного развития в наше время актуальна на всех уровнях прохождения. Обеспечение защиты этих процессов является неотъемлемой единицей, что влечет за собой более сильную устойчивость к внешним факторам.

Список использованной литературы

1. Белкин А.А., Дубровин А.С., Козлов А.В., Рогозин Е.А., Сумин В.И. Применение распределений Пирсона для исследования защищенности программных систем защиты информации // Системные проблемы качества математического моделирования информационных, электронных и лазерных технологий: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. и Российской науч. школы молодых ученых и специалистов. Воронеж: ВГТУ, 2001. Часть 6 (Раздел 3).
2. Герасименко В.Г., Нестеровский И.П., Дьяченко В.А., Войнолович В.Ю., Бурмин В.А., Королев А.А., Александров В.В. Губарев В.А., Остапенко А.Г., Загорский П.И. Основы информационной безопасности: Учебное пособие. Воронеж: РАЦБУР, 1997.
3. Голиусов А.А., Дубровин А.С., Лавлинский В.В., Рогозин Е.А. Методические основы проектирования программных систем защиты информации. Воронеж: ВИРЭ, 2002.

Использование алгоритма шинглов для определения и устранения дублей

Шахов М.А., Матвеева А.С., Косов М.В.

Тамбовский государственный технический университет (Россия, г. Тамбов)

В работе SEO компаний нередко приходится сталкиваться с проблемой поиска и устранения дублей. Многолетний опыт исследований различных компаний в области SEO показал, что дубли – проблема достаточно серьезная, которая часто становится преградой на пути поискового продвижения сайта.

Так как в области SEO еще нет единой терминологии, описывающей степень схожести информации, введём несколько понятий. Дубль (дубликат) web-документа – точная копия web-документа. Нечеткий дубликат web-документа – web-документ, частично измененный в содержательной части и/или в части форматирования (использование других тегов html для оформления страницы). Мы будем трактовать «дубликат web-документа» только с точки зрения поисковой системы, а не пользователя. Поэтому мы не будем рассматривать такое явление как «копирайтинг», т.е. переписывание текста специально для поисковых систем с использованием других слов, но с сохранением общего смысла. Такой текст для поисковых роботов будет всегда оригинальным, т.к. смысл текста они пока различать не могут. Далее под понятием «дубль» будем подразумевать именно нечёткий дубликат.

Итак, если на сайте имеются дубли – это большая неприятность для того, кто занимается поисковым продвижением сайта в сети интернет.

Страницы, на которых имеются дубли, существенно падают в рейтинге, не имеют никакого «авторитета» для поисковых роботов и «тянут» ваш интернет-ресурс на низкие позиции в поиске. Поэтому устранение всех внутренних дублей является актуальной задачей и помогает улучшить ситуацию по многим запросам.

Естественно может возникнуть вопрос «откуда же берутся эти дубли?». Конечно, когда сайт полностью написан на чистом html, то тут действительно им не откуда взяться. Однако таких сайтов становится всё меньше и меньше. В большинстве своём в продвижении и оптимизации нуждаются более крупные интернет ресурсы, предлагающие определённые услуги, где конкуренция и реклама занимают далеко не последнее место. Например, такими ресурсами являются разного рода интернет-магазины, информационные порталы и сайты крупных компаний. Как правило, такие ресурсы написаны при помощи CMS (Систем управления содержимым), имеющих довольно сложное внутреннее устройство (база компонентов, модулей, шаблонов). У таких интернет ресурсов, появляется много факторов, которые способствуют автоматическому созданию дубликатов страниц. Эти факторы представлены на рис. 1.

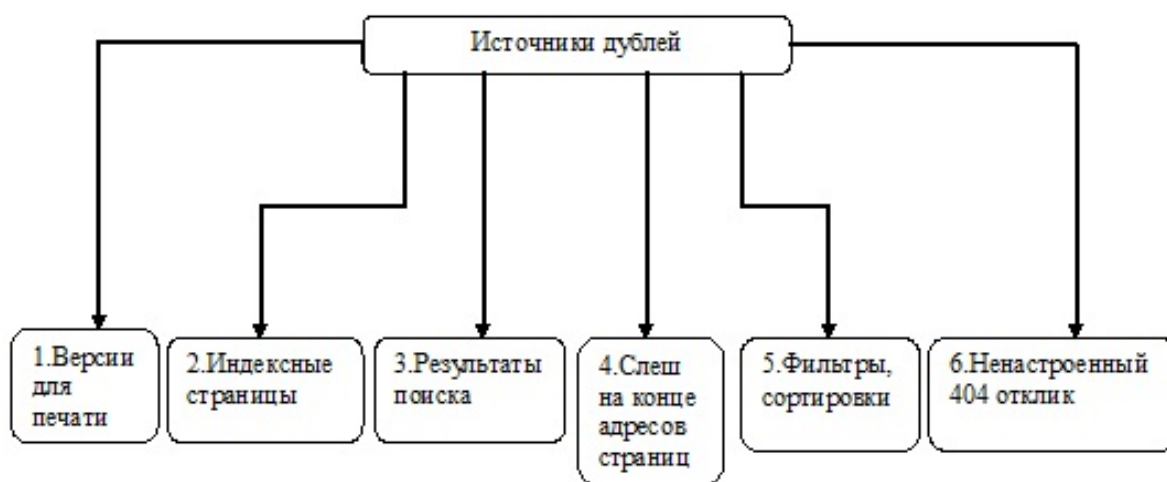


Рис. 1. Источники дублей

1. Версии страниц для печати

Очень часто на сайтах не закрывают от индексации страницы предназначенные для печати документа. В основном они отличаются от основных страниц отсутствием графики и других элементов дизайна, но при этом полное совпадение основного контента.

2. Индексные страницы

Попробуйте набрать в адресной строке www.site.ru/index.php, www.site.ru/index.html, www.site.ru/index.shtml, www.site.ru/index.htm, www.site.ru/index.asp,

www.site.ru/default.asp и т.п., если данные страницы открываются в браузере, и сервер отдает статус код 200 ОК, то перед вами дубли главной страницы.

3. Результаты поиска

Если на сайте реализована возможность поиска, то в результатах очень часто дублируется существующий на сайте контент.

4. Слеш/ без слеша

За этим бессмысленным подзаголовком подразумевается очень серьезная и часто остающаяся без внимания проблема. Хотя выявить ее довольно просто, достаточно зайти в какой-нибудь каталог на сайте и стереть в адресной строке слеш. Если после загрузки страницы в адресной строке так и остался адрес без слеша, то данная проблема присутствует на сайте.

Дело в том, что для поискового робота страницы <http://www.site.ru/category/> и <http://www.site.ru/category> совершенно разные страницы.

5. Фильтры, сортировки

При наличии сортировки или возможности фильтрации информации, также возникает вероятность возникновения дублей контента.

6. Неправильная настройка 404 ошибки.

Из-за некорректно настроенного 404 ответа все несуществующие страницы проиндексируются как дубли.

Для того чтобы устранить пагубное влияние дублей достаточно поставить 301 редиректы с дублей на основные страницы и закрыть эти дубли от индексации в файле `robots.txt`. Куда более сложная и интересная задача — поиск нечетких дубликатов.

Существует несколько основных методов определения дублей.

Метод «описательных слов» работает по следующему принципу. Сначала формируется небольшая (ок. 2000-3000 слов) выборка. Выборка должна удовлетворять следующим условиям: с ее помощью можно достаточно полно описать практически любой документ в сети; описание документа не должно быть при этом избыточным.

Таким образом, для формирования выборки нужно отбросить слова, которые наиболее и наименее употребительны, т.е. не учитывать стоп-слова и различные узко тематические термины. Также в выборку не попадают прилагательные, так как они не несут в русском языке смысловой нагрузки.

Далее каждый документ сопоставляется с выборкой и рассчитывается вектор, размерность которого равна количеству слов в выборке. Компоненты вектора могут принимать два значения – 0 или 1. 0 – если слова из выборки нет в документе, 1 – если слово встречается в документе. Далее документы проверяются на дублирование путем сопоставления их векторов [2].

Второй метод – это метод «шинглов», который разработан А. Бродером [1]. Сформулируем его классическое описание.

Для каждого десятисловия текста (шингл) рассчитывается контрольная сумма. Десятисловия идут внахлест, с перекрытием, так, чтобы ни одно не пропало. А затем из всего множества контрольных сумм (очевидно, что их столько же, сколько слов в документе минус 9) отбираются только те, которые делятся на, скажем, 25. Поскольку значения контрольных сумм распределены равномерно, критерий выборки никак не привязан к особенностям текста. Ясно, что повтор даже одного десятисловия – весомый признак дублирования, если же их много, скажем, больше половины, то с определенной (несложно оценить вероятность) уверенностью можно утверждать: копия найдена! Ведь один совпавший шингл в выборке соответствует примерно 25 совпавшим десятисловам в полном тексте.

Заметим, что алгоритм шинглов это методика анализа и сравнения текстовой информации на схожесть, и для разного типа документов модификации алгоритма могут заметно отличаться.

Рассмотрим модификацию данного метода для его адаптации к поиску дублей страниц среди web-документов, так как при использовании алгоритма в его классическом виде существенно возрастает погрешность результатов в связи с использованием на страницах в пределах одного web-сайта общего шаблона отображения информации. На рис. 2 показано, через какие этапы проходит текст, подвергшийся сравнению.

1. Канонизация текста.

Канонизация текста приводит оригинальный текст к единой нормальной форме. Текст очищается от предлогов, союзов, знаков препинания, HTML тегов, и прочих символов, которые не должны участвовать в сравнении. В большинстве случаев предлагается удалять из текста прилагательные, так как они не несут смысловой нагрузки.

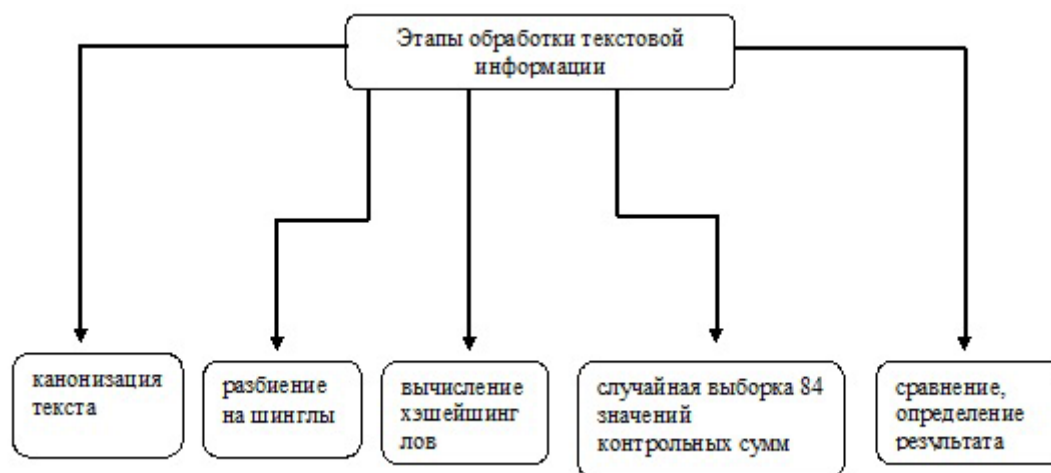


Рис. 2. Этапы обработки текстовой информации

Так же на этапе канонизации текста можно приводить существительные к именительному падежу, единственному числу, либо оставлять от них только корни.

С канонизацией текста можно экспериментировать и экспериментировать, простор для действий тут широк. На выходе имеем очищенный текст готовый для сравнения (рис. 3).

2. Разбиение на шинглы.

Шинглы – это выделенные из текста подпоследовательности слов. Необходимо из сравниваемых текстов (рис. 4) выделить подпоследовательности слов, идущих друг за другом по 10 штук (длина шингла). Выборка происходит внахлест, а не встык. Таким образом, разбивая текст на подпоследовательности, мы получим набор шинглов в количестве равному количеству слов минус длина шингла плюс один.

3. Вычисление хэшей шинглов.

Принцип алгоритма шинглов заключается в сравнении случайной выборки контрольных сумм шинглов двух текстов между собой. Проблема алгоритма заключается в количестве сравнений, ведь это напрямую отражается на производительности. Увеличение количества шинглов для сравнения характеризуется экспоненциальным ростом операций, что критически отразится на производительности. Для каждого шингла рассчитывается контрольная сумма через хеш-функцию (например SHA1, MD5, CRC32 и т.д.) (рис. 5).

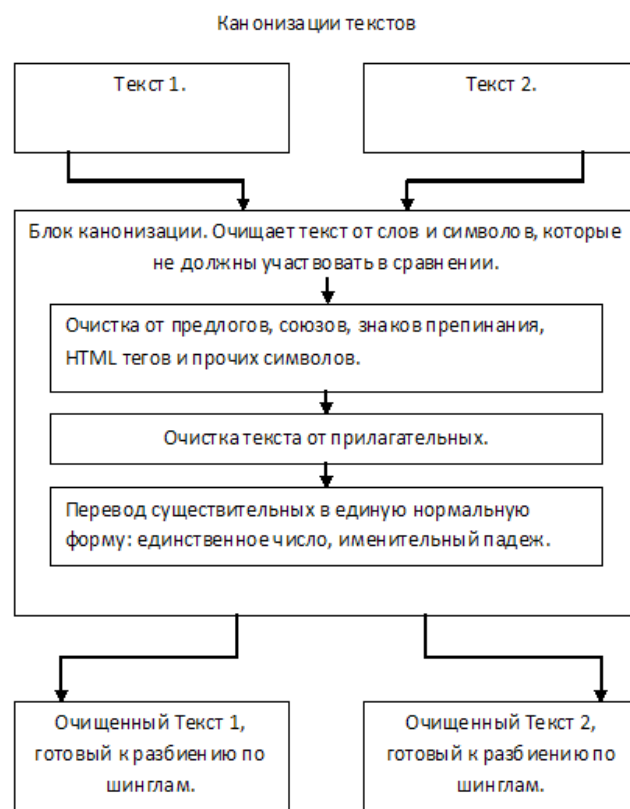


Рис. 3. Канонизация текста

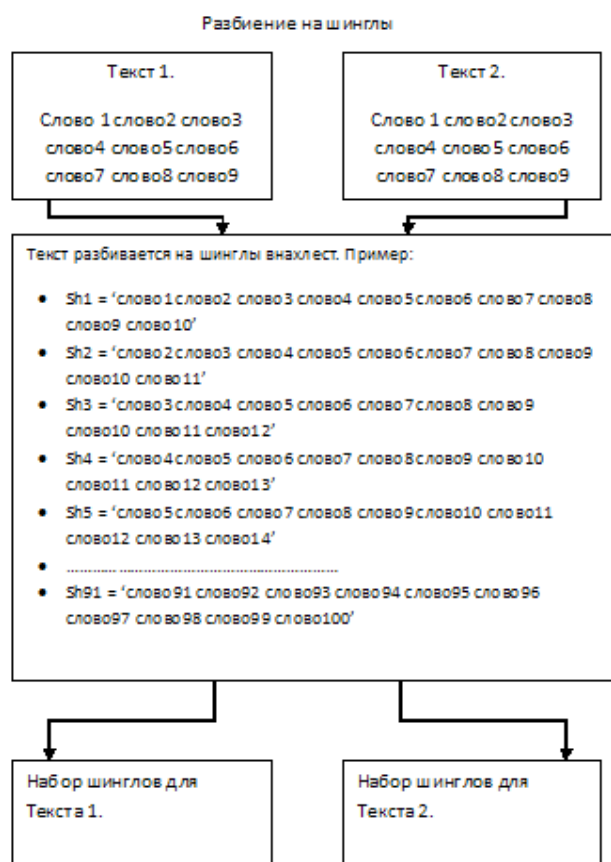


Рис. 4. Разбиение на шинглы

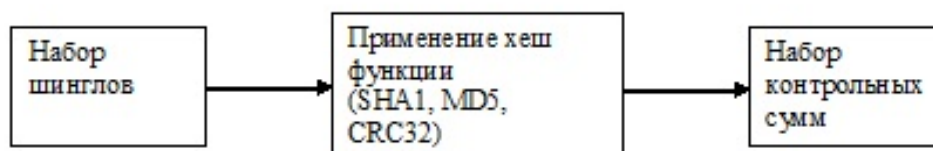


Рис. 5. Вычисление хэшей шинглов

4. Случайная выборка 84 значений контрольных сумм.

Для увеличения производительности выполним случайную выборку 84 контрольных сумм для каждого из обоих текстов. Например, будем выбирать самое минимальное значение из каждой строки. Итак, на выходе имеем набор из минимальных значений контрольных сумм шинглов.

5. Сравнение, определение результата.

И последний этап – сравнение. Сравниваем между собой 84 элемента первого массива с соответствующими 84ю элементами второго массива, считаем отношение одинаковых значений, из этого получаем результат (рис. 6).

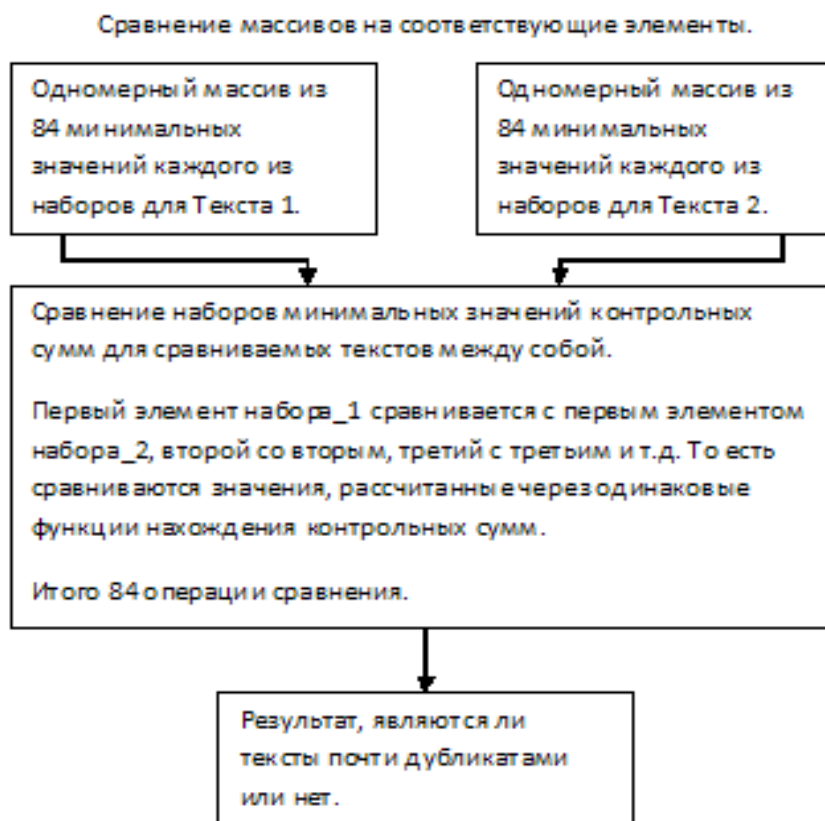


Рис. 6. Сравнение и определение результата

Если в результате получили не менее 95% совпадения, можно с уверенностью говорить о наличии дубля.

В данной статье мы показали всю важность проблемы присутствия дублей страниц на сайте, причины их возникновения и способы устранения. А также без привязки к конкретному языку программирования описали алгоритм шинглов, являющийся методикой сравнения информации на схожесть и его модификацию для поиска дублей среди web документов.

Список использованной литературы

1. Syntactic Clustering of the Web Andrei Z. Broder, Steven C. Glassman, Mark S. Manasse WWW 6, 1997. [<http://www.std.org/~msm/common/clustering.html>].
2. An efficient method to detect duplicates of Web documents with the use of inverted index S. Ilyinsky, M. Kuzmin, A. Melkov, I. Segalovich // WWW Conference 2002. [<http://www2002.org/CDROM/poster/187/>].

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Andrianov K.A., Matveeva I.V., Voyakina E.Yu.</i> Study of the transport situation in Tambov and evaluation of its impact on the environment	3
<i>Антонов А.И., Жоголева О.А.</i> Метод расчета шума в зданиях как системах акустически связанных помещений	8
<i>Балашова М.П.</i> Изучение пойменного озера в окрестностях детского оздоровительного лагеря «Круглинские рассветы» как модели по восстановлению озер Тамбовской области	17
<i>Власов И.И.</i> Изучение основных эколого-агрохимических показателей почвенного покрова парка	20
<i>Дега Н.С., Онищенко В.В., Эльканова М.П.</i> Природно-рекреационная характеристика маршрута к Клухорскому перевалу	25
<i>Дерябина М.А.</i> Мехатронная система управления спектрофотометром	35
<i>Дудник С.Н., Буковский М.Е., Галушкина Н.А.</i> Климатические региональные и сезонные изменения	39
<i>Ельчищева Т.Ф.</i> Экологическая безопасность наружных ограждающих конструкций зданий при воздействии гигроскопических солей	47
<i>Жуков Н.П., Майникова Н.Ф., Рогов И.В., Никулин С.С.</i> Неразрушающий тепловой контроль и диагностика состояний изделий из полимерных материалов	57
<i>Загумённая Л.С.</i> Из опыта работы с универсальной портативной мини-экспресс-лабораторией «Пчелка-У»	66
<i>Ing. Antošová, Nad'a, PhD., JUDr. Zajíčková Jana.</i> Legal and technical aspects of the development of an ethics system rules used in the process of sustainability	69
<i>Казьмина И.Г., Мозговой Н.В., Рязанцева Л.Т.</i> Создание экологического WEB-атласа Воронежской области на основе ГИС-технологий	77
<i>Куксов А.С.</i> Оценка состояния чистоты питьевой воды Тамбовской области	87
<i>Лобанова А.П.</i> Определение токсичности стиральных порошков	89
<i>Малов В.О.</i> Исследование состояния окружающей среды в городах Котовске и Тамбове по флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (<i>Betula pendula</i> R.)	94
<i>Мальцев П.В., Крыгина А.М., Колчунов В.И., Емельянов С.Г.</i> Влияние энергетического комплекса городского хозяйства с позиций биосферной совместимости	98

<i>Mironova J., Mosyagina V., Krutskih K.</i> Ecological management and responsibility of enterprises. Solution of environmental water pollution problem	105
<i>Немтинова Ю.В., Немтинов В.А., Борисенко А.Б., Немтинов К.В.</i> Геохимический анализ подземных вод тамбовского промышленного узла	109
<i>Позднякова Д.Ю.</i> Деревенька моя: экологический мониторинг	117
<i>Решетов И.С.</i> Комплексная оценка экологического состояния рек Цны и Вороны	123
<i>Толстеньев Г.А.</i> Экология и окрасочный полиморфизм сизого голубя (<i>Columba livia</i> Gm.) в г. Тамбове	133
<i>Фроландина Е.О., Милованова Е.В.</i> Оценка качества воздушной среды г. Тамбова и Тамбовского района	137
<i>Хорева Т.П., Иванов М.В.</i> Исследование акустических характеристик подводных звукопоглощающих материалов и их подбор для гидроакустических безэховых камер	144
<i>Шалагина А.Г.</i> Изучение хода осадков на территории Тамбовской области	150
<i>Щербакова Е.О., Лепехин Н.Д., Безрученко Е.А., Капустина А.К.</i> Сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ в воздух от автотранспорта	157
<i>Якунина И.В., Краснова А.В.</i> Методологические аспекты мониторинга природных вод	162

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

<i>Авилов И.В.</i> Переход к устойчивому развитию общества в условиях информатизации	167
<i>Алтунин К.А.</i> Разработка программы для оценки погрешности обработки	171
<i>Антипенко А.В.</i> Программные средства защиты информации от несанкционированного доступа для интегрированных систем безопасности	177
<i>Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О.</i> Программа по оценке уровней шума в технических помещениях, крупногабаритных каналах и на территории застройки, расположенной вблизи энергетических объектов	181
<i>Бакаева Н.В., Чуев И.Е.</i> Управление экологической безопасностью территориальной автотранспортной системы на основе агентного подхода ...	188
<i>Власова Е.В.</i> Компьютерный анализатор глюкозы крови в аспекте проблем устойчивого развития	197
<i>Голубятников О.О.</i> Разработка информационной системы оценки состояния здоровья граждан из различных климато-географических регионов ...	201
<i>Гриднева Т.П., Горностаева О.И.</i> Вероятностно-детерминированная модель технического состояния программно-аппаратного комплекса	208
<i>Гриднева Т.П., Горностаева О.И.</i> Математические основы построения «лёгких» асимметричных криптосистем	214

<i>Губин И.А.</i> О сервисе контроля целостности автоматизированной системы обработки информации	219
<i>Денег И.З.</i> Динамическое моделирование поведения технической системы	226
<i>Денег И.З.</i> Формализация сети при математическом моделировании функционирования информационной системы	234
<i>Долгов А.А., Хорохорин М.А.</i> Использование системы метакомпьютинга X-Com ² для организации распределенных вычислений	238
<i>Долгов А.А., Хорохорин М.А.</i> Создание искусственной нейронной сети с помощью системы MatLab	246
<i>Дьякова В.Н.</i> Особенности разработки экспертных систем оценки чувствительности микроорганизмов к антибиотикам для диско-диффузионных методов	251
<i>Живенкова А.А.</i> Подсистема поддержки принятия решения для выбора алгоритма расчета теплофизических характеристик в информационно-измерительной системе	254
<i>Зенин Ю.Н., Старов В.Н., Калач А.В.</i> Безопасность техносферы и техногенные риски	257
<i>Змеев А.А.</i> Анализ состояния защиты информации от несанкционированного доступа в интегрированных системах безопасности	265
<i>Калистратов Т.А.</i> Проблематика синтеза криптосистемы на основе алгоритма сжатия данных	269
<i>Князев И.В.</i> Разработка модели и алгоритма радиолокационного дальномера с учетом пространственного положения цели для решения задачи управления воздушным движением	275
<i>Комова Д.М., Исаева О.В.</i> Исследование поверхности носителей звуковой информации методом атомно-силовой микроскопии	283
<i>Костерин Е.В.</i> Методы решения задач синтеза логической структуры сетевой базы данных	288
<i>Лузгачев В.А., Масолитина А.В., Юрко О.В.</i> Моделирование и выбор частотно управляемого привода для подачи воздуха в аэротенки	297
<i>Малыгин Е.Н.</i> Математические методы в технике и технологиях. Методология. Проблемы	303
<i>Малыхин С.Н., Панфилов А.Д., Пикалов Е.В., Плешивцев Д.С.</i> Применение лексически ограниченного алгоритма Витерби, для распознавания рукописного текста	319
<i>Малыхин С.Н., Панфилов А.Д., Пикалов Е.В., Плешивцев Д.С.</i> Разработка программных приложений на платформе вычислительного облака	323
<i>Моисеев А.С.</i> Принятие решений в тренажерной системе с условием ограниченного времени прохождения	329

<i>Немтинов К.В.</i> Информационные технологии при проектировании посевных комплексов	334
<i>Овчинников Н.А.</i> Коэволюционный генетический алгоритм задачи составления расписания для предприятий, работающих на выезде	339
<i>Паладьев В.В.</i> Особенности автономной геоинформационной системы предметного назначения	349
<i>Проскуряков С.В., Аль-Балуши М.</i> Метрики оценки уязвимости сетевых систем	357
<i>Рощин Н.В.</i> Анализ функционирования системы контроля и управления доступом в интегрированных системах безопасности	365
<i>Силла М.К., Долгов А.А., Хорохорин М.А.</i> Анализ моделей управления структурой иерархических пространственно распределенных информационных систем	369
<i>Силла М.К., Долгов А.А., Хорохорин М.А.</i> Проектирование информационных систем на основе вопросно-ответных моделей	379
<i>Скрыль С.В., Исаев О.В.</i> Современные тенденции в подходе к организации охраны объектов уголовно-исполнительной системы	388
<i>Толмачева В.Д., Беавоги С.С.</i> Многокритериальная оценка варианта выполнения задачи	393
<i>Уколов Д.С., Елисеев А.И., Филатов Д.А.</i> Показатели частных характеристик живучести сетевых информационных структур	398
<i>Фролова М.С.</i> Возможности интеграции медицинской техники в информационную систему лечебно-профилактического учреждения	405
<i>Хорохорин М.А., Долгов А.А.</i> Методы использования распределенных систем для поиска оптимального пути в нечетких графах	415
<i>Чернышова Т.И., Каменская М.А.</i> Оценка эффективности прогнозирования метрологической надежности электронных измерительных средств	422
<i>Шаталов В.С.</i> Технологии оценки контроля целостности информации для альтернатив принятия решения при организационно-технологическом управлении сервисом в информационных процессах	427
<i>Шахов М.А., Матвеева А.С., Косов М.В.</i> Использование алгоритма шинглов для определения и устранения дублей	432

Научное издание

**Международная
научно-практическая конференция**

**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИКИ, ПРИРОДЫ И
ОБЩЕСТВА**

Сборник докладов

Том 3

Подписано к печати 28.05.2013.

Формат 60 × 84/16. 25,81 усл. печ. л. Тираж 62 экз. Заказ № 271

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
Издательско-полиграфического центра ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112 «А»