

ISSN 2518-1092

НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

RESEARCH RESULT. INFORMATION TECHNOLOGY

7(1) 2022

16+

Сайт журнала:
rinformation.ru
сетевой научный рецензируемый журнал
online scholarly peer-reviewed journal



Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл. № ФС77-69101 от 14 марта 2017 г.

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)
Mass media registration certificate El. № FS 77-69101 of March 14, 2017



Том 7, № 1. 2022

СЕТЕВОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2016 г.

ISSN 2518-1092



Volume 7, № 1. 2022

ONLINE SCHOLARLY PEER-REVIEWED JOURNAL

First published online: 2016

ISSN 2518-1092

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: **Черноморец А.А.**, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: **Жихарев А.Г.**, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и робототехнических систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: **Болгова Е.В.**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

РЕДАКТОР АНГЛИЙСКИХ ТЕКСТОВ СЕРИИ: **Ляшенко И.В.**, кандидат филологических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Басов О.О., доктор технических наук (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург)

Белов С.П., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Волчков В.П., доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, г. Москва)

Дмитриенко В.Д., доктор технических наук, профессор (Харьковский национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина)

Иващук О.А., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Калмыков И.А., доктор технических наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь)

Корсунов Н.И., заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Коськин А.В., доктор технических наук, профессор (Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел)

Ломазов В.А., доктор физико-математических наук, профессор (Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, г. Белгород)

Маторин С.И., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Таранчук В.Б., доктор физико-математических наук, профессор, (Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь)

EDITORIAL TEAM:

EDITOR-IN-CHIEF: **Andrey A. Chernomorets**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Belgorod State National Research University

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF: **Alexander G. Zhikharev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

EXECUTIVE SECRETARY: **Evgeniya V. Bolgova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

ENGLISH TEXT EDITOR: **Igor V. Lyashenko**, Ph.D. in Philology, Associate Professor

EDITORIAL BOARD:

Oleg O. Basov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Sergey P. Belov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery P. Volchikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery D. Dmitrienko, Doctor of Technical Sciences, Professor (Ukraine)

Olga A. Ivaschuk, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Igor A. Kalmykov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Nikolay I. Korsunov, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Alexander V. Koskin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Vadim A. Lomazov, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Russia)

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery B. Taranchuk, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Belarus)

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Мигаль Л.В., Бондарев В.Г. Компьютерная визуализация пространственной структуры электронной оболочки атома	3
Бушуев М.В., Абрамова О.Ф. Моделирование программно- информационного навигатора для рыболовов-любителей	19
Жихарев А.Г., Фефелов О.С., Маматов М.Е. Обзор некоторых протоколов передачи данных с позиции их безопасности	27

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Герасимов В.М., Маслова М.А. Возможные угрозы и атаки на систему голосовой идентификации пользователя	32
Востриков Е.И., Абрамова О.Ф. Исследование проблем и проектирование образа социальной сети для определенной группы пользователей	38
Кузьминых Е.С., Маслова М.А. Влияние блокчейн технологий на современное общество	49

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

Жихарев А.Г., Маматов Р.А., Губкин А.В., Игнатенко П.В. Структурные элементы исчисления систем как функциональных объектов	57
---	-----------

CONTENTS

INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

Migal L.V., Bondarev V.G. Computer visualization of the spatial structure of the electronic atom shell	3
Bushuev M.V., Abramova O.F. Modeling of software and information navigator for amateur anglers	19
Zhikharev A.G., Fefelov O.S., Mamatov M.E. Review of some data transfer protocols from the position of information security	27

AUTOMATION AND CONTROL

Gerasimov V.M., Maslova M.A. Possible threats and attacks on the user voice identification system	32
Vostrikov E.I., Abramova O.F. Researching problems and designing a social network image for a specific user group	38
Kuzminykh E.S., Maslova M.A. How blockchain technologies affected our life	49

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

Zhikharev A.G., Mamatov R.A., Gubkin A.V., Ignatenko P.V. Structural elements of calculus of systems as functional objects	57
---	-----------

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

UDC 539.182:183.3

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-1

Migal L.V.
Bondarev V.G.

COMPUTER VISUALIZATION OF THE SPATIAL STRUCTURE
OF THE ELECTRONIC ATOM SHELL

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: Migal@bsu.edu.ru

Abstract

This paper presents an approach that allows describing the spatial formation of the electron shells of atoms, based on known principles and rules, in a logically consistent version of the visual representation of an atom. To solve the problem, we have chosen the shell model of a multi-electron atom in the normal state. The basis for the construction of electron shells is the representation of an electron in the form of minimum of potential energy, symmetry, as well as the Pauli principle. We have developed computer models of real atomic structures based on known experimental and calculated data on orbital radii and ionization energies. The principal advantage of the proposed method of atom's visual representation is that the data of empirical measurements and calculated values of the atomic parameters are used here together to visualize the electron shells of atoms, and not as it is generally accepted, to determine the parameters of atoms. This approach allows us to take a different look at the possibilities of studying and predicting the properties of multielectron atoms.

Key words: computer modelling; electron shell; atom; ionization energy; shell model; quantum number; electron cloud

For citation: Migal L.V., Bondarev V.G. Computer visualization of the spatial structure of the electronic atom shell // Research result. Information technologies. – T.7, №1, 2022. – P. 3-18. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-1

Мигаль Л.В.
Бондарев В.Г.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОННОЙ
ОБОЛОЧКИ АТОМА

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

e-mail: Migal@bsu.edu.ru

Аннотация

Представлен подход, позволяющий описать пространственное формирование электронной структуры атомов, на основе известных принципов и правил, в логически непротиворечивом варианте визуального представления атома. Для решения поставленной задачи выбрана оболочечная модель многоэлектронного атома, находящегося в нормальном состоянии. За основу построения электронных оболочек приняты представление электрона в виде электронного облака и известные принципы: минимума потенциальной энергии, симметрии, а также принцип Паули. На основе данных по орбитальным радиусам и энергиям ионизации разработаны компьютерные модели реальных структур атомов. Принципиальным преимуществом предложенного метода наглядного представления атома является то, что данные эмпирических измерений и расчетных значений параметров атома здесь совместно используются для визуализации

электронных оболочек атомов, а не как общепринято – для определения параметров атомов. Такой подход позволяет по-другому взглянуть на возможности изучения и прогнозирования свойств многоэлектронных атомов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование; электронная оболочка; атом; энергия ионизации; оболочечная модель; квантовое число; электронное облако

Для цитирования: Мигаль Л.В., Бондарев В.Г. Компьютерная визуализация пространственной структуры электронной оболочки атома // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 3-18. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-1

INTRODUCTION

The basis of modern concepts of science is the fundamental idea according to which any properties of objects of the surrounding world can theoretically be deduced from the characteristics describing the structure of material objects through the construction of models [1]. One of the tasks of the physical orientation is the modeling of the electron shell of an atom in order to visualize the distribution of electrons inside the atom. To date, a sufficiently large number of models of atoms have been proposed [2]. With all the variety of models of the electronic structure of atoms, the most famous of them is the shell model [3]. The shell model of a multi-electron atom is based on the hypothesis of the separation of electrons into certain groups, called electron shells. The electron shell is usually understood as a set of electronic orbitals, which are characterized by four quantum numbers: n – the main one; l – orbital; m_l – magnetic and m_s – spin quantum number [4].

The rules for filling atomic orbitals in a multielectron atom are based on three main principles [5]: the lowest energy, the Pauli exclusion principle, and the highest multiplicity for the ground states of the electron shells of atoms (Hund's rule). According to the principle of minimum energy, the most stable state of an atom corresponds to the placement of electrons in orbitals with the lowest energy, i.e. the minimum potential energy of a system consisting of a set of electrons and a nucleus is provided. Also important in the atom is the Pauli principle, which prohibits the presence of more than one electron with the same set of four quantum numbers (n , l , m_l and m_s). If all states are occupied for the principal quantum number with a certain value, then it is customary to speak of the formation of a closed (closed) shell. The principle of maximum multiplicity allows the population of orbitals by electrons within a separate subshell in such a way that the modulus of the sum of spin numbers is maximum [7]. The order of increase in atomic orbital energies in multielectron atoms is described by the Klechkowski rule [8]: with an increase in the atomic of the nucleus of an atom, the filling of orbitals occurs in the order of increasing sum of the main and orbital quantum numbers ($n+l$), and with equal values of this sum, in the order of increasing n .

To visualize the distribution of electrons in atoms, it is customary to use several different methods, the main of which are analytical notation and the quantum cell method [6]. An analytical notation is an alphanumeric electronic formula, which is built from nl -subshells with an indication of the number of electrons that populate each of them. Guided by the principles of minimum energy and Pauli, as well as the rules of Hund and Klechkowski, one can determine not only the order in which orbitals are populated by electrons, but also construct the electronic formula of any atom. The disadvantage of alphanumeric electronic formulas is the use of only two quantum numbers n and l .

An electronic circuit is a symbolic model that does not represent a three-dimensional image of the electronic shell. It is intended only to reflect the sequence in which each electron shell is filled. When studying the properties of atoms, it is possible to simulate the structure using the quantum cell recording method. The cells included in the cell scheme can be populated with electrons. Each specific variant of settlement is called the electronic configuration of the atom. According to the values of quantum numbers n and l the cell scheme can be divided into n -shells and nl -subshells. Based on the recording of electronic configurations by subshells, this method takes into account the maximum number of quantum cells of the electron subshell, into which electrons are populated. We should also note that not only the electronic configurations of an individual selected subshell with completely filled, but also half-filled orbitals are characterized by increased stability.

Modern ideas about the structure of the atom electron shell come from the fact that the motion of an electron in an atom cannot be described by a certain trajectory. It is possible to consider only a certain volume of space in which the electron is located, which is called the electron cloud [9]. The electron cloud is a visual model that reflects the distribution of the probability density function of finding an electron in an atom depending on its energy. At the same time, if we have a certain maximum probability at a certain point of the electron cloud, then taking it as the center of the cloud and assuming that the electron itself is located at this point, we can estimate the size of not only the cloud, but also the atom itself.

In the geometric model [10], the size of the spheres denoting electron clouds depends on the atomic of the nucleus and the proximity of the shell to the atomic nucleus. The geometric model combines the advantages of both electronic circuits and orbital models. In addition to the above, the geometric model also has a number of new features: demonstrating the stability of certain electron shells in an atom, assessing the location of electrons in an atom, and also allows you to deal with atomic numbers 2, 10, 18, 36, 54, 86, 118, which are a common the number of electrons in the inner filled electron shells.

At the beginning of the 20th century, A. Parson [11] suggested that electrons do not revolve around the nucleus, but under the influence of electromagnetic field forces, at a certain finite distance from the nucleus, they come into stable equilibrium with electrons located in spherically symmetric stable configurations. At the same time, in his model, electrons are located at stationary positions around the nucleus. In developing this hypothesis, J. Langmuir proposed to take into account a number of other structural features of the atom [12]:

1. Electrons in atoms are located in paired planes symmetrical with respect to the nucleus. Atoms have an axis of symmetry perpendicular to these planes.

2. Each cylindrical layer breaks up into several cells of equal volume.

3. Electrons act on each other with mutually balanced electrostatic and electromagnetic forces.

In the future, in the theory of M. Gryzinsky [13], which is based on the ideas of A. Parson and J. Langmuir, it was confirmed that the electrons in the atom are arranged regularly, the atom itself has an axis of symmetry and, most importantly, the electrons move collectively, due to the presence of a periodic component in the electric field of the atom. Moreover, he came to the conclusion that atoms can be described by classical Newton's equations using known interactions without introducing free parameters. Additionally, we note that the structure of the atom, despite the presence of a number of models, has not yet been fully deciphered. However, we will assume that it can be reproduced in graphical form on the basis of already known experimental and theoretical data. It is for this reason that the main task set in this paper is to visualize the physical representation of the spatial structure of the electron shell of an atom by computer modeling it as a collection of electron clouds located near the nucleus of an atom.

1. SIMULATION

Our main task is to understand how the electron shells of an atom are housed, and how the spatial structure changes as it becomes more complex. The main object of simulation in our study will be an isolated atom in a normal state. In an atom, the system under study is a collection of electrons located in the Coulomb field of the nucleus. Let's assume that we can mentally dive into the atom and visually control the position of the electrons. At the same time, the explanation of the behavior of any individual electron in the composition of an atom is possible only on the basis of knowledge of its general properties, described using a set of known principles and rules.

To solve the problem set before us, the most useful is the shell model of a multielectron atom. As a basis for constructing the electron shell, we take the well-known principles: the minimum of potential energy, symmetry and the Pauli principle. The principle of minimum energy is basic in constructing the electronic configuration of an atom, since the presence of a certain amount of electron energy is a consequence of the electron being on the corresponding shell of the atom.

Within the framework of this approach, we will assume that the electron is a structureless material point located in the center of its own electron cloud, and the position of the electron in the near-nuclear space can be set by a set of quantum numbers. For a detailed disclosure of the structural properties of the

electron shell of an atom, we will need to visualize the internal structure of the atom by computer modeling based on known experimental data on the location of electron clouds around the atomic nucleus without using a quantum mechanical approach.

Suppose an atom has several components, the most important of which in our study can be considered dynamic and static. In accordance with the formulation of the problem, the dynamic component is rigidly connected to the nucleus of an atom, considering its behavior as an object connected into a single whole with electron clouds. When accepting the hypothesis of the rotation of the atom as a whole [13] and, consequently, the use of a static representation of the atom allow us to exclude from our consideration such dynamic concepts as orbital and spin quantum number. This approach will also make it possible not to consider the influence of relativistic effects.

Initially, we turn to the definition of a method for modeling the electron shell of an atom. To do this, we will choose a cylindrical coordinate system, in the center of which we will place the nucleus of the atom (Fig. 1).

One of the axes, for example, the polar axis Ox , will be selected as the base, relative to which the rotation of the entire atom as a whole will occur. Given that the x coordinate must be included in the set of quantities responsible for the positions of the electron clouds in the atom, we assign it the name of the basic quantum number.

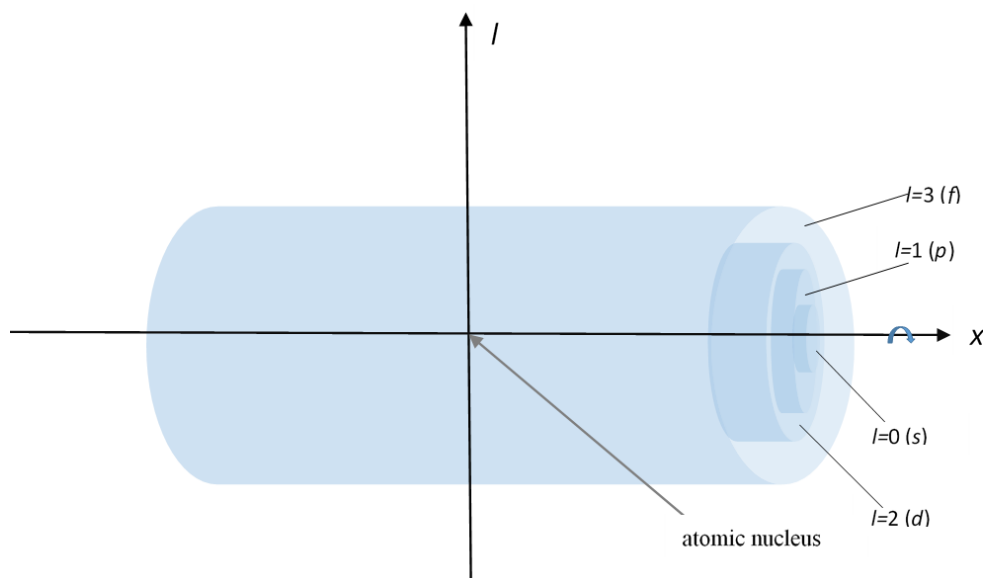


Fig. 1. Schematic view of the atom electron shell

Рис. 1. Схематический вид электронной оболочки атома

In this case, the choice of the value of the main quantum number n will be calculated by the formula

$$n = \text{mod}(x) + l, \text{ where } x \neq 0. \quad (1)$$

In this case, the principal quantum number determines only the number of the electron shell and will not be used in estimating the positions of the electrons. The appicate axis Oz is compatible with the orbital quantum number l . By choosing certain values for the quantum numbers x and l one can unambiguously find out on which of the electron shells the electron is located, with which these quantum numbers are associated. The role of the third coordinate here is played by the azimuthal angle, positioned as the angle of rotation around the polar axis Ox and characterized by the magnetic quantum number m_l . The magnetic quantum number determines the possible orientations of electron clouds in space. The number of such orientations is known to be: $2l+1$. Based on the change in the set of quantum numbers, it is also necessary to modify the Pauli principle, which can be limited to the use of three quantum numbers: basic, orbital and magnetic to determine the spatial arrangement of the positions of electron clouds.

In this work, the shell model of an atom is taken as the starting point for creating a computer model

of the electron shell of an atom, remaining within the framework of classical electrostatics. For our consideration, the principle of indistinguishability of electrons is also important, according to which all electrons of a separate shell are equal in rights and are equally connected with the nucleus [14]. The shell model is supplemented by the assumption of a symmetrical configuration of electrons in each of the shells, which satisfies the condition of minimum potential energy and ensures the stability of the atom.

When choosing the objects that make up the electron shell of an atom, it is necessary to take the electron clouds formed by them as a basis as visual objects instead of the electrons themselves. Suppose we have a collection of electrons near the nucleus of an atom in a normal state, each of which forms its own electron cloud around itself. For the purpose of simplification, we will consider only spherical electronic clouds located on the corresponding shells and subshells. When determining the location of clouds, we will assume that the area of their placement is some area of space not surrounding, but located near the nucleus of an atom.

Each electronic cloud is characterized by the following main parameters:

- nuclear atomic: it is assumed that the atomic is concentrated in the center of the electron cloud;
- the radius of the electron cloud of finite size;
- spatial coordinates determined on the basis of quantum numbers.

For convenience of representation, taking into account the selected value of the orbital quantum number, each of the electron clouds can be associated with certain color designations (Table 1).

Table 1

Color identification of electron clouds, according to the values of the orbital quantum number

Таблица 1

Цветовая идентификация электронных облаков, в соответствии со значениями орбитального квантового числа

Orbital quantum number	s	p	d	f
Colour	Yellow	Green	Red	Blue

To fix the static nature of the structure, we assume that there are no processes of reconfiguration of electron clouds near the nucleus in this model, except for the settlement of subshells by kinosymmetries. It does not provide for taking into account the mechanical inertia of particles, determined by their mass, as well as taking into account their own rotational motion of particles. We will also assume that all kinetic energy is concentrated only in the rotational motion of the entire atom as a single whole.

To fix the static nature of the structure, we will assume that there are no reconfiguration processes of electron clouds near the core in this model, except for the colonization of subshells by kinosymmetries. There is no provision for taking into account the mechanical inertia of particles determined by their mass, as well as taking into account their own rotational motion of particles. We will also assume that all kinetic energy is concentrated only in the rotational motion of the entire atom as a whole.

Summarizing all the explanations considered, it was decided, when conducting computer modeling of the spatial structure of the electron shell of an atom, to accept the following assumptions:

1. Only atoms in a normal state are considered.
2. Electron clouds have a spherical shape and a finite radius. Each electron cloud occupies a certain area near the core and does not intersect with neighboring clouds or the core itself.
3. The atom as a whole is in a state of rotation around some selected basic axis.
4. The modified Pauli principle determines the spatial arrangement of electron clouds relative to each other and relative to the nucleus of an atom, and is based only on three quantum numbers: x , l , and m_l .
5. The magnetic quantum number m_l makes it possible to determine the number of electrons placed on a common plane perpendicular to the base axis at a given value of the orbital quantum number l .
6. The principle of minimum energy determines the order of settlement of electrons having different

values of potential energy.

7. The interaction of electrons with each other and with the nucleus is calculated in accordance with Coulomb's law, and the resulting interaction is determined by the sum of its interactions with all others.

8. The settlement of electrons in a multi-electron atom, in the main, that is, the most energetically advantageous state, occurs in accordance with previously established principles and rules.

9. The model does not take into account the finite mass of the nucleus, its size and relativistic effects.

To verify the basic provisions of the model of the formation of the spatial structure of the atom electron shell, a software package was created in which an electrostatic mechanism of interaction of electrons with each other and with the nucleus of an atom was implemented. In order to obtain a structure similar to a real atom, the orbital radii of each electron were taken into account [15], and the location of the electron clouds was determined based on known data on ionization energy [16], and for s-electrons by additional calculation of their radii for all values of the main quantum number.

2. RESULTS AND DISCUSSION

2.1. SIMPLE MODEL

Let us assume that the electron clouds that make up the electron shell of the atom are objects that have equal unit diameters. Let us mark the Ox axis (Fig. 1) in units numerically equal to the diameter of the electron cloud (hereinafter, instead of the concept of "electron cloud" we will use the concept of "electron", however, if it becomes necessary to note their difference, we will indicate them separately). We will demonstrate the operation of known principles and rules using specific examples.

Atomic number $Z=2$. The first shell, which has the smallest capacity, is represented by two atoms with atomic numbers $Z = 1$ and $Z = 2$ (Fig. 2). In an atom with $Z = 1$ there is only one electron, whose position is determined by quantum numbers: $x = 1, l = 0, m_l = 0$, which will occupy the $1s$ -оболочку shell and in the ground state will have an electronic configuration of $1s^1$.

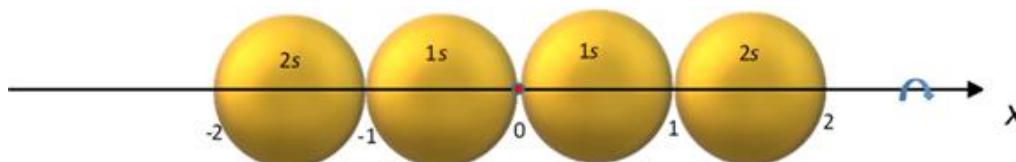


Fig. 2. Example of the arrangement of electron clouds in an atom

Рис. 2. Пример расположения электронных облаков в атоме

The second electrons, in accordance with the principle of minimum energy, will also occupy the $1s$ -shell and the atom in the ground state, in turn, will have a completed electronic configuration of $1s^2$. But in order to comply with the modified Pauli principle, this electron must have a difference from the first in its set of quantum numbers (x, l, m_l) . The only quantum number that can be changed "to enter" this shell is the base quantum number. Thus, on the $1s$ -shell, in addition to the first electron with a set of quantum numbers $(1, 0, 0)$, there will also be a second electron with a set $(-1, 0, 0)$. Therefore, in accordance with these principles, both $1s$ electrons will complete the occupation of the K-shell.

Atomic number $Z=4$. In an atom with $Z = 3$ the first two electrons are already fixed on the $1s$ -shell, therefore, by virtue of the Pauli principle, the third electron cannot be attached to the first two. It falls on the next $2s$ -subshell (Fig. 2), i.e. with a set of quantum numbers $(2, 0, 0)$. The fourth electron will occupy the same $2s$ -subshell having a similar set of quantum numbers, differing only in the value of the base quantum number $(-2, 0, 0)$. Now the $2s$ -subshell will also be completely filled, while the atom will already have an electronic configuration – $1s^2 2s^2$.

Atomic number $Z=10$. Due to the fact that the capacity of the $2s$ -subshell is also limited to two electrons, the next atom with an atomic number $Z = 5$ occupies the $2p$ -subshell, having a set of quantum numbers $(0, 1, 1)$ (Fig. 3).

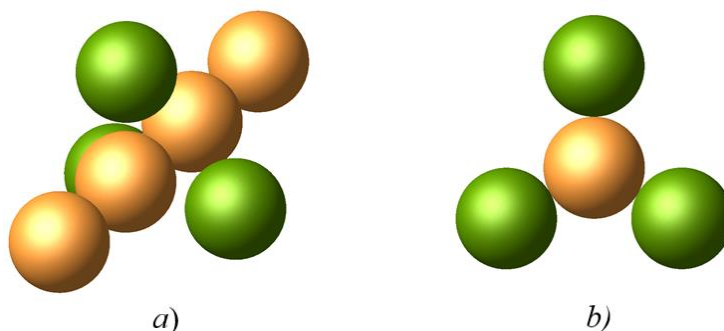


Fig. 3. Model of electron shells for $Z = 7$ in two projections:
a) in a plane passing through the axis of rotation of the atom at an angle of 45° ;
b) in a plane perpendicular to the axis of rotation and passing through the center of the core.
● – s -electrons, ● – p -electrons

Рис. 3. Модель электронных оболочек для $Z = 7$ в двух проекциях:
a) в плоскости, проходящей через ось вращения атома под углом в 45° ;
b) в плоскости, перпендикулярной оси вращения и проходящей через центр ядра.
● – s -электроны, ● – p -электроны

All $2p$ -electrons are usually referred to as kainsymmetrics. An atom with a atomic number $Z = 6$ will be arranged symmetrically and will have a set of quantum numbers $(0,1,-1)$.

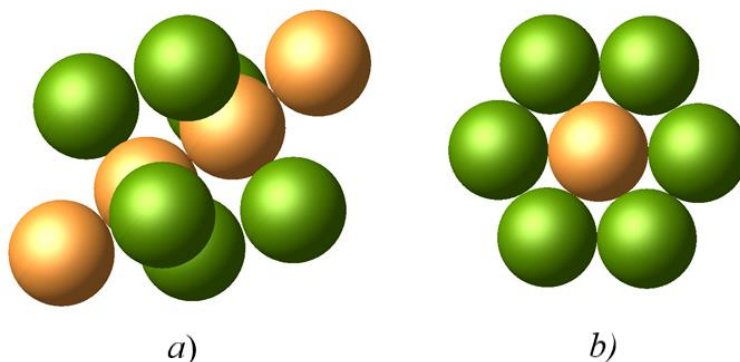


Fig. 4. A simple model of electron shells for the first 10 electrons in two projections:
a) in a plane passing through the axis of rotation of the atom at an angle of 45° ;
b) in a plane perpendicular to the axis of rotation and passing through the center of the nucleus.
● – s -electrons, ● – p -electrons

Рис. 4. Простая модель электронных оболочек для первых 10 электронов в двух проекциях:
a) в плоскости, проходящей через ось вращения атома под углом в 45° ;
b) в плоскости, перпендикулярной оси вращения и проходящей через центр ядра.
● – s -электроны, ● – p -электроны

Further occupation of electrons, starting from $Z = 7$ with a set of quantum numbers $(0,1,0)$, will already lead to a transformation of the spatial arrangement of $2p$ -electrons. All three of the first $2p$ -electrons (from the fifth to the seventh) will be located symmetrically relative to the axis of rotation of the atom and each other. Here, the well-known Hund's rule is automatically fulfilled when all three $2p$ -electrons have the same value of the base quantum number. The remaining three electrons, from the eighth to the tenth, are populated to their positions with the base quantum numbers $x = -2$ while simultaneously shifting the previously set $2p$ -electrons, changing the values of the base quantum number for all previously occupied $2p$ -electrons to the value $-x = 2$. At this stage, the filling of the L -shell of the atom is completed (Fig. 4).

Atomic number $Z=18$. The next closed stable configuration of electrons is formed by occupying the $3s$ - and $3p$ -subshells that make up the M -shell of the atom with electrons. These include atoms with

$Z = 11$ to $Z = 18$ (Fig. 5). Note that, starting with the consideration of the atomic number $Z = 11$, we will refrain from specifying specific sets of quantum numbers for individual electrons.

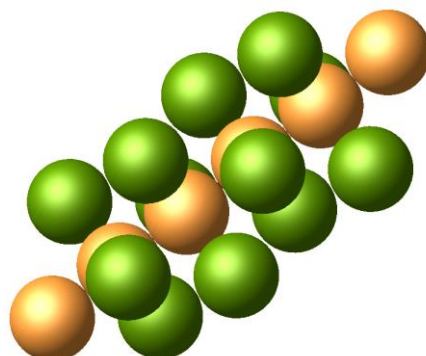


Fig. 5. A simple model of the electron configuration with the atomic number $Z = 18$.

● – s -electrons, ● – p -electrons

Рис. 5. Простая модель конфигурации электронов с атомным числом атома $Z = 18$.

● – s -электроны, ● – p -электроны

When analyzing the positions of the electrons in this configuration, it can be seen that the principle of minimum energy should indicate the initial occupation of $3p$ -electrons. However, in a real atom, there is a significant compression of $1s$ -electrons, as well as some compression of $2s$ -electrons, leading to a change in the ratio of the positions of the electrons relative to the nucleus of the atom. For the same reason, in the future, $4s$ -electrons will also occupy earlier than $3d$ -electrons.

Atomic number $Z=36$. Filling the electron shells to form an atom with $Z = 36$ leads to the occupation of $4s$ -, $3d$ - and $4p$ -subshells. These include atoms from $Z = 19$ to $Z = 36$ (Fig. 6).

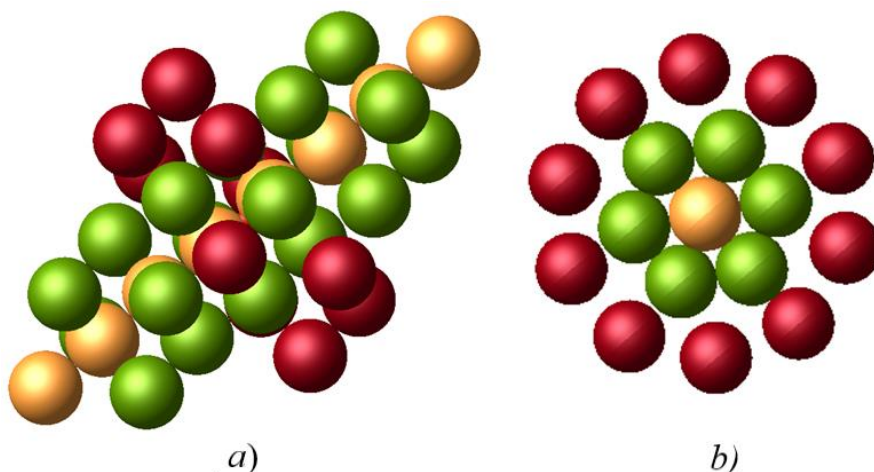


Fig. 6. A simple model of the configuration of electrons with the atomic number $Z=36$:

a) in a plane passing through the axis of rotation of the atom at an angle of 45° ;

b) in a plane perpendicular to the axis of rotation and passing through the center of the nucleus.

● – s -electrons, ● – p -electrons, ● – d -electrons

Рис. 6. Простая модель конфигурации электронов с атомным числом атома $Z = 36$:

a) в плоскости, проходящей через ось вращения атома под углом в 45° ;

b) в плоскости, перпендикулярной оси вращения и проходящей через центр ядра.

● – s -электроны, ● – p -электроны, ● – d -электроны

At first, as noted above, there is an occupation of the $4s$ -subshell. After filling it, the occupation of the $3d$ subshell begins, the capacity of which is 10 electrons. In the six subsequent atoms from $Z = 31$ to $Z = 36$, the electrons are already located in the $4p$ condition.

Atomic number $Z=54$. The presented group of atoms is similar in structure to the previous one

(Fig. 7). Both groups have the same capacity and contain 18 atoms each. Here, at first, there is an occupation of the $5s$ -subshell. After its filling, the occupation of the $4d$ -subshell begins, and the formation of the electronic configuration is completed by the occupation of the $5p$ -subshell (Fig. 8).

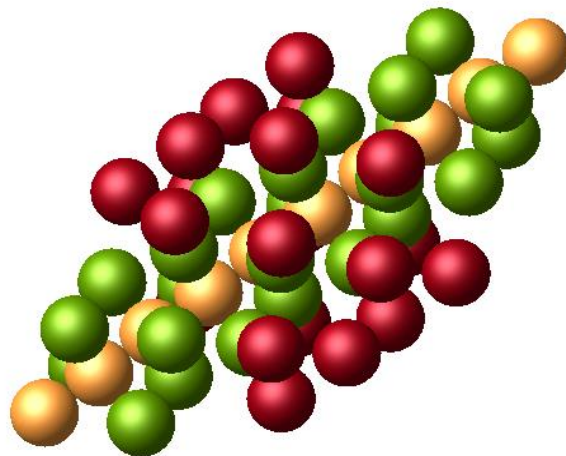


Fig. 7. A simple model of the electron configuration with the atomic number $Z = 54$.

● – s -electrons, ● – p -electrons, ● – d -electrons

Рис. 7. Простая модель конфигурации электронов с атомным числом $Z = 54$.

● – s -электроны, ● – p -электроны, ● – d -электроны

Upon further consideration, we will no longer take into account the natural order of electron occupation, which is determined by the principle of minimum energy and has a number of deviations in the order of occupation of the atom shells.

Atomic number $Z=86$. This is followed by one of the most representative groups of atoms, containing 32 different configurations (Fig. 8). In these atoms, respectively, the $6s$ -, $4f$ - and $5d$ -subshells are occupied with electrons. The occupation of free positions with electrons is completed by filling the $6p$ -subshell.

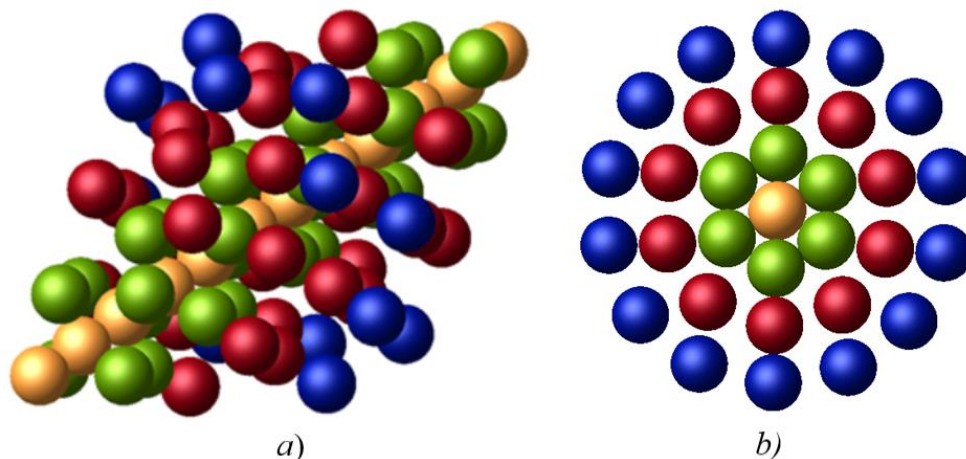


Fig. 8. Simple model of electron configuration with atomic number $Z = 86$:

a) in a plane passing through the axis of rotation of the atom at an angle of 45° ;

b) in a plane perpendicular to the axis of rotation and passing through the center of the core.

● – s -electrons, ● – p -electrons, ● – d -electrons, ● – f -electrons

Рис. 8. Простая модель конфигурации электронов с атомным числом $Z = 86$:

a) в плоскости, проходящей через ось вращения атома под углом в 45° ;

b) в плоскости, перпендикулярной оси вращения и проходящей через центр ядра.

● – s -электроны, ● – p -электроны, ● – d -электроны, ● – f -электроны

Atomic number $Z=102$. Similarly, the occupation of subshells occurs in heavy atoms. However, due to the presence of an upper bound of the atomic number, with the parameters of atoms available for analysis, we will limit ourselves only to the population of $7s$ - and $5f$ -subshells with electrons (Fig. 9). The capacity of these subshells will be equal to 16 electrons.

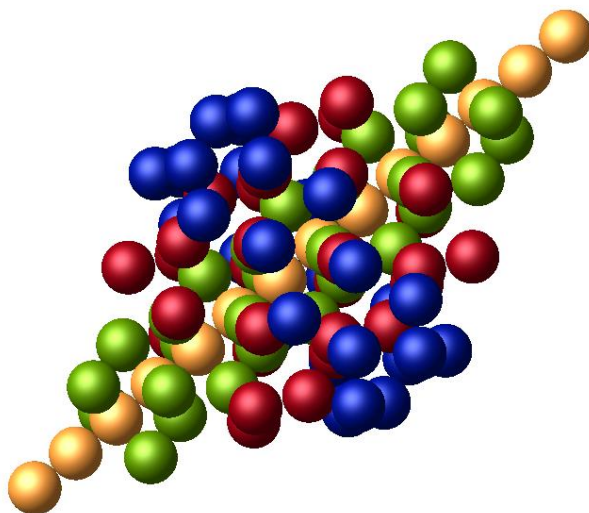


Fig. 9. A simple model of the electron configuration with the atomic number $Z = 102$.

● – s -electrons, ● – p -electrons, ● – d -electrons, ● – f -electrons

Рис. 9. Простая модель конфигурации электронов с атомным числом $Z = 102$.

● – s -электроны, ● – p -электроны, ● – d -электроны, ● – f -электроны

When considering the electronic configuration of an atom with $Z = 102$ we pay attention to a certain elongation of s -electrons along the polar axis, resulting from the absence of ns -electrons in a simple compression model.

At the end of the consideration of a simple model of electron shells, we will check for compliance with the dependence of the first ionization energy E_i on the atomic number Z for light atoms (Fig. 10).

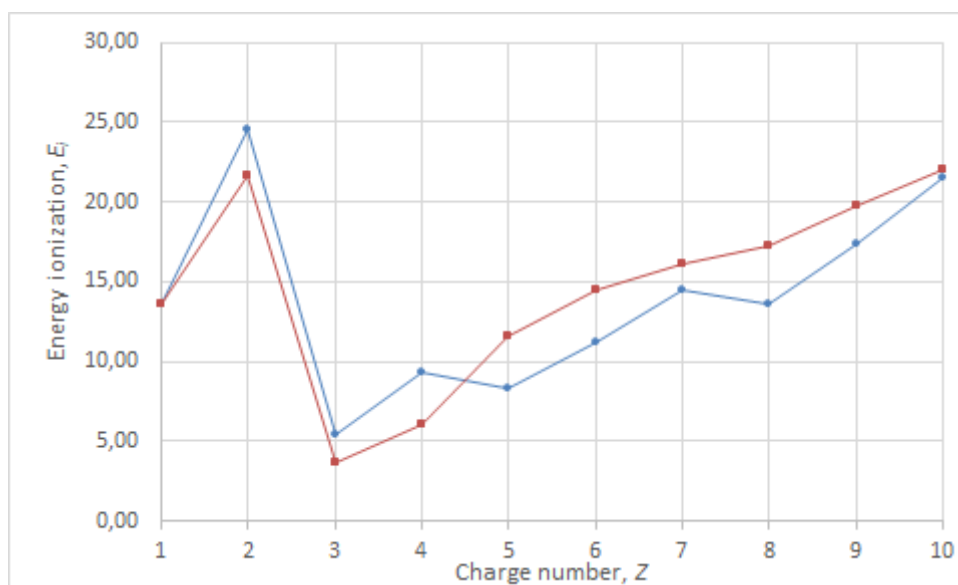


Fig. 10. Dependence of the first ionization energy E_i on the atomic number Z :

● – empirical data [16], ■ – simple model

Рис. 10. Зависимость первой энергии ионизации E_i от зарядового числа Z :

● – эмпирические данные [16], ■ – простая модель

Calculations of ionization energies were carried out without taking into account the dynamics of electron displacement during the formation of the electron shell for all *K*- and *L*-shell atoms. As can be seen on the graph, the trends of ionization energy changes for the values of the first ionization energy E_i of model atoms and empirically obtained data have a common direction, which indicates a certain correspondence, even within a simple model, to the real nature of the behavior of this parameter of the electron shell of an atom.

3.2 DIMENSIONAL MODEL

The actual sizes of the electron clouds that make up the spatial model of an atom differ, depending on their position relative to the nucleus. Their size qualitatively reflects the magnitude of the binding energy of electrons on individual subshells. The greater the binding energy of the electron to the nucleus in the subshell, the smaller the size of the sphere modeling the electron cloud should be. Therefore, by the dimensional model of the electron shell of an atom we will understand a set of electron clouds, each of which has an electron in its center located at a distance of its orbital radius from the nucleus. The principal advantage of the proposed method of visual representation of the atom is that the data of empirical measurements and calculated values of the parameters of the atom are jointly used here to visualize the electronic shells of atoms, and not, as is generally accepted, to determine the parameters of atoms. This approach allows us to take a different look at the possibilities of studying and predicting the properties of multielectron atoms.

When forming the spatial structure of the electron shell of a dimensional model of an atom, we will take as a basis, when determining the positions of electrons, such parameters of the atom as the distances between the nucleus and individual electrons (orbital radii), the distances between the electrons themselves, as well as the first ionization energies of atoms.

The occupation of *s*-electrons will be carried out taking into account the empirical and calculated values of the orbital radii. At the same time, to determine the size of *s*-electrons, we will choose the radius of the electron cloud R_s , obtained by calculating for the values of the main quantum number $n > 1$ for the corresponding orbital radii $r_{op\delta}$ according to the formula

$$R_s(n) = r_{op\delta_n} - 2 \sum_{i=1}^{n-1} (-1)^{i+1} r_{op\delta_i} . \quad (2)$$

At the magnitude of the main quantum number $n = 1$ the radius of the electron cloud is identical to the minimum orbital radius: $R_s(1) = r_{op\delta_1}$. The values of the orbital radii are taken from the previously performed work [15].

When occupying *p*-, *d*- and *f*-electrons, it is necessary to use an additional parameter, defined as the interval ΔR between symmetrically arranged positive and negative electrons in the base quantum number belonging to the same subshell (Fig. 11). Note that the diameters of the electron clouds of all shells, with the exception of the *s*-shell, in order to increase the clarity of the representation of the electron shell of the atom, are shown in the figure in a halved size.

To estimate it a priori, we assume that it is proportional to the size of the corresponding orbital radius

$$\Delta R = 2Ar_{op\delta} , \quad (3)$$

where A – is the proportionality coefficient that determines the amount of electron displacement relative to the polar plane; $r_{op\delta}$ – is the radius of the electron cloud. A multiplier numerically equal to two is included in the formula to account for the size of the entire value of the interval ΔR between the centers of electrons symmetrically located semi-closed parts of the subshell.

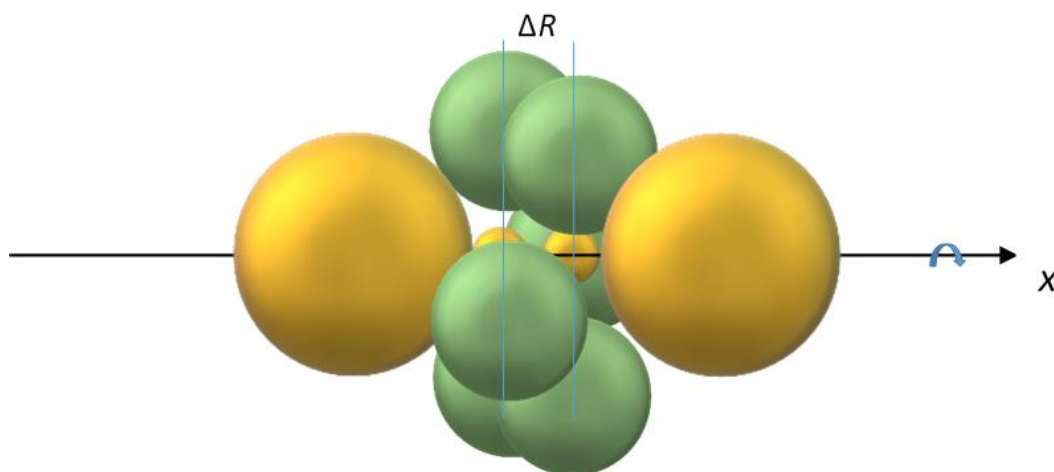


Fig. 11. The interval ΔR between the $2p$ -electrons of the semi-closed parts of the subshell
Рис. 11. Интервал ΔR между $2p$ -электронами полузакрытых частей подболочки

For example, the $2p$ -electrons, positive in the base quantum number, are located in parallel symmetrical planes with respect to having a negative base quantum number, relative to the plane passing through the center, perpendicular to the horizontally located main plane. Empirical data on the ionization energy can be used to determine the ΔR interval [16]. By shifting these symmetrical planes along the polar axis Ox (Fig. 11), we achieve a coincidence of the calculated and empirical values of the ionization energy for the electron shell of the atom under consideration. So, for a $2p$ -subshell, the first ionization energy of an electron is $E_i(Z=10) = 21.5645$ MeV. The selection of the interval at which the calculated ionization energy will also have a similar value leads to the value: $\Delta R = 0.24r_{\text{опб}}$ (Fig. 11). Using the obtained values of the interval, it is possible to carry out the settlement of $2p$ -electrons with negative base quantum numbers (Fig. 13). The selection of the values of the coefficient A for the interval ΔR was carried out once for each subshell and was fixed for all other atoms (Table 2).

Table 2

Values of coefficient A for the interval ΔR between the semi-closed parts of individual subshells

Таблица 2

Значения коэффициента A для интервала ΔR между полузакрытыми частями отдельных подболочек

Subshell's name	Atomic number, Z	Ionization energy, E_i (MeV)	Coefficient A
$2p$	10	21.5645	0.1193
$3p$	18	15.7596	0.8772
$3d$	30	9.3942	0.9091
$4p$	36	13.9996	0.8214
$4d$	46	8.3369	0.8460
$5p$	54	12.1298	0.7800
$4f$	70	6.2542	0.7666
$5d$	80	10.4375	0.8525
$6p$	86	10.7485	0.7564
$5f$	102	6.6600	0.7767

Let us now turn to the consideration of specific dimensional models of atoms having only closed subshells.

Atomic number $Z=2$, $Z=4$ and $Z=10$. $1s$ - and $2s$ -subshell are populated by electrons similarly to their representation in a simple model. However, in the process of increasing the atomic number of the nucleus, the size of the electron clouds of $1s$ -electrons decreases significantly, and $2s$ -electrons visually

dominate them (Fig. 12a). The large size of the 2s-subshell electron clouds also affects a significant decrease in their ionization energy.

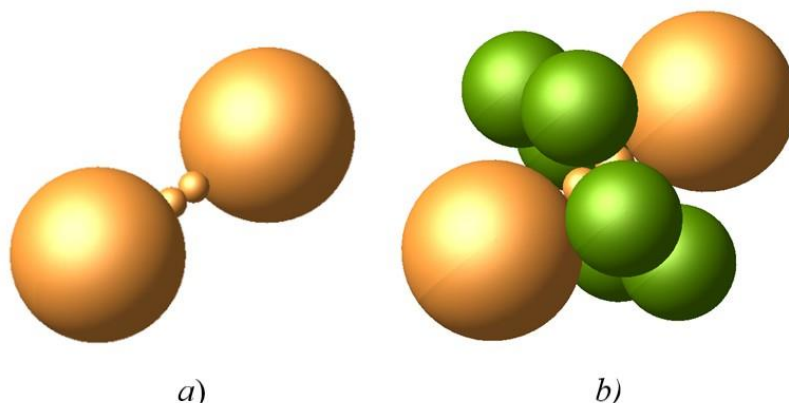


Fig. 12. Dimensional models for closed electron shells of an atom:

a) $Z = 4$; b) $Z = 10$

Рис. 12. Размерные модели для закрытых электронных оболочек атома:

a) $Z = 4$; b) $Z = 10$

Let's pay attention to the size of the electron clouds of the p -shell, as well as the size of the electrons of other shells (with the exception of s -electrons). Considering that the actual sizes of these electron clouds depend on the orbital radii of the electrons themselves, in our case, to obtain a visual image of the atom, as well as in Figure 11, we assume the radii of the electron clouds equal in magnitude to half of their orbital radii (Figure 12b). In other words, the dimensions of the $2p$ -electrons should be close to the diameters of the $2s$ -electrons, but in this case all the lower shells would be hidden from view and the resulting visual image of the atom could not be analyzed.

Also, Figure 12 clearly shows that $1s$ - and $2s$ -electrons for $Z=4$ and $Z=10$ have different ratios of the sizes of electron clouds. This is due to a change in the scale of representation of atoms, as well as due to disproportionate changes in the size of clouds at different atomic numbers.

Atomic numbers $Z=18$ and $Z=36$. Let us now proceed to the consideration of subsequent atoms having completely closed subshells in the ground state. These include atoms containing the number of electrons: $Z = 18$ and $Z = 36$ (fig. 13).

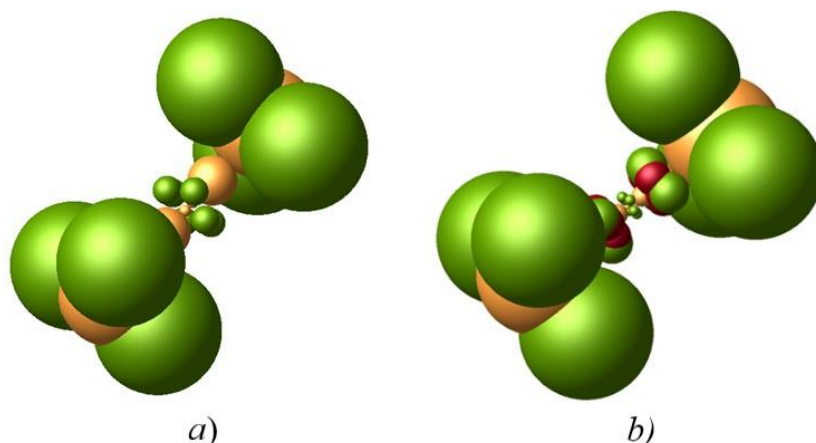


Fig. 13. Dimensional models for closed electron shells of an atom:

a) $Z = 18$; b) $Z = 36$

Рис. 13. Размерные модели для закрытых электронных оболочек атома:

a) $Z = 18$; b) $Z = 36$

In the case of a closed electron shell of an atom with a atomic number $Z = 18$, it is clearly seen that the main role is played by the electrons of the $3p$ subshell. Even the appearance of $3d$ electrons in an atom

with $Z = 36$ practically did not affect the dominant position of $3p$ electrons.

Atomic numbers $Z=54$ and $Z=86$. It is somewhat more difficult to determine the electron dispersal at $Z = 54$ and at $Z = 86$. So, $3d$ electrons "fall through" and are located near $2p$ electrons. Further, the dispersal of subsequent $4f$ electrons is also observed closer to the nucleus than that of the $4s$ and $4p$ electrons (Fig. 14).

As can be seen from the dimensional models of the electron shell of the atom, the positions of the d - and f -electrons are most deeply immersed in the atom. This phenomenon can be explained by a kind of "pushing apart" of electrons from nearby subshells, which allows d - and f -electrons to penetrate into deeper layers of the atom.

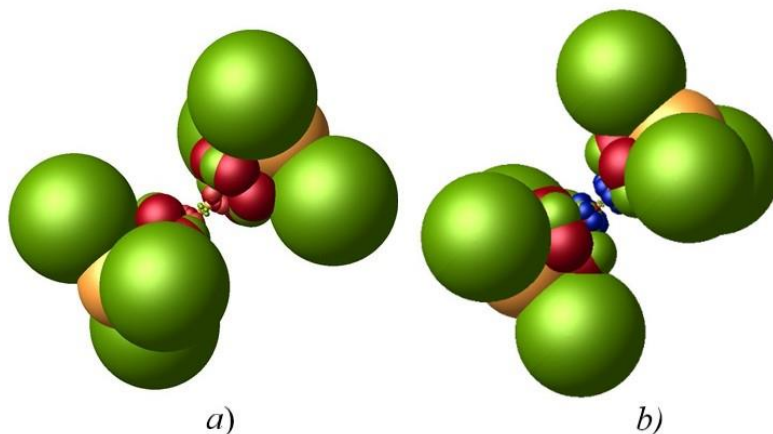


Fig. 14. Dimensional models of atomic electron shells:

a) $Z = 54$; b) $Z = 86$

Рис. 14. Размерные модели электронных оболочек атома:

a) $Z = 54$; b) $Z = 86$

Atomic number $Z=102$. A visual analysis of the dimensional model of the electron shell of an atom at $Z = 102$ (Fig. 15) shows that for a $7s$ -subshell, with an electron ionization energy of $E_i (Z=102) = 6.66$ MeV, the selection of an interval at which the ionization energy has a similar value for a $5f$ -subshell leads to the value: $\Delta R = 1.56r_{\text{опб}}$.

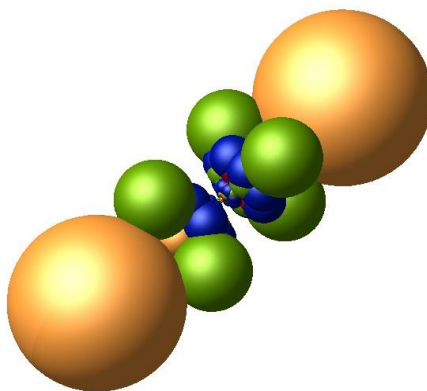


Fig. 15. Dimensional model of the electron shell of an atom at $Z = 102$

Рис. 15. Размерная модель электронной оболочки атома при $Z = 102$

Even if ns -electrons are excluded from consideration, it can be seen that the general picture of the predominance of np -electrons, during the formation of electron shells, is preserved for almost the majority of atomic atomic numbers.

CONCLUSION

In the present study, we have considered the spatial structure of the electron shell of an atom in the normal state. Particular attention was paid to the issue of visualization, as well as a new approach to determining a set of quantum numbers. We were also able to show that when considering the location of electron clouds, one can visually observe the "arrangement" of electrons near the nucleus of an atom, which will be of particular importance for the correct interpretation of theoretical and experimental data.

The proposed model of the atom electron shell is a kind of graphical extension of the shell model, since it makes it possible to represent the spatial structure of the atom as a set of shells consisting of electron clouds. The obtained results of the study allow us to conclude that using computer simulation, based on such parameters as the orbital radius and ionization energy, as well as quantum numbers; it is possible to visualize the spatial structure of the electron shell of the atom. Thanks to the visualization of the computer model, the properties exhibited by electrons in the atom and previously described as rules and principles become so obvious that they do not require postulation.

In this work, we focused on the possibility of visualizing and analyzing the structure of the electron shell of an atom. We have shown that the currently available set of principles and rules for the formation of the electron shell of an atom is sufficient to overcome the limitations imposed by the non-visibility principle [17].

The main results obtained in this study are as follows:

1. A method has been developed for computer simulation of the spatial structure of the electron shell of an atom, which includes a detailed presentation and justification of the proposed approach.
2. The concept of the basic quantum number is introduced, which makes it possible to expand the possibilities of describing the distribution of electrons in an atom.
3. A simple computer model has been developed that makes it possible to methodically and in a more convenient form show the application of the principles and rules responsible for the order of electron settlement in explaining the shell model of an atom.
4. The possibility of visualization of the spatial structure of the electron shell of the atom for the ground electronic state of the atom in the form of a dimensional computer model is shown.

The possibility of determining the spatial arrangement of electrons in individual subshells will allow, in the future, refining and expanding the methods and approaches used to study the electron shell of an atom.

References

1. Urusov B.C., Eremin N.N. Atomistic computer modeling. M.: GEOS, 2012. 428 p. (in Russian).
2. Eickerling G, Reiher M. The shell structure of atoms // J. Chem. Theory Comput. 2008, no 4. P. 286-296.
3. Smirnov B.M. Physics of atom and ion. M.: Energoatomizdat, 1986. 215 p. (in Russian).
4. Makagonov E.P. On the rules for filling shells of atoms and nuclei // Ural Mineralogical Collection. 2008, No. 15. pp. 3-8. (in Russian).
5. Condon E.U., Odabasi H. Atomic structure. Loid.: Cambridge: University Press, 1980. 200 p.
6. Dmitrienko T.G. Physico-chemical fundamentals of materials science. Saratov: SSTU Publishing House, 2012. 851 p. (in Russian).
7. Potapov A.A. Electronic structure of atoms. M: RCD, 2009. 264 p. (in Russian).
8. Klechkovsky V.M. Distribution of atomic electrons and the rule of sequential filling of groups. M.: Atomizdat, 1968. 432 p. (in Russian).
9. Gillespie R.J. Molecular geometry London: Van Nostrand Reinhold company, 1972. 280 p.
10. Lucas J. A physical model for atoms and nuclei // Galilean Electrodynamics, January/February 1996. Vol. 7, No. 1. P. 3-12.
11. Parson A.L. A magneton theory of the structure of the atom: (with two plates) / Smithsonian Miscellaneous Collections. 1915, Vol. 65, No. 11. 80 p.
12. Langmuir J. The arrangement of elektrons in atoms and molecules // Physical Review. 1919, 22. P. 505-587.
13. Gryziński M.A. Collisions between systems of Coulomb particles. I. Small-angle scattering for time-dependent fields // J. Chem. Phys. 1975, Vol. 62, No. 7. P. 2610-2619.
14. Fano U., Fano L. Physics of atoms and molecules; an introduction to the structure of matter. Chicago:

University of Chicago Press, 1973. 592 p.

15. Migal L.V., Bondarev V.G., Bondareva T.P. Computer modeling of parameters of the electronic shell of the atom // Research result. Information technologies. 2021, T.6, №1. P. 30-39.

16. The US Atomic Database: [Electronic resource]. Access mode: <https://www.nist.gov/pml/productsservices/physical-reference-data/> (accessed: 02.11.2021).

17. Heisenberg W. Der teil und das ganze: gespräche im umkreis der atomphysik. Munchen: R. Piper & Co. Verlag, 1969. 288 s.

Список литературы

1. Урусов В.С., Еремин Н.Н. Атомистическое компьютерное моделирование. М.: ГЕОС, 2012. 428 с.
2. Eickerling G, Reiher M. The shell structure of atoms // J. Chem. Theory Comput. 2008, no 4. P. 286-296.
3. Смирнов Б.М. Физика атома и иона. М.: Энергоатомиздат, 1986. 215 с.
4. Макагонов Е.П. О правилах заполнения оболочек атомов и ядер // Уральский минералогический сборник, № 15, 2008. С. 3-8.
5. Condon E.U., Odabasi H. Atomic structure. Loid.: Cambridge: University Press, 1980. 200 p.
6. Дмитриенко Т.Г. Физико-химические основы материаловедения. Саратов: Издательство СГТУ, 2012. 851 с.
7. Потапов А.А. Электронное строение атомов. М: РХД, 2009. 264 с.
8. Клечковский В.М. Распределение атомных электронов и правило последовательного заполнения групп. М.: Атомиздат, 1968. 432 с.
9. Gillespie R.J. Molecular geometry London: Van Nostrand Reinhold company, 1972. 280 p.
10. Lucas J. A physical model for atoms and nuclei // Galilean Electrodynamics, January/February 1996. Vol. 7, No. 1. P. 3-12.
11. Parson A.L. A magneton theory of the structure of the atom: (with two plates) / Smithsonian Miscellaneous Collections. 1915, Vol. 65, No. 11. 80 p.
12. Langmuir J. The arrangement of electrons in atoms and molecules // Physical Review. 1919, 22. P. 505-587.
13. Gryziński M.A. Collisions between systems of Coulomb particles. I. Small-angle scattering for time-dependent fields // J. Chem. Phys. 1975, Vol. 62, No. 7. P. 2610-2619.
14. Fano U., Fano L. Physics of atoms and molecules; an introduction to the structure of matter. Chicago: University of Chicago Press, 1973. 592 p.
15. Migal L.V., Bondarev V.G., Bondareva T.P. Computer modeling of parameters of the electronic shell of the atom // Research result. Information technologies. T.6, №1, 2021. P. 30-39.
16. Атомная база данных США: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nist.gov/pml/productsservices/physical-reference-data/> (дата обращения: 02.11.2021).
17. Heisenberg W. Der teil und das ganze: gespräche im umkreis der atomphysik. Munchen: R. Piper & Co. Verlag, 1969. 288 s.

Migal Larisa Vladimirovna, associate professor of information and robotic systems, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Bondarev Vladimir Georgiyevich, teacher of the CEC of general education disciplines, Candidate of Technical Sciences, associate professor

Мигаль Лариса Владимировна, доцент кафедры информационных и робототехнических систем, кандидат физико-математических наук, доцент

Бондарев Владимир Георгиевич, преподаватель ЦИК общеобразовательных дисциплин, кандидат технических наук, доцент

УДК 004.4

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-2

**Бушуев М.В.
Абрамова О.Ф.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-
ИНФОРМАЦИОННОГО НАВИГАТОРА
ДЛЯ РЫБОЛОВОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ**

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", ул. Энгельса, д. 42а, г. Волжский, Волгоградская область, 404121, Россия

e-mail: ant.eon@mail.ru, oxabra@yandex.ru

Аннотация

В статье выявлены и описаны основные проблемы в области любительского рыболовства: проблема хранения и поиска мест для рыбной ловли, проблема недостатка электронных справочников для рыболовов, проблема несоблюдения рыболовами-любителями законодательных ограничений. Предложены пути решения проблем с помощью создания программной системы. Спроектирована диаграмма вариантов использования системы на основании рассмотренных проблем. Проблема поиска мест для рыбной ловли рассмотрена более подробно. Предложены два пути решения проблемы поиска мест: с помощью анализа деятельности рыболовов-любителей и с помощью прогнозирования клева. Описана архитектура программной системы - используется клиент-серверная архитектура и паттерн проектирования MVC. Поскольку система состоит из модулей, представлена компонентная диаграмма архитектуры, определен список внутренних и внешних модулей, описаны внешние модули, среди которых имеются интерфейсы прикладного программирования (API). Определена модель базы данных системы, определены хранимые данные.

Ключевые слова: проектирование ПО; любительское рыболовство; виды рыб; улов

Для цитирования: Бушуев М.В., Абрамова О.Ф. Моделирование программно-информационного навигатора для рыболовов-любителей // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 19-26. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-2

**Bushuev M.V.
Abramova O.F.**

**MODELING OF SOFTWARE AND INFORMATION
NAVIGATOR FOR AMATEUR ANGLERS**

Volga Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University,
42a Engelsa St., Volzhsky, Volgograd region, 404121, Russia

e-mail: ant.eon@mail.ru, oxabra@yandex.ru

Abstract

The article identifies and describes the main problems in the field of recreational fishing: the problem of storing and finding places for fishing, the problem of the lack of electronic guides for fishermen, the problem of non-observance of legislative restrictions by amateur fishermen. The ways of solving problems by means of creating a software system are proposed. A diagram of the use cases of the system was designed based on the problems discussed. The problem of finding places for fishing is considered in more detail. Two ways of solving the problem of finding places are proposed: by analyzing the activity of amateur fishermen and by predicting the bite. The architecture of the software system is described - the client-server architecture and the MVC design pattern are used. Since the system consists of modules, a component architecture diagram is presented, a list of internal and external modules is defined, external modules are described, among which there are application programming interfaces (API). The model of the system database is defined, the stored data is defined.

Key words: software design; recreational fishing; types of fish; catch

For citation: Bushuev M.V., Abramova O.F. Modeling of software and information navigator for amateur anglers // Research result. Information technologies. – Т.7, №1, 2022. – P. 19-26.
DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-2

ВВЕДЕНИЕ

Любительская рыбная ловля – один из самых популярных видов досуга среди населения России [1]. Людей, занимающихся любительской рыбной ловлей, называют рыболовами-любителями или рыбаками. В настоящий момент в сфере любительского рыболовства имеется множество проблем, которые можно решить с помощью использования программных решений [2].

Одной из таких проблем является поиск новых мест для рыбной ловли. Найти новые места достаточно сложно, поскольку новое место должно обладать высокой активностью рыб и находиться в том субъекте страны, в котором находится рыболов. Рыболова-любителя могут интересовать только те места, в которых обитают интересующие его виды рыб. Поиск мест усложняется и тем, что существует большое количество законодательных ограничений на рыбную ловлю в определенных водоемах [3]. Ни в одном из современных приложений для рыболовов-любителей нет функции поиска подходящих мест для рыбной ловли.

Проблемой является и хранение уже имеющихся у рыболова-любителя мест для рыбной ловли. Большинство рыболовов при хранении мест полагаются только на свою память, что ведет к потере части мест для рыбной ловли. Для каждого места необходимо знать его местоположение и обитающие в нем виды рыб, рыболову-любителю трудно постоянно помнить эти сведения.

Помимо хранения мест, рыболову необходимо хранить и уловы в этих местах. Хранение уловов, сделанных в конкретном месте, позволяет рыболову делать выводы об активности определенных видов рыб в определенное время для этого места. В большинстве современных приложений для рыболовов нет привязки уловов к определенному месту.

Стоит отметить и проблему малого количества электронных справочников видов рыб и водоемов, предназначенных специально для рыболова. Помимо того, что подобных справочников мало, в них отсутствует много информации, которая была бы полезна рыболовам-любителям. Так, в справочниках видов рыб не хватает информации об особенностях ловли рыб и о рекомендуемом снаряжении. В справочниках водоемов отсутствует информация о конкретных местоположениях водоемов и обитающих в них видов рыб. Ни в одном из электронных справочников не учитываются законодательные ограничения. Вылов видов рыб, входящих в красную книгу, строго запрещен законом. Также запрещена рыбная ловля в водоемах, относящихся к определенным заповедникам или природным паркам [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для решения вышеперечисленных проблем предлагается создать многофункциональную программную систему [7]. Общая диаграмма вариантов использования системы приведена на рисунке 1.

В системе предусмотрены следующие роли: гость, обычный пользователь, модератор. Гость рассматривается как незарегистрированный пользователь [6]. Гость имеет возможность просматривать справочники и осуществлять поиск мест для рыбной ловли, причем двумя способами. Пользователю доступны те же возможности, что и гостю, но, помимо этого, пользователь может хранить информацию о собственных наживках, уловах и местах для рыбной ловли. Модератор необходим для редактирования справочников и определения областей карты, в которых запрещена рыбная ловля.

В системе имеются справочник видов рыб и справочник водоемов. В справочнике водоемов учтена вся информация, необходимая для рыболова-любителя, такая как особенности нереста, питания, ловли рыб, необходимые наживки и приманки. В справочнике водоемов отображается местоположение каждого водоема на карте и список видов рыб, обитающих в каждом из водоемов. Водоемы и виды рыб, на которые наложены законодательные ограничения, выделяются

среди остальных. Кроме того, в них не отображаются блоки информации, необходимых для рыболова-любителя. Так, для водоемов, в которых запрещена рыбная ловля, не отображается список обитающих видов рыб.

Для хранения собственных мест для рыбной ловли пользователю предоставлена интерактивная карта, на которой он может оставлять отметки, которые и обозначают места. Пользователь может настроить вид карты – изменить масштаб, изменить способ отображения (например, на спутниковый). Для каждой отметки отображается список уловов, которые были совершены пользователем в этой отметке.

Для хранения собственных уловов пользователю предоставлен его личный журнал уловов. В данный журнал пользователь может добавлять новые уловы, изменять информацию об уже имеющихся уловах. Для каждого улова указывается уникальное название, вид пойманной рыбы, место, в котором был совершен улов, дата и время улова. Дополнительно пользователь может указать изображение рыбы и вес улова. При добавлении улова нельзя указать вид рыбы, вылов которого запрещен законом. Список уловов можно фильтровать по интересующим пользователя полям, причем можно производить фильтрацию по нескольким полям одновременно.

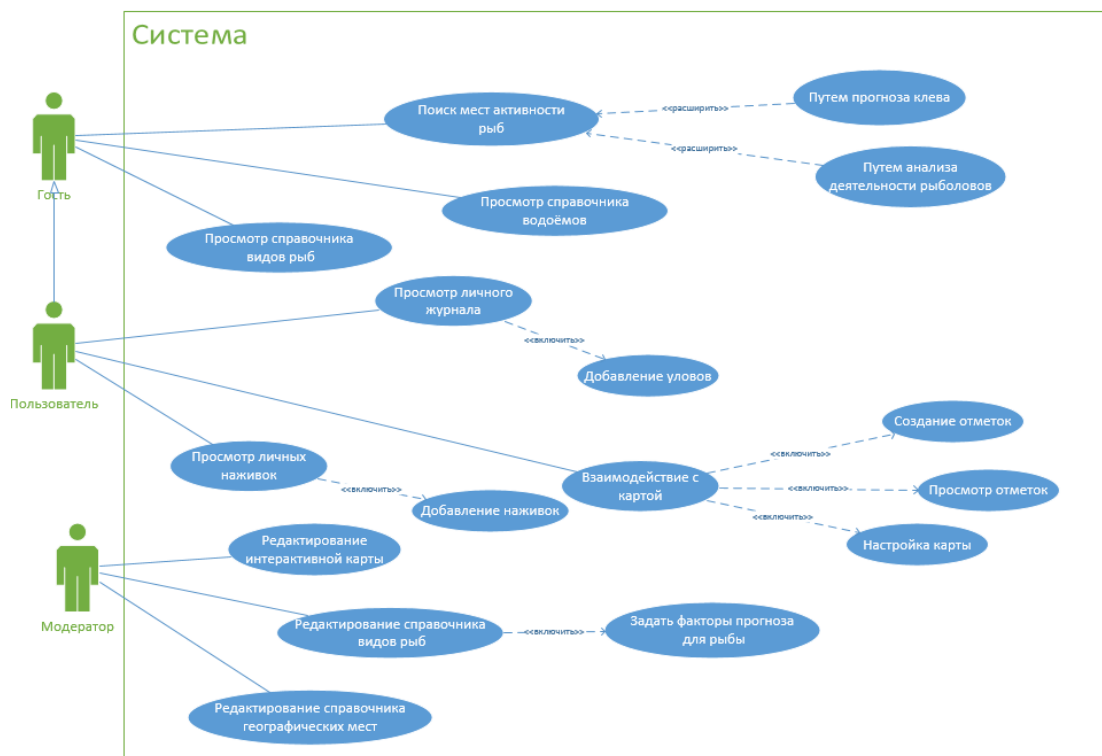


Рис. 1. Общая диаграмма основных вариантов использования системы
Fig. 1. General diagram of the main use cases of the system

В системе имеется возможность поиска мест для рыбной ловли. На выбор пользователя предоставлено два способа поиска мест: первый способ основан на анализе деятельности рыболовов-любителей, зарегистрированных в системе, второй способ основан на прогнозировании клева.

Поиск мест осуществляется на основании выбранных пользователем параметров. Для первого способа поиска в качестве параметров поиска обязательно указывается субъект страны, в котором проживает рыболов-любитель, и срок отбора уловов (например, за последние две недели). Дополнительно можно указать конкретный вид рыбы, в таком случае список рекомендованных мест будет составлен на основании количества уловов по указанному виду рыбы. Для второго способа поиска обязательно указывается субъект, вид рыбы, дата и время.

Принцип работы алгоритма поиска мест первым способом заключается в вычислении

общего количества уловов для каждого водоема. Исходными данными для алгоритма поиска мест являются записи об уловах в журналах уловов всех пользователей системы. Результатом работы алгоритма является список рекомендованных мест для рыбной ловли, то есть список водоемов, отсортированный по общему количеству уловов. Диаграмма последовательности для функции поиска мест для рыбной ловли путем анализа журналов уловов пользователей изображена на рисунке 2.

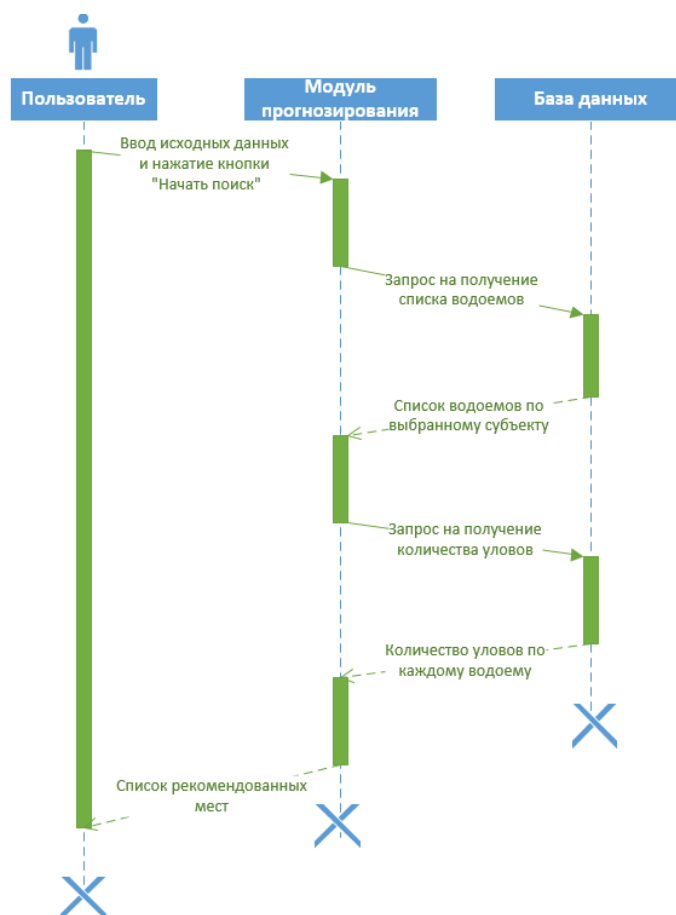


Рис. 2. Диаграмма последовательности функции “Поиск мест для рыбной ловли”
Fig. 2. Diagram of the sequence of the function "Finding places for fishing"

Рыболова-любителя интересуют места с высоким качеством клева рыб. Наибольшее влияние на клев рыбы оказывают погодные характеристики, такие как температура воды, сила и направление ветра, время суток, облачность, наличие осадков [5]. Поскольку можно спрогнозировать значения погодных характеристик в определенное время, поэтому и можно спрогнозировать клев рыбы в определенное время. Получить значения погодных характеристик в заданный момент времени позволяет API сервиса “Яндекс.Погода”.

Принцип работы алгоритма поиска мест вторым способом заключается в вычислении прогноза клева для каждого водоема по выбранному пользователем виду рыбы и указанной дате и времени. Прогноз клева измеряется в процентах. Исходными данными в данном случае являются оптимальные значения погодных характеристик для указанного вида рыбы, которые задаются модератором. В качестве результата выдается список рекомендованных мест для рыбной ловли, то есть список водоемов, отсортированный по проценту прогноза клева. Для каждого водоема указывается качество клева (низкое или высокое). Диаграмма последовательности для функции поиска мест для рыбной ловли путем прогнозирования клева изображена на рисунке 3.

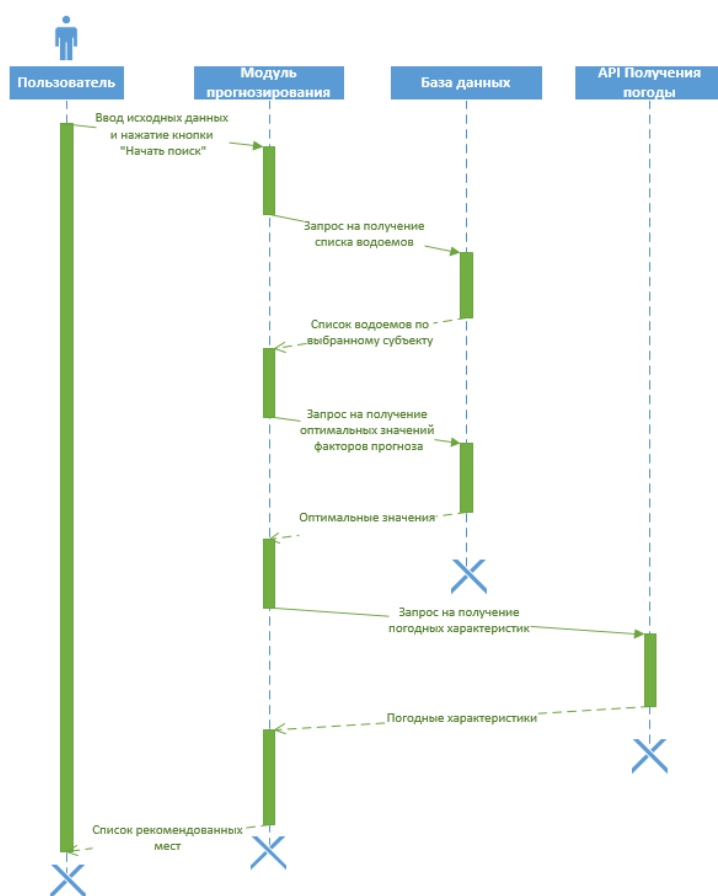


Рис. 3. Диаграмма последовательности функции “Прогнозирование клева”
Fig. 3. Diagram of the sequence of the function "Bite prediction"

Программная система использует клиент-серверную архитектуру. Архитектура использует популярный шаблон проектирования MVC (Model View Controller). На каждый внутренний модуль приходится клиентский слой (Views), серверный слой (Controllers), и слой данных (Models)[11]. Клиентский слой представляет собой интерфейс пользователя - HTML страницы, выводимые веб-браузером. С данного слоя отправляются HTTP/HTTPS запросы на серверный слой. Серверный слой содержит всю логику приложения и именно на данном слое происходит обработка запросов клиентов. Серверный слой состоит из различных контроллеров, которые в свою очередь состоят из функций. Каждой функции соответствует запрос с клиентского слоя. Слой данных представлен различными моделями, т.е. классами системы. В модели загружаются данные из базы данных для последующей обработки в контроллерах, расположенных в серверном слое.

Компонентная диаграмма системы изображена на рисунке 4. Система состоит из 8 внутренних модулей и 3 внешних модулей. К внутренним модулям системы относятся: модуль прогнозирования клева, модуль погодных характеристик, модуль справочника видов рыб, модуль справочника локаций (водоемов), модуль карты с отметками, модуль личного снаряжения, модуль поиска мест для рыбной ловли, модуль журнала уловов. К внешним модулям относятся API сервисов “Яндекс.Карты” и “Яндекс.Погода”, а также база данных системы. Некоторые модули системы взаимодействуют между собой [9]. Так, модуль поиска мест для рыбной ловли использует данные модуля журнала уловов.

API сервиса “Яндекс.Карты” используется для отображения местоположения каких-либо объектов в системе (например, отображение местоположения определенного водоема в справочнике водоемов). В полной мере API задействовано в модуле карты с отметками. Благодаря multifunctionality данного API пользователь может настраивать отображение карты, строить маршруты, измерять расстояние между точками карты [10].

API сервиса “Яндекс.Погода” необходим для полного функционирования модуля прогнозирования клева. Поскольку прогнозирование клева основано на реакции того или иного вида рыбы на значения погодных факторов, необходимо иметь эти значения на определенный момент времени. Данное API позволяет получать значения большого числа погодных факторов, как на текущий момент, так и на последующие семь дней [11].

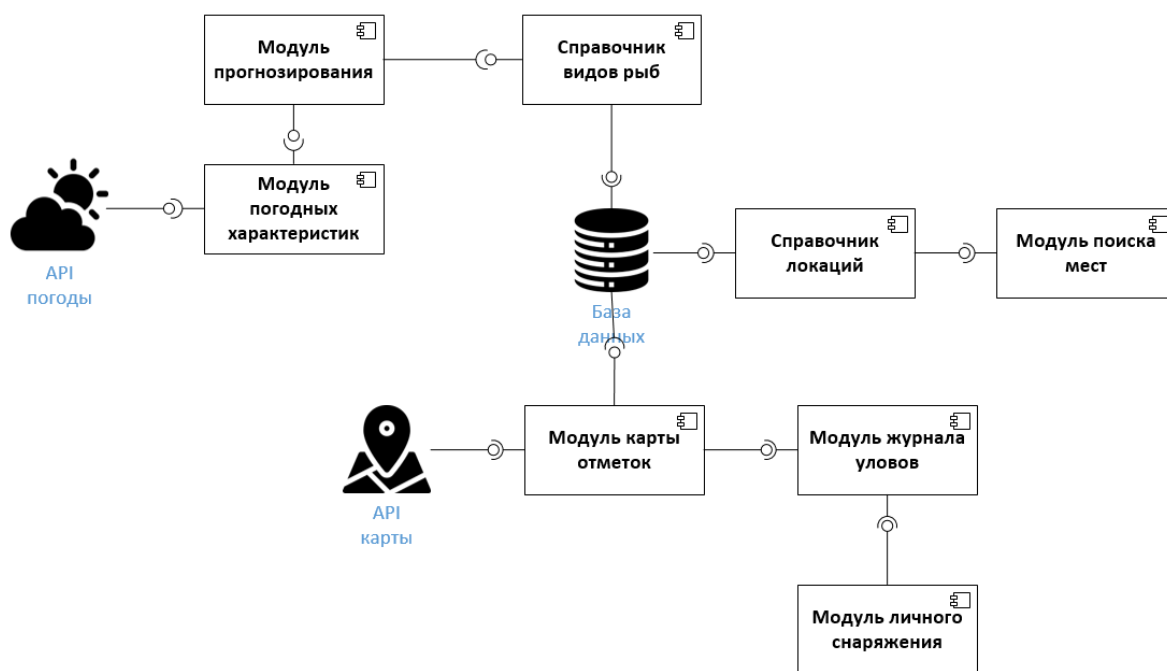


Рис. 4. Компонентная диаграмма системы
Fig. 4. Component diagram of the system

Стоит отметить, что приложение не рассчитано на очень большое количество пользователей (больше 10000), поскольку API сервисов имеют ограничения на количество пересылаемых запросов [12].

База данных централизованная – все данные располагаются в одном хранилище. Используется реляционная модель базы данных, поскольку такая модель обладает гибкой структурой, благодаря которой возможно простое добавление разделов информации в справочниках и увеличение числа погодных факторов, учитываемых при прогнозировании клева [8]. Помимо этого, реляционная модель обеспечивает высокую производительность при большом количестве сложных запросов, которые используются при поиске мест для рыбной ловли. В базе данных хранятся как общие данные, так и данные для каждого пользователя. Общие данные включают в себя сведения о видах рыб и водоемах. Для каждого вида рыбы хранится большое количество информации: общая информация, биологические данные, пути к изображениям (на каждый вид рыбы приходится несколько изображений), информация для рыболова, оптимальные значения факторов прогноза клева. Для каждого водоема хранится название, географическая информация, список обитающих видов рыб, координаты местоположения на карте. Хранилище пользователя включает в себя записи журнала уловов, наживки, отметки на карте (места для рыбной ловли). К каждой отметке пользователя привязан свой набор уловов. Для наживок автоматически ведется подсчет уловов, которые сделал пользователь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленная система позволит решить одни из самых значимых проблем в области любительского рыболовства – проблему поиска мест для рыбной ловли, проблему

хранения уже имеющихся мест, проблему недостатка электронных справочников для рыболовов, проблему несоблюдения рыболовами-любителями правил рыболовства. Главными преимуществами системы являются функция прогнозирования клева и функция поиска мест для рыбной ловли, аналогов данной функции практически нет ни в одном современном приложении для рыболовов-любителей. Весомым преимуществом является и контроль соблюдения рыболовом-любителем законодательных ограничений в области любительского рыболовства.

Список литературы

1. Брагина, Т.М. К вопросу о любительском рыболовстве в водохранилищах степной зоны Евразии / Т.М. Брагина, Е.М. Саенко // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19. – № 4. – С. 465-477.
2. Утробина, Е.С. Мобильная картография для охотников и рыболовов / Е.С. Утробина, И.П. Кокорина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018. – № 1. – С. 171-178.
3. Влияние любительского рыболовства на состояние водных биологических ресурсов Цимлянского водохранилища / Н.В. Куценко, В.А. Чухнин, АН. Наumenko, А.А. Филипенко // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 49-55. – DOI: 10.47921/2619-1024_2020_3_2_49.
4. Раковец, Н.А. Проблемы правового регулирования использования и охраны водных биологических ресурсов (любительского рыболовства) / Н. А. Раковец // Молодой исследователь Дона. – 2019. – № 3(18). – С. 134-137.
5. Зеленецкий, Н.М. Влияние изменений температурного режима Рыбинского водохранилища за 50-летний период на численность и рост рыб / Н.М. Зеленецкий, Т.А. Зеленецкая, Д.А. Дмитриева // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2017. – № 9. – С. 46-57.
6. Абсатаров, Р.Н. Исследование деятельности сервисного центра компьютерной техники и анализ осуществимости автоматизации бизнес-процессов / Р.Н. Абсатаров, О.Ф. Абрамова // Научное обозрение. Технические науки. – 2020. – № 5. – С. 5-10.
7. Васильев, С.С. Исследование и анализ проблем в области автоматизации бизнес-процессов отдела снабжения / С.С. Васильев, О.Ф. Абрамова, АС. Адамов // Форум молодых ученых. – 2017. – № 5(9). – С.382-392.
8. Кадыркулова, Н.К. Анализ эффективности СУБД при разработке базе данных в среде ГИС-технологий / Н.К. Кадыркулова, Б. Аширбек Кызы, А. Изабеков // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – 2019. – № 1(40). – С. 62-66.
9. Негодин, В.А. Интеграция картографических сервисов в собственные веб-приложения / В.А. Негодин // Форум молодых ученых. – 2019. – № 8(36). – С. 194-197.
10. Шарапов, Н.Р. Сравнительный анализ API наиболее популярных картографических сервисов / Н.Р. Шарапов // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 13(25). – С. 27-28.
11. Гуляев, Д.И. Использование открытых ГИС и web-ГИС для экологического мониторинга / Д.И. Гуляев // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 декабря 2017 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 42-44.
12. Кочитов, М.Е. Использование картографического сервиса Яндекс.Карты для нанесения на карту торговых точек и других географических объектов / М. Е. Кочитов // Постулат. – 2020. – № 1(51). – С. 24.

References

1. Bragina, T.M. To the question of amateur fishing in reservoirs of the steppe zone of Eurasia / T.M. Bragina, E.M. Saenko // Issues of fishing. – 2018. – T. 19. – No. 4. – P. 465-477.
2. Utrobina, E.S. Mobile cartography for hunters and fishermen / E.S. Utrobina, I.P. Kokorina // Interexpo Geo-Siberia. – 2018. – No. 1. – P. 171-178.
3. Influence of amateur fishing on the state of aquatic biological resources of the Tsimlyansk reservoir / N. V. Kutsenko, V.A. Chukhnin, A.N. Naumenko, A.A. Filipenko // Aquatic bioresources and habitat. – 2020. – T. 3. – No. 2. – P. 49-55. – DOI: 10.47921 / 2619-1024_2020_3_2_49.
4. Rakovets, N.A. Problems of legal regulation of the use and protection of aquatic biological resources (amateur fishing) / N.A. Rakovets // Young researcher of the Don. – 2019. – No. 3 (18). – P. 134-137.
5. Zelenetsky, N.M. Effect of changes in the temperature regime of the Rybinsk reservoir over a 50-year period on the number and growth of fish / N.M. Zelenetsky, T.A. Zelenetskaya, D.A. Dmitrieva // Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy sciences. – 2017. – No. 9. – P. 46-57.
6. Absatarov, R.N. Research of the activity of the service center of computer technology and analysis of the

feasibility of automating business processes / R.N. Absatarov, O.F. Abramova // Scientific review. Technical science. – 2020. – No. 5. – P. 5-10.

7. Vasiliev, S.S. Research and analysis of problems in the field of automation of business processes in the procurement department / S.S. Vasiliev, O. Abramova, A.S. Adamov // Forum of young scientists. – 2017. – No. 5 (9). – P. 382-392.

8. Kadyrkulova, N.K. Analysis of the efficiency of a DBMS in the development of a database in the environment of GIS technologies / N.K. Kadyrkulova, B. Ashirbek Kyzy, A. Izabekov // Bulletin of Jalal-Abad State University. – 2019. – No. 1 (40). – P. 62-66.

9. Negodin, V.A. Integration of cartographic services into own web applications / V.A. Negodin // Forum of young scientists. – 2019. – No. 8 (36). – P. 194-197.

10. Sharapov, N.R. Comparative analysis of the API of the most popular cartographic services / N.R. Sharapov // Problems of Science and Education. – 2018. – No. 13 (25). – P. 27-28.

11. Gulyaev, D.I. Use of open GIS and web-GIS for environmental monitoring / D.I. Gulyaev // Ecology and life safety: Collection of articles of the XVII International scientific-practical conference, Penza, December 21-22, 2017. – Penza: Penza State Agrarian University, 2017. – P. 42-44.

12. Kochitov, M.E. Using the Yandex. Maps for mapping retail outlets and other geographic objects / M.E. Kochitov // Postulate. – 2020. – No. 1 (51). – P. 24.

Бушуев Максим Витальевич, студент кафедры «Информатика и технология программирования»
Абрамова Оксана Федоровна, доцент кафедры «Информатика и технология программирования»

Bushuev Maxim Vitalievich, Student of the Department of Informatics and Programming Technology
Abramova Oksana Fedorovna, Associate Professor of the Department of Informatics and Programming Technology

УДК 004.94

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-3

**Жихарев А.Г.¹
Фефелов О.С.²
Маматов М.Е.²**

ОБЗОР НЕКОТОРЫХ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПОЗИЦИИ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

¹⁾ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, Белгород, 308012, Россия

²⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, Белгород, 308015, Россия

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые протоколы передачи данных в компьютерных сетях с позиции обеспечения защиты информации. Показано, что в настоящее время, вопросы безопасной передачи информации приобретают все большую актуальность. Особенно, это касается защищенности автоматизированных систем на уровне протоколов передачи данных. В частности, рассматриваются протоколы передачи данных, использующиеся для организации виртуальных частных сетей. Это связано с тем, что современные реалии побуждают пользователей к активному использованию подобных технологий как для реализации санкционированного функционала, так и для обхода регламентов предоставления доступа к запрещенным электронным ресурсам. Кроме того, в работе показано, что использование различных протоколов передачи информации создает определенные проблемы при разработки автоматизированных решений, в частности в вопросах интерпретации сетевого трафика. Авторами предлагается гибкий механизм динамического формирования правил передачи данных в зависимости от задач, стоящих перед разработчиками подобных систем.

Ключевые слова: протокол передачи данных; информационная безопасность; сетевой трафик; интеллектуальные сетевые технологии

Для цитирования: Жихарев А.Г., Фефелов О.С., Маматов М.Е. Обзор некоторых протоколов передачи данных с позиции их безопасности // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 27-31. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-3

**Zhikharev A.G.¹
Fefelov O.S.²
Mamatov M.E.²**

REVIEW OF SOME DATA TRANSFER PROTOCOLS FROM THE POSITION OF INFORMATION SECURITY

¹⁾ Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova St., Belgorod, 308012, Russia

²⁾ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Abstract

The article identifies and describes the main problems in the field of recreational fishing: the The article discusses some data transfer protocols in computer networks from the standpoint of information security. In particular, data transfer protocols used to organize virtual private networks are considered. This is due to the fact that modern realities encourage users to actively use such technologies both to implement authorized functionality and to circumvent the regulations for providing access to prohibited electronic resources. In addition, the paper shows that the use of various information transfer protocols creates certain problems in the development of automated solutions, in particular, in the interpretation of network traffic.

Key words: data transfer protocol; information security; network traffic; intelligent network technologies

For citation: Zhikharev A.G., Fefelov O.S., Mamatov M.E. Review of some data transfer protocols from the position of information security // Research result. Information technologies. – Т.7, №1, 2022. – P. 27-31. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-3

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем рассматривать протоколы, используемые для реализации технологии VPN, рассмотрим подробнее, что из себя представляет данная технология. VPN (Virtual Private Network) – виртуальная частная сеть [1]. Разберём подробнее каждое слово в названии данной технологии. Слово «сеть», для многих, достаточно понятно – как минимум это объединение двух или более устройств (узлов) поддерживаемым ими видом связи для обмена информацией. Слово «частная» – означает, что эта сеть организована для дозволенных (санкционированных) узлов сети, собственно данная составляющая VPN является самой главной, определяя ряд требований этой самой дозволенности (частности), из которых можно выделить:

1. Маркировка пользователей «частной» сети.
2. Маркировка информации которой обмениваются пользователи, для того чтобы она не смешивалась с чужой информацией.
3. Защита информации, к примеру – шифрованием.
4. Сохранение целостности способа передачи информации – защита от проникновения посторонних в «частную» сеть, проверка источников передачи информации, защита от утечек информации в незашифрованном виде.

Последнее слово это «виртуальная». В данном контексте это понятие означает, что такая сеть абстрагирована от физических линий связи и устройств. Такой сети не важно, по каким и скольким каналам связи она проложена, т.е. для связи, пользователям такой сети, не нужно иметь собственные линии связи или арендованные, где бы они не находились им достаточно иметь выход в сеть Интернет, а соединение построится «виртуально» на существующих линиях связи в сети Интернет.

Разобрав сущность технологии VPN, рассмотрим основные сценарии использования этой технологии. Анализ классических публикаций по данной тематике [2,3] показывает, что данная технология является средством защиты информации при организации коммуникации между двумя и более объектами информационной инфраструктуры. Но, у данной технологии, также есть «полезное» побочное свойство, которое позволяет скрыть физическое местоположение объекта информационной инфраструктуры. Таким образом, технология виртуальных частных сетей используется при:

1. Построение защищённого канала связи между двумя или более сегментами сети. К примеру: подразделения одной организации, находящиеся в разных городах или странах.
2. Построение защищённого канала при удалённом подключении сотрудника к корпоративной сети организации.
3. «Виртуальное» изменение местоположения пользователя с помощью услуг различных VPN сервисов. В таком случае весь трафик пользователя будет проходить через сервер, принадлежащий VPN сервису, того региона из которого нужно отразить местоположение заказчика.

Для реализации VPN технологии и вышеуказанных сценариев служат различные протоколы сетевой безопасности, служащие для связи и шифрования. На основании подходящих протоколов, специалист, может строить своё решение того или иного сценарии применении данной технологии. Рассмотрим основные протоколы сетевой безопасности для реализации технологии VPN.

МЕТОДЫ

Для реализации виртуальной сети всегда применяются, так называемые, туннельные протоколы [4]. Протокол PPTP [5] (Point-to-Point Tunneling Protocol). Протокол PPTP – это

туннельный протокол типа точка-точка, позволяющий компьютеру абонента устанавливать защищённое соединение с сервером или с компьютером другого абонента за счёт создания специального туннеля в стандартной, незащищённой сети на канальном уровне модели OSI. Каналом называется защищённая линия связи в сети Интернет, а точками являются абоненты защищённой линии связи. Канал выполняет роль только посредника.

PPTP использует два соединения типа PPP – одно для управления и обслуживания, а другое для инкапсуляции данных. Первое соединение работает с протоколом TCP и использует порт 1723. Второе соединение работает с протоколом GRE. PPTP инкапсулирует кадры PPP в IP-пакеты для передачи по глобальной сети Интернет.

Точки соединяются посредством PPP-сессии, данная сессия формируется на базе протокола GRE. За инициализацию протокола GRE и его управление несёт ответственность второе TCP подключение. Информация в формате зашифрованного пакета IPX передаётся от точки к точке дополняется управляющей информацией. Когда пакет попадает на другой конец линии связи, специальное приложение извлекает содержащиеся в нём данные и отправляет на постобработку, которая производится встроенными средствами системы соответственно указанному протоколу. Взлом данных возможен только в процессе получения, для чего нужно уделить особое внимание на надёжность логина и пароля.

Можно выделить следующие средства организации безопасности при работе с PPTP:

- протокол проверки подлинности MSCHAP-v1 [6].
- протокол проверки подлинности MSCHAP-v2 [6].
- протокол проверки подлинности EAP-TLS [7].
- протокол шифрования данных MPPE.

Далее рассмотрим подробнее структуры пакетов при использовании различных протоколов передачи данных.

Таблица 1

Структура пакета для передачи по туннелю PPTP

Table 1

Packet structure for transmission over the PPTP tunnel

Заголовок кадра передачи	IP заголовок	GRE заголовок	PPP заголовок	Зашифрованные данные PPP	Окончание кадра передачи
--------------------------------	--------------	------------------	------------------	-----------------------------	--------------------------------

Универсальность протокола PPTP позволяет обеспечить базовую защиту данных в локальных сетях где реализованы протоколы IPX и является самым простым средством сетевой безопасности, но данный протокол устарел и не рекомендуется для использования.

Далее рассмотрим подробнее протокол L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) [8]. Протокол L2TP – схожий с PPTP туннельный протокол. В отличие от протокола PPTP, который обеспечивает туннелирование и шифрование передаваемых данных, протокол L2TP поддерживает только туннелирование. L2TP не имеет привязки к протоколу IP. Кроме того, в протоколе L2TP реализована функция управления потоками данных, а также ряд функций защиты, к примеру возможность работы с протоколами AH и ESP, которые являются основой стека протокола IPSec. Хотя данный протокол действует по подобию протокола канального уровня модели OSI, на самом деле он является протоколом сеансового уровня. Использует передачу данных поверх протокола UDP и имеет зарегистрированный порт 1701. Использует одинаковый формат сообщений как для управления туннелем, так и для пересылки данных.

Можно считать, что L2TP это логичное развитие протокола PPTP, который избавился от двух соединений (одно из которых – GRE) и добавил себе новые логические сущности - LNS (сервер или маршрутизатор) и LAC (провайдер). То есть теперь протокол L2TP использует схемы, где туннель создается между сервером удаленного доступа провайдера и маршрутизатором локальной сети. Также протокол может открывать несколько туннелей, каждый из которых может использоваться для конкретного приложения.

Соединение по протоколу L2TP реализуется в три этапа:

- Установка соединения с сервером удаленного доступа локальной сети. Пользователь создает PPP-соединение с провайдером ISP. Концентратор доступа LAC принимает соединение, и создает канал PPP. Также концентратор выполняет аутентификацию пользователя и конечного узла. На основе имени пользователя провайдер ISP решает, нужно ли ему туннель на основе L2TP, если нужно, то создается туннель.

- LSN локальной сети реализует аутентификацию пользователя. Для этого может быть использован любой протокол аутентификации пользователя.

- При успешной аутентификации создается защищенный туннель между LAC и LNS локальной сети.

В протоколе L2TP могут быть использованы различные методы аутентификации – PAP, CHAP, MS-CHAPv1, MS-CHAPv2. PAP и MS-CHAPv1 являются наиболее ненадежными методами аутентификации для соединения с использованием протокола L2TP.

У протокола L2TP нет механизма шифрования данных. Для шифрования используется работа L2TP поверх протокола IPsec.

L2TP обладает встроенным механизмом проверки работоспособности соединения в виде послышки keepalive пакетов «Hello». Механизм гарантирует корректный разрыв соединения и освобождение ресурсов с обеих сторон сессии. Также важным аспектом является способность клиентского ПО переустановить VPN соединение при пропадании действующего, такую операцию может осуществляться только клиентом, но не LAC или LNS.

Таблица 2

Структура пакета для передачи по туннелю L2TP

Table 2

Packet structure for transmission over the L2TP tunnel

IP заголовок	UDP заголовок	L2TP заголовок	PPP заголовок	PPP данные (IP датаграмма)
--------------	---------------	----------------	---------------	-------------------------------

Таблица 3

Структура пакета для передачи по туннелю L2TP с применением шифрования IPsec

Table 3

Packet structure for transmission over the L2TP tunnel using IPsec encryption

IP заголо- вок	ESP заголовок IPsec	UDP заголовок	L2TP заголовок	PPP заголовок	PPP данные (IP датаграмма)	ESP замыкатель IPsec	Замыкатель проверки подлинности IPsec
		Зашифровано IPsec					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные выше протоколы передачи данные являются малой частью огромного массива существующих протоколов передачи информации в компьютерных сетях. Действительно, протоколы создаются отдельными производителями программного обеспечения, сетевого оборудования. Часто при реализации той или иной технологии, разработчик сталкивается с вопросом выбора стека протоколов передачи данных для решения своих задач. Эта проблема заключается в том, что не существует единого подхода к описанию таких технологий с едиными критериями их эффективности. Наличие такой системы протоколов передачи данных позволило бы в перспективе реализовать динамическое использование протоколов передачи данных для различных задач, в зависимости от различных параметров передачи данных.

Список литературы

1. Петренко С. Защищенная виртуальная частная сеть: современный взгляд на защиту конфиденциальных данных // Мир Internet. М. 2001. № 2.
2. Файльнер М. Виртуальные частные сети нового поколения LAN // Журнал сетевых решений. М. 2005. № 11.
3. Фратто М. Секреты виртуальных частных сетей. Сети и системы связи // Emergent Actors in World Politics: How States and Nations Develop and Dissolv. Princeton University Press. 1997. № 3.
4. Иванов М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. М. КУДИЦ-Образ. 2001.
5. Колесников О. Linux: создание виртуальных частных сетей (VPN): пер. с англ. / О. Колесников, Б. Хетч. М. КУДИЦ-Образ. 2004. 459 с.
6. M. W. Youssef, Hazem El-Gendy. Securing Authentication of TCP/IP Layer Two By Modifying Challenge-Handshake Authentication Protocol // Advanced Computing: An International Journal. 2012. P. 11.
7. Rand Morimoto, Kenton Gardinier, Michael Noel and Joe Coca. Microsoft Exchange Server 2003 Unleashed. 2003. P. 244.
8. Kaufman. C., Perlman. R., и Speciner. M., Network Security: Private Communications in a Public World // Prentice Hall. 1995.

References

1. Petrenko S. Protected virtual private network: a modern view on the protection of confidential data // World of the Internet. M. 2001. No. 2.
2. Faylner M. Virtual private networks of the new generation LAN // Journal of Network Solutions. M. 2005. No. 11.
3. Fratto M. Secrets of virtual private networks. Networks and communication systems // Emergent Actors in World Politics: How States and Nations Develop and Dissolv. Princeton University Press. 1997. No. 3.
4. Ivanov M. A. Cryptographic methods of protecting information in computer systems and networks. M. KUDITs-Obraz. 2001.
5. Kolesnikov O. Linux: the creation of virtual private networks (VPN): per. from English. / O. Kolesnikov, B. Hatch. M. KUDITs-Obraz. 2004. 459 p.
6. M. W. Youssef, Hazem El-Gendy. Securing Authentication of TCP/IP Layer Two By Modifying Challenge-Handshake Authentication Protocol // Advanced Computing: An International Journal. 2012. P. 11.
7. Rand Morimoto, Kenton Gardinier, Michael Noel and Joe Coca. Microsoft Exchange Server 2003 Unleashed. 2003. P. 244.
8. Kaufman. C., Perlman. R., and Speciner. M., Network Security: Private Communications in a Public World // Prentice Hall. 1995.

Жихарев Александр Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Фефелов Олег Сергеевич, студент 4-го курса направления подготовки «Информационные системы технологии»

Маматов Михаил Евгеньевич, студент 4-го курса направления подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

Zhikharev Alexander Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software

Fefelov Oleg Sergeevich, 4th year student of the field of study "Information Systems Technology"

Mamatov Mikhail Evgenievich, 4th year student of the specialization "Mathematical support and administration of information systems"

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

УДК 004.056.5

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-4

Герасимов В.М.
Маслова М.А.

**ВОЗМОЖНЫЕ УГРОЗЫ И АТАКИ НА СИСТЕМУ
ГОЛОСОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053, Россия

e-mail: my.virus.kaspersky@gmail.com, mashechka-81@mail.ru

Аннотация

Времена меняются. Используются технологии, которые не только упрощают нам жизнь, но и помогают эффективно пользоваться всеми благами, а также достижениями человечества. Речь идёт о технологии речевого идентификации и использования голосового отпечатка, в качестве защиты пользователя. Данная технология интересна тем, что из-за распространения мобильных устройств, с применением речевых технологий, она стала доступна каждому. Многие из нас уже не могут представить жизнь без устройств, которые позволяют передавать устную (голосовую) информацию другим пользователям. Каждая новая технология несёт в себе не только положительные, но и отрицательные стороны использования средств защиты от злоумышленника. Именно поэтому необходимо учитывать все факторы той или иной технологии. В данной статье рассматриваются возможные угрозы, методы воздействия на пользователя, а также анализ возможных мер для предотвращения возможных атак с использованием голосового отпечатка пользователя.

Ключевые слова: угрозы голосовой идентификации; угрозы использования речевых технологий; информационная безопасность голосовых отпечатков; способы и методы защиты голосовой системы

Для цитирования: Герасимов В.М., Маслова М.А. Возможные угрозы и атаки на систему голосовой идентификации пользователя // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 32-37. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-4

Gerasimov V.M.
Maslova M.A.

**POSSIBLE THREATS AND ATTACKS ON THE USER VOICE
IDENTIFICATION SYSTEM**

Sevastopol State University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russia

e-mail: my.virus.kaspersky@gmail.com, mashechka-81@mail.ru

Abstract

Times change. Technologies are used that not only simplify our lives, but also help us to effectively use all the benefits, as well as the achievements of mankind. We are talking about the technology of speech identification and the use of a voice print as a user protection. This technology is interesting because due to the spread of mobile devices, using speech technologies, it has become available to everyone. Many of us can no longer imagine life without devices that allow us to transmit verbal (voice) information to other users. Each new technology carries not only positive, but also negative aspects of using means of protection against an intruder. That is why it is necessary to take into account all the factors of a particular technology. This article discusses possible threats, methods of influencing the user, as well as an analysis of possible measures to prevent possible attacks using the user's voice print.

Key words: threats to voice identification; threats to the use of speech technology; information security of voice prints; methods and techniques to protect the voice system

For citation: Gerasimov V.M., Maslova M.A. Possible threats and attacks on the user voice identification system. – Т.7, №1, 2022. – P. 32-37. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-4

ВВЕДЕНИЕ

С новыми возможностями – появляются новые требования. В век цифровых технологий, когда люди всё больше пользуются мобильным телефоном, всё большую популярность набирают речевые технологии (используют голос для упрощённого пользования функционалом) одним из самых перспективных технологий является использование голосовых интерфейсов [1]. Всё больше людей переходят на использование голосовых технологий, отказываясь от стандартных – текстовых.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно глобальной статистике интернета на 2021 год – около 45.3% всего населения используют голосовой поиск, а также голосовые команды [1]. Данный факт говорит о том, что всё больше людей переходят на голосовые технологии, потому что это просто, быстро, а главное – удобно.

Например, в области бизнеса для его продвижения и расширения возможностей уже мало применение рекламы, поиска новых партнеров и клиентов обычными способами, все больше внедряются современные методы, которые дают быстрый результат. По данным компании Kea для удобства генеральный директор и основатель ее, расширяет свои возможности сети ресторанов, с помощью технологии голосового заказа AI (Искусственного Интеллекта) с помощью человека (см. рис. 1) [2]. Опрос Fast Casual [3] показал, что:

- 80% респондентов сообщили о голосовых устройствах для поиска ресторана;
- 61% проявили интерес к использованию голосового поиска для получения указаний в ресторан;
- 1 из 4, кто получит результат ресторана с помощью голосового поиска, посетит ресторан.



Рис. 1. Статистика эффективности голосового поиска в коммерческих целях в 2021 году, %

Fig. 1. Statistics on the effectiveness of voice search for commercial purposes in 2021, %

Данная тенденция роста голосовых технологий показывает, насколько речевые технологии – уже являются частью нашей жизни. По статистике 2021 года, использование населением устройств, которые поддерживают голосовую связь, постоянно растет (см. рис. 2) [4, 9]. Можно считать, что произошла «голосовая революция».

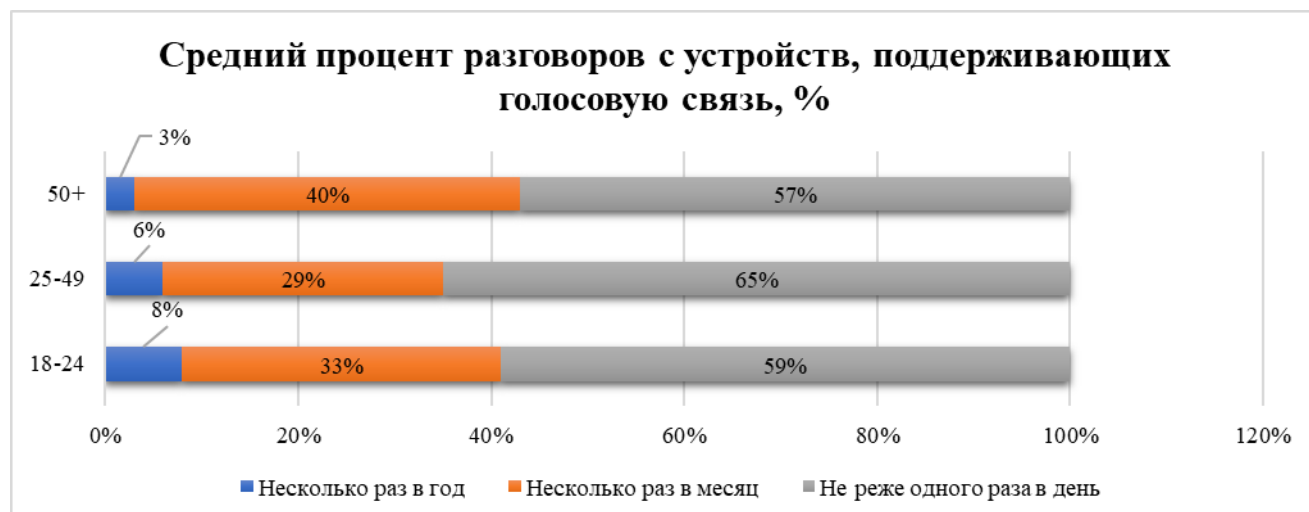


Рис. 2. Средний процент разговоров населения с устройств, поддерживающих голосовую связь, %

Fig. 2. The average percentage of conversations of the population from devices that support voice communication, %

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С развитием данной тенденции всё больше актуальными становятся голосовая идентификация по голосу. Но какие угрозы таит в себе данная технология, если считать, что наши голоса никак не защищены. Рассмотрим возможные варианты и перспективы развития речевых технологий.

Одна из самых возможных угроз – это использование идентификации пользователя по голосу в качестве пароля, без второстепенных средств (методов защиты). Данная угроза несёт в себе следующую опасность:

1) Схожесть голосов («голосовые близнецы») – не исключены возможные совпадения голосовых признаков, с другими пользователями, соответственно, увеличивается шанс взлома, с помощью голосового отпечатка;

2) Качественная запись голоса – не исключен вариант взлома, при помощи записи голосовых характеристик пользователя. Использование записи в своих целях;

3) Пародисты, имитаторы – злоумышленники, которые обладают природной особенностью пародировать голоса, имитировать чужой тембр и тональность. При использовании своих возможностей в преступных целях, также существует возможность взлома пользователя;

4) Голосовой синтез речи – данный параметр является самым опасным из всех, т.к. сгенерирован на основании голосовых данных, соответственно, подобрать похожий голос не составит каких-либо трудностей;

Таким образом, одним из самых лучших, повышающих надёжность и безопасность входа при помощи голоса методов – это использование речевых технологий в качестве дополнительной защиты пользователя [5, 8]. Даже при использовании всех перечисленных выше угроз, придётся узнать следующие параметры – логин, пароль и сам голосовой отпечаток. Рассмотрим более подробно.

Угроза **схожести голосов** - данная угроза является максимально безобидной, в сравнении с остальными возможными угрозами. Все зависит от «случайности», получится ли зайти у одного и того же человека под одним профилем, со схожестью голоса или нет. При использовании дополнительной защиты (логин и пароль) данная угроза практически сводится к нулю, соответственно, необходимость в устранении данной угрозы является решённым.

Запись голосового отпечатка. В данном случае вероятность угрозы составляет около 30–40% (относительно всех прочих угроз). Можно считать, что данная угроза имеет смысл тогда, когда злоумышленник целенаправленно «следит» за своей целью. Локализация местности –

локальная, что означает необходимость в близком расположении к объекту, и целенаправленность на объект.

При использовании систем без текстонезависимого голосового распознавания речи, существует вероятность использования угрозы, с помощью записи голосового отпечатка. Главное решение проблемы – код-фраза (текстозависимой системы). В данных условиях, у злоумышленника будет минимальный шанс взлома пользователя, без синтеза речи в реальном времени (голосового синтеза речи) [6].

Пародисты (имитаторы). Данная угроза представляет собой личность, которая может симитировать узкий круг людей, но, все же, является опасной угрозой. Метод очень похож, как при записи голосового отпечатка, но, к использованию текстозависимой системы, он равнодушен, хоть и возможность реализации его очень мала, все же риск при этом существует и составляет около 40–65% (относительно всех возможных угроз).

Для устранения возможной угрозы необходима дополнительная защита – использование логина, пароля и текстозависимой системы. Считается, что при использовании эффективного пароля, злоумышленник не сможет использовать уязвимость системы речевого распознавания пользователя. Также при рассмотрении данной угрозы, имеет место быть – использование системы с подозрительным входом, которые при входе с нового устройства или переборе пароля, попросит пользователя поменять пароль и изменить голосовой отпечаток.

Голосовой синтез речи. На сегодняшний день – эта технология, которая сразу, при условии всех остальных параметров имеет вероятность угрозы 65–100%, данный параметр зависит от злоумышленника и его уровня подготовки:

- во-первых, если злоумышленник использует такие средства, как: слежка, утечка данных и производительная вычислительная мощность, то при правильном использовании шансы очень велики.
- во-вторых, параметры анализа возможных угроз зависят от пользователя и системы предварительной проверки регистрации – система, которая проверяет пароль на стойкость от взлома (см. рис. 3) [7].

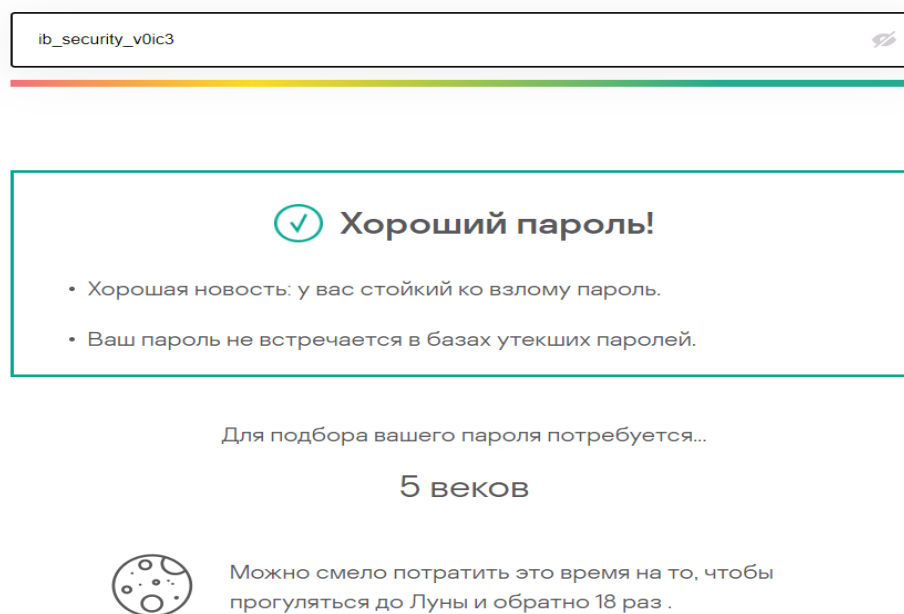


Рис. 3. Пример проверки хорошего пароля
Fig. 3. Example of checking a good password

Таким образом, данную угрозу можно устранить при условии текстозависимой системы и устойчивого пароля пользователя, тогда данные угрозы не имеют места быть и вероятность их реализации будет стремиться к нулю [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии развития голосовой идентификации не гарантируют 100% от взломов пользователей в сети, но именно данная технология направлена на то, чтобы уменьшить вероятность взломов обычных пользователей в сети. С данной технологией, в качестве дополнительной защиты, уменьшится количество взломов аккаунтов.

Преимущества данной технологии заключается в простоте использования и повышении надёжности защиты от «обычных угроз». Даже пользователи с простым паролем, имеющие голосовую идентификацию, могут повысить свою безопасность в 1,5 раза. Ведь при данном условии злоумышленникам становится все труднее получить доступ к данным пользователей, т.к. уже необходимо подобрать не только пароль, но и голосовой отпечаток, и, следовательно, шанс ошибки взлома кардинально увеличивается.

Таким образом, можно сделать вывод, что угрозы голосовой идентификации все же существуют, но все-таки их тоже можно защитить, но при этом данная технология приносит в современный мир значительную пользу в повышении защиты от взломов пользователей, т.к. все больше и больше возрастает спрос на использование речевых технологии в повседневной деятельности.

Список литературы

1. Digital 2021: последние новости о «состоянии цифровых технологий» - We Are Social UK (<https://wearesocial.com/uk/blog/2021/01/digital-2021-the-latest-insights-into-the-state-of-digital/>);
2. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/05/07/how-voice-ai-is-changing-the-way-people-order-food/?sh=52b2c6af7709>
3. <https://www.fastcasual.com/news/study-1-in-4-consumers-who-get-a-restaurant-result-in-voice-search-visit-that-restaurant/>;
4. <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/consumer-intelligence-series/voice-assistants.html>;
5. Костиков В.А., Маслова М.А. Использование системы голосовой идентификации в качестве дополнительной защиты пользователя // 17-я Международная молодёжная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций, РТ-2021», 11 — 15 октября 2021 г., Севастополь, Российская Федерация, с.223-224;
6. Маслова М.А. Усовершенствование системы защиты данных в информационных системах методом голосовой биометрии // Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2016. № 2-1 (64). С. 20-22;
7. Password Check | Kaspersky (<https://password.kaspersky.com/ru/>).
8. Devitsyna S., Eletskaia T., Meshkov A. Developing facial recognition software to control access to campus facilities // CEUR Workshop Proceedings. 2. Сер. "InnoCSE 2019 – Proceedings of the 2nd Workshop on Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education" 2019. С. 68-76;
9. Девицына С.Н., Каргин А.С., Балабанова Т.Н. Создание модели нейросети для аутентификации пользователя по голосу // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2020). сборник материалов VIII Международной научно-технической конференции. Белгород, 2020. С. 38-42;
10. Девицына С.Н., Елецкая Т.А., Балабанова Т.Н., Гахова Н.Н. Разработка интеллектуальной системы биометрической идентификации пользователя // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия "Экономика. Информатика". 2019. Т. 46. № 1. С. 148-160. DOI: 10.18413/2411-3808-2019-46-1-148-160.

References

1. Digital 2021: The Latest on the 'State of Digital' – We Are Social UK (<https://wearesocial.com/uk/blog/2021/01/digital-2021-the-latest-insights-into-the-state-of-digital/>)

2. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/05/07/how-voice-ai-is-changing-the-way-people-order-food/?sh=52b2c6af7709>
3. <https://www.fastcasual.com/news/study-1-in-4-consumers-who-get-a-restaurant-result-in-voice-search-visit-that-restaurant/>
4. <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/consumer-intelligence-series/voice-assistants.html>
5. Kostikov V.A., Maslova M.A. Using the voice identification system as additional user protection // 17th International Youth Scientific and Technical Conference "Modern problems of radio electronics and telecommunications, RT-2021", October 11 - 15, 2021, Sevastopol, Russian Federation, P. 223-224
6. Maslova M.A. Improving the data protection system in information systems using voice biometrics // New Science: Strategies and vectors of development. 2016. No. 2-1 (64). pp. 20-22
7. Password Check | Kaspersky (<https://password.kaspersky.com/ru/>)
8. Devitsyna S., Eletskaia T., Meshkov A. Developing facial recognition software to control access to campus facilities // CEUR Workshop Proceedings. 2. Ser. "InnoCSE 2019 – Proceedings of the 2nd Workshop on Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education" 2019. P. 68-76
9. Devitsyna S.N., Kargin A.S., Balabanova T.N. Creation of a neural network model for user authentication by voice // Information technologies in science, education and production (ITNOP-2020). collection of materials of the VIII International Scientific and Technical Conference. Belgorod, 2020. P. 38-42
10. Devitsyna S.N., Eletskaia T.A., Balabanova T.N., Gakhova N.N. The development of intelligent biometric identification system user // Belgorod State University. Scientific Bulletin. Series: Economics. Information technologies. 2019. T. 46. № 1. P. 148-160. DOI: 10.18413/2411-3808-2019-46-1-148-160

Герасимов Виктор Михайлович, студент четвертого курса кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Маслова Мария Александровна, старший преподаватель кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Gerasimov Viktor Mikhailovich, fourth-year student of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

Maslova Maria Alexandrovna, senior lecturer of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

УДК 04.04

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-5

**Востриков Е.И.
Абрамова О.Ф.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОБРАЗА СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ
ГРУППЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", ул. Энгельса, д. 42а, г. Волжский, Волгоградская область, 404121, Россия

e-mail: vostrickov.evgeniy@yandex.ru, oxabra@yandex.ru

Аннотация

Основной темой данной статьи является исследование проблем доступа к структурированной информации определенной тематики и организации социальной коммуникации группы людей, имеющих схожие интересы и цели. Выполнен сравнительный анализ способов взаимодействия на настоящий момент с учетом целей и задач разных групп общества. Предлагается образ программной системы по типу социальной сети, ориентированной на взаимодействие школьников, студентов и других слоев общества, увлеченных чтением, а также поиском и возможностью делиться информацией о книгах, их содержании и др. В данной статье были описаны причины актуальности разработки социальной сети для людей, занятых поиском информации и литературных изданий; смоделированы и приведены некоторые автоматизируемые бизнес-процессы; были выделены и описаны проблемы, которые будут решены разрабатываемой системой; были приведены различные варианты использования социальной сети с полным описанием потока событий; были описаны основные требования к интерфейсу и приведены эскизы и макеты разрабатываемой социальной сети.

Ключевые слова: социальная сеть; книги; социальная коммуникация; проектирование; use case; UML; разработка ПО; сравнительный анализ

Для цитирования: Востриков Е.И., Абрамова О.Ф. Исследование проблем и проектирование образа социальной сети для определенной группы пользователей // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 38-48. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-5

**Vostrikov E.I.
Abramova O.F.**

**RESEARCHING PROBLEMS AND DESIGNING A SOCIAL
NETWORK IMAGE FOR A SPECIFIC USER GROUP**

Volga Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University,
42a Engelsa St., Volzhsky, Volgograd region, 404121, Russia

e-mail: vostrickov.evgeniy@yandex.ru, oxabra@yandex.ru

Abstract

The main topic of this article is the study of the problems of access to structured information on a certain topic and the organization of social communication of a group of people with similar interests and goals. A comparative analysis of the methods of interaction at the moment is carried out, taking into account the goals and objectives of different groups of society. An image of a software system similar to a social network is proposed, focused on the interaction of schoolchildren, students and other sections of society who are passionate about reading, as well as the search and the ability to share information about books, their content, etc. This article described the reasons for the relevance of developing a social network for people engaged in the search for information and literary publications; some automated business processes are modeled and presented; the problems that will be solved by the developed system were identified and described; various options for using the social network were given with a full description of the flow of events; the main requirements for the interface were described and sketches and layouts of the developed social network were given.

Key words: social network; books; social communication; design; use case; UML; software development; comparative analysis

For citation: Vostrikov E.I., Abramova O.F. Researching problems and designing a social network image for a specific user group // Research result. Information technologies. – Т.7, №1, 2022. – Р. 38-48. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-5

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день общение между людьми эволюционировало и приобрело виртуальный характер, а именно общение в социальных сетях, особенно данная черта заметна среди молодежи. Социальная сеть – это онлайн-сообщество, созданное для улучшения общения между людьми с целью объединения на одном ресурсе пользователей, имеющих общие интересы [4]. С каждым годом количество пользователей социальных сетей возрастает и это не просто так [5]. Зачастую социальные сети имеют определенную тематику, что позволяет увлеченным людям, имеющим схожие цели, задачи и интересы не только общаться между собой, но и получать различную дополнительную информацию в данной области [6, 9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2017 году в Белгородской области было проведено социологическое исследование, которое показало, что чтение сейчас достаточно актуально, особенно среди молодежи, ведь оно не только развивает человека как личность, прививая ему жизненные ценности, но и является большим помощником в учебном процессе и при сдаче таких экзаменов, как ЕГЭ или ОГЭ. В связи с этим можно с уверенностью констатировать, что разработка программного обеспечения для организации виртуального сообщества людей, увлеченных чтением и поиском разного рода информации о книгах, достаточно актуальна для современного общества. Актуальность разработки социальной сети для людей, занятых поиском информации и литературных изданиях, ориентированной, в первую очередь, на молодежь, обусловлена следующими причинами:

- снижение популярности библиотек, но повышение виртуального доступа к информации [3]
- сложность обычного интернет-поиска и поиска в библиотеки
- количество потраченного времени на обычный поиск гораздо превышает время поиска в социальной сети
- социальная сеть позволяет обмениваться информацией из книги для более эффективного обучения [7]
- в социальной сети есть возможность объединения в группы, что позволяет коммуницировать нескольким людям для решения общих задач и проблем [8]

В социальной сети для людей, имеющих схожие интересы, связанные с учебной и художественной литературой, все эти проблемы могут быть решены, т.к. будет возможность поиска книг, комментирования и составления рецензий, ведение дневника читателя, а самое главное, целевого общения с заинтересованным визави.

РЕАЛИЗАЦИЯ

Для создания социальной сети необходимо смоделировать и описать автоматизируемые процессы. За основу возьмем вывод о том, что поиск информации современным человеком осуществляется, в основном, в глобальной сети Интернет [2]. Основным рассматриваемым бизнес-процессом при исследовании предметной области является «Поиск книг». Модель IDEF0 данного процесса представлена на рисунке 1.

Поиск проходит в несколько этапов:

- 1) поиск ресурса
- 2) выбор ресурса

- 3) понимание интерфейса сайта
- 4) выбор характеристик книги
- 5) выбор книги

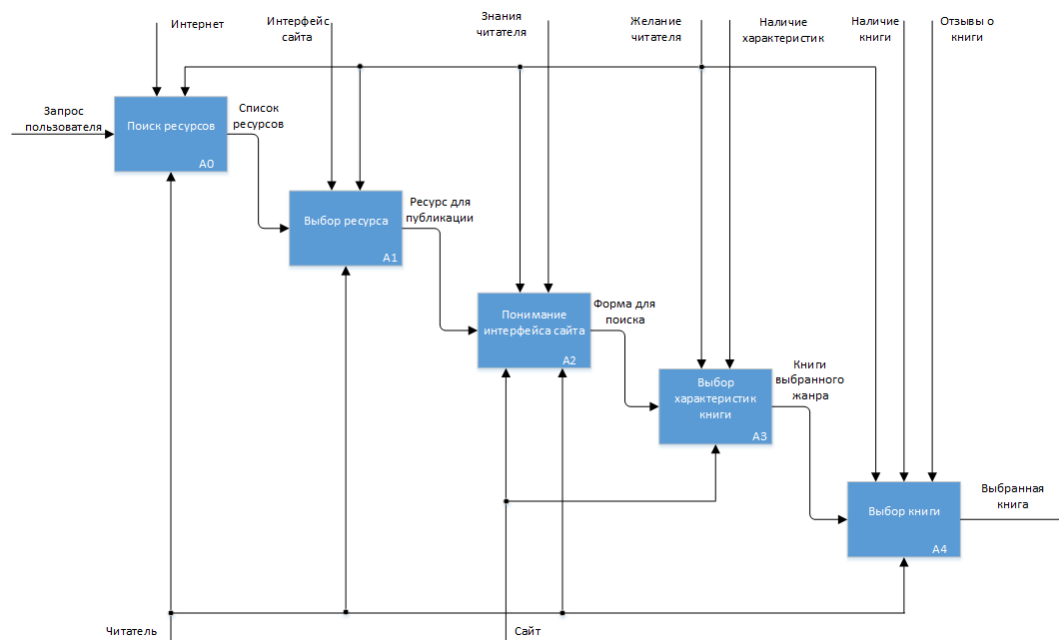


Рис. 1. Модель IDEF0 процесса «Поиска книг»
Fig. 1. Model IDEF0 of the «Book Search» process

На каждом из этапов возникают определенные сложности, такие как: долгий поиск и выбор ресурса, проблемы при понимании интерфейса и отсутствие возможности сортировки для более эффективного выбора книги.

Конечно, это не единственный интересующий нас процесс, предполагаемый к автоматизации. Также были рассмотрены бизнес-процессы: «Публикация собственного издания», «Ведение дневника читателя», «Книгообмен», «Оставление отзывов о книге», «Организация мероприятий». В результате были выделены следующие проблемы:

1) Время, которое тратит пользователь на поиск нужной книги, сравнительно велико для современного темпа жизни и уровня доступа к информации. И большая его часть уходит на выбор ресурса и понимание его интерфейса, т.е. на действия, лишь отдаленно связанные с решением поставленных задач.

2) Процесс ведения списка прочитанных книг зачастую ведется вручную, что конечно же необходимо исправить, ведь на сегодняшний день мы хотим автоматизировать любое действие, которое мы совершаем вручную, и перевести всю информацию на компьютер. Также стоит отметить, что для любого читателя было бы полезно вести помимо списка прочитанных книг ещё и книги, которые он не дочитал или хочет прочитать, чтобы не забывать всю информацию.

3) Нет возможности оставлять и просматривать собственные комментарии по книгам, например, рецензии или интересные цитаты. Также было бы неплохо видеть чужие комментарии к книгам. Данная возможность может пригодиться школьникам и студентам при сдаче экзаменов. Они могли бы делиться различными аргументами к сочинениям или полезными рецензиями, чтобы улучшить собственные знания и помочь друг другу.

4) Проблема публикации собственного издания, заключающаяся в долгом выборе ресурса и изучении интерфейса сайта, что, как и в первой проблеме слабо связано с решением поставленной задачи.

Для подтверждения сформулированных выводов логично смоделировать потоки данных и рассмотреть документооборот. На рисунке 2 изображена диаграмма DFD процесса «Публикации

издания». У писателя есть написанное издание и он хочет его опубликовать. Для начала он ищет ресурс для публикации и из предложенных в Интернете выбирает наиболее удобный. В выбранном ресурсе писатель разбирается с интерфейсом системы и формы для публикации издания. Далее он должен заполнить форму для публикации, где должен указать все необходимые данные. Форма отправляется в виде запроса, где она проверяется ресурсом на соответствие всем правилам. Если всё хорошо издание публикуется.

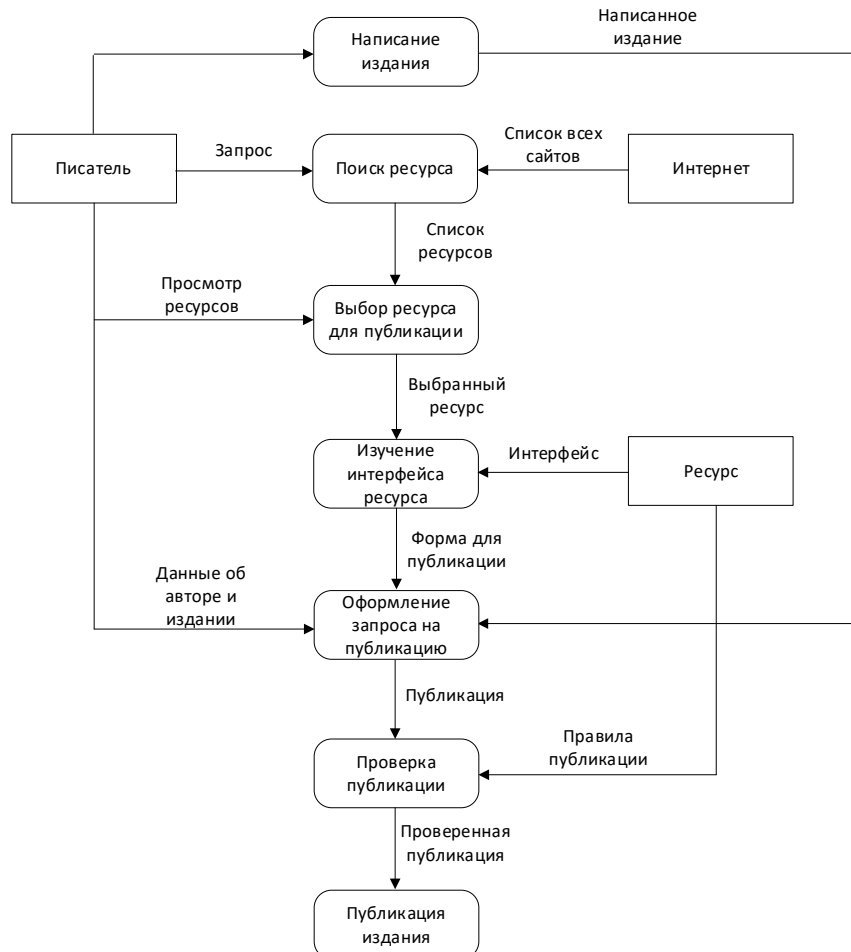


Рис. 2. Модель DFD процесса «Публикации издания»

Fig. 2. Model DFD of the «Publishing Edition» process

Таким образом, основываясь на всестороннем исследовании процессов и документооборота поиска информации и коммуникации людей, имеющих схожие интересы в области литературных изданий, а также учитывая результаты сравнительного анализа программных аналогов, можно определить образ и границы проектируемой социальной сети. Модель предполагаемой программной разработки сформирована в нотации UML и представляет планируемые варианты использования социальной сети [1]. Помимо поиска книг в системе будет много полезных функций, которые помогут пользователям, которые увлекаются чтением. Общая диаграмма вариантов использования социальной сети представлена на рисунке 3 и включает в себя следующий список основных прецедентов:

1. Публикация собственного издания
2. Ведение дневника читателя
3. Осуществление поиска
4. Организация групп
5. Книгообмен
6. Взаимодействие между пользователями

7. Оставление отзывов о книге

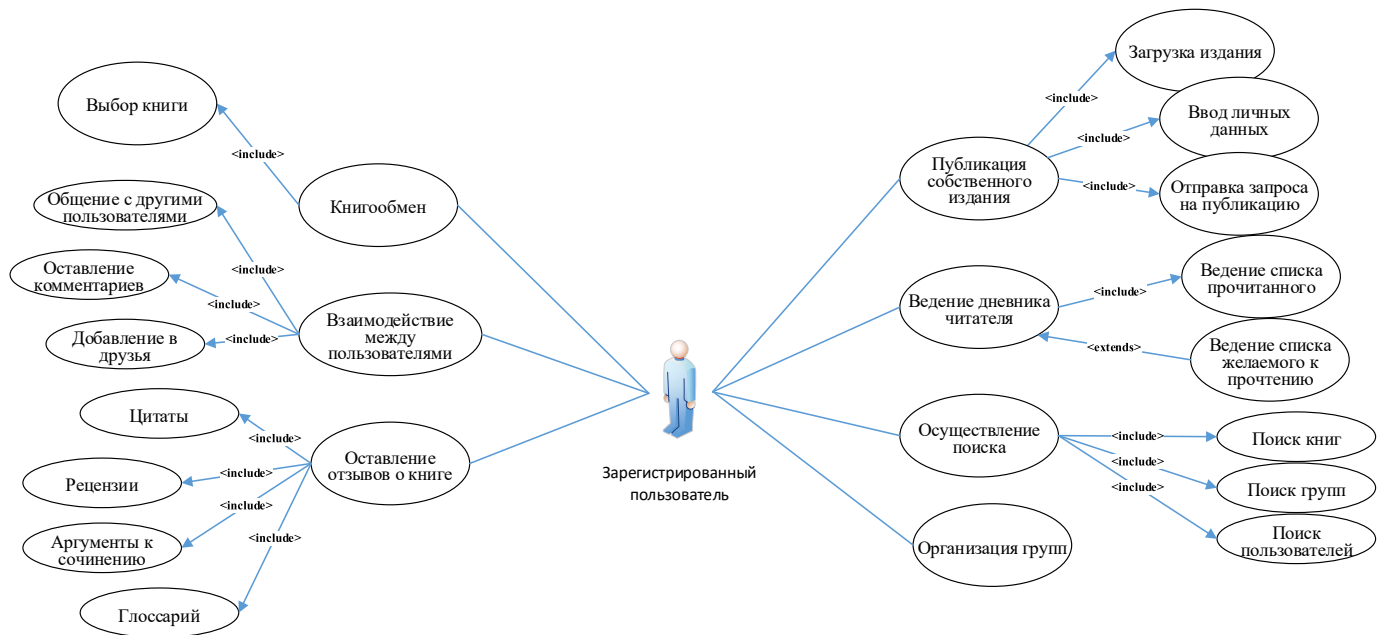


Рис. 3. Общая диаграмма вариантов использования
Fig. 3. General Use Case Diagram

Рассмотрим подробно несколько вариантов использования. Первым рассматриваемым вариантом использования будет «Осуществление поиска» (рис. 4). Поиск в социальной сети осуществляется по трем категориям: книги, группы и пользователи.

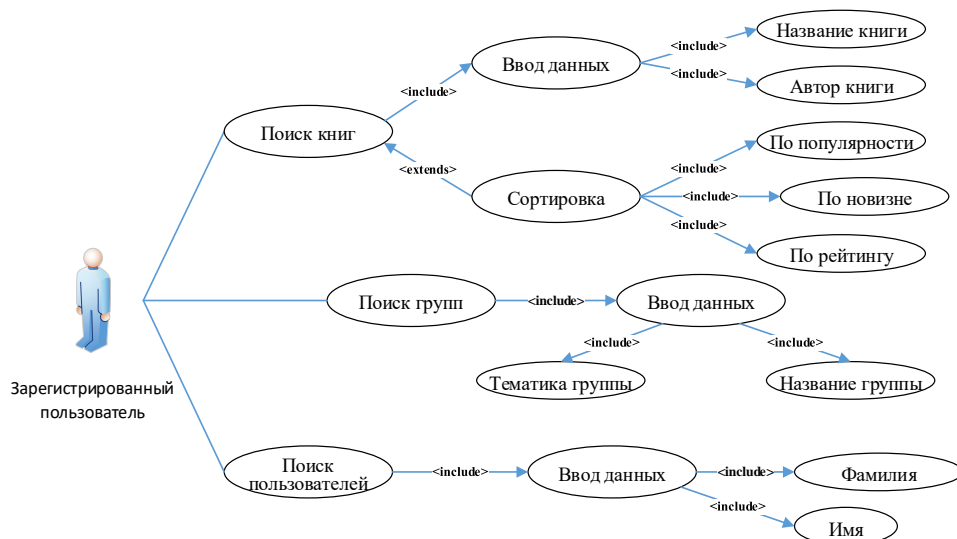


Рис. 4. ВИ «Осуществление поиска»
Fig. 4. VI «Implementation of the search»

Действующие субъекты: Зарегистрированный пользователь.

Предварительные условия: Пользователь нажимает на ссылку в меню навигации «Книги» и ему открывается страница с книгами и вверху нее посередине есть поле для поиска книг. Или пользователь нажимает на ссылку в меню навигации «Группы» и ему открывается страница с группами и вверху нее посередине есть поле для поиска групп. Или пользователь нажимает на кнопку «Мой профиль» и выбирает вкладку «Пользователи» и ему открывается страница с пользователями и вверху нее посередине есть поле для поиска пользователя.

Основной поток событий:

1. Если пользователь хочет найти книгу, группу или пользователя, то в он должен в соответствующее поле для поиска набрать название книги, название группы или фамилию/имя пользователя соответственно. Так же вместо названия книги пользователь может ввести фамилию автора книги.

2. Далее пользователь должен нажать на кнопку «Найти».

3а. Если пользователь производит поиск книг и ввел ее название в строку поиска, то система будет искать все книги, подходящие в точности под введенное название. Если точного совпадения нет, то система будет искать книги с частичным совпадением. Если частичный поиск книг ничего не найдет, то система начнет поиск по авторам книг.

3б. Если пользователь хочет найти группу и ввел ее название в строку поиска, то система выдаст список групп, названия которых в точности или частично совпадают с введенным.

3с. Если же ведется поиск пользователей и были введены имя и/или фамилия пользователя, то система будет производить поиск пользователей по введенным данным.

Альтернативный сценарий:

1. Если система ничего не найдет, то она выдаст пользователю соответствующее сообщение «По данному запросу ничего не найдено».

2. Полученный при поиске результат можно будет отсортировать, нажав на кнопку «Сортировка» по трем категориям: «По популярности», «По новизне» и «По рейтингу».

Постусловия: при успешном выполнении сценария пользователь сможет осуществить поиск книг, людей или групп.

Вторым рассматриваемым вариантом использования будет «Ведение дневника читателя» (рис. 5). Дневник читателя – это список прочитанных книг, недочитанных книг, книги, которые хочет прочитать пользователь и которые читает сейчас. Пользователь может посмотреть любые списки книг: «Прочитанные книги», «Хочу прочитать», «Не дочитал», «Читаю сейчас».

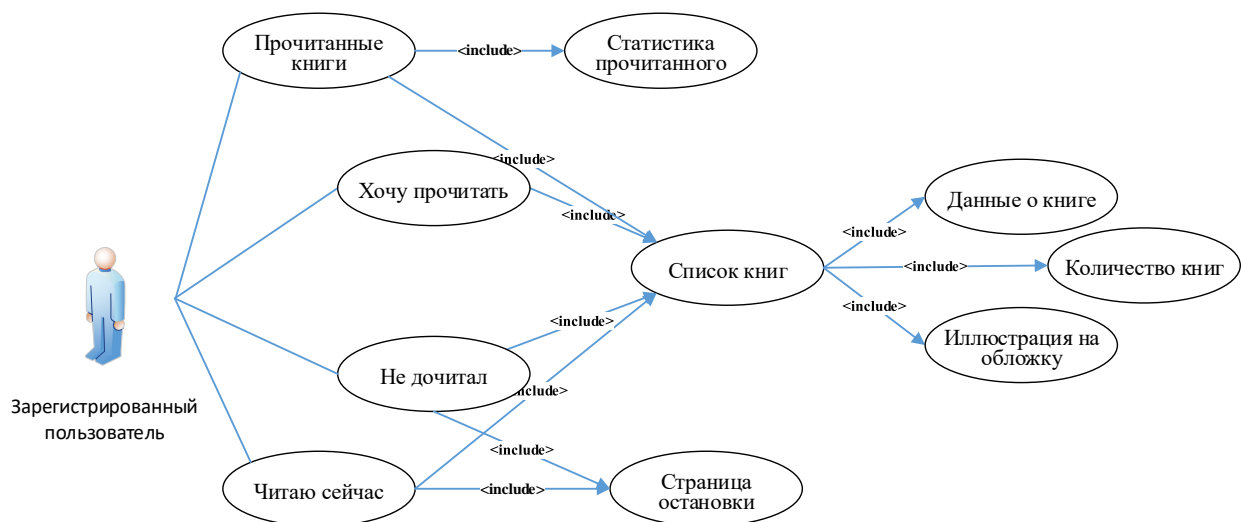


Рис. 5. ВИ «Ведение дневника читателя»

Fig. 5. VI «Keeping a reader's diary»

Действующие субъекты: Зарегистрированный пользователь.

Предварительные условия: Пользователь нажимает на кнопку «Мой профиль» и выбирает одну из четырех вкладок в «Дневнике читателя»: «Прочитанные книги», «Хочу прочитать», «Не дочитал», «Читаю сейчас».

Основной поток событий:

1а. Если пользователь выберет вкладку «Прочитанные книги», то ему откроется весь список прочитанных книг в виде карточек, расположенных горизонтально. Каждая карточка имеет

небольшую иллюстрацию обложки книги, под ней пишется автор книги, а ниже расположена кнопка «Прочитанные». В таком же стиле будут представлены книги из других разделов, только с различными названиями кнопок.

2. Если пользователь нажмет на кнопку соответствующего раздела, то ему откроется модальное окно с выбором пунктов меню: «Прочитанные книги», «Хочу прочитать», «Не дочитал», «Читаю сейчас».

3. Если пользователь хочет переместить выбранную книгу в другой раздел, он должен будет просто нажать на кнопку, которая соответствует выбранному пункту меню.

4. Так же пользователь сможет посмотреть статистику по прочитанным книгам, а именно: какие авторы ему больше нравятся, какие жанры, книги кого периода, какое издательство, нажав на кнопку «Профиль» и пролистав вниз до раздела «Понравившееся».

Альтернативный сценарий:

1. В списке книг «Не дочитал» и «Читаю сейчас» напротив каждой книги будет написана страница, на которой пользователь остановился в прочтении.

Постусловия: при успешном выполнении сценария пользователь сможет посмотреть любой доступный список книг в дневнике читателя.

Доступный объем статьи не позволяет представить все выделенные варианты использования, но их проектирование выполнено так же тщательно, с учетом всех выделенных ранее проблем.



Рис. 6. ВИ «Книгообмен»
Fig. 6. VI «Book Exchange»

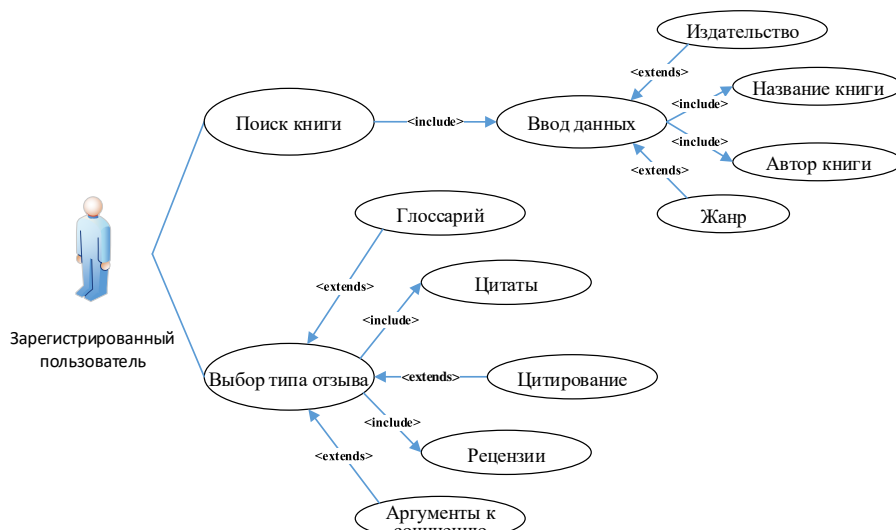


Рис. 7. ВИ «Оставление отзывов»
Fig. 7. VI «Leaving reviews»

Важным моментом в проектировании любого ПО, предназначенного для использования неподготовленными пользователями, является сбор требований и проектирование интерфейса системы.

Для начала кратко рассмотрим общие требования к интерфейсу:

1. Фоном всех страниц является белый цвет для лучшего контраста
2. Основной контент страницы расположен посередине и занимает 95% всего экрана и для лучшего контраста имеет серый цвет
3. На каждой странице должно располагаться навигационное меню, имеющее следующие пункты: «Учебная литература», «Книги», «Главная», «Цитаты», «Группы», «Книгообмен».
4. Помимо основных пунктов меню есть ещё и дополнительные: «Сообщения», «Группы», «Дневник читателя» и «Профиль пользователя». Все они обозначены специальными значками и расположены справа в панели навигации.
5. Шрифт на всех страницах имеет черный цвет, кроме панели навигации. Там шрифт будет белого цвета, так как фон самого навигационного меню черный.

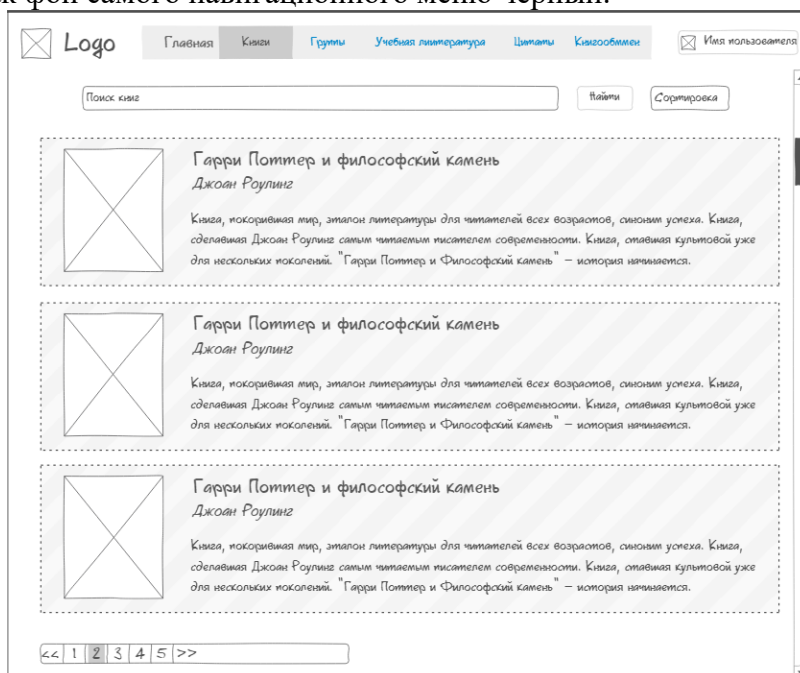


Рис. 8. Эскиз страницы поиска книг
Fig. 8. Book search page sketch

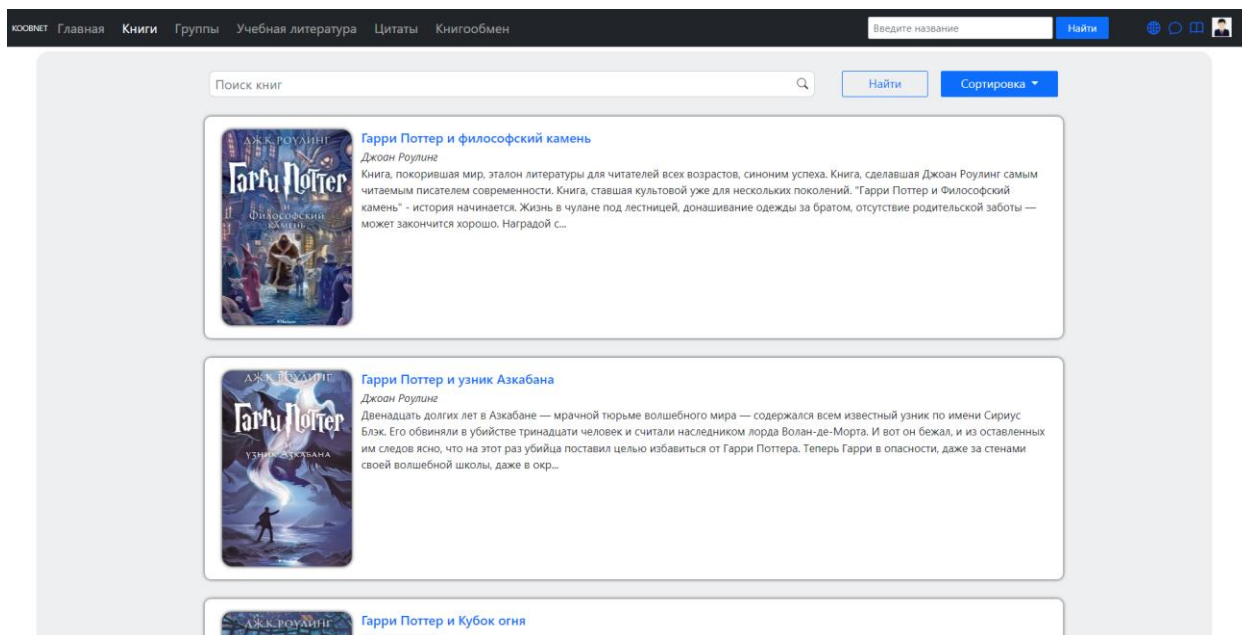


Рис. 9. Макет страницы поиска книг
Fig. 9. Book search page layout

6. На странице профиля слева должно быть расположено дополнительное меню, которое выдвигается и задвигается при соответственном наведении и отведении курсора мыши. Оно имеет темно синий цвет для лучшего выделения.

7. В дополнительном меню есть следующие ссылки: «Домашняя страница», «Группы», «Друзья», «Сообщения», «Дневник читателя», «Комментарии», «Книги на продажу», «Выйти».

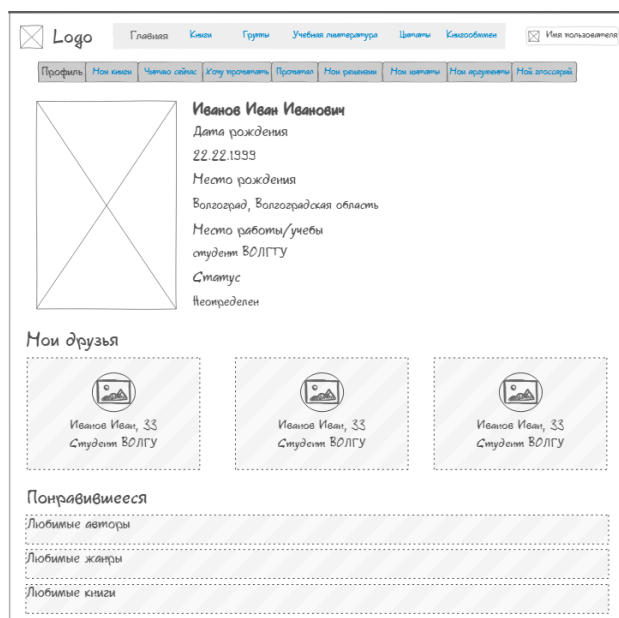


Рис. 10. Эскиз страницы профиля пользователя
Fig. 10. User profile page sketch

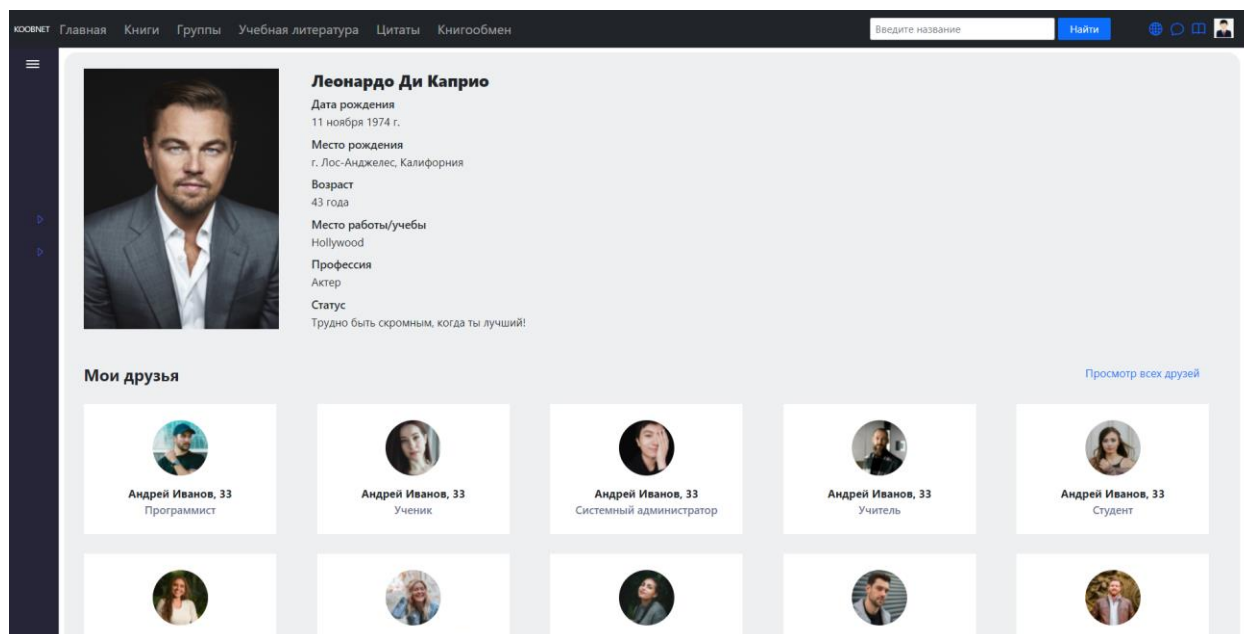


Рис. 11. Макет страницы профиля пользователя

Fig. 11. User profile page layout

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были приведены результаты тщательного исследования проблем в области коммуникации группы людей, имеющих схожие интересы и цели. Были собраны и смоделированы как функциональные требования, так и требования к интерфейсу. Был сформирован образ социальной сети и описаны ограничения на разработку.

Список литературы

1. Абрамова, О.Ф. Формирование образа мышления современного специалиста с помощью case-технологий / О.Ф. Абрамова // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе. – 2013. – Т. 10. – № 13(116). – С. 10-12.
2. Архипов, А.А. Современная статистика пользования социальными сетями разных слоев населения / А.А. Архипов, О.Ф. Абрамова // Студенческий научный форум – 218, Москва, 15–20 февраля 2018 года. – Москва: ООО "Научно-издательский центр "Академия Естествознания", 2018. – С. 2018003123.
3. Дроздов, А.А. Разработка системы обработки данных по пользователю социальной сети / А.А. Дроздов, Д.В. Лучанинов // Постулат. – 2018. – № 1(27). – С. 61.
- Калытук, И.С. Начальные этапы проектирования системы сбора и предиктивного анализа данных социальных медиа / И.С. Калытук, Г.А. Французова, А.В. Гунько // Системы анализа и обработки данных. – 2021. – № 1(81). – С. 73-84. – DOI 10.17212/2782-2001-2021-1-73-84.
4. Левин, Л.М. Социальные сети: основные понятия, характеристики и современные исследования / Л.М. Левин // Проблемы современного образования. – 2019. – № 4. – С. 50-57.
5. Малюкова, О.И. Сравнительный обзор популярных в России социальных сетей / О.И. Малюкова, О.Ф. Абрамова // Студенческий научный форум – 2017: IX Международная студенческая электронная научная конференция, Саратов, 15-30 февраля – 2017 года. – Саратов: ООО "Научно-издательский центр "Академия Естествознания", 2017. – С. 2017031661.
6. Маркова, Т.В. Философия социальных сетей / Т.В. Маркова, Д.А. Щербатых // Интерактивная наука. – 2018. – № 4(26). – С. 81-84.
7. Пономарева, Ю.С. Социальные сети и обучение: особенности взаимодействия учащихся и сопровождения учебной деятельности в информационной среде / Ю.С. Пономарева // Грани познания. – 2017. – № 2(49). – С. 63-66.

8. Фофилов, Н.А. Исследование и анализ внутренних коммуникаций в организации / Н.А. Фофилов, О.Ф. Абрамова // Академия педагогических идей Новация. Серия: Студенческий научный вестник. – 2018. – № 6. – С. 114-118.

9. Шашурин, Е.П. Значение социальных сетей и маркетинг / Е.П. Шашурин // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2018. – № 12(28). – С. 57-60.

10. Шеремет, Д.А. Обзор программных средств для проектирования интерьеров / Д.А. Шеремет, О.Ф. Абрамова // Студенческий научный форум – 2018, Москва, 15–20 февраля 2018 года. – Москва: ООО "Научно-издательский центр "Академия Естествознания", 2018. – С. 2018001220.

References

1. Abramova, O.F. Formation of the way of thinking of a modern specialist with the help of case-technologies / O.F. Abramova // Proceedings of the Volgograd State Technical University. Series: New educational systems and teaching technologies at the university. – 2013. – Т. 10. – No. 13 (116). – P. 10-12.

2. Arkhipov, A.A. Modern statistics on the use of social networks by different segments of the population / A.A. Arkhipov, O.F. Abramova // Student Scientific Forum – 2018, Moscow, February 15–20, 2018. – Moscow: LLC "Scientific and Publishing Center "Academy of Natural History", 2018. – P. 2018003123.

3. Drozdov, A.A. Development of a data processing system for the user of a social network / A.A. Drozdov, D.V. Luchaninov // Postulate. – 2018. – No. 1 (27). – P. 61.

Kalytyuk, I.S. Initial stages of designing a system for collecting and predictive analysis of social media data / I.S. Kalytyuk, G.A. Frantsuzova, A.V. Gunko // Systems of data analysis and processing. – 2021. – No. 1 (81). – P. 73-84. – DOI 10.17212/2782-2001-2021-1-73-84.

4. Levin, L.M. Social networks: basic concepts, characteristics and modern research / L.M. Levin // Problems of modern education. – 2019. – No. 4. – P. 50-57.

5. Malyukova, O.I. Comparative review of social networks popular in Russia / O.I. Malyukova, O.F. Abramova // Student Scientific Forum – 2017: IX International Student Electronic Scientific Conference, Saratov, February 15-30, 2017. – Saratov: LLC "Scientific and Publishing Center "Academy of Natural History", 2017. – P. 2017031661.

6. Markova, T.V. Philosophy of social networks / T.V. Markova, D.A. Shcherbatykh // Interactive Science. – 2018. – No. 4 (26). – P. 81-84.

7. Ponomareva, Yu.S. Social networks and learning: features of interaction between students and support of educational activities in the information environment / Yu.S. Ponomareva // Facets of knowledge. – 2017. – No. 2 (49). – P. 63-66.

8. Fofilov, N.A. Research and analysis of internal communications in an organization / N.A. Fofilov, O.F. Abramova // Academy of Pedagogical Ideas Novation. Series: Student Scientific Bulletin. – 2018. – No. 6. – P. 114-118.

9. Shashurin, E.P. The value of social networks and marketing / E. P. Shashurin // Skif. Issues of student science. – 2018. – No. 12(28). – P. 57-60.

10. Sheremet, D.A. Review of software tools for interior design / D.A. Sheremet, O.F. Abramova // Student Scientific Forum – 2018, Moscow, February 15-20, 2018. – Moscow: LLC "Scientific and Publishing Center "Academy of Natural History", 2018. – P. 2018001220.

Востриков Евгений Иванович, студент кафедры «Информатика и технология программирования»

Абрамова Оксана Федоровна, доцент кафедры «Информатика и технология программирования»

Vostrikov Evgeniy Ivanovich, Student of the Department of Informatics and Programming Technology

Abramova Oksana Fedorovna, Associate Professor of the Department of Informatics and Programming Technology

УДК 004.056

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-6

Кузьминых Е.С.
Маслова М.А.

ВЛИЯНИЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО

Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053, Россия

e-mail: egor2014ru@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Аннотация

На мировом рынке в последнее время стали очень активно развиваться блокчейн технологии. С каждым годом данная технология превосходит все ожидания и прогнозы экспертов в данной области как по числу потребностей специалистов, так и по его применению в разных областях. Блокчейн непосредственно связан с информационной безопасностью, кибербезопасностью, банковской сферой, образованием, торговлей акциями и др. областях. Огромный рост и прорыв так же получило развитие криптовалюты, которая постоянно увеличивается в цене, а также в способах ее применения. В данной статье будет рассмотрена: суть блокчейна, ее возможности применения в популярных и развивающихся технологиях, которые построены благодаря блокчейн технологиям; сравнение различных видов токенов и криптовалюты; рост популярности блокчейна на мировом рынке; приведена статистика вакансий и зарплат в данной области; сравнительная таблица статистических данных зарплат разработчиков работающих с блокчейн технологиями от обычных разработчиков.

Ключевые слова: блокчейн; криптовалюта; биткоин; токены; NFT; мировой рынок; безопасность; безопасность личности; кибербезопасность; идентификация личности; коины

Для цитирования: Кузьминых Е.С., Маслова М.А. Влияние блокчейн технологий на современное общество // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 49-56. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-6

Kuzminykh E.S.
Maslova M.A.

HOW BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES AFFECTED OUR LIFE

Sevastopol state University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russia

e-mail: egor2014ru@mail.ru, mashechka-81@mail.ru

Abstract

Blockchain technologies have recently begun to develop very actively in the world market. Every year this technology exceeds all the expectations and forecasts of experts in this field both in terms of the number of needs of specialists and its application in various fields. Blockchain is directly related to information security, cybersecurity, banking, education, stock trading and other areas. A huge growth and breakthrough has also been the development of cryptocurrency, which is constantly increasing in price, as well as in the ways it is used. This article will consider: the essence of the blockchain, its application in popular and developing technologies that are built thanks to blockchain technologies; comparison of different types of tokens and cryptocurrencies; the growing popularity of blockchain in the global market; statistics of vacancies and salaries in this area are given; a comparative table of statistical data on the salaries of developers working with blockchain technologies from ordinary developers.

Key words: blockchain; cryptocurrency; bitcoin; tokens; NFT; world market; security; personal security; cybersecurity; personal identification; coins

For citation: Kuzminykh E.S., Maslova M.A. How blockchain technologies affected our life // Research result. Information technologies. – Т.7, №1, 2022. – P. 49-56. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-6

ВВЕДЕНИЕ

В век расцвета компьютерных технологий сфера IT бежит впереди всех, как только придумывают что-то новое, люди больше не смотрят на эту разработку с презрением, а пытаются скорее узнать, релевантно ли это в наше время и в будущем, будет ли это развиваться, можно ли на этом заработать, или можно ли куда-то это внедрить, чтобы облегчить жизнь. Один из примеров – это блокчейн технологии. Изначально никто в них не верил, т.к. технология сложная и было довольно непросто разобраться в ней, особенно некомпетентным пользователям, которые особо не разбираются в IT. Но несмотря на это в 2009 году появилась первая в мире криптовалюта — биткоин, за год она выросла всего на 1 доллар, но уже в 2013 году биткоин стоил 1.000 \$, как раз после этого на блокчейн технологии обратили внимание, и они начали развиваться в разных отраслях.

На данный момент уже создано более 12 тысяч различных монет, их общая рыночная капитализация составляет 2 триллиона долларов. В настоящее время, конечно, если кто-то услышит про блокчейн, то люди сразу думают про криптовалюту и данная тема является предметом актуальных оживлённых дискуссий. Блокчейн технологии потихоньку проникают в нашу жизнь не только в виде кибер-монет, но и во многих других сферах, ведь суть блокчейн технологий как оказалось довольно проста, и они могут быть задействованы, где угодно.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Блокчейн — это цепочка блоков, которая состоит из непрерывной последовательности и в определенном порядке содержащая в себе разную информацию. Данная связь блоков между собой обеспечивается благодаря хеш-суммам, которые они несут в себе, каждый блок содержит в себе хеш-сумму прошлого блока и свою собственную.

Для защиты от редактирования временной отметки и изменения хеш-суммы, блокчейн использует защиты: Proof of Work (доказательство работы) и Proof of Stake (доказательство владения).

Если погрузиться в самую суть блокчейн технологий, то можно понять, что данные технологии активно используются во многих других отраслях, таких как кибербезопасность, банки, торговля акциями, образование и других отраслях. Принцип работы определен (рис. 1). Использование данного алгоритма состоит в простоте и прозрачности, так как никто из пользователей не сможет обмануть другого, потому что все операции вносятся в одну базу данных (БД) и видны другим пользователям, и в принципе невозможно сломать одну вещь, для падения всей системы. Приведем пример работы блокчейн технологии на примере электронных денег [4].

В последнее время стало очень популярен невзаимозаменяемый токен (NFT, non-fungible token), обычно токены взаимозаменяемы по своей природе, но не в этом случае. NFT — криптографический токен, каждый экземпляр которого уникален и не подлежит замене другим токеном. Данный токен используют для сертификации уникального цифрового объекта, например, какие-либо рисунки, картинки художников, или обычных пользователей. Некоторые коллекционеры спешат приобрести себе во владение токенизированную картинку за бешенные суммы, но таких не много. NFT токены не очень популярны из-за их слишком больших затрат электроэнергии и вреда природы.

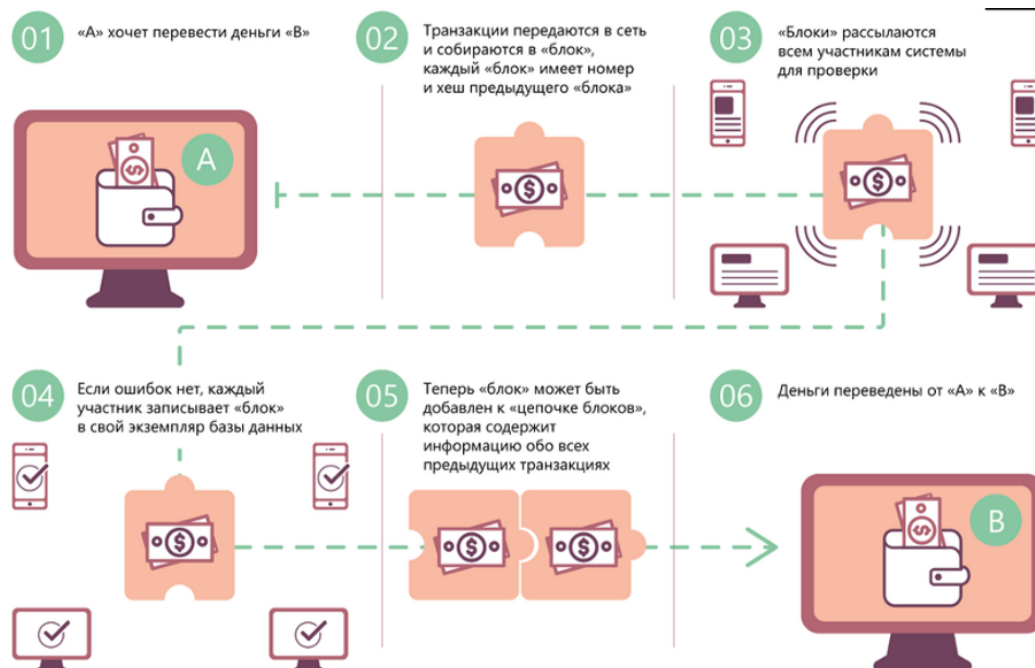


Рис. 1. Принцип работы блокчейна
Fig. 1. How the blockchain works

Фактически, токены не являются криптовалютой, а лишь являются видом цифровых денег, но поскольку токены часто затрагиваются с темой криптовалют, многие путают их [6]. Рассмотрим различия токенов и криптовалют (табл. 1) [6].

Таблица 1

Различия токенов и криптовалют

Table 1

Differences between tokens and cryptocurrencies

Параметр	Токены	Криптовалюты
Цена	Она зависит от большого ряда факторов: спрос, предложение, взаимодействие с другими активами, выпуск дополнительных токенов	На рынке всегда полностью регулируется
Блокчейн	Необязательно должны быть запущены на собственном блокчейне	Всегда имеет собственный блокчейн
Верификация	Может быть как централизованная, так и децентрализованная	Может быть только децентрализованная
Эмиссия		

Если рассмотреть более детально сущность криптовалют и их разновидности, то можно выделить еще две их разновидности: альткоины и стейблкоины.

Альткоины — это банальное улучшение старых криптовалют. В сущности – это вся новая криптовалюта, новые монеты, которые создаются на основе исправления ошибок старых валют (например, первая улучшенная валюта Ethereum, которая занимает 2 место в топе валют).

Стейблкоины — стабильная криптовалюта, стоимость монет которых привязана не к бирже, а к чему-то более материальному и реальному, к примеру золото, нефть, или же доллары. Такая валюта существует для того, чтобы выводить деньги с биржи, так как при выводе берётся большая комиссия и что бы не нести затраты на комиссию, деньги выводят через такую валюту, самая известная из которых USDT.

Криптовалюту начинают уже использовать для биометрии данных пользователей. Так, например, уже существует два популярных сервиса для идентификации личности в интернете, суть в том, что данную информацию никак нельзя подделать и возможно в будущем эта система заменит паспорт. Один из проектов, это Civic, данный проект является криптовалютой, благодаря чему он занимает хорошую позицию на мировом рынке. Данный сервис дает пользователям возможность:

- регистрироваться,
- подтверждать персональную информацию
- защищать личную кредитную историю от мошенников.

Если проанализировать на рост курса монеты Civic (рис 2.), то заметна разница, как блокчейн технологии резко стали популярны в 2018 году, так и цена монеты взлетела вверх, потом, конечно, её популярность упала, т.к. технология была слабо развита, но сейчас монета занимает уверенное положение на мировом рынке и занимает в топе 273 место, с рыночной капитализацией в 12 млрд. руб.



Рис. 2. Курс монеты Civic

Fig. 2. Civic coin rate

Второй же проект называется UniquID Wallet, который дает возможность иметь безопасное решение в управлении идентификацией, интегрированное со сканерами отпечатков пальцев, а также разными другими возможностями биометрическими персональными устройствами. Данное приложение работает как на серверах, смартфонах, ПК, нестандартных и других устройствах с ограниченным временем работы без питания. UniquID Wallet обладает возможностью для индивидуального блокчейн-хранилища, используемое для информации об устройствах и отсутствия паролей, которые заменены алгоритмами для распознавания человека по его персональным объектам, которые подключены к системе. Данные функции дают высокую возможность целостности и оперативной совместимости для взаимодействия с любой инфраструктурой [7].

Ascribe – данный проект дает возможность творческим личностям, художникам сохранять и подтверждать свое право на авторство благодаря блокчейн, так же дает возможность с помощью цифровых сертификатов и уникальных идентификаторов создавать цифровые издания для подтверждения их подлинности и авторства. Следующий его плюс еще в том, что благодаря встроенному механизму есть возможность такой функции, как передача права владения от автора (художника) непосредственно к коллекционеру или покупателю с соблюдением всех юридических аспектов [7].

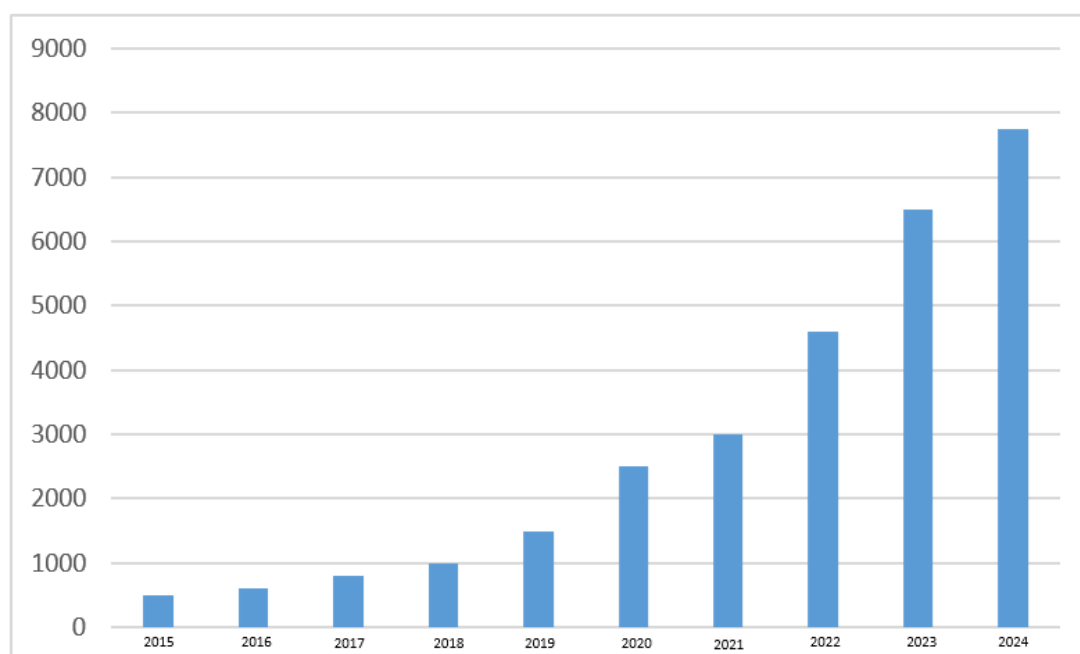
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие блокчейн технологий очень сложно предсказать. Мировой рынок не предсказуем, прогнозы, которые выдвигали годами ранее уже неактуальны, взять, к примеру исследование

развития криптовалют с 2017 года. В 2015 году общий оборот был \$509 млн., а к 2024 году прогнозировался общий оборот в \$7,74 млрд. (рис. 3).

Исследования, проводимые профессионалами, тоже не всегда совпадают с реальностями, тем более предсказать что-то новое довольно сложно, так как в быстроменяющемся мире и потребностях часто самые невероятные идеи занимают лидирующие позиции довольно быстро, как в принципе и произошло с блокчейн технологией. В 2020 году обещали общий оборот рынка, приближённый к \$3 млрд., но ошибка была слишком велика, в 2020 году общий оборот рынка был \$3 трлн., в 2021 уже \$4.68 трлн. Теперь же к 2028 году обещают общий оборот рынка \$104 трлн. [8]. Конечно, эти прогнозы могут быть не верны, ведь ещё не понятно какие сферы начнут углубляться в развитие блокчейн технологий.

Специалисты блокчейн технологий очень ценны, настоящих профессионалов очень мало, за такими специалистами ведётся настоящая «охота», но в основном их забирают себе банки, предлагая им зарплату в 200-400 тысяч.



P.S. Цифры сокращены до минимальных значений. 1000 - 1.000.000\$

Рис. 3. Прогноз развития рынка
Fig. 3. Market Development Forecast

Востребованность специалистов блокчейна и количество вакансий постоянно растет. Так, например, за год с 2016 -2017 г. вакансии специалистов: по блокчейну с 20 выросло до 201, по криптовалюте с 9-163, по майнингу с 4-23. В 2018 году к числу прибавилось 200, а в 2019 ещё 200. В 2021 году, проанализировав весь рынок вывели статистику, что вакансии по разработке программного обеспечения занимали самую большую долю — 29,7%. В 2021 году доля управленческих должностей заняла второе место с 10%, что на 29,87% больше, чем в 2020 году. Вакансии в сфере крипто- и блокчейн-технологий в отделах кадров, маркетинга и финансов зафиксировали самые высокие темпы роста в период с 16 июля 2020 года по 16 июля 2021 года, составив 200%, 105,88% и 100% соответственно. Данные также показывают, что по состоянию на 16 июля 2021 года доля объявлений о вакансиях в сфере криптовалют и блокчейна выросла на 118% по сравнению с 5 сентября 2020 года [9].

По данным Financial Times в 2021 году вакансии для людей с навыками использования технологии блокчейн выросло в три раза в сравнении с 2020 г и превышает одну тысячу, а объявлений, связанных с технологией распределенного реестра, увеличилось более чем на 40%.

Уже около десяти тысяч пользователей указывают в своих анкетах блокчейн, в основном это жители Франции, Индии, Великобритании, Германии, Нидерландов, США и других стран. Все более востребованными на рынке становятся специалисты области блокчейн в финансовых секторах и ИТ-технологии, страховании. При этом их спрос опережает предложение, и они могут рассчитывать на зарплаты свыше 250 тыс. долларов [12].

Одни из последних данных по статистике зарплат блокчейн разработчиков. Приведем сравнение по актуальному количеству вакансий блокчейн разработчиков в сравнении с обычными разработчиками и их средней заработной платой (рис. 4).

Профессия, должность	Средняя зарплата, руб.	Медианная зарплата, руб.	сколько вакансий с зарплатой учитывалось // всего вакансий // дата вычисления зарплат
разработчик	176109.0	155000.0	13551 вак. (с зп) 32195 вак. 21.01.2022
Blockchain	424481.0	329000.0	54 вак. (с зп) 113 вак. 12.02.2022

Рис. 4. Заработная плата блокчейн разработчиков и обычных разработчиков

Fig. 4. Salary of blockchain developers and regular developers

Приведем так же процентное соотношение зарплат по нынешним вакансиям блокчейн разработчиков (см.табл. 2) [10].

Таблица 2

Процентное соотношение зарплат по нынешним вакансиям блокчейн разработчиков

Table 2

Percentage ratio of salaries for current vacancies of blockchain developers

Диапазон, руб	Вакансии, %
до 201000.0	18.52
201000.0 - 253000.0	18.52
253000.0 - 329000.0	11.11
329000.0 - 377000.0	11.11
377000.0 - 453000.0	11.11
453000.0 - 513000.0	11.11
513000.0 - 753000.0	11.11
от 753000.0	7.41

Руководители готовы платить баснословные зарплаты, но профессионалам своего дела, которые постоянно развиваются и прогрессируют. Как уже говорилось особенно востребованы специалисты в банковской сфере. Специалисты испанского банка Santander показывают, что к 2022 г мировые банки благодаря блокчейн технологии смогут уменьшить издержки от 15 до 20 млрд. долларов, а также внедриться и преобразоваться в других секторах экономики, таких как: договорной сектор, управление цепями поставок, хранение данных, платежные переводы, электронное голосование, фондовые биржи и краудфандинг, прямые продажи, защита интеллектуальной собственности [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из приведенных данных можно четко и уверенно сказать, что блокчейн технология довольно простая сфера и очень перспективная для дальнейшего развития и внедрения во многие другие сферы жизнедеятельности человека. Данные внедрения уже достаточно применяется, но, по сути, это ещё только начало, а само развитие и полное применение еще впереди. Совсем уже скоро все наши документы, данные будут в сети, и для этого нужна максимальная защита, чего можно достичь с помощью блокчейн технологий. Криптовалюта так же не стоит на месте и всё больше покоряет мировой рынок, скорее всего, прогнозы, описанные в данной статье, снова не сбудутся и превысят все ожидания и статистику экспертов. Всё будет зависеть от квалификации нынешнего поколения, как сильно она будет расти и какими темпами, но благодаря хорошим гонорарами за данный труд, она будет быстро развиваться. С каждым годом становится все больше специалистов с креативными идеями, мыслями, знаниями и полезными открытиями для всех сфер жизни. Блокчейн все более внедряется в новые сферы жизнедеятельности облегчая труд людей, защищая данные и материальные средства населения.

Список литературы

1. Гончаренко Ю.Ю., Арзамасцев Д.А. Программный модуль для контроля и ведения электронного документооборота на основе технологии блокчейн // Научный результат. Информационные технологии. – Т.5, №3, 2020. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-3-0-5.
2. Нестеренко В.Р., Маслова М.А. Использование технологии blockchain для обеспечения безопасности в распределенном интернете вещей // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №2, 2021. – С. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-2-0-1.
3. Блокчейн технологии в России, возможности и интеграция. URL: <https://clck.ru/asr7R>
4. Щербань Е, 2017. Что такое блокчейн и как это работает. URL: <https://clck.ru/E2mit>
5. Блокчейн (мировой рынок). URL: <https://clck.ru/YpQ5q>
6. Какие виды криптовалют бывают? URL: <https://clck.ru/astVu>
7. 20 областей применения Блокчейн вне финансовых сервисов. URL: <https://clck.ru/M3D6W>
8. Fortune Business Insights: Объем рынка блокчейна достигнет \$104 трлн. URL: <https://clck.ru/at6dD>
9. Вакансии в сфере криптовалют и блокчейна за год выросли на 118%. URL: <https://clck.ru/at83f>
10. Зарплаты блокчейн разработчиков. URL: <https://clck.ru/bmYgm>
11. Singh N., 2019. Blockchain Usage: List of 20+ Blockchain Technology Use Cases. URL: <https://clck.ru/asr8z>
12. Число блокчейн-вакансий на LinkedIn подскочило в три раза URL: <https://incrussia.ru/news/chislo-blokcheyn-vakansiy-na-linkedin-podskochilo-v-tri-raza/>
13. Как блокчейн изменит бизнес: 8 отраслей, где произойдет революция URL: <https://incrussia.ru/understand/kak-blokcheyn-izmenit-biznes-8-otrasley-gde-proizoydet-revolyuutsiya/>

References

1. Goncharenko YU.YU., Arzamascev D.A. Software module for monitoring and maintaining electronic document management based on blockchain techonology // Research result. Information technologies. – Т.5, №3, 2020. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-3-0-5.
2. Nesterenko R.V., Maslova M.A. Using blockchain technology to ensure security in the distributed internet of things // Research result. Information technologies. – Т.6, №2, 2021. – P. 3-8. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-2-0-1.
3. Blockchain technologies in Russia, opportunities and integration. URL: <https://clck.ru/asr7R>
4. Shcherban E, 2017. What is blockchain and how does it work. URL: <https://clck.ru/E2mit>
5. Blockchain (world market). URL: <https://clck.ru/YpQ5q>
6. What types of cryptocurrencies are there? URL: <https://clck.ru/astVu>
7. 20 applications of Blockchain outside of financial services. URL: <https://clck.ru/M3D6W>
8. Fortune Business Insights: The blockchain market will reach \$104 trillion. URL: <https://clck.ru/at6dD>
9. Vacancies in the field of cryptocurrencies and blockchain increased by 118% over the year. URL: <https://clck.ru/at83f>
10. Salaries of blockchain developers. URL: <https://clck.ru/bmYgm>

11. Singh N., 2019. Blockchain Usage: List of 20+ Blockchain Technology Use Cases. URL: <https://clck.ru/asr8z>

12. The number of blockchain vacancies on LinkedIn jumped three times URL: <https://incrussia.ru/news/chislo-blokcheyn-vakansiy-na-linkedin-podskochilo-v-tri-raza/>

13. How blockchain will change business: 8 industries where a revolution will take place

Кузьминых Егор Сергеевич, студент кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Маслова Мария Александровна, старший преподаватель кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Kuzminykh Yegor Sergeevich, student of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

Maslova Maria Alexandrovna, senior lecturer of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

УДК 004.94

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-7

**Жихарев А.Г.¹
Маматов Р.А.²
Губкин А.В.³
Игнатенко П.В.³**

СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИСЧИСЛЕНИЯ СИСТЕМ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

¹⁾ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, Белгород, 308012, Россия

²⁾ Управление Росгвардии по Белгородской области, ул. Преображенская, 60А, Белгород, 308009, Россия

³⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, Белгород, 308015, Россия

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются основы оригинального формального аппарата – исчисление систем как функциональных объектов. Исчисление рассматривается в контексте его использования для формализации процедур системно-объектного анализа слабо-формализуемых систем с целью моделирования процессов адаптации и эволюции таких систем. Рассматриваются базовые понятия исчисления, такие как: системно-объектная модель, узловой объект, потоковый объект, связи системно-объектной модели, структурные компоненты потоковых и узловых объектов. Рассматривается пример абстрактной системы и ее формальное представление средствами исчисления. Кроме того, приводится пример использования метода системно-объектного имитационного моделирования для построения модели системы формирования комбинированного канального сигнала с целью исследования его уровня устойчивости к помехам. Рассмотренные в работе механизмы формализованного описания структуры и функций сложных систем позволяют учитывать при моделировании ряд общесистемных принципов и закономерностей, а также природу моделируемой системы, адекватную решаемой задаче.

Ключевые слова: системно-объектный подход; системное моделирование; системно-объектная модель; узловой объект; потоковый объект

Для цитирования: Жихарев А.Г., Маматов Р.А., Губкин А.В., Игнатенко П.В. Структурные элементы исчисления систем как функциональных объектов // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №1, 2022. – С. 57-67. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-7

**Zhikharev A.G.¹
Mamatov R.A.¹
Gubkin A.V.³
Ignatenko P.V.³**

STRUCTURAL ELEMENTS OF CALCULUS OF SYSTEMS AS FUNCTIONAL OBJECTS

¹⁾ Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova St., Belgorod, 308012, Russia

²⁾ Rosgvardia Directorate for the Belgorod Region, 60A Preobrazhenskaya St., Belgorod, 308009, Russia

³⁾ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Abstract

The article discusses the basics of the original formal apparatus – the calculus of systems as functional objects. Calculus is considered in the context of its use to formalize the procedures of system-object analysis of weakly formalized systems. The basic concepts of calculus are considered, such as: a system-object model, a node object, a streaming object, connections of a system-object model, structural components of streaming and node objects. An example of an abstract system and its formal representation by means of calculus is considered. In addition, an example is given of using the method of system-object simulation modeling to build a model of a combined channel signal generation system in order to study its level of resistance to interference.

Key words: system-object approach, system modeling, system-object model, node object, stream object

For citation: Zhikharev A.G., Mamatov R.A., Gubkin A.V., Ignatenko P.V. Structural elements of calculus of systems as functional objects // Research result. Information technologies. – Т.7, №1, 2022. – P. 57-67. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-1-0-7

ВВЕДЕНИЕ

Системно-объектный метод анализа слабо-формализуемых систем [1] представляет собой перспективное направление развития системно-объектного подхода [2] в прикладном аспекте. С целью формализации системно-объектного анализа [1] ранее авторами предложено использование теории объектов Аббади-Карделли [3]. Однако, данная формальная теория не позволяет учесть все системообразующие факторы моделируемой системы, а также описать элементарные операции на множествах структурных, функциональных и объектных характеристик моделируемой системы. Для решения данной задачи авторами предложен оригинальный формальный аппарат – исчисление систем как функциональных объектов, где используются некоторые формализмы теории объектов Аббади-Карделли. Ранее были определены такие понятия, как: системно-объектная модель, потоковый объект (частный случай объекта теории Аббади-Карделли), узловой объект [4]. Рассмотрим подробнее множество узловых объектов в терминах исчисления систем как функциональных объектов.

МНОЖЕСТВО УЗЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Введем в рассматриваемое исчисление множество узловых объектов S , которое соответствует множеству систем как УФО-элементов. Система как УФО-элемент представляет собой триединую конструкцию, где должны быть учтены структурные характеристики системы, определяющиеся перекрестком входящих и исходящих связей системы. Таким образом, структурные характеристики системы, представляют собой интерфейс системы, за счет которого она может рассматриваться в контексте некоторой надсистемы. Функциональные характеристики системы определяются запросом надсистемы – внешняя детерминанта системы, которая формально представлена как раз в виде интерфейса УФО-элемента (далее – узловой объект). Также функциональная характеристика определяется конкретными процедурами преобразования входных связей узлового объекта в выходные. Объектные характеристики узлового объекта представляют собой набор параметров той субстанции, которая реализует функцию узлового объекта. Таким образом, множество узловых объектов системно-объектной модели может быть представлено в следующем формальном виде:

$$S = \{s_1, \dots, s_n\}, \quad (1)$$

где n — количество узловых объектов (систем); s_n – узловой объект.

Для учета в формальном аппарате исчисления систем как функциональных объектов контекста системы, введем во множество узловых объектов специальный элемент, представляющий собой контекст моделируемой системы, далее такой узловой объект будем обозначать с нижним индексом «kontext» – s_{kontext} . Такой узловой объект является «черным ящиком» с точки зрения моделирования, однако его необходимо учитывать, так как именно контекст системы определяет ее внешнюю детерминанту, которая в модели представлена входящими и исходящими потоковыми объектами первого уровня. таким образом, множество

узловых объектов системно-объектной модели всегда будет включать контекстный узловой объект $S_{context}$.

Каждый n -й элемент множества S представляет собой специальный узловой объект (соответствующий конкретной системе/УФО-элементу), который в соответствии с исчислением объектов Аббади-Карделли состоит из полей и метода и имеет следующий вид:

$$s_n = [U, f, O], \quad (2)$$

где:

1. U — представляет собой множество полей для описания интерфейсных потоковых объектов узлового объекта s_n (порты узлового объекта), соответствующих множеству функциональных связей моделируемой системы. Множество U , в свою очередь можно разделить на два подмножества: подмножество потоковых объектов, которые выступают в качестве входных портов и подмножество потоковых объектов, выступающих в качестве выходных портов узлового объекта, таким образом:

$$U = U? \cup U! \quad (3)$$

где, $L?$ — представляет собою множество входящих интерфейсных потоковых объектов, соответствующих входящим связям системы, $L!$ — представляет собою множество исходящих интерфейсных потоковых объектов, соответствующих исходящим связям системы.

2. Функция в выражении (2) f — представляет собой метод узлового объекта s_n , описывающий процесс преобразования ресурсов, поступающих посредством входящих интерфейсных потоковых объектов (входящих связей системы) $L?$ в выходящие — $L!$. Далее метод узлового объекта будем представлять в виде функции от множества входящих потоковых объектов:

$$f(L?)L!, \quad (4)$$

где f — метод узлового объекта (функция системы) с областью определения $D(f)=L?$ и областью значений $E(f)=L!$, соответственно. Так как входящие интерфейсные порты узлового объекта являются экземплярами множества потоковых объектов, т.е. справедливо утверждение, что любой входящий порт узлового объекта принадлежит множеству потоковых объектов:

$$\forall l? \in L? \rightarrow l? \in L \quad (5)$$

Представленное выше утверждение также справедливо для исходящих связей системы:

$$\forall l! \in L! \rightarrow l! \in L \quad (6)$$

3. O — представляет собою множество полей для описания объектных характеристик узлового объекта (системы) s_n , элементы которого имеют следующий формат: «идентификатор»: «значение». Т.е. множество O можно понимать, как набор полей узлового объекта. Причем, поля узлового объекта можно условно поделить на три группы: первая группа — характеризуют входные порты узлового объекта (например, пропускная способность входящего порта), вторая группа характеризует выходные порты узлового объекта (например, пропускная способность исходящего порта), третья группа — характеризует объект, участвующий в реализации метода узлового объекта. Таким образом, множество полей для описания объектных характеристик системы состоит из трех подмножеств:

$$O = O? \cup O! \cup Of, \quad (7)$$

где: множество полей $O?$ содержит параметры, характеризующие входы системы, $O!$ — множество параметров, характеризующих выходы системы и Of — множество параметров, характеризующих объект, участвующий в реализации функции системы. С формальной точки зрения, перечисленные множества объектных характеристик содержат постоянные величины, задействованные в описании функции узла (подробнее будет рассмотрено далее).

Принимая во внимание описанные выше компоненты узлового объекта, выражение (2) можно записать в следующем уточненном виде:

$$s_n = [L?, L!; f(L?)L!; O?, O!, Of] \quad (8)$$

Графическое представление выражения (8) показано на рисунке 1.

Выражение (8) будем использовать далее для описания узловых объектов системно-объектной модели.

МНОЖЕСТВО СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ

Далее рассмотрим множество связей системы. Ранее мы определили множества потоковых и узловых объектов – «строительный материал», из которого создается модель. Для учета внутренних связей системы в определение системно-объектной модели вводится множество C , где содержатся все связи между узловыми объектами. Каждая связь, характеризуется, как минимум тремя компонентами: источник связи – экземпляр узлового объекта, для которого связь выступает в качестве исходящей; получатель связи – экземпляр узлового объекта, для которого связь выступает в качестве входящей; тип связи – экземпляр потокового объекта. Таким образом, множество связей системно-объектной модели определим следующим образом:

$$C = \{(s_{out}, s_{in}, l) | s_{out} \in S, s_{in} \in S, l \in L\}, \quad (9)$$

где: S_{out} – экземпляр узлового объекта – источника связи; S_{in} – экземпляр узлового объекта – получателя связи; l – тип связи между указанными выше узловыми объектами.

Рассмотрим пример описания абстрактной системы в терминах исчисления систем как функциональных объектов, используя множества потоковых, узловых объектов и связей, описанные выше. Для этого рассмотрим графоаналитическое представление системы, как показано на рисунке 1.

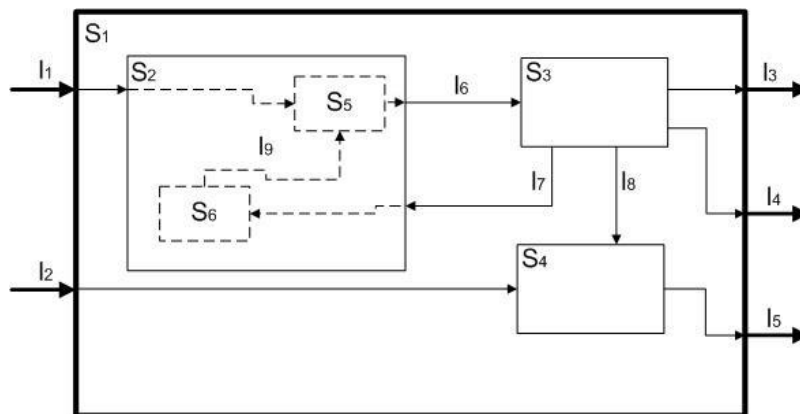


Рис. 1. Системно-объектная модель абстрактной системы

Fig. 1. System-object model of an abstract system

В соответствии с формальным представлением системно-объектной модели [4], представленную выше графическую интерпретацию запишем в следующем виде:

$$M = \langle L, S, C \rangle \quad (10)$$

Далее, распишем подробнее компоненты системно-объектной модели. L – множество потоковых объектов модели (иерархия связей системы). Как видно из рисунка 1, в модели имеют место девять потоковых объектов различной природы. В описании мы пренебрегаем внутренней структурой потоковых объектов, а также их отношением к отдельным классам базовой иерархии связей. Тогда для рассматриваемого примера множество имеет вид: $L=\{l_1,l_2,l_3,l_4,l_5,l_6,l_7,l_8,l_9\}$. S – множество узловых объектов модели (подсистем). Для рассматриваемого примера множество узловых объектов будет содержать шесть элементов плюс контекстный узловой объект: $S=\{S_{context},S_1,S_2,S_3,S_4,S_5,S_6\}$.

Рассмотрим подробнее элементы множества узловых объектов, которые представлены далее:

$$S_{context} = [\{l_3 \ l_4 \ l_5\}, \{l_1 \ l_2\}; \emptyset; \emptyset], s_1 = [\{l_1 \ l_2\}, \{l_3 \ l_4 \ l_5\}; f(l_1 \ l_2) \ l_3 \ l_4 \ l_5; O_1], s_2 = [\{l_1 \ l_7\}, l_6; f(l_1 \ l_7) \ l_6; O_2], s_3 = [l_6, \{l_3 \ l_4 \ l_8 \ l_7\}; f(l_6) \ l_3 \ l_4 \ l_8 \ l_7; O_3], s_4 = [\{l_2 \ l_8\}, l_5; f(l_2 \ l_8) \ l_5; O_4], s_5 = [\{l_1 \ l_9\}, l_6; f(l_1 \ l_9) \ l_6; O_5], s_6 = [l_7, l_9; f(l_7) \ l_9; O_6].$$

Далее рассмотрим множество связей системы. Для рассматриваемого примера множество связей имеет следующий вид: $C = \{[S_{context}, S5, l1], [S_{context}, S4, l2], [S3, S_{context}, l3], [S3, S_{context}, l4], [S4, S_{context}, l5], [S5, S3, l6], [S3, S6, l7], [S3, S4, l8], [S6, S5, l9]\}$.

Таким образом, множества, представленные выше, в достаточной мере описывают системно-объектную модель с точки зрения структурных характеристик, однако, следует отметить, что перечисленные множества не отражают иерархию узловых объектов системно-объектной модели.

МЕТОД УЗЛОВОГО ОБЪЕКТА

Рассмотрим подробнее формальный аспект описания методов узловых объектов. По определению, метод узлового объекта представляет собой функциональную характеристику системы (функция УФО-элемента) и характеризуется интерфейсом, то есть наборами входящих и выходящих потоковых объектов. Рассматривая метод узлового объекта как математическую функцию, здесь в качестве параметров функции выступают входящие потоковые объекты со своими наборами полей, а в качестве значения – набор выходящих потоковых объектов, а точнее, их поля. Причем функция системы (метод узлового объекта) может быть реализована двумя способами:

1. Реализация метода за счет подсистем нижнего уровня. Данный вариант имеет место в процессе моделирования реальной системы тогда, когда мы не достигли требуемого уровня декомпозиции системы и не представляется возможным описать логику преобразования входных потоковых объектов в выходные. Рассматривая пример абстрактной системы, представленной на рисунке 1, можно констатировать следующее: метод узла $s1.f$ реализуется методами узлов $s2.f$, $s3.f$, $s4.f$. В тоже время, метод узла $s2.f$ реализуется методами узлов $s5.f$, $s6.f$.

2. Реализация метода, используя язык описания функциональных узлов (подробно рассмотрен далее). Этот вариант реализации метода узлового объекта имеет место тогда, когда был достигнут требуемый уровень декомпозиции системы и представляется возможным описать логику преобразования входных потоковых объектов в выходные.

Рассмотрим подробнее первый вариант реализации метода узлового объекта на примере абстрактной системно-объектной модели, представленной на рисунке 1. Как было отмечено выше, метод узлового объекта с номером один реализуется за счет методов узловых объектов с номерами два, три и четыре. Введем термин «вложенность функций», определение которого заключается в следующем: метод узлового объекта считается вложенным, если он участвует в реализации метода другого узлового объекта. Далее вложенность методов узловых объектов будем обозначать фигурной скобкой, направленной в сторону того метода, который реализуется за счет других методов. Для рассматриваемого примера, покажем формальную вложенность методов узловых объектов с номерами два, три и четыре:

$$s1.f = \left\{ \begin{array}{l} s2.f \\ s3.f \\ s4.f \end{array} \right. \quad (11)$$

Выражение 11 далее будем интерпретировать следующим образом: метод узлового объекта $s1.f$ реализуется методами узлов $s2.f$, $s3.f$, $s4.f$. Тогда, вложенность всех методов узловых объектов системно-объектной модели, представленной на рисунке 1 можно представить в виде выражения (12).

$$s1.f = \left\{ \begin{array}{l} s2.f = \left\{ \begin{array}{l} s5.f \\ s6.f \end{array} \right. \\ s3.f \\ s4.f \end{array} \right. \quad (12)$$

Рассмотрим методы представленных в выражении (12) узловых объектов с учетом потоковых объектов – параметров и потоковых объектов – результатов, например, для узлового объекта $s1$ функция имеет вид:

$$s_1.f = f(l_1, l_2)l_3, l_4, l_5. \quad (13)$$

Как видно из выражения (13), в качестве потоковых объектов – параметров функции узлового объекта s_1 выступают потоковые объекты один и два, а в качестве потоковых объектов – результатов выступают объекты три, четыре и пять.

Тогда полная запись представления вложенности методов узловых объектов вместе с их интерфейсами можно представить в следующем виде:

$$s_1.f(l_1, l_2)l_3, l_4, l_5 = \begin{cases} s_2.f(l_1, l_7)l_6 = \begin{cases} s_5.f(l_1, l_9)l_6 \\ s_6.f(l_7)l_9 \end{cases} \\ s_3.f(l_6)l_3, l_4, l_7, l_8 \\ s_4.f(l_2, l_8)l_5 \end{cases} \quad (14)$$

Выражение (14) можно рассматривать как альтернативное сокращенное представление структурных параметров системно-объектной модели. Действительно, метод узлового объекта первого уровня – левая часть выражения (14) имеет потоковые объекты, составляющие его интерфейс, связывающие его исключительно с контекстным потоковым объектом – первый уровень иерархии системно-объектной модели. Вложенные методы узловых объектов составляют второй уровень иерархии системно-объектной модели. Если имеет место вложенность методов узловых объектов второго уровня, тогда в системно-объектной модели имеет место третий уровень иерархии, как в рассматриваемом примере абстрактной системно-объектной модели.

Также из выражения (14), имея иерархию связей системы в виде множества потоковых объектов, можно воспроизвести множество связей системы. Анализируя выражение 14 и графоаналитическое представление системно-объектной модели можно сформулировать несколько утверждений, представленных ниже.

Из выражения (14) видно, что потоковый объект l_1 является входящим потоком по отношению к узлу s_5 , в то же время источником этой связи является внешняя среда $s_{context}$. Не трудно заметить, что для таких связей истинно следующее утверждение: любая связь $c = \{s_{context}, s_{in}, l\}$, составляющая контекст узла s_{in} (входящая связь по отношению к узлу s_{in}), также является входящей связью по отношению к узлу s^* если функция узла $s^*.f$ реализована в том числе, с помощью функции узла $s_{in}.f$. То есть, если существует такая связь, которая является входящей по отношению к некоторому узлу и источником связи является внешняя среда $s_{context}$, тогда эта связь также будет входящей для узлов, функции которых реализованы с помощью функции первого узла напрямую или косвенно (через функции третьих узловых объектов). Формально это утверждение можно записать в следующем виде:

$$\forall c = \{s_{context}, s_{in}, l\} \exists c = \{s_{context}, s^*, l\} \text{ если } s^*.f = \begin{cases} s_{in}.f \\ \dots \end{cases} \quad (15)$$

Для доказательства утверждения (15) рассмотрим произвольный узел s для которого существует связь $c = \{s_{context}, s, l\}$, а также узел s^* такой что:

$$s^*.f = \begin{cases} s.f \\ \dots \end{cases} \quad (16)$$

По условию мы знаем, что $s.f = f(l)$, тогда справедливо выражение:

$$s^*.f = \begin{cases} s.f(l) \\ \dots \end{cases} \rightarrow s^*.f(l) = \begin{cases} s.f(l) \\ \dots \end{cases} \rightarrow \forall \{s_{context}, s^*, l\} \quad (17)$$

Из выражения (17) видно, что существование связи $\{s_{context}, s, l\}$ гарантирует существование связи $\{s_{context}, s^*, l\}$ при выполнении условия (16). Таким образом, возвращаясь к примеру абстрактной системы, графоаналитическое представление которой показано на рисунке 1, можно констатировать факт, что связь $\{s_{context}, s_5, l_1\}$ с условием вложенности методов (16) гарантирует наличие еще двух входящих связей узловых объектов верхних уровней: $\{s_{context}, s_1, l_1\}$ и $\{s_{context}, s_2, l_1\}$.

Следует отметить, что выражение (15) справедливо также для исходящих связей системы, тех у которой в качестве приемника выступает специальный узловой объект $s_{context}$, т.е. также справедливо утверждение:

$$\forall c = \{s_{out}, s_{context}, l\} \exists s = \{s^*, s_{context}, l\} \text{ если } s^*.f = \begin{Bmatrix} s_{out}.f \\ \dots \end{Bmatrix}. \quad (18)$$

Для доказательства соотношения (18) рассмотрим произвольный узел s для которого существует связь $c = \{s, s_{context}, l\}$, а также узел s^* такой что:

$$s^*.f = \begin{Bmatrix} s.f \\ \dots \end{Bmatrix}. \quad (19)$$

По условию мы знаем, что $s.f = f(l)$, тогда справедливо выражение:

$$s^*.f = \begin{Bmatrix} s.f(l) \\ \dots \end{Bmatrix} \rightarrow s^*.f(l) = \begin{Bmatrix} s.f(l) \\ \dots \end{Bmatrix} \rightarrow \forall \{s^*, s_{context}, l\} \quad (20)$$

Из выражения (20) видно, что существование связи $\{s, s_{context}, l\}$ также как и в первом случае с входящей связью гарантирует существование связи $\{s^*, s_{context}, l\}$ при выполнении условия (19). Рассматривая пример модели системы, представленной на рисунке 1, можно заключить, что связь, например, $\{s_4, s_{context}, l_5\}$ гарантирует наличие связи узлового объекта верхнего уровня $\{s_1, s_{context}, l_5\}$.

По аналогии со связями, у которых в качестве источника или приемника выступает внешняя среда, рассмотрим внутренние связи системы, те, которые связывают два узловых объекта, находящихся на разных уровнях иерархии. Например, связь l_7 (см. рисунок 1) связывает два узловых объекта s_3 и s_6 . Очевидно, что справедливо следующее утверждение: любая связь $c = \{s_{out}, s_{in}, l\}$, также является входящей связью по отношению к узлу s^* если функция узла $s^*.f$ реализована в том числе, с помощью функции узла $s_{in}.f$ и в качестве параметров вышеуказанных функций имеет место потоковый объект l , т.е. $s_{in}.f = f(l, \dots)$ и $s^*.f = f(l, \dots)$. Формально данное утверждение можно представить в виде:

$$\forall c = \{s_{out}, s_{in}, l\} \exists \{s_{out}, s^*, l\} \text{ если } s^*.f(l, \dots) = \begin{Bmatrix} s_{in}.f(l, \dots) \\ \dots \end{Bmatrix} \quad (21)$$

Для доказательства утверждения (21) рассмотрим такой узловой объект s , для которого существует связь $c = \{s_{out}, s, l\}$ а также узловой объект s^* , метод которого реализуется, в том числе за счет метода первого узлового объекта, т.е.:

$$s^*.f = \begin{Bmatrix} s.f \\ \dots \end{Bmatrix}. \quad (22)$$

Тогда, справедливо следующее:

$$s^*.f = \begin{Bmatrix} s.f(l) \\ \dots \end{Bmatrix} \rightarrow s^*.f(l) = \begin{Bmatrix} s.f(l) \\ \dots \end{Bmatrix} \rightarrow \forall \{s_{out}, s^*, l\} \quad (23)$$

Следует отметить, что выражение (21) справедливо для тех связей, источник которых находится выше по уровню иерархии, чем узловой объект – получатель связи. Т.е. в случае если для связи $c = \{s_{out}, s, l\}$ узловые объекты s_{out} и s находятся на одном уровне иерархии, из чего следует:

$$s^*.f = \begin{Bmatrix} s.f \\ s_{out}.f \\ \dots \end{Bmatrix}, \quad (24)$$

тогда утверждение (21) не выполняется.

Как видно из выражения (23), направление связи в данном случае не играет никакой роли. Соответственно справедливо утверждение: любая связь $c = \{s_{out}, s_{in}, l\}$, также является исходящей связью по отношению к узлу s^* если функция узла $s^*.f$ реализована в том числе, с помощью функции узла $s_{out}.f$ и в качестве значений вышеуказанных функций имеет место потоковый объект l , т.е. $s_{out}.f = f(\dots)l$ и $s^*.f = f(\dots)l$. Формально данное утверждение можно представить в виде:

$$\forall c = \{s_{out}, s_{in}, l\} \exists \{s^*, s_{out}, l\} \text{ если } s^*.f(\dots)l = \begin{Bmatrix} s_{out}.f(\dots)l \\ \dots \end{Bmatrix} \quad (25)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрим использование представленных выше структурных элементов исчисления систем как функциональных объектов на примере моделирования технической системы формирования комбинированного канального сигнала с целью исследования эффективности сигнально-кодовых конструкций с позиции их помехоустойчивости [5]. Как было отмечено выше, сперва необходимо выделить потоковые объекты предметной области. Для решения задачи исследования эффективности сигнально-кодовых конструкций необходимо разработать модель системы передачи информации от источника к приемнику с учетом воздействия шумов на канал передачи информации. Рассмотрим системно-объектную модель вида:

$$M = \langle L, S, Q \rangle \quad (27)$$

где: L – множество потоковых объектов модели; S – множество узловых объектов модели и Q – множество связей. Рассмотрим подробнее множество потоковых объектов, в котором необходимо выделить следующие:

- $D_{er}(t)=[d_{er}]$ – потоковый объект представляет собой вероятность ошибки в канале связи и содержит одно поле, где хранится значение вероятности;
- $S(t)=[s]$ – потоковый объект представляет собой сообщение, которое необходимо передать по каналу связи, имеет одно поле для хранения текущего передаваемого разряда;
- $S'(t)=[s']$ – потоковый объект представляет собой сообщение, полученное на стороне адресата, содержит одно поле для хранения текущего декодированного разряда сообщения;
- $U(t)=[u]$ – потоковый объект представляет собой модулированный сигнал, передаваемый по каналу связи, содержит одно поле для хранения мгновенной энергии сигнала;
- $Y(t)=[y]$ – потоковый объект представляющий сигнал на входе в демодулятор, содержит одно поле для хранения мгновенной энергии сигнала;
- $N(t)=[n]$ – потоковый объект представляющий помехи, воздействующие на сигнал в канале связи, имеет одно поле для хранения значения мгновенной энергии помехи;
- $PRS=[r_1, r_2, \dots, r_n]$ – потоковый объект – представляет собою псевдослучайную двоичную последовательность, поле потокового объекта $PRS.r_n$ – разряд двоичной последовательности, n – размерность последовательности;
- $TFM=[k_1, k_2, \dots, k_m]$ – потоковый объект представляет собой частотно-временную матрицу. Состоит из m полей, где m – размер линейно-частотной матрицы. Линейно-частотная матрица размера $m \times m$ может содержать значения ноль или единицу, причем в одном столбце матрицы может содержаться лишь одна единица, поэтому такую матрицу удобно кодировать в виде массива, элементы которого представляю собой номер строки где указана единица.

Таким образом, множество потоковых объектов модели примет следующий вид:

$$L = \{D_{er}(t), S(t), S'(t), U(t), Y(t), N(t), PRS, TFM\} \quad (27)$$

Далее рассмотрим множество узловых объектов модели. Для решения поставленных задач были выделены следующие узловые объекты:

1. Источник сообщения;
2. Оценка уровня помеховой обстановки;
3. Генератор частотно-временной матрицы;
4. Генератор псевдо-случайной последовательности;
5. Формирование комбинированного канального сигнала;
6. Канал связи;
7. Генератор помех;
8. Демодулятор;
9. Декодер канала;
10. Декодер источника;
11. Получатель сообщения.

Фактически, перечень узловых объектов представляет собой модули системы передачи информации, а также технологические операции, необходимые для формирования комбинированного канального сигнала. Рассмотрим подробнее структурные характеристики узловых объектов на примере источника сообщений, который в соответствии с принятыми обозначениями имеет вид:

$$ИС = [\emptyset, S(t); f(\emptyset)S(t); \emptyset] \quad (28)$$

Из выражения (28) видно, что в системно-объектной модели источник сообщения представлен в виде генератора передаваемого сообщения. Данный узловой объект не имеет входных связей, а в качестве выхода выступает потоковый объект $S(t)$.

Связав все перечисленные выше узловые объекты между собой посредством потоковых объектов, получим системно-объектную модель, графоаналитическое представление которой показано на рисунке 2.

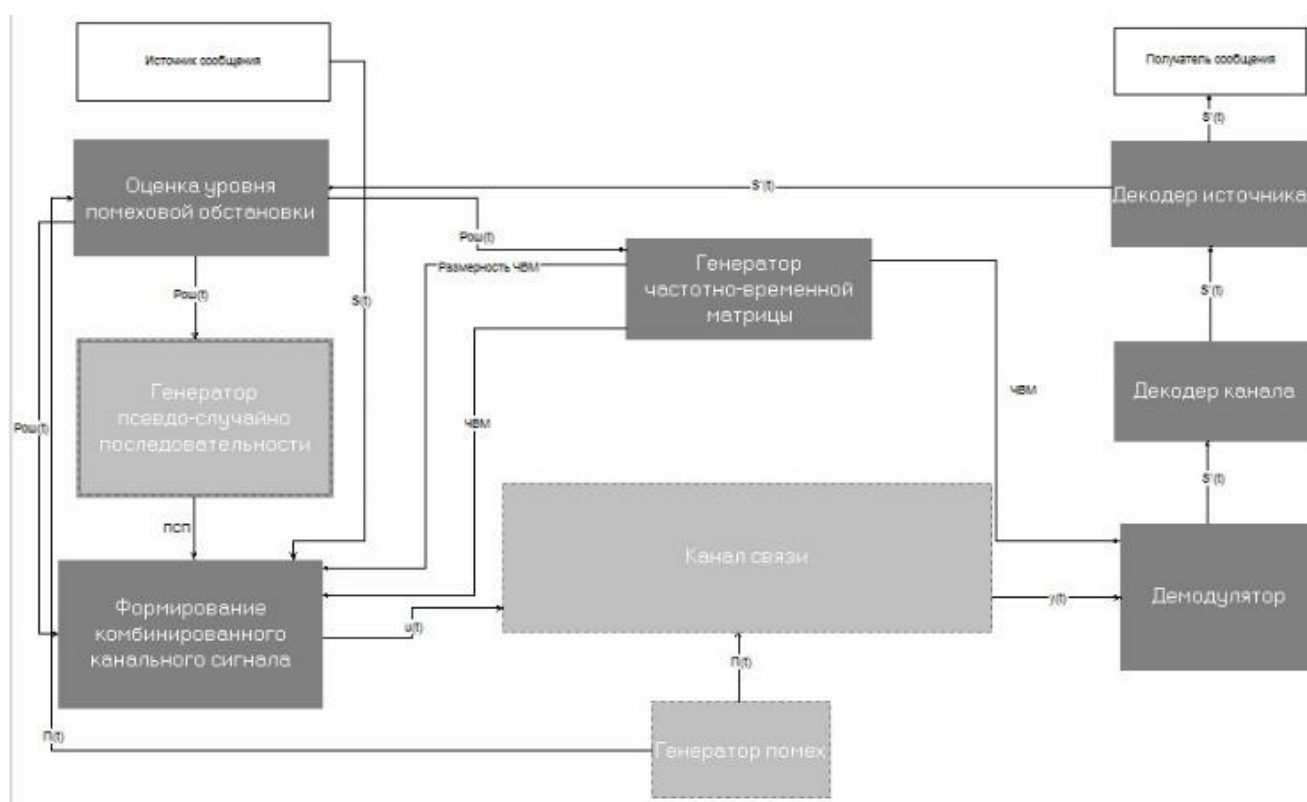


Рис. 2. Системно-объектная модель системы формирования комбинированного канального сигнала

Fig. 2. System-object model of the combined channel signal generation system

Далее, с целью, моделирование процессов преобразования входных потоковых объектов в выходные необходимо описать методы узловых объектов с помощью специального языка описания функциональных узлов. Пример алгоритма реализации метода узлового объекта «Генератор псевдослучайной последовательности» показан на рисунке 3.

Разработанная имитационная системно-объектная модель позволяет исследовать различные сигнально-кодовые конструкции с целью увеличения их помехоустойчивости.

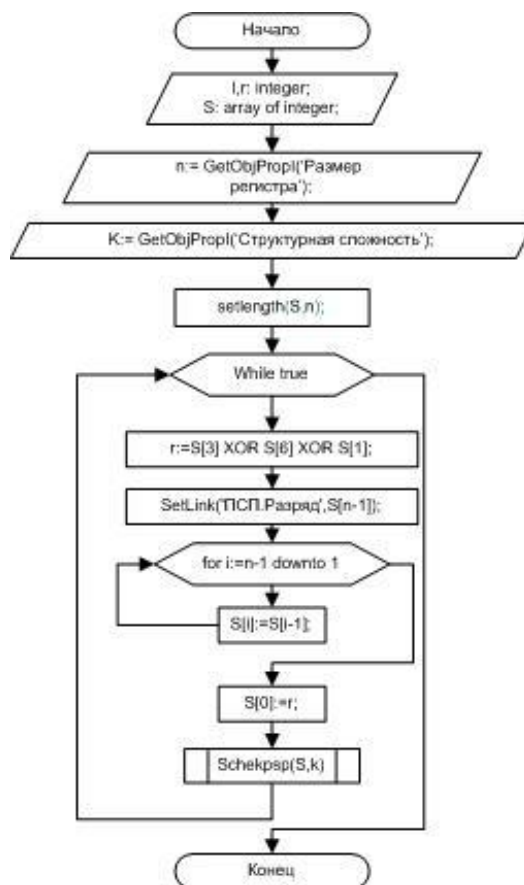


Рис. 3. Алгоритм функционирования метода узлового объекта

Fig. 3. Algorithm of functioning of the node object method

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные выше структурные элементы исчисления систем как функциональных объектов формируют фундамент для дальнейших исследований, в частности – разработке элементарных операций на множествах узловых и потоковых объектов. Это позволит разработать алгоритмы качественной оптимизации системно-объектных моделей (приведения в соответствие общесистемным принципам и закономерностям), их верификации, что, в свою очередь, позволит автоматизировать процедуры системно-объектного моделирования.

Список литературы

1. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Зимовец О.А. и др. Теория систем и системный анализ: учебник. Под ред. С.И. Маторина. – Москва; Берлин: Директмедиа Паблишинг. 2020. 509 с.
2. Маторин С.И., Жихарев А.Г., Зайцева Н.О. Имитационное моделирование с использованием системно-объектного подхода // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 6 (60). С. 91-104.
3. Abadi Martin and Luca Cardelli A Theory of Objects. – New York: Springer-Verlag, 1996. 397 p.
4. Matorin, S.I., Zhikharev, A.G. Calculation of the function objects as the systems formal theory basis // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. vol. 679. p. 182-191.
5. Жихарев А.Г., Маторин С.И., Белов А.С. Системно-объектное моделирование технологических операций формирования комбинированного канального сигнала // Научный результат. Информационные технологии. 2019. Т.4. №4. С. 55-65.

References

1. Matorin S.I., Zhikharev A.G., Zimovets O.A., etc. Systems theory and system analysis: textbook. Edited by S.I. Matorin. - Moscow; Berlin: Directmedia Publishing. 2020. 509 p.
2. Matorin S.I., Zhikharev A.G., Zaitseva N.O. Simulation modeling using a system-object approach // Applied Informatics. 2015. Vol. 10. No. 6 (60). pp. 91-104.
3. Abadi Martin and Luca Cardelli A Theory of Objects. – New York: Springer-Verlag, 1996. 397 p.
4. Matorin, S.I., Zhikharev, A.G. Calculation of the function objects as the systems format theory basic // Advance-es in Intelligent Systems and Computing. 2018. vol. 679. p. 182-191.
5. Zhikharev A.G., Matorin S.I., Belov A.S. System-object modeling of technological operations of combined channel signal formation // Scientific result. Information technology. 2019. Vol.4. No. 4. pp. 55-65.

Жихарев Александр Геннадиевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Маматов Роман Александрович, старший инспектор отделения организации службы ОМОН, Управление Росгвардии по Белгородской области

Губкин Алексей Владимирович, магистрант направления подготовки Машиностроение

Игнатенко Павел Владимирович, магистрант направления подготовки Машиностроение

Zhikharev Alexander Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software

Mamatov Roman Aleksandrovich, Senior Inspector of the Department of Organization of the OMON Service, Rosgvardia Directorate for the Belgorod Region

Gubkin Alexey Vladimirovich, master's degree in the field of training Mechanical engineering

Ignatenko Pavel Vladimirovich, master's degree in the field of training Mechanical engineering