

Нижников Николай Юрьевич

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: sss_311771@mail.ru

Труфанова Татьяна Венаминовна

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: tvtr@mail.ru

Nizhnikov Nikolai Yurievich

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: sss_311771@mail.ru

Trufanova Tatiana Veniaminovna

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: tvtr@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

AUTOMATION OF ASSESSMENT OF THE NEED FOR MODERNIZATION OF CELLULAR BASE STATIONS

Аннотация. Работа посвящена автоматизации оценки необходимости модернизации базовой станции сотового оператора с помощью теории нечетких множеств на платформе Grafana.

Abstract. This work is devoted to optimizing the process of calculating bonuses using the example of employees of the Human Resources Department, based on the DWH of the enterprise.

Ключевые слова: теория нечетких множеств, Grafana, PostgreSQL (объектно-реляционная система управления базами данных – СУБД), модернизация.

Key words: fuzzy set theory, Grafana is an open source platform for data visualization, monitoring and analysis, PostgreSQL (a free object-relational database management system (DBMS)), modernization.

DOI: 10.22250/20730268_2023_103_10

Введение

С целью управления сложной системой базовых станций сотовой сети необходимо принять верное решение для ее успешного функционирования, модернизации и развития.

При всесторонней оценке потребности в модернизации необходимо учитывать ряд показателей. К числу их относятся параметры, отражающие степень как физического старения, так и морального устаревания (отставание по техническим показателям, а также в связи с появлением новых технологий и стандартов). Для определения необходимости модернизации базовых станций используется математический аппарат теории нечетких множеств [1], что позволяет привлечь к решению задач экспертов.

Разработка метода решения необходимости модернизации базовой станции

Перед сотовыми операторами встает задача повысить эффективность существующей инфраструктуры сетей сотовой связи. В данном случае под эффективностью следует понимать способность

обеспечить надлежащее качество связи на заданной территории при минимальных затратах. Наибольший интерес представляет оптимизация бизнес-процессов при монтаже и обслуживании базовых станций, так как на это приходится основная доля трудозатрат оператора сотовой связи.

Цель данной работы – разработка имитационной модели оптимизации бизнес-процессов при монтаже и обслуживании базовых станций сотовой связи.

Степень необходимости модернизации рассмотрим в виде отдельных показателей, которые могут быть оценены экспертами [2]:

$K^{ц.з}$ – показатель необходимости модернизации по причине увеличения количества целевых задач, весовой коэффициент $\alpha_{ц.з}$;

$K^{т.х}$ – показатель модернизации из-за ужесточения требований к техническим характеристикам, весовой коэффициент $\alpha_{т.х}$;

K^0 – показатель модернизации по причине частых отказов, аварий и неисправностей, весовой коэффициент α_0 ;

$K^{э.з}$ – показатель модернизации из-за больших эксплуатационных затрат, весовой коэффициент $\alpha_{э.з}$.

Известно значение τ – фактическая наработка базовой сети в момент определения необходимости в модернизации; граничные значения в часах модернизации каждого из показателей и координаты станций.

Рассчитываем суммарный показатель необходимости модернизации по формуле:

$$\tilde{I} = \alpha_{ц.з} \tilde{I}_{ц.з} + \alpha_{т.х} \tilde{I}_{т.х} + \alpha_0 \tilde{I}_0 + \alpha_{э.з} \tilde{I}_{э.з}, \tag{1}$$

$\alpha_{ц.з}, \alpha_{т.х}, \alpha_0, \alpha_{э.з}$ – весовые коэффициенты, сумма которых равна 1, где $\tilde{I}_{ц.з}, \tilde{I}_{т.х}, \tilde{I}_0, \tilde{I}_{э.з}$ – нечеткие оценки показателей необходимости модернизации.

Запас остаточного ресурса базовой станции по четырем показателям должен быть больше продолжительности ее модернизации, поэтому значение для обобщенного показателя необходимости модернизации рассчитывается как сумма граничных значений отдельных показателей, умноженных на весовые коэффициенты, по формуле:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{ост}^{ц.з} \geq \tau_{мод}^{ц.з} \Leftrightarrow K_{гр}^{ц.з} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{ц.з}}, \\ K_{ост}^{т.х} \geq \tau_{мод}^{т.х} \Leftrightarrow K_{гр}^{т.х} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{т.х}}, \\ K_{ост}^{н.о} \geq \tau_{мод}^{н.о} \Leftrightarrow K_{гр}^{н.о} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{н.о}}, \\ K_{ост}^{э.з} \geq \tau_{мод}^{э.з} \Leftrightarrow K_{гр}^{э.з} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{э.з}}, \end{array} \right. \Leftrightarrow K_{гр}^{мод}(\tau) \approx \alpha_{ц.з} K_{гр}^{ц.з} + \alpha_{т.х} K_{гр}^{т.х} + \alpha_{н.о} K_{гр}^{н.о} + \alpha_{э.з} K_{гр}^{э.з}, \tag{2}$$

где $K_{гр}^{мод}$ – граничные значения модернизации; $\alpha_{ц.з}, \alpha_{т.х}, \alpha_{н.о}, \alpha_{э.з}$ – весовые коэффициенты, сумма которых равна 1.

Далее проверяем условие $\tau_i \geq \tau_i^{н.м} = \min_{\tau \in [0, T_i]} \tau \tilde{I}_{гр}^{мод}$. Если условие выполняется, то модернизацию проводить необходимо.

Логика работы этого сервиса заключается в следующем: в базу сотового оператора поступает информация о наработке и характеристиках станций. Раз в день в базе данных [3] проводятся расчеты коэффициентов необходимости модернизации с помощью PostgreSQL –СУБД, используемой в качестве хранилища для сбора телеметрии со станций сотовой связи [4] по формулам (1) и (2). Рассчитанная информация используется в платформе Grafana для визуализации, мониторинга и анализа данных, позволяя создавать интерактивные и красочные графики, а также предоставляя возможность для создания оповещений, какую базовую станцию необходимо модернизировать [5] (пример на рис. 1).



Рис. 1. Визуализация работы базовых станций сотового оператора с помощью Grafana.

Начальный набор данных приближен к реальной ситуации работы станции и содержит информацию о 100 станциях по основным показателям необходимости модернизации.

Здесь изображен функционал, позволяющий отслеживать состояние базовых станций сотовой связи. Обозначены станции, которым рекомендуется ремонт, отладка или замена устаревшего оборудования. Чем выше процент, тем целесообразнее модернизация оборудования.

Заключение

Таким образом, в данной работе реализована автоматизация оценки о необходимости модернизации базовых станций сотовой связи. В рамках предложенного метода используются опыт и знания экспертной группы. Применение метода может помочь в определении необходимости модернизации для последующего принятия решений о том, какая именно модернизация требуется. Полученная с помощью СУБД PostgreSQL и платформы Grafana информация помогает принять решение о модернизации станций, а также позволяет сделать отчеты и уведомления (например, по электронной почте) о станциях, находящихся в критическом состоянии.

1. Ухоботов, В.И. Избранные главы теории нечетких множеств. – Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2011. – С.245.

2. Шапошникова, Н.И., Сорокин, А.А. Разработка метода оценки состояния базовых станций для определения необходимости их модернизации// Вестник АМГУ. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2017. – №4 – С. 60-71.

3. Еремин, И.Е., Еремина, В.В., Жилиндина, О.В. Базы данных. Учебно-методическое пособие – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021 – 112 с.

4. PostgreSQL [Электронный ресурс] <https://blog.skillfactory.ru/glossary/postgresql/>

5. Дорохов, А.Н., Миронов, А.Н., Шестопалова, О.Л. Определение потребности в модернизации средств технического обеспечения распределенной системы сбора и обработки информации//Информация и космос. – 2014. – №1 – С. 9-12.