

УДК 003.26

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ РЕЕСТРОМ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВОМ

А.М. Макаров, Е.А. Писаренко, Б.М. Гаджимурадов  
*ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»,  
г. Пятигорск, Россия*

**Аннотация.** В статье представлена обобщенная модель иерархической информационной системы с распределенным реестром на основе блокчейн-технологии для цифровой среды управления государством. Рассмотрена трехуровневая архитектура системы: федеральный, региональный и муниципальный уровни. Описан протокол включения новых блоков в одноранговую блокчейн-цепь с механизмом достижения консенсуса. Предложенная модель обеспечивает криптографически-технологическое доверие между абонентами всех уровней системы при создании электронных государственных услуг и сервисов.

**Ключевые слова:** блокчейн-технология; распределенный реестр; иерархическая информационная система; цифровое государство; электронные государственные услуги; консенсус; криптографическое доверие; одноранговая сеть; цифровая среда; государственное управление.

## GENERALIZED MODEL OF A HIERARCHICAL INFORMATION SYSTEM WITH DISTRIBUTED LEDGER FOR DIGITAL GOVERNMENT MANAGEMENT

A.M. Makarov, E.A. Pisarenko, B.M. Gadzhimuradov  
*Pyatigorsk State University, Pyatigorsk, Russia*

**Abstract.** A generalized model of a hierarchical information system with distributed ledger based on blockchain technology for digital government management is presented. A three-level system architecture is considered: federal, regional, and municipal levels. The protocol for including new blocks in the peer-to-peer blockchain with a consensus mechanism is described. The proposed model provides cryptographic-technological trust between subscribers at all system levels when creating electronic government services and applications.

**Keywords:** blockchain technology; distributed ledger; hierarchical information system; digital state; electronic government services; consensus; cryptographic trust; peer-to-peer network; digital environment; public administration.

### Введение

Создание электронных государственных услуг и сервиса, обеспеченного доверительной средой интеграции друг с другом – это первостепенная задача любого общества, вступающего в цифровое пространство. В государстве, функционирующем в цифровой среде,

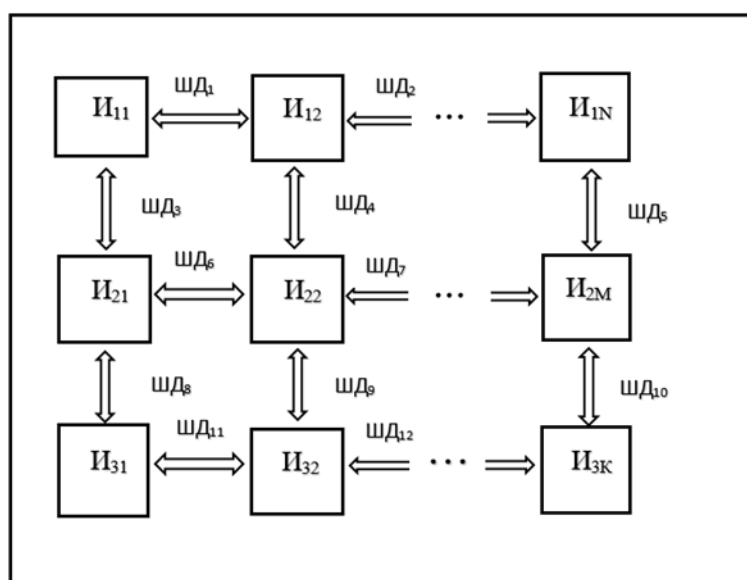
государственные информационные системы (ГИС), обладают приоритетным правом. Уже на их базе, будет выстраиваться система для региональных (округа, области) и муниципальных органов власти. ГИСы должны будут ускорить создание электронных государственных сервисов, упростить их интеграцию. Основное назначение ГИС верхнего уровня: в информационном поле ГИС должна обеспечиваться слаженная работа всех встроенных систем, как по вертикали, так и по горизонтали с гарантированным доверием друг к другу.

Технологией, которая решит задачу обеспечения гарантированного доверия абонентов всех уровней, является «блокчейн-технология», которая реализуется в системах с распределенным реестром и обеспечит криптографически – технологическое доверие в цифровом обществе.

### Основная часть

В основе вышеуказанной технологии, в свою очередь, лежит технология асимметричного криптографического шифрования и порождаемые ею технологии криптографического хэширования, цифровой подписи и токенизации процессов.

Обобщенная модель иерархической информационной системы с распределенным реестром (блокчейн технология) цифровой среды Российской Федерации представлена на рисунке.



Модель иерархической информационной системы с распределенным реестром (блокчейн технология) цифровой среды РФ  
A model of a hierarchical information system with a distributed registry (blockchain technology) of the digital environment of the Russian Federation

На рисунке обозначено:

$I_{1N}$  – информационная, состоящая из  $N$  систем верхнего (государственного) уровня

$I_{2M}$  – информационная, состоящая из  $M$  систем среднего (краевого, областного, окружного) уровня

$I_{3K}$  – информационная, состоящая из  $K$  систем нижнего (муниципального) уровня

$ШД_1, ШД_2, \dots, ШД_N$  – шины данных верхнего уровня

$ШД_6, ШД_7, \dots, ШД_M$  – шины данных среднего уровня

$ШД_{10}, ШД_{11}, \dots, ШД_K$  – шины данных нижнего уровня

$ШД_3, ШД_4, ШД_5$  – шины данных, связывающие верхний и средние уровни

$ШД_8, ШД_9, ШД_{10}$  – шины данных, связывающие средний и нижний уровни

Протокол работы сети распределенного реестра (блокчейн технологии) информационной системы при включении вновь созданного блока в одноранговую блокчейн цепь (ОБЧЦ)

Исходные условия:

НК имеет открытые ключи всех абонентов всех подсистем распределенного реестра:  $K_1, K_2, \dots, K_n$ .

Открытый ключ НК – КНК известен всем  $n$ -абонентам. Закрытые ключи строго хранятся у всех абонентов и НК.

Цель: Абонент  $A_1$  хочет включить вновь созданный им блок в ОБЧЦ.

$A_1$  сообщает НК о включении блока с данными  $D_1$  в ОБЧЦ:

$A_1 \rightarrow \text{НК} : \{A_1, D_1, h_1\}_{(K_{\text{НК}})}$ ,

где  $h_1$  – хэш функция нового блока, созданная  $A_1$ .

НК получает сообщения от  $A_1$ , устанавливает и верифицирует его. Получив блок, НК по  $h_1$  и хэш функции предыдущего блока вычисляет новую хэш функцию нового блока и включает его в ОБЧЦ с меткой текущего времени. (можно ли с меткой текущего времени) После чего рассылает этот блок  $i$ -тым абонентам соответствующего распределенного реестра.

$\text{НК} \rightarrow A_i : \{A_1, D_1\}_{(K_i)}$ ,  $i=1, 2, \dots, N_1$ , где  $N_1$  – число абонентов распределенного реестра, участвующих в процессе достижения консенсуса о правомерности включения нового блока в ОБЧЦ.

Через установленный интервал времени НК может получить следующие ответы абонентов распределенного реестра:

Консенсус достигнут, возражений нет. Тогда НК приводит корректировку истории времени включения блока в ОБЧЦ и дает команду абонентам распределенного реестра о включении блоков в базу данных всех абонентов.

При появлении возражения у одного или нескольких абонентов, блок отсылается на доработку. Если все абоненты согласовали свое

положительное мнение, то история достижения согласия (временная отсечка) не корректируется и все возникшие вопросы вносятся в новый блок: какой и от кого вопрос (данные абонентов должны быть обезличены). Далее, следует команда НК о включение нового блока в базу данных абонентов распределенного реестра.

### **Заключение**

В предлагаемой модели, многофункциональную роль НК сложно переоценить. В случае, отсутствия консенсуса и необходимости вмешательства, НК корректируют время передачи блока на арбитраж, вносит вопросы, вызвавшие возражения, в блок и помечает данный блок как спорный.

### **Список использованных источников**

1. Гаджимурадов Б.М., Макаров А.М. Иерархическая многоуровневая система распределенного реестра (блокчейн технология) контроля целостности данных при разработке, распределении, целевом использовании финансового бюджета. Заявка (30.12.2025); Регистрационный № 2025139803 в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (59 с.).

### **References**

1. Gadzhimuradov B.M., Makarov A.M. Hierarchical multilevel distributed registry system (blockchain technology) for data integrity control in the development, distribution, and targeted use of the financial budget. Application (12/30/2025); Registration number 2025139803 in the Federal Service for Intellectual Property (59 pages).

### **Сведения об авторах**

**Гаджимурадов Б.М.**, канд. эконом. наук, доц. каф. ИКТМИБ ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», *baxa78@bk.ru*;

**Макаров А.М.**, д-р техн. наук, проф. каф. ИКТМИБ ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет», *mellin\_22@mail.ru*;

**Писаренко Е.А.**, канд.пед.наук, доц., доц. каф. ИКТМИБ ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»

### **Information about the authors**

**Gadzhimuradov B.M.**, PhD in Economics, associate professor at the Department ICTMSB, “Pyatigorsk State University”, *baxa78@bk.ru*;

**Makarov A.M.**, doctor of Technical Sciences, Professor at the Department ICTMSB “Pyatigorsk State University”, *mellin\_22@mail.ru*;

**Pisarenko E.A.**, PhD in Pedag., Associate Professor at the Department of ICTMSB “Pyatigorsk State University”;