

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Сторона ЗАКАЗЧИКА

Сторона ИСПОЛНИТЕЛЯ

Профессор кафедры  
ИАНИ ННГУ, д.ф.-м.н.

Профессор кафедры  
ИАНИ ННГУ, д.т.н.



Л.Г. Афраймович

« 2 » апреля 2019 г.

Н.В. Старостин

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## Пояснительная записка № 2

### «Формализация задачи»

#### Этап 1. Формализация задачи

**НИР «Разработка и реализация программного обеспечения планирования  
графика спортивных мероприятий»**

**(Шифр ПО «График»)**

Ответственный исполнитель



А.А. Алабин

« 02 » апреля 2019 г.

## Оглавление

1 Содержательная постановка задачи.....	3
2 Математическая постановка задачи.....	3
2.1 Исходные параметры.....	3
2.2 Варьируемые параметры.....	4
2.3 Ограничения.....	4
2.4 Критерии оптимальности.....	4
Список используемых источников .....	5

## 1 Содержательная постановка задачи

Рассматривается задача составления календаря спортивных матчей. Имеются команды и один стадион. Матчи разыгрываются по круговой системе, при которой каждый участник турнира играет с каждым в ходе тура. Чемпионат проходит в два круга.

Для одного матча требуется один час времени. Время работы стадиона ограничено определенными днями и часами. Команды выдвигают свои пожелания по расписанию. Для составления более зрелищного турнира необходимо учитывать лидеров и ставить их определенным образом.

Требуется составить календарь спортивных матчей, который как можно лучше бы учитывал пожелания команд, требования по директивному сроку проведения чемпионата и был более зрелищным для зрителей.

## 2 Математическая постановка задачи

### 2.1 Исходные параметры

$n$  – число команд

$u$  – число месяцев

$w$  – число недель

$d$  – число дней

$r$  – число дней в директивном сроке

$h$  – число часовых слотов для матчей в день

$f$  – минимальное число игр за один игровой день

$g$  – максимальное число игр за один день

$Q_i$  – номера  $i$ -ых дней недели,  $i = \overline{1,7}$

$W_i$  – номера дней  $i$ -ой недели,  $i = \overline{1,w}$

$M_i$  – номера дней  $i$ -ого месяца,  $i = \overline{1,u}$

$L$  – номера команд лидеров

$S$  – номера зрелищных туров

$T_i$  – номера приоритетных часовых слотов  $i$ -ой команды,  $i = \overline{1,n}$

$P_i$  – номера приоритетных дней недели в равных долях в течение месяца  $i$ -ой команды,  $i = \overline{1,n}$

$V_i$  – номера приоритетных дней недели для одного матча раз в четыре тура -ой команды,  
 $i = \overline{1, n}$

## 2.2 Варьируемые параметры

$x_{ijk}$  – номер  $k$ -ой команды в  $j$ -ом матче  $i$ -ого тура,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$ ,  $k = \overline{1, 2}$

$y_{ij}$  – номер дня для  $j$ -ого матча  $i$ -ого тура,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$

$z_{ij}$  – номер часа для -ого матча  $i$ -ого тура,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$

## 2.3 Ограничения

$x_{ijk} \in \{1, \dots, n\}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$ ,  $k = \overline{1, 2}$

$y_{ij} \in \{1, \dots, d\}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$

$z_{ij} \in \{1, \dots, h\}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$

$x_{ij1} < x_{ij2}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j = \overline{1, n/2}$

$x_{ijk} \neq x_{ilm}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j, l = \overline{1, n/2}$ ,  $j \neq l$ ,  $k, m = \overline{1, 2}$  – команда играет один раз в туре

$n * x_{ij1} + x_{ij2} \neq n * x_{km1} + x_{km2}$ ,  $i, k = \overline{1, n-1}$ ,  $i \neq k$ ,  $j, m = \overline{1, n/2}$  – соперники не повторяются в первом круге

$n * x_{ij1} + x_{ij2} \neq n * x_{km1} + x_{km2}$ ,  $i, k = \overline{n, 2(n-1)}$ ,  $i \neq k$ ,  $j, m = \overline{1, n/2}$  – соперники не повторяются во втором круге

$h * y_{ij} + z_{ij} \neq h * y_{ik} + z_{ik}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)}$ ,  $j, k = \overline{1, n/2}$ ,  $j \neq k$  – в одно время не больше одного матча

$h * y_{ij} + z_{ij} < h * y_{(i+1)k} + z_{(i+1)k}$ ,  $i = \overline{1, 2(n-1)-1}$ ,  $j, k = \overline{1, n/2}$  – туры проходят последовательно

$\left( \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq \frac{n}{2} \\ y_{ij}=k}} 1 = 0 \right) \text{ ИЛИ } \left( f \leq \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq \frac{n}{2} \\ y_{ij}=k}} 1 \leq g \right)$ ,  $k = \overline{1, d}$  – число

матчей в день ограничено

## 2.4 Критерии оптимальности

$\max \left\{ r \mid \max_{1 \leq j \leq \frac{n}{2}} y_{2(n-1)j} \right\} \rightarrow \min$  – минимизация используемых резервных дней за пределами директивного срока

$$\sum_{1 \leq k \leq n} \sum_{1 \leq l \leq w} \max \left\{ 1 \left| \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (y_{ij} \in W_l)}} 1 \right. \right\} \rightarrow \min - \text{каждая}$$

команда играет один матч в неделю

$$\sum_{1 \leq j \leq n/2} \sum_{\substack{i \in S \\ (x_{ij1} \in L) \cap (x_{ij2} \in L)}} 1 \rightarrow \max - \text{матчи между лидерами проходят во время зрелищных}$$

туров

$$\sum_{1 \leq k \leq d} \max \left\{ 2 \left| \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq \frac{n}{2} \\ (y_{ij} = k) \cap ((x_{ij1} \in L) \cap (x_{ij2} \in L))}} 1 \right. \right\} \rightarrow \min - \text{за один день не более 2}$$

матчей между лидерами

$$\sum_{1 \leq k \leq n} \sum_{\substack{1 \leq i \leq 2(n-1) \\ T_k \neq \emptyset}} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (z_{ij} \in T_k)}} 1 \rightarrow \max - \text{пожелания команд по времени}$$

$$\sum_{1 \leq k \leq n} \sum_{\substack{l \in P_k \\ P_k \neq \emptyset}} \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (y_{ij} \in Q_l)}} 1 \rightarrow \max - \text{пожелания команд по}$$

дням недели

$$\sum_{1 \leq k \leq n} \sum_{\substack{1 \leq l \leq u \\ |P_k| \geq 2}} \left| \left( \min_{l \in P_k} \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (y_{ij} \in M_l) \cap (y_{ij} \in Q_l)}} 1 \right) - \right. \\ \left. \left( \max_{l \in P_k} \sum_{1 \leq i \leq 2(n-1)} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (y_{ij} \in M_l) \cap (y_{ij} \in Q_l)}} 1 \right) \right| \rightarrow \min - \text{пожелания команд}$$

по равным долям дней недели в течение месяца

$$\sum_{1 \leq k \leq n} \sum_{\substack{l \in V_k \\ V_k \neq \emptyset}} \sum_{1 \leq m \leq (n-1)/2} \left| \left( \sum_{4m-3 \leq i \leq 4m} \sum_{\substack{1 \leq j \leq n/2 \\ ((x_{ij1} = k) \cup (x_{ij2} = k)) \cap (y_{ij} \in Q_l)}} 1 \right) - 1 \right| \rightarrow \min -$$

пожелания команд по дням недели для одного матча раз в четыре тура

## Список используемых источников

1. Техническое задание на научно-исследовательскую работу «Разработка и реализация программного обеспечения планирования графика спортивных мероприятий» №1 от 02.04.2019 г. Нижний Новгород, 2019.