

УДК 004.75

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.32.1.002](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.32.1.002)

## Алгоритм достижения консенсуса для распределённых систем обработки данных на основе технологии распределённых реестров

А.С. Тороев, А.Б. Сизоненко

*Краснодарское высшее военное училище,  
Краснодар, Российская Федерация*

**Резюме.** В работе обоснована необходимость применения технологии распределённых реестров с целью её последующего внедрения в распределённые системы обработки данных (далее – РСОД). С целью адаптации РСОД любого типа к данной технологии предложен и описан алгоритм достижения консенсуса между её узлами с целью конечной согласованности о записи данных в распределённый реестр. В качестве прототипов предложены такие алгоритмы достижения консенсуса как «BFT-DPoS» и «PoI», используемые в криптовалютных системах. Данные алгоритмы достижения консенсуса были выбраны в виду высокой производительности и низкой ресурсозатратности при их исполнении. Для получения недетерминированного результата при определении «узла-регистратора победителя» предложен механизм «назначения» вместо механизма «соревнования». С целью реализации механизма «назначения» проведён анализ известных методов принятия решений при оценке критериев для каждого кандидата. Обосновано, что метод анализа иерархий является наиболее эффективным методом для РСОД с динамически изменяемой архитектурой сети. Для численной оценки «весовых коэффициентов» узлов-регистраторов, являющихся кандидатами в «узлы-регистраторы победители» с целью получения их итогового рейтинга, разработана соответствующая методика их расчёта на основе выше сказанного метода.

**Ключевые слова:** алгоритм достижения консенсуса, распределённый реестр, метод анализа иерархий, решение задачи «О византийских генералах», делегированное доказательство ставки, доказательство важности.

**Для цитирования:** Тороев А.С., Сизоненко А.Б. Алгоритм достижения консенсуса для распределённых систем обработки данных на основе технологии распределённых реестров. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021;9(1). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=908> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.32.1.002.

## Consensus building algorithm for distributed data processing systems based on distributed registry technology

A.S. Toroev, A.B. Sizonenko

*Krasnodar higher military school,  
Krasnodar, Russian Federation*

**Abstract.** The paper substantiates the need to use distributed registry technology for its subsequent implementation in distributed data processing systems (hereinafter referred to as DDPS). In order to adapt any type of DDPS to this technology, an algorithm for achieving consensus between its nodes is proposed and described in order to achieve final consistency on writing data to a distributed registry. Such consensus-building algorithms as "BFT-DPoS" and "PoI" used in cryptocurrency systems are proposed as prototypes. These consensus algorithms were chosen because of their high performance and low resource consumption. To obtain a nondeterministic result when determining the "winner Registrar node", the "assignment" mechanism is proposed instead of the "competition" mechanism. In order to

implement the "appointment" mechanism, the analysis of known decision-making methods for evaluating the criteria for each candidate was carried out. It is proved that the hierarchy analysis method is the most effective method for DDPS with a dynamically changing network architecture. For numerical evaluation of the "weight coefficients" of Registrar nodes that are candidates for the "winning Registrar nodes" in order to obtain their final rating, a corresponding method for calculating them has been developed based on the above method.

**Keywords:** consensus algorithm, distributed registry, hierarchy analysis method, solution of the problem "About Byzantine generals", delegated proof of stake, proof of importance.

**For citation:** Toroev A.S., Sizonenko A.B. consensus Algorithm for distributed data processing systems based on distributed registry technology. *Modeling, optimization and information technology*. 2021;9(1). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=908> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.32.1.002 (In Russ).

## Введение

В настоящее время технология распределённых реестров (блокчейн) является основой любой криптовалютной системы. Данная технология позволяет легко адаптироваться к выходу из строя или целенаправленному отключению её узлов в результате разрыва соединений с ней в случайные моменты времени. Процесс реконфигурации взаимодействующих работоспособных узлов на основе установления новых соединений в виду распределённого доверия проходит в автоматическом режиме без использования единого центра управления, что значительно повышает живучесть [1] системы по сравнению с централизованными архитектурами. Выше сказанные преимущества обуславливают необходимость построения РСОД на основе данной технологии. Основой функционирования технологии распределённых реестров является алгоритм достижения консенсуса.

Анализ алгоритмов достижения консенсуса, реализованных в криптовалютных системах, который был проведён в [2], показал, что наиболее эффективным алгоритмом является алгоритм на основе голосования «BFT-DPoS» (делегированное доказательство ставки на основе решения задачи «О византийских генералах») [3]. Вместе с тем, как указывалось в [2], у данного алгоритма есть недостаток – для определения «узла-регистратора победителя» заложено условие, в соответствии с которым осуществляется соревнование между множеством «узлов-регистраторов». Данное соревнование заключается в реализации механизма аукциона, при проведении которого каждый «узел-регистратор» предлагает «ставку», по величине которой устанавливается приоритетность записи блоков в реестр. Для реализации РСОД, не предусматривающих их использование в качестве криптовалютной системы, требуется более качественная всесторонняя оценка «узлов-регистраторов» и внедрение не соревновательного механизма с целью выявления «узла-регистратора победителя», а механизма на основе «назначения», который автоматически бы осуществлял оценку критериев «узлов-регистраторов» и участвовал в назначении «узла-регистратора победителя». С этой целью необходимо провести анализ известных методов принятия решений с целью нахождения наиболее эффективного метода, подходящего для реализации алгоритма достижения консенсуса Proof of Importance (доказательство важности) [4] для дальнейшего его синтеза с алгоритмом «BFT-DPoS».

## Материалы и методы

### Анализ методов принятия решений для реализации механизма назначения

В теории принятия решений выработка решения в основном направлена на определение наилучшего (оптимального) способа действий для достижения

поставленной цели [5]. Под целью понимается идеальное представление желаемого состояния или результата деятельности. Решение считается тем эффективнее, чем больше степень достижения целей и чем меньше затрат на их реализацию.

Задача принятия решения с целью назначения «узла-регистратора победителя» является многокритериальной задачей, так как известно множество альтернативных вариантов решений, множество критериев выбора наилучшего решения и принцип согласования предпочтений. В теории принятия решений [5] существует большое количество методов и алгоритмов, однако на практике они отличаются друг от друга в основном только процедурой сравнения. Выделяют следующие методы сравнений:

1. Ранжирование;
2. Непосредственная оценка;
3. Последовательное сравнение;
4. Парное сравнение.

Недостатком первого метода является трудность ранжирования большого числа объектов, так как с ростом их количества и соответственно ростом числа связей между ними значительно увеличивается вероятность возникновения ошибок. Особенно данная проблема характерна для динамически меняющихся систем.

Второй метод применяется только для принятия решения в однокритериальных задачах, когда каждому объекту присваивается определённое числовое значение в шкале интервалов.

Последовательное сравнение является синтезом первых двух методов, а соответственно объединяет их недостатки: помимо необходимости после ранжирования объектов и присвоения каждому из них соответствующего числового значения требуется их сравнение по принципу «один ко всем».

Метод парных сравнений в отличие от предыдущих методов ранжирует объекты на основе создания и сравнения всех возможных пар. Если объекты являются однотипными, то их можно объединять в классы объектов и попарно сравнивать уже их. Впервые метод парных сравнений на основе экспертных оценок был предложен Томасом Саати [6]. Его основная идея состоит в создании иерархии критериев объектов и их парное сравнение группой экспертов. Благодаря наличию индекса согласованности между мнениями экспертов и весовых коэффициентов каждого эксперта вероятность ошибок у данного метода является минимальной. Кроме того, данный метод позволяет решать многокритериальные задачи и хорошо подходит для систем с динамически изменяемой структурой. Таким образом, реализация алгоритма достижения консенсуса «PoI» на основе метода анализа иерархий с целью его синтеза с алгоритмом «BFT-DPoS» является наиболее эффективным решением.

### Описание алгоритма достижения консенсуса

Каждому пользователю РСОД при регистрации в зависимости от введённых им данных присваивается мандатная метка, определяющая его начальный «весовой коэффициент» (рейтинг в системе), который с течением времени может изменяться. Алгоритм достижения консенсуса включает в себя две стадии исполнения [7]:

1. Локальный консенсус: назначение «узлов-регистраторов победителей» в каждой локальной группе и делегирование им узлами-инициализаторами транзакций «весовых коэффициентов» транзакций;

2. Глобальный консенсус: определение согласованного порядка записи блоков в распределённый реестр всеми узлами РСОД

С целью исполнения локального алгоритма достижения консенсуса из множества узлов РСОД  $N$  (**nodes**) ( $n_r$  – элемент множества,  $r = \overline{1, a}$ ), выбирается подмножество

узлов **IN (the initialize nodes)** ( $i_s$  – элемент подмножества,  $s = \overline{1, d}$ ,  $IN \in N$ ), инициализирующее множество транзакций **T (transactions)** ( $t_p$  – элемент множества,  $p = \overline{1, b}$ ). Из наборов элементов подмножества **IN**, не принадлежащих одному отделу организации, формируется множество **LG (local groups)** ( $l_q$  – элемент множества,  $q = \overline{1, u}$ ) локальных групп (далее – ЛГ). При этом узлы-инициализаторы по отношению друг к другу являются узлами-верификаторами (далее – УВ), образуя соответствующее подмножество узлов **VN (the verification nodes)** ( $v_u$  – элемент подмножества,  $u = \overline{1, f}$ ,  $VN \in N$ ), к которому кроме того добавляются узлы, подключённые к РСОД, но не участвующие в транзакционном обмене. Формирование ЛГ осуществляется на основе ранжирования транзакций по приоритету их записи в распределённый реестр, значение которого определяется «категорией срочности». «Категория срочности» транзакции отражает соответствующее числовое значение её «веса», который будет делегироваться назначенному «узлу-регистратору победителю» (далее – УП). В зависимости от количества установленных разработчиком РСОД «категорий срочности» определяется число ЛГ, из транзакций которых формируется соответствующее число блоков за один раунд. Заголовок базисного блока подписывает должностное лицо, отвечающее за запуск РСОД, и является первым УП из подмножества **RW (the registration winner)** ( $w_v$  – элемент множества,  $v = \overline{1, g}$ ,  $RW \in RN$ ). Для последующих блоков, которые формируются соответствующими ЛГ, реализуется механизм «назначения». С целью реализации данного механизма осуществляется автоматический расчёт «весовых коэффициентов» каждого «узла-регистратора» из соответствующего подмножества **RN (the registration nodes)** ( $r_t$  – элемент множества,  $t = \overline{1, e}$ ,  $RN \in N$ ), подключённого к РСОД. С целью назначения второго УП в ЛГ производятся следующие итерации:

1. Для каждого «узла-регистратора», который рассматривается в качестве кандидата на формирование блока, каждым УВ вычисляются «весовые коэффициенты»  $vk_i$ , записываемые в вектор  $V$ ,  $i = \overline{1, f}$ .

2. Первый УП запускает генератор псевдослучайных чисел, численные значения которого записываются в вектор  $K$  ( $k_i$  – элемент вектора,  $i = \overline{1, f}$ ). Данный вектор используется для получения недетерминированного результата с целью невозможности прогнозирования назначения УП в последующих блоках.

3. Вектор  $K$  подписывается ЭП первого УП и распространяется всем УВ;

4. Каждый УВ в каждой ЛГ вектор «весовых коэффициентов»  $V$  умножает поэлементно на вектор случайных значений  $K$ , образуя итоговый вектор рейтинга УР **R (rating)**:

$$R = K * V \quad (1)$$

где «\*» – действие, обозначающее поэлементное перемножение двух векторов.

5. Каждый УВ подписывает вектор  $R$  ЭП и распространяет его другим узлам.

6. Из полученных от каждого УВ вектора  $R$  формируется матрица **C (comparison)** и на основе решения «Задачи византийских генералов» (не менее 2/3 строк матрицы должны быть одинаковыми) принимается решение о согласованности данных, записанных в векторе  $R$ .

7. В случае согласованности данных, записанных в вектор  $R$ , осуществляется ранжирование элементов вектора  $R$  и УР с наибольшим значением рейтинга  $r_t$  становится следующим УП, которого оповещают УВ на основе делегирования значений

своих «весовых коэффициентов» транзакций локальная группа «наивысшей категории срочности». Для ЛГ, включающих в себя транзакции с более низкой по очереди «категорией срочности» назначаются УП, рейтинг которых также уменьшается в порядке очерёдности. При отсутствии согласованности данных осуществляется повторное выполнение алгоритма.

После того как для каждой ЛГ назначен УП, осуществляется глобальный алгоритм достижения консенсуса, состоящий из следующих итераций:

1. УП в ЛГ с наивысшей «категорией срочности» транзакций подписывает заголовок блока, при этом записывает в него заголовок базисного блока и устанавливает метку времени, полученную из модуля «Единого доверенного времени».

2. УП, следующий по очереди в рейтинге, по аналогии подписывает заголовок блока своей ЛГ, при этом в блок записывает заголовок предыдущего блока.

3. УП с ЛГ, имеющей наименьшую «категорию срочности» записывает блок и оповещает УП с ЛГ, имеющей наивысшую «категорию срочности» об окончании первого раунда и необходимости повторного формирования вектора К для второго раунда, при этом автоматически срабатывает механизм принятия решения, который проверяет, не изменилось ли число УР в РСОД. Если изменений не произошло все итерации, начиная со второй, повторяются, в противном случае – вектор V рассчитывается повторно и все итерации в алгоритме также повторяются заново.

В первый вектор К записываются псевдослучайные числа независимо от выбранного алгоритма. В последующих блоках алгоритм формирования псевдослучайных чисел для формирования вектора К состоит из следующих итераций:

1. Каждый последующий УП вычисляет хэш-код своего «блокчейн-адреса» (термин взят из криптовалютных систем) и хэш-код метки времени, которую он устанавливает, после чего данные складываются.

2. При успешном выполнении первой итерации вычисляется хэш-код от полученных данных и первые 16 бит преобразуются в десятичное числовое значение. Так как числовое значение «весового коэффициента» узла-регистратора отражает уровень доверия пользователей РСОД к данному типу узлов, то всесторонняя оценка узлов данного типа позволит реализовать их ранжирование в соответствии с предлагаемой иерархической структурой критериев, которым они должны удовлетворять (Рисунок 1).

Приведённые критерии состоят из двух уровней иерархии и позволяют получить комплексную оценку АСУ, профессионализму персонала, а также активности участия узлов РСОД в создании распределённого реестра, что делает возможность динамически изменять «весовые коэффициенты» узлов-регистраторов. Для вычисления числовых значений «весовых коэффициентов» узлов-регистраторов с целью назначения «узла-регистратора победителя», осуществляющего формирование блока транзакций и подписание его заголовка, предлагается следующая методика их расчёта, в основе которой лежит метод анализа иерархий.



Рисунок 1 – Иерархия критериев для назначения кандидатов в «узлы-регистраторы-победители»

Figure 1 – Hierarchy of criteria for assigning candidates to "winning Registrar nodes»

### Методика расчёта «весовых коэффициентов» узлов-регистраторов

Методика расчёта «весовых коэффициентов» узлов-регистраторов будет включать в себя 2 этапа:

1. Подготовительный этап;
2. Оценка и выбор кандидата из набора альтернатив для назначения узла-регистратора.

Первый шаг подготовительного этапа ранжирует критерии первого уровня. С этой целью создаётся квадратная матрица парных сравнений  $F$  порядка  $f$ . В приведённом случае (Рисунок 1)  $f=5$ . Далее рассчитывается её собственный вектор  $Z$ , который будет указывать на приоритет рассматриваемых критериев при назначении кандидата.

На втором шаге для критериев 2 уровня иерархии создаются  $f$  матриц парных сравнений. В нашем случае это будут 5 матриц:  $F_{Fn}$ ,  $F_{Pr}$ ,  $F_{Ef}$ ,  $F_{Ac}$ ,  $F_{Pf}$ . Для каждой из матриц вычисляются собственные векторы, определяющие приоритет критериев второго уровня:  $Z_{Fn}$ ,  $Z_{Pr}$ ,  $Z_{Ef}$ ,  $Z_{Ac}$ ,  $Z_{Pf}$ .

На третьем шаге по аналогии вычисляются значения векторов приоритетов для

каждого критерия второго уровня:  $Z_{FnT}$ ,  $Z_{FnM}$ ,  $Z_{FnC}$ ;  $Z_{PrT}$ ,  $Z_{PrC}$ ,  $Z_{PrS}$ ;  $Z_{EfT}$ ,  $Z_{EfL}$ ,  $Z_{EfP}$ ;  $Z_{AcB}$ ,  $Z_{AcT}$ ,  $Z_{AcTs}$ ,  $Z_{PfEd}$ ,  $Z_{PfP}$ ,  $Z_{PfEx}$ .

Рекомендации к назначению должны даваться исходя из итогового рейтинга всех кандидатов. Теперь переходим к выполнению второго этапа, включающего в себя три шага:

1. Так как значения показателя для кандидата численно точно установлены и для него составлен соответствующий вектор коэффициентов, то матрица попарных сравнений для данного кандидата не создаётся, а «относительный вес» кандидата по данному показателю рассчитывается на основе вычисления нормализованного вектора значений показателей для каждого кандидата. Например, множество показателей для критерия Тип объекта (PrT) может быть следующим: (наземный, заглублённый, подземный). Предположим, что на третьем шаге предыдущего этапа установлен следующий вектор значимости для данного критерия:  $Z_{PrT} = (0,1 \ 0,2 \ 0,3)$ . Кандидат А имеет тип объекта наземный, кандидат В – заглублённый, кандидат С – подземный. В данном случае нормализованный вектор приоритетов кандидатов по критерию Тип объекта будет следующим:

$$V_{PrT} = (A_{PrT} \ B_{PrT} \ C_{PrT}) = \left( \frac{0,1}{0,6} \ \frac{0,2}{0,6} \ \frac{0,3}{0,6} \right) = (0,166 \ 0,333 \ 0,5) \quad (2)$$

2. Из нормализованных векторов столбцов для каждого из критериев первого уровня составляются матрицы и умножаются на соответствующий вектор столбец приоритетов критериев второго уровня:

$$\begin{aligned} V_{Fn} &= (V_{FnT} \ V_{FnM} \ V_{FnC}) \cdot Z_{Fn}; \\ V_{Pr} &= (V_{PrT} \ V_{PrC} \ V_{PrS}) \cdot Z_{Pr}; \\ V_{Ef} &= (V_{EfT} \ V_{EfL} \ V_{EfP}) \cdot Z_{Ef}; \\ V_{Ac} &= (V_{AcB} \ V_{AcT} \ V_{AcTs}) \cdot Z_{Ac}; \\ V_{Pf} &= (V_{PfEd} \ V_{PfP} \ V_{PfEx}) \cdot Z_{Pf}. \end{aligned} \quad (3)$$

3. Из векторов приоритетов, полученных на предыдущем шаге, составляется матрица, которая умножается на вектор-столбец  $Z$ , образуя итоговый вектор  $V$  «весовых коэффициентов» каждого узла-регистратора:

$$V = (V_{Fn} \ V_{Pr} \ V_{Ef} \ V_{Ac} \ V_{Pf}) \cdot Z \quad (4)$$

### Заключение

Предлагаемый алгоритм достижения консенсуса между узлами РСОД, построенной на основе технологии распределённых реестров, позволил объединить преимущества, взятые у прототипов:

1. Алгоритм «BFT-DPoS» увеличивает пропускную способность системы и уменьшает вероятность ложного ветвления на основе уменьшения числа УВ при присоединении блоков в распределённый реестр;

2. Синтезированный алгоритм достижения консенсуса функционирует не на основе механизма «голосования», а на основе механизма «назначения».

3. Алгоритм «PoI» на основе метода анализа иерархий позволяет применять данный алгоритм для любого типа РСОД, а не только в криптовалютных системах за счёт более точного расчёта «весовых коэффициентов» узлов-регистраторов с целью определения УП.

4. Реализация недетерминированного способа расчёта итогового рейтинга узлов-регистраторов не позволяет спрогнозировать результат назначения узлов-регистраторов в качестве УП в последующих блоках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тороев А.С. Анализ живучести распределенной системы удостоверяющих центров в условиях активных деструктивных воздействий злоумышленника. *Сборник материалов XXVI Международной научно-технической конференции. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.* 2020:643-647.
2. Тороев А.С. Анализ эффективности алгоритмов достижения консенсуса в распределённых системах обработки данных на основе технологии блокчейн. *Вестник компьютерных и информационных технологий.* 2020;11(197):13-22.
3. Delegated Proof-of-Stake Consensus. 2018. *Документация* Доступно по адресу: [https://tron.network/static/doc/white\\_paper\\_v\\_2\\_0.pdf](https://tron.network/static/doc/white_paper_v_2_0.pdf) (дата обращения: 27.09.2020 г.)
4. NEM White Paper. *Документация* Доступно по адресу: [https://nem.io/wp-content/themes/nem/files/NEM\\_techRef.pdf](https://nem.io/wp-content/themes/nem/files/NEM_techRef.pdf) (дата обращения: 01.07.2020 г.)
5. Родзин С.И. *Теория принятия решений: лекции и практикум. Учебное пособие.* Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2010:336.
6. Саати, Т. *Принятие решений: Метод анализа иерархий.* Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993:315.
7. Тороев А.С. Жизненный цикл транзакционного обмена между узлами распределённой системы обработки данных на основе технологии распределённых реестров. *Вестник Воронежского института высоких технологий.* 2020. Доступно по адресу: <https://vvt.ru/science/vestnik>.

## REFERENCES

1. Toroev A. S. Analysis of the survivability of a distributed system of certification centers in the conditions of active destructive actions of an attacker. *Collection of materials of the XXVI International scientific and technical conference. Nizhny Novgorod state technical University named after R. E. Alekseev.* 2020:643-647.
2. Toroev A. S. Analysis of the effectiveness of consensus algorithms in distributed data processing systems based on blockchain technology. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy.* 2020;11(197)13-22.
3. Delegated Proof-of-Stake Consensus. 2018. *Documentation Available from:* [https://tron.network/static/doc/white\\_paper\\_v\\_2\\_0.pdf](https://tron.network/static/doc/white_paper_v_2_0.pdf) (Accessed 27th September 2020).
4. NEM White Paper. *Documentation Available from:* [https://nem.io/wp-content/themes/nem/files/NEM\\_techRef.pdf](https://nem.io/wp-content/themes/nem/files/NEM_techRef.pdf). (Accessed 1th Julie 2020).
5. Rodzin S.I. *The theory of decision making: lecture and workshop. Textbook.* Taganrog: TTI YUFU, 2010:336.
6. Saati, T. *Decision making: a method for analyzing hierarchies.* Per. s angl. R.G. Vachnadze. M.: Radio i svyaz', 1993:315.



7. Toroev A. S. Lifecycle of transactional exchange between nodes of a distributed data processing system based on distributed ledger technology. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy*.2020. Available from: <https://vvt.ru/science/vestnik>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Тороев Андрей Сергеевич**, адъюнкт, отдел научной работы и подготовки научно-педагогических кадров, ФГКВОУ ВО Краснодарское высшее военное училище им. С.М. Штеменко, Краснодар, Российская Федерация.  
*e-mail: [tor\\_smolensk@mail.ru](mailto:tor_smolensk@mail.ru)*

**Andrey S. Toroev**, Adjunct, Department Of Scientific Work And Training Of Scientific And Pedagogical Personnel, Federal State Military Educational Institution Of Higher Education “Krasnodar Higher Military School Named After S.M. Shtemenko”, Krasnodar, Russian Federation

**Сизоненко Александр Борисович**, доктор технических наук, доцент, начальник кафедры защиты информации от несанкционированного доступа, ФГКВОУ ВО Краснодарское высшее военное училище им. С.М. Штеменко, Краснодар, Российская Федерация.  
*e-mail: [siz\\_al@mail.ru](mailto:siz_al@mail.ru)*

**Alexander B. Sizonenko**, Dr. Sci.Tech., Assistant Professor, Head Of The Department Of Information Protection From Unauthorized Access, Federal State Military Educational Institution Of Higher Education “Krasnodar Higher Military School Named After S.M. Shtemenko”, Krasnodar, Russian Federation