

УТВЕРЖДЕНА решением Правления  
ЗАО «Национальная товарная биржа»  
«05» октября 2015 года, Протокол № 20

Директор (Председатель Правления)  
С.А. Наумов



## Методика определения Расчетных цен товара Пшеница мягкая

### 1. Термины и обозначения:

**Базис (Элеватор/ЭЛ)** - место нахождения Товара Пшеница мягкая, по которому Оператор товарных поставок осуществляет приемку, отгрузку и хранение Товара. Список доступных для совершения договоров Базисов определен в Перечне Базисов.

**Биржа** – *Закрытое акционерное общество «Национальная товарная биржа».*

**Класс товара/Класс** – основная характеристика товара Пшеница мягкая, определяемая соответствующим полем Раздела Товарного счета, на котором учитывается партия товара Пшеница мягкая. Перечень Классов определен в Перечне базисных активов Биржи (пшеница 3, 4, 5 класса). 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 (Железнодорожная станция/ЖД)** – место доставки Товара Экспедитором в соответствии с условием заявки Участника торгов. Биржа определяет список доступных Пунктов назначения для Участников торгов на основании Заявления участников 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.

**Расчетная цена товара** – рыночная цена товара Пшеница мягкая, вычисляемая в соответствии с данной Методикой и используемая в целях: 1) определения стоимости базисного актива, уплачиваемой покупателем по первой части договора своп; 2) управления рисками Клирингового центра. Расчетная цена товара ежедневно определяется для каждой совокупности (Класс, ЭЛ). Расчетная цена товара выражается в рублях.

**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 (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).

**Транспортный дифференциал** – сумма, уплачиваемая Участником торгов-покупателем Экспедитору за организацию доставки зерна в соответствии с договором, заключенным между Экспедитором и Участником торгов.

**Узел** – ЭЛ или ЖД, выбранный (-ая) Биржей из числа всех ЭЛ и ЖД в целях настоящей Методики для каждого региона. Наименования регионов и соответствующих каждому региону Узлов публикуются 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 Железнодорожных станций.

Термины, специально не определенные в настоящей Методике, используются в значениях, установленных законами и иными нормативными актами Российской Федерации, Уставом Биржи, Правилами организованных торгов ЗАО «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 Железнодорожных станций. 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 Элеваторов, количество Железнодорожных станций определяются решением Биржи.
- 2.5. Количество Узлов и список Узлов, а также пороговый объем и пороговое время, указанные в пункте 4.1.2 настоящего документа, устанавливаются решением Биржи по представлению Клирингового центра.

### **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. Матрицу  $TD$  размера  $K_{el} \times K_{rw}$ , элементы которой  $TD_{ij}$  равны Транспортным дифференциалам между ЭЛі и ЖДj, предоставляемым Экспедитором на Биржу.

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).

4.2. 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 объёма  $V^{\min}$  и минимального времени непрерывного нахождения в Торговой системе  $T^{\min}$ .

5.2. Для каждого ЭЛі, где  $i=1, \dots, K_{el}$ , из всех имеющихся заявок на продажу, выставленных от этого Элеватора на момент окончания торгов, выбирается заявка с минимальной ценой - лучшая заявка на продажу ( $P_i^{sell}$ ). При этом учитываются как заявки Покупателей, выставленные от того же ЭЛі, так и выставленные от ЖДj с учетом транспортного дифференциала до ЭЛі.

5.3. Для каждого ЭЛі из всех имеющихся заявок на покупку, выставленных от этого Элеватора на момент окончания торгов, выбирается заявка с максимальной ценой – лучшая заявка на покупку ( $P_i^{buy}$ ). При этом учитываются как заявки Покупателей, выставленные от того же ЭЛі, так и выставленные от ЖДj с учетом транспортного дифференциала до ЭЛі.

5.4. 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.

5.5. 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:

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

где 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  $\tilde{P}_i^{buy}$  или  $\tilde{P}_i^{sell}$ .

6.4. Для результатов пункта 6.3 поочередно проверяются условия  $\bar{P}_{i1} \leq \bar{P}_{i2}$ ,  $\bar{P}_{i2} \leq \bar{P}_{i3}$ , ...,  $\bar{P}_{iQ-1} \leq \bar{P}_{iQ}$ . Если какие-то условия не выполняются, то определяются скорректированные  $\bar{P}_{iQ}$ . Для этого:

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

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

6.4.2. Одна итерация коррекции состоит в том, чтобы при поочередной проверке условий  $\bar{P}_{i1} \leq \bar{P}_{i2}$ ,  $\bar{P}_{i2} \leq \bar{P}_{i3}$ , ...,  $\bar{P}_{iQ-1} \leq \bar{P}_{iQ}$  в случае обнаружения нарушения  $\bar{P}_{iQ-1} > \bar{P}_{iQ}$  скорректировать обе цены, присвоив им одно и то же средневзвешенное значение,

$$\frac{V_{iQ-1}\bar{P}_{iQ-1} + V_{iQ}\bar{P}_{iQ}}{V_{iQ-1} + V_{iQ}}$$

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

Дойдя до последнего условия, вновь начать поочередную проверку условий  $\bar{P}_{i1} \leq \bar{P}_{i2}$ ,  $\bar{P}_{i2} \leq \bar{P}_{i3}$ , ...,  $\bar{P}_{iQ-1} \leq \bar{P}_{iQ}$ . Процедура коррекции заканчивается, если все условия оказываются выполненными.

## 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. Каждая из функций  $Q_i(p)$  является линейной функцией трех цен в Узлах, ближайших к ЭЛ $i$ :

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

где  $n_i, m_i, l_i$  - номера ближайших Узлов,  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  - константы, зависящие от железнодорожного тарифа доставки от ЭЛ $i$  до Узлов  $n_i, m_i, l_i$ , а также железнодорожных тарифов доставки 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 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. Каждая строка матрицы содержит в нужных полях коэффициенты функции  $Q_i(p) = \alpha_i p_{n_i} + \beta_i p_{m_i} + \gamma_i p_{l_i}$  пункта 7.3.

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

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

## 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 ЗАО «Национальная товарная биржа» может принять решение о добавлении к ЭЛ всех ЖД (в качестве виртуальных ЭЛ) в целях определения Расчетных цен.



## 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  $\tilde{P}_{i q}^{sell} = \min(P_{i r}^{sell}, r = q, q+1, \dots, Q)$  поочерёдно 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 с Узловыми Расчетными ценами (п. 7.3), определяются для каждого Элеватора в отдельности. В дальнейшем речь идёт об коэффициентах для каждого Элеватора в отдельности.
2. Исходные данные:

Транспортные дифференциалы (ТД) между данным ЭЛ и каждым Узлом, из которых выбираются три ближайших Узла с минимальными ТД; обозначим эти Узлы номерами 1, 2, 3, а указанные ТД -  $TD_1, TD_2, TD_3$ .

попарные ТД между Узлами 1, 2, 3 -  $TD_{12}, TD_{13}, TD_{23}$ .

Узел 1 помещается в начало координат:  $X_1 = 0, Y_1 = 0$ . Узел 2 – на оси X:  $X_2 = TD_{12}, Y_2 = 0$  (рис. 1).

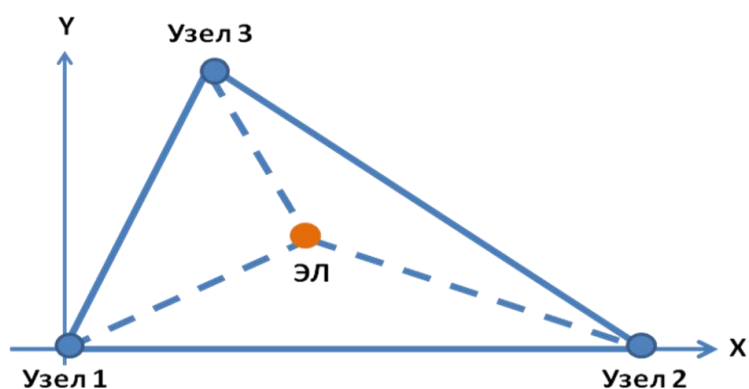


Рис. 1

3. Координаты Узла 3:

$$X_3 = \frac{TD_{13}^2 + TD_{12}^2 - TD_{23}^2}{2TD_{12}}$$

$$Y_3 = \frac{\sqrt{2TD_{13}^2TD_{23}^2 + 2TD_{13}^2TD_{12}^2 + 2TD_{12}^2TD_{23}^2 - TD_{12}^4 - TD_{13}^4 - TD_{23}^4}}{2TD_{12}}$$

4. Координаты ЭЛ обозначаются  $(x, y)$ . Транспортные дифференциалы не обязаны соответствовать геометрическим расстояниям, поэтому в общем случае нельзя найти точку, расстояния от которой до Узлов точно равны  $TD_1, TD_2, TD_3$ . Предлагается брать точку, которая минимизирует разность квадратов:

$$\left[ \frac{x^2 + y^2}{TD_1^2} - 1 \right]^2 + \left[ \frac{(x - X_2)^2 + y^2}{TD_2^2} - 1 \right]^2 + \left[ \frac{(x - X_3)^2 + (y - Y_3)^2}{TD_3^2} - 1 \right]^2 \rightarrow \min_{x,y} \quad (3)$$

Вычисление проводится численным методом. В качестве начального приближения берётся точка, от которой расстояния до Узлов 1, 2 равны соответственно  $TD_1$ ,  $TD_2$ :

$$x_0 = \frac{TD_1^2 + TD_{12}^2 - TD_2^2}{2TD_{12}}$$

$$y_0 = \pm \frac{\sqrt{2TD_1^2TD_2^2 + 2TD_1^2TD_{12}^2 + 2TD_{12}^2TD_2^2 - TD_{12}^4 - TD_1^4 - TD_2^4}}{2TD_{12}},$$

где знак берётся тот, для которого величина  $\sqrt{(x_0 - X_3)^2 + (y_0 - Y_3)^2}$  ближе к  $TD_3$ .

5. 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  $(x, y)$ .

6. 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 Узлы и коэффициенты  $\alpha, \beta, \gamma$ , которые используются в п. 7.3 настоящей Методики.