

**УТВЕРЖДЕНА**

решением Правления

Акционерного общества

«Национальная товарная биржа»

«26» октября 2016 года, Протокол №44

Директор (Председатель Правления)

С.А. Наумов



**Методика определения Расчетных цен Товаров  
(зерновых, зернобобовых и технических культур).**

**1. Термины и обозначения:**

**Базис (Элеватор/ЭЛ)** - место нахождения Товара, по которому Оператор товарных поставок осуществляет хранение и учет Товара. Список доступных для совершения договоров Базисов определен в Перечне Базисов. Для каждого из Базисов определяется перечень Товаров, которые могут учитываться на данном Базисе. Каждому из Элеваторов соответствует железнодорожная станция (железнодорожная станция ЭЛ), от которой может быть отправлен товар для доставки в Пункт назначения.

**Биржа** – Акционерное общество «Национальная товарная биржа».

**Класс Товара/Класс** – основная характеристика Товара, определяемая соответствующим полем Раздела Товарного счета, на котором учитывается партия Товара. Перечень Классов для каждого из видов Товара определен в Перечне базисных активов Биржи для каждого из видов Товара. Для целей настоящей Методики в Перечне базисных активов Классы приведены в порядке возрастания потребительских свойств (качества).

**Поставочные производные финансовые инструменты (поставочные ПФИ)** - форвардные договоры и договоры своп, совокупность условий заключения каждого из которых на организованных торгах Биржи определена в соответствующей спецификации и (или) в списке параметров соответствующих договоров.

**Пункт назначения (ЖД)** – место доставки Товара Экспедитором в соответствии с условием заявки Участника торгов. Биржа определяет список доступных Пунктов назначения для Участников торгов на основании информации, предоставляемой Участником торгов в соответствии с Правилами допуска и при условии подтверждения Экспедитором возможности Доставки Товара.

**d** – срок поставочного ПФИ, равный 1) количеству дней между датой заключения и датой исполнения форвардного договора,  $d \geq 3$ ; 2) количеству дней между датами исполнения первой части и второй части договора своп  $d \geq 3$ .

**Расчетная цена Товара** – рыночная цена Товара, вычисляемая в соответствии с данной Методикой и используемая в целях: 1) определения стоимости Товара, уплачиваемой покупателем по первой части договора своп; 2) управления рисками Клирингового центра; 3) определения Расчетной цены форвардного договора. Расчетная цена Товара ежедневно определяется для каждой совокупности (Класс, ЭЛ). Расчетная цена Товара выражается в рублях и включает в себя налог на добавленную стоимость.

**Расчетная цена своп** – цена сделок своп, вычисляемая в соответствии с данной Методикой и используемая в целях: 1) определения суммы, уплачиваемой продавцом по второй части договора своп сверх суммы, полученной им по первой части договора своп; 2) управления рисками Клирингового центра. Расчетная цена своп ежедневно определяется для каждой совокупности (Класс, ЭЛ) и срока договора своп  $d$ . Расчетная цена своп выражается в процентах.

**Расчетная цена форвардного договора** – цена форвардного договора, определяемая для каждой совокупности Товара (Класс, ЭЛ) и срока форвардного договора  $d$  по формуле:

$$P * \left( 1 + \frac{rate(d) * d}{36500} \right)$$

где  $P$  - Расчетная цена Товара,  $rate(d)$  - Расчетная цена своп (для примера, если  $rate(d) = 8\%$ , то в формулу подставляется 8).

**Таблица соответствия** – таблица, в которой каждому ЭЛ, не являющемуся Узлом, в соответствие ставятся 3 Узла.

**Товар** – движимое имущество определенного рода и качества с одинаковыми основными характеристиками, допущенное Биржей к торгам в качестве базисного актива. Виды Товара, порядок определения Расчетных цен которого определяется настоящей Методикой - зерновые, зернобобовые и технические культуры. Виды товара определяются Перечнем базисных активов Биржи.

**Транспортный дифференциал** – сумма, уплачиваемая Участником торгов-покупателем Экспедитору за организацию Доставки Товара в соответствии с договором, заключенным между Экспедитором и Участником торгов. Транспортный дифференциал включает в себя налог на добавленную стоимость.

**Узел** – ЖД, выбранная Биржей из числа всех ЖД в целях настоящей Методики. Перечень Узлов определяется решением Биржи и публикуется на сайте Биржи.

**Узловая Расчетная цена** – параметр, определяемый для каждой пары (Класс, Узел). Для определенного Класса Товара Узловые Расчетные цены во всех Узлах однозначно определяют Расчетные цены Товара на всех ЭЛ.

$N$  - количество Узлов.

$K_{el}$  - количество Элеваторов.

$K_{rw}$  - количество Пунктов назначения и железнодорожных станций ЭЛ.

Термины, специально не определенные в настоящей Методике, используются в значениях, установленных законами и иными нормативными актами Российской Федерации, Уставом Биржи, Правилами организованных торгов Акционерного общества



«Национальная товарная биржа» на товарном рынке, Спецификациями производных финансовых инструментов и иными внутренними документами Биржи, а также Правилами клиринга и иными внутренними документами Клирингового центра.

## **2. Общие положения**

- 2.1. Настоящая Методика устанавливает порядок определения Расчетных цен, Расчетных цен своп, средневзвешенных цен, лучших цен покупки и продажи поставочных ПФИ.
- 2.2. Расчетные цены по одному Элеватору должны удовлетворять следующему условию: Расчетная цена Товара/цена поставочных ПФИ на Товар класса, обеспечивающего более высокие потребительские свойства (качество) Товара согласно Перечню базовых активов с поставкой Товара на Базисе Продавца не может быть ниже Расчетной цены Товара/поставочных ПФИ на аналогичный Товар, обеспечивающий более низкие потребительские свойства (качество) Товара.
- 2.3. Целью данной Методики является определение Расчетных цен, которые базируются на рыночных данных по ценам сделок и заявок и обладают свойством согласованности как в смысле п. 2.2, так и в смысле учёта взаимного расположения Элеваторов и Пунктов назначения. В целях получения сглаженных в географическом измерении цен используется узловая модель. Процедура определения Расчетных цен включает несколько последовательных шагов, изложенных в разделах 4 – 8.
- 2.4. Количество и наименования Элеваторов, Пунктов назначения, Узлов устанавливаются решением Биржи и публикуются на сайте Биржи.
- 2.5. Расчетные цены Товара определяются для каждого из видов Товара в отдельности. Для каждого из видов могут быть рассчитаны отдельные величины Транспортных дифференциалов.
- 2.6. Если по определённому Классу Товара в течение 5 торговых дней не выставлялись заявки по ЖД, являющейся Узлом, Правление Биржи вправе своим решением определить Узловую Расчётную цену для данного Узла. Эти цены используются в соответствии с пунктом 7.8.

## **3. Расчетные цены своп**

- 3.1. Расчетные цены своп задаются в виде процентной ставки  $rate(d)$  для каждого срока  $d$ , для которого может быть заключён договор своп в соответствии со Спецификацией поставочных договоров своп.
- 3.2. Расчетные цены своп принимаются одинаковыми для всех пар (Класс, ЭЛ).
- 3.3. Расчетные цены своп являются статическими параметрами, устанавливаемыми по решению Клирингового центра в соответствии с Методикой определения риск-параметров товарного рынка.

## **4. Исходные данные для определения Расчетных цен Товара**

- 4.1. Для определения Расчетных цен определённого Класса Товара Биржа использует следующие исходные данные:

4.1.1. Реестр форвардных договоров с данным Классом Товара, содержащий по каждой сделке следующие данные:

- $m = 1, \dots, M$  - номер сделки;
- $i_m$  - Базис Продавца в сделке (Элеватор);
- $j_m$  - Базис Покупателя в сделке (Элеватор) – в том случае, если дополнительные условия сделки предусматривают последующую доставку Экспедитором приобретенного Товара до Железнодорожной станции, то для целей настоящей Методики вместо Базиса Покупателя используется Железнодорожная станция;
- $P_m$  - цена форвардного контракта;
- $V_m$  - объём сделки;
- $d_m$  - срок форвардного контракта.

4.1.2. Лучшие цены покупок и продаж на момент окончания торгов, удовлетворяющие условиям:

- объём заявки не меньше установленного порогового объёма  $V^{\min}$ ;
- заявка непрерывно присутствует в торговой системе не менее порогового времени  $T^{\min}$ .

4.1.3. Величины Транспортных дифференциалов  $TD_{ij}$ .

4.1.4. Набор Расчетных цен Товара на конец предыдущего дня (или, если Расчетные цены Товара определяются несколько раз в день, результат предыдущего расчета того же дня).

4.1.5. Географические координаты элеваторов ЭЛі и Узлов (широту  $\varphi$  и долготу  $\lambda$ ).

4.2. Цены сделок пересчитываются к моменту проведения расчетов по формуле:

$$\frac{P_m}{1 + \frac{rate(d_m) * d_m}{36500}}$$

Аналогично пересчитываются цены заявок.

В дальнейшем речь идёт о приведённых указанным способом ценах.



## 5. Расчет лучших цен покупки и продажи на момент окончания торгов

- 5.1. Для расчета лучших цен покупки и продажи на момент окончания торгов Биржа учитывает заявки, удовлетворяющие условиям минимального объема  $V^{\min}$  и минимального времени непрерывного нахождения в Торговой системе  $T^{\min}$ .
- 5.2. Для каждого ЭЛ $i$ , где  $i=1, \dots, K_{el}$ , из всех имеющихся заявок на продажу, выставленных от этого Элеватора на момент окончания торгов, выбирается заявка с минимальной приведённой (в значении пункта 4.2) ценой - лучшая заявка на продажу ( $P_i^{sell}$ ). При этом учитываются как заявки Покупателей, выставленные от того же ЭЛ $i$ , так и выставленные от ЖД $j$  с учетом транспортного дифференциала от ЭЛ $i$  до ЖД $j$ .
- 5.3. Для каждого ЭЛ $i$  из всех имеющихся заявок на покупку, выставленных от этого Элеватора на момент окончания торгов, выбирается заявка с максимальной приведённой (в значении пункта 4.2) ценой – лучшая заявка на покупку ( $P_i^{buy}$ ). При этом учитываются как заявки Покупателей, выставленные от того же ЭЛ $i$ , так и выставленные от ЖД $j$  с учетом транспортного дифференциала от ЭЛ $i$  до такого ЖД $j$ .
- 5.4. Если для некоторого ЭЛ $i$  условие  $P_i^{buy} \leq P_i^{sell}$  нарушается, то заявки меняются местами: меньшая заявка становится  $P_i^{buy}$ , большая заявка становится  $P_i^{sell}$ .
- 5.5. В каждом ЭЛ $i$  проверяется условие соотношения цен лучших заявок между Классами в соответствии с пунктом 2.2. Пусть Классы 1, 2, ..., Q образуют группу, внутри которой цены для любого ЭЛ $i$  должны возрастать (то есть Класс 1 – наихудший, Класс Q – наилучший в группе). Лучшие цены покупки и продажи в группе обозначаются

$$P_{i1}^{buy}, P_{i2}^{buy}, \dots, P_{iQ}^{buy}$$

$$P_{i1}^{sell}, P_{i2}^{sell}, \dots, P_{iQ}^{sell}.$$

Все или некоторые из этих цен для конкретного ЭЛ $i$  могут отсутствовать.

Лучшая цена покупки и лучшая цена продажи определяются для каждого  $q = 1, 2, \dots, Q$  по формулам:

$$\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q),$$

$$\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$$

Если для некоторого  $q$  под знаком  $\max$  или  $\min$  нет цен, то для этого  $q$  лучшая цена покупки или продажи не определяется.

- 5.6. Если для каких-то  $q = 1, 2, \dots, Q$  нарушается условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$ , то осуществляется коррекция цен в соответствии с Приложением 1 к настоящей Методике.

## 6. Средневзвешенные цены

6.1. Для ЭЛ $i$ , в которых есть цены сделок с данным Классом Товара, Биржа определяет средневзвешенные цены по следующей формуле:

$$\bar{P}_i = \frac{\sum_{m=i} P_m V_m}{\sum_{m=i} V_m}, \quad (1)$$

где  $P_m$  - приведённые (в значении пункта 4.2) цены, а суммы берутся по тем сделкам  $m$ , в которых поставка товара осуществляется с ЭЛ $i$ ,

6.2. В ЭЛ $i$ , где сделки отсутствовали, в качестве  $\bar{P}_i$  принимается предыдущая Расчетная цена данного Класса Товара.

6.3. Пусть Классы  $q = 1, 2, \dots, Q$  образуют группу однородных Товаров возрастающего качества. Для каждого  $q$  проверяется условие  $\tilde{P}_{i,q}^{buy} \leq \bar{P}_{i,q} \leq \tilde{P}_{i,q}^{sell}$  (в случае наличия лучших цен заявок). Если условие нарушается, то  $\bar{P}_i$  устанавливается на соответствующей границе  $\tilde{P}_{i,q}^{buy}$  или  $\tilde{P}_{i,q}^{sell}$ .

6.4. Для результатов расчетов согласно пункта 6.3 поочерёдно проверяются условия  $\bar{P}_{i,1} \leq \bar{P}_{i,2}, \bar{P}_{i,2} \leq \bar{P}_{i,3}, \dots, \bar{P}_{i,Q-1} \leq \bar{P}_{i,Q}$ . Если какие-то условия не выполняются, то определяются скорректированные  $\bar{P}_{i,q}$ . Для этого:

6.4.1. Подлежащим коррекции ценам  $\bar{P}_{i,q}$  сопоставляются следующие объёмы:

- если  $\bar{P}_{i,q}$  определена по сделкам на основании формулы (1) пункта 6.1, то  $V_{i,q} = \min(\text{знаменатель}(1), V^{\min})$ ;
- если сделок не было,  $V_{i,q} = V^{\min}$ .

6.4.2. Одна итерация коррекции состоит в том, чтобы при поочерёдной проверке условий  $\bar{P}_{i,1} \leq \bar{P}_{i,2}, \bar{P}_{i,2} \leq \bar{P}_{i,3}, \dots, \bar{P}_{i,Q-1} \leq \bar{P}_{i,Q}$  в случае обнаружения нарушения  $\bar{P}_{i,q-1} > \bar{P}_{i,q}$  скорректировать обе цены, присвоив им одно и то же средневзвешенное значение,

$$\frac{V_{i,q-1} \bar{P}_{i,q-1} + V_{i,q} \bar{P}_{i,q}}{V_{i,q-1} + V_{i,q}}$$

Далее, подставив для  $\bar{P}_{i,q-1}, \bar{P}_{i,q}$  их новое значение, продолжить проверку оставшихся условий.

Дойдя до последнего условия, вновь начать поочерёдную проверку условий  $\bar{P}_{i,1} \leq \bar{P}_{i,2}, \bar{P}_{i,2} \leq \bar{P}_{i,3}, \dots, \bar{P}_{i,Q-1} \leq \bar{P}_{i,Q}$ . Процедура коррекции заканчивается, если все условия оказываются выполнены.

## 7. Порядок определения Узловых Расчетных цен

7.1. Узловая Расчетная цена определённого Класса Товара в Узле с номером  $n$  обозначается  $p_n$ . Все Узловые Расчетные цены одного Класса Товара составляют вектор

$$p = \begin{pmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_N \end{pmatrix}.$$

7.2. Набор  $p$  однозначно определяет Расчетные цены соответствующего Класса Товара во всех Элеваторах:

$$P_i = Q_i(p), \quad i = 1, \dots, K_{el},$$

где  $P_i$  - Расчетная цена Класса в  $i$ -том Элеваторе.

7.3. Если  $\text{ЭЛ}i$  является Узлом, то  $Q_i(p) = p_j$ , где  $j$  - номер этого Узла в списке Узлов. Если  $\text{ЭЛ}i$  не является Узлом, то

$$Q_i(p) = \alpha_i p_{n_i} + \beta_i p_{m_i} + \gamma_i p_{l_i},$$

где  $n_i, m_i, l_i$  - номера Узлов, сопоставленных данному  $\text{ЭЛ}i$  в Таблице соответствия,  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  - константы, зависящие от расстояний от  $\text{ЭЛ}i$  до Узлов  $n_i, m_i, l_i$ , а также расстояний между Узлами  $n_i, m_i, l_i$ . Расчет коэффициентов  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  осуществляется Биржей в соответствии с Приложением 2 к настоящей Методике.

7.4. Средневзвешенным ценам  $\bar{P}_i$  сопоставляются суммарные объёмы сделок  $W_i$ , по которым определены  $\bar{P}_i$  (знаменатель в выражении (1)). В тех  $\text{ЭЛ}i$ , в которых сделки отсутствовали,  $W_i = 1$ .

7.5. Результатом определения Узловых Расчетных цен является нахождение такого набора Узловых Расчетных цен  $p$ , что:

$$\sum_{i=1}^{K_{el}} W_i (\bar{P}_i - Q_i(p))^2 \rightarrow \min_p \quad (2)$$

7.6. Решение определяется аналитически ввиду линейности функций  $Q_i(p) = \alpha_i p_{n_i} + \beta_i p_{m_i} + \gamma_i p_{l_i}$  (пункт 7.3). В дальнейшем используются следующие обозначения:

$$W = \begin{pmatrix} W_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & W_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & W_{K_{el}} \end{pmatrix} - \text{диагональная матрица суммарных объёмов сделок}$$

размера  $K_{el} \times K_{el}$ ,



$$\bar{P} = \begin{pmatrix} \bar{P}_1 \\ \bar{P}_2 \\ \dots \\ \bar{P}_{K_{el}} \end{pmatrix} - \text{вектор средневзвешенных цен размера } K_{el} \times 1,$$

$$\Omega = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \alpha_1 & 0 & 0 & \beta_1 & \gamma_1 & 0 \\ \gamma_2 & 0 & 0 & \alpha_2 & 0 & \beta_2 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \beta_{K_{el}} & \gamma_{K_{el}} & 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_{K_{el}} \end{pmatrix} - \text{матрица размера } K_{el} \times N, \text{ которая}$$

пересчитывает цены в Узлах в цены ЭЛ. Строка матрицы номера  $i$  содержит (см. п. 7.3):

- 1 в столбце  $j$ , если ЭЛ $i$  является Узлом;
- коэффициенты  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  в столбцах  $n_i, m_i, l_i$ , если ЭЛ $i$  не является Узлом.

Остальные элементы матрицы  $\Omega$  равны нулю.

7.7. Критерий (2) пункта 7.5 записывается в виде:

$$(\bar{P} - \Omega p) W (\bar{P} - \Omega p)^T \rightarrow \min_p.$$

Решением данной задачи является вектор Узловых Расчетных цен

$$p = (\Omega^T W \Omega)^{-1} \Omega^T W \bar{P}$$

7.8. Если Узловые цены установлены решением Правления Биржи в соответствии с пунктом 2.6, то для соответствующих Узлов цены, рассчитанные в пункте 7.7, заменяются на установленные Правлением Биржи.

## 8. Определение Расчетных цен в Элеваторах

8.1. На основании Узловых Расчетных цен  $p$  определяются сглаженные цены в ЭЛ

$$\bar{P} = \Omega p.$$

8.2. К сглаженным ценам в ЭЛ повторно применяется процедура проверки и коррекции (в случае необходимости) в соответствии с пунктами 6.3, 6.4. Результатом являются Расчетные цены Товара в каждом ЭЛ.

8.3. Не реже одного раза в месяц Биржа проводит аналитическое исследование корректности определения Расчетных цен Товара и Расчетных цен своп. В случае, если Биржей будет признано целесообразным в целях управления рисками, на основании проведенного исследования Правление Акционерного общества «Национальная товарная биржа» может принять решение об изменении состава Узлов в целях данной Методики.



## Приложение 1. Корректировка цен

1. Если для некоторых  $q = 1, 2, \dots, Q$  условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$  нарушается, то для каждого такого  $q$ :

$r_{i q}^{buy}$  обозначает количество различных по величине лучших цен в правой части выражения  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$ ,

$r_{i q}^{sell}$  обозначает количество различных по величине лучших цен в правой части выражения  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$ .

2. Если  $r_{i q}^{buy} = 1$  и  $r_{i q}^{sell} = 1$ , то для данного  $q$  цены  $\tilde{P}_{i q}^{buy}$ ,  $\tilde{P}_{i q}^{sell}$  не определяются.
3. При невыполнении условий п. 2 настоящего Приложения, рассматриваются следующие варианты:

- a. для данного Класса  $q$  есть заявки на покупку и продажу  $P_{i q}^{buy} < P_{i q}^{sell}$ ;
- b. для данного  $q$  есть только заявка на покупку  $P_{i q}^{buy}$ ;
- c. для данного  $q$  есть только заявка на продажу  $P_{i q}^{sell}$ ;
- d. для данного  $q$  нет ни  $P_{i q}^{buy}$ , ни  $P_{i q}^{sell}$ .

4. В случае (a) пункта 4 настоящего Приложения, сравниваются  $\tilde{P}_{i q}^{buy} - P_{i q}^{buy}$  и  $P_{i q}^{sell} - \tilde{P}_{i q}^{sell}$ . В зависимости от того, какая из величин больше, в правой части уравнения  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$  или  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$  снимается лучшая цена. Такой пересчет повторяется до тех пор, пока условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$  не будет выполнено.

5. В случае (b) пункта 4 настоящего Приложения, сначала снимаются в правой части  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$  поочередно те заявки, цены которых меньше  $P_{i q}^{buy}$  (если такие есть). Если на каком-то шаге условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$  выполнено, то снятие заявок прекращается. Иначе, если по окончании снятия заявок на продажу всё ещё  $\tilde{P}_{i q}^{buy} > \tilde{P}_{i q}^{sell} = P_{i q}^{sell}$ , снимаются заявки из  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$  до тех пор, пока условие не будет выполнено либо не будут сняты все заявки на покупку.

6. В случае (c) пункта 4 настоящего Приложения, аналогично с (b): сначала снимаются в правой части  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$  те заявки, цены которых больше  $P_{i q}^{sell}$  (если такие есть). Если после этого условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$  всё ещё не

выполнено, снимаются заявки из  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$  до тех пор, пока условие не будет выполнено.

7. В случае (d) пункта 4 настоящего Приложения, выбирается большее из величин  $r_{i q}^{buy}$  и  $r_{i q}^{sell}$  и снимается заявка в  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$  или  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q + 1, \dots, Q)$  соответственно. Если  $r_{i q}^{buy}$  и  $r_{i q}^{sell}$  равны, то для определённости начинается расчет с величины  $\tilde{P}_{i q}^{buy} = \max(P_{i r}^{buy}, r = 1, \dots, q)$ . После этого пересчитываются величины  $r_{i q}^{buy}$  и  $r_{i q}^{sell}$  и цикл пересчета продолжается до наступления одного из нижеприведенных условий:

- условие  $\tilde{P}_{i q}^{buy} \leq \tilde{P}_{i q}^{sell}$  не будет выполнено;
- не наступят условия пункта 3 данного Приложения.



## Приложение 2. Расчет коэффициентов

1. Коэффициенты  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ , связывающие Расчетную цену Товара по Элеватору, не являющемуся Узлом, с Узловыми Расчетными ценами (п. 7.3), определяются для каждого Элеватора в отдельности. В дальнейшем речь идёт об коэффициентах для конкретного Элеватора.

2. Исходные данные:

географические координаты  $(\varphi, \lambda)$  ЭЛ и географические координаты  $(\varphi_1, \lambda_1)$ ,  $(\varphi_2, \lambda_2)$ ,  $(\varphi_3, \lambda_3)$  Узлов, сопоставленных данному ЭЛ в Таблице соответствия.

3. Расстояния между ЭЛ и каждым из трёх Узлов  $D_1, D_2, D_3$ , а также расстояния между Узлами  $D_{12}, D_{13}, D_{23}$  определяются следующими формулами. Пусть  $(\varphi_a, \lambda_a)$ ,  $(\varphi_b, \lambda_b)$  - географические координаты произвольных точек а, б,

$$z = \sin(\varphi_a)\sin(\varphi_b) + \cos(\varphi_a)\cos(\varphi_b)\cos(\lambda_a - \lambda_b)$$

$$\text{Если } z = 1, \text{ то } D = 0, \text{ иначе } D = 6371 \cdot \left[ \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{1-z^2}}\right) \right]$$

4. Положение ЭЛ и трёх Узлов на сферической земной поверхности аппроксимируется расположением на плоскости. С этой целью Узел 1 помещается в начало координат:  $X_1 = 0, Y_1 = 0$ , Узел 2 – на оси X:  $X_2 = D_{12}, Y_2 = 0$  (рис. 1).

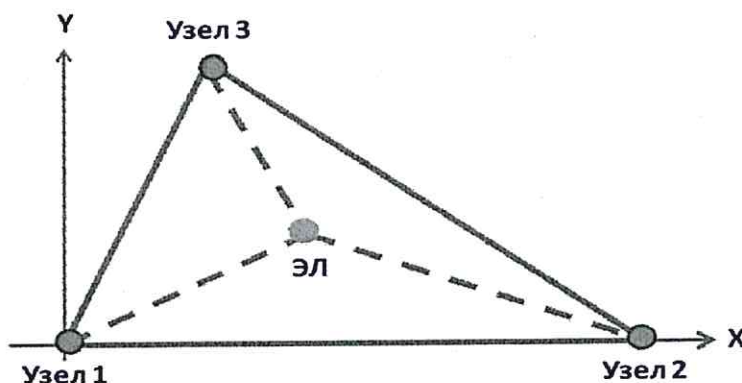


Рис. 1

5. Координаты ЭЛ, обозначаемые  $(x, y)$ , определяются из условия:

$$\left[ \frac{x^2 + y^2}{D_1^2} - 1 \right]^2 + \left[ \frac{(x - X_2)^2 + y^2}{D_2^2} - 1 \right]^2 + \left[ \frac{(x - X_3)^2 + (y - Y_3)^2}{D_3^2} - 1 \right]^2 \rightarrow \min_{x,y} \quad (3)$$

Вычисление проводится численным методом. В качестве начального приближения берётся точка, от которой расстояния до Узлов 1, 2 равны соответственно  $D_1, D_2$ :

$$x_0 = \frac{D_1^2 + D_{12}^2 - D_2^2}{2D_{12}}$$

$$y_0 = \pm \frac{\sqrt{2D_1^2 D_2^2 + 2D_1^2 D_{12}^2 + 2D_{12}^2 D_2^2 - D_{12}^4 - D_1^4 - D_2^4}}{2D_{12}},$$

где знак берётся тот, для которого величина  $\sqrt{(x_0 - X_3)^2 + (y_0 - Y_3)^2}$  ближе к  $D_3$ .

6. Проверяется, находится ли точка  $(x, y)$  внутри треугольника. Условием является одновременное выполнение неравенств

$$y \geq 0, \quad yx_3 \leq y_3x, \quad y(x_3 - x_2) \leq y_3(x - x_2).$$

Если хотя бы одно из неравенств не выполнено, то решается оптимизационная задача нахождения ближайшей проекции  $(\tilde{x}, \tilde{y})$ :

$$[x - \tilde{x}]^2 + [y - \tilde{y}]^2 \rightarrow \min_{\tilde{x}, \tilde{y}}, \quad \tilde{y} \geq 0, \quad \tilde{y}x_3 \leq y_3\tilde{x}, \quad \tilde{y}(x_3 - x_2) \leq y_3(\tilde{x} - x_2).$$

Проекция  $(\tilde{x}, \tilde{y})$  далее обозначается  $(x, y)$ .

7. Расчетная цена Товара в рассматриваемом ЭЛ

$$Q(p) = \alpha p_1 + \beta p_2 + \gamma p_3,$$

где  $\alpha = 1 - \frac{x}{X_2} - \frac{y}{Y_3} + \frac{X_3 y}{X_2 Y_3}, \quad \beta = \frac{x}{X_2} - \frac{X_3 y}{X_2 Y_3}, \quad \gamma = \frac{y}{Y_3},$

$p_1, p_2, p_3$  - Узловые цены. Таким образом, для рассматриваемого Элеватора определены коэффициенты  $\alpha, \beta, \gamma$ , которые используются в п. 7.3 настоящей Методики.