**3. ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОТОТИПУ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ, ПОБУДОВАНОГО НА БАЗІ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОГО ПІДХОДУ**

**3.1 Побудова електробалансу котельної, використовуючи розроблений прототип програмного продукту для розрахунку витратної частини електричного балансу.**

Як зазначено у попередньому розділі, створення програмного продукту, спеціалізованого на виконанні розрахунків, необхідних для точного визначення витратної частини електричного балансу котельної необхідне для спрощення розрахункового процесу, зменшення впливу людського фактору та збільшення точності та швидкості розрахунків. Для перевірки працездатності розробленого алгоритму потрібно обрати об’єкт дослідження та отримавши усі необхідні вхідні дані провести розрахунок, використовуючи розроблену програму. Після отримання кінцевого результату, необхідно перевірити точність розрахунків, порівнявши ці дані із даними, отриманими через проведення розрахунків, не використовуючи спеціальних програм. Такий розрахунок було проведено у магістерській дисертації [AAA], в якій детально описані методи, використані про розрахунках та обрано об’єкт, енергетичний баланс якого було отримано при використанні ймовірнісно-статистичного підходу у розрахунках.

Отримані дані будуть порівняні між собою для отримання чіткого розуміння придатності обраного підходу до розрахунків, визначення переваг та недоліків такого підходу та апробації роботи розробленого прототипу програмного продукту.

**3.1.1 Відомості про підприємство та основне обладнання**

Районна котельна, розташована в м.Львів. Котельна надає послуги з гарячого водопостачання, опалення та вентиляції житлових будинків.

Планові теплові навантаження котельні наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Теплове навантаження котельної

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Місце розташування  котельної  (населений пункт) | Планове теплове навантаження котельної за розрахунковий період, Гкал/год | |
| На опалення (максимальне) | На ГВП (середнє) |
| Львів | 4,56 | 1,04 |

Перелік основного та допоміжного обладнання котельні,а також його основні характеристики наведені в таблицях 3.2-3.3.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика помпового обладнання

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип помпового обладнання | Марка | Кількість, шт. |
| Рециркуляційний | К125-100-250/4 | 2 |
| Мережевий | [К100-65-250](http://electronpo.ru/nasos-k100-65-200) | 3 |
| Підживлення | [К80-50-250/4](http://electronpo.ru/nasos-k80-50-200) | 1 |
| Сирої води | [К50-32-250/4](http://electronpo.ru/nasos-k50-32-125) | 1 |
| Cольовий | К50-32-125 | 1 |
| Фільтраційний | К50-32-160 | 1 |

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика тяго-дуттьового обладнання

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Електричний  споживач | Тип | Частота обертання, об/хв. | Номінальна  потужність,  кВт | К-ть  одиниць,  шт. |
| Димососи | ДН-8 | 1500 | 15 | 1 |
| ДН-8 | 1000 | 11 | 1 |
| Вентилятори | ВД-8 | 730 | 11 | 1 |
| ВД-6 | 970 | 5,5 | 1 |

Кількість годин роботи котлів та допоміжного обладнання приймаємо з урахуванням тривалості опалювального сезону для м. Львів, тобто 191 добу.

Об’єм води в трубопроводах теплової мережі складає 173,383 м3.Обладнання котельної введене в експлуатацію 01.10.1996 року.

**3.1.2 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії окремих об’єктів на котельній**

Як вже було зазначено, програма поділяється на різні модулі, які в свою чергу складаються з об’єктів, які відповідають споживачам електричної енергії на котельній. Розробивши програмний продукт таким чином, маємо можливість відобразити усі можливі етапи розрахункового процесу та усі проведені ітерації під час загального розрахунку.

**3.1.2.1 Введення необхідних для розрахунків вхідних параметрів**

Перш за все необхідно ввести у програму дані, які відповідають вимогам алгоритму за яким виконується розрахунок та які необхідні програмному продукту для проведення усіх розрахунків без помилок. Для цього створюється окремий файл необхідного формату та при запуску програми виконається обробка даних та іх збереження до бази даних.

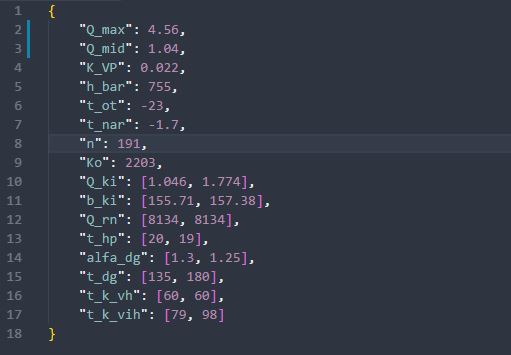


Рисунок 3.1 Вхідні параметри програми

Наступні дані, які необхідно ввести для проведення розрахунків – це експертні оцінки для коректної обробки даних та для реалізації ймовірнісно-статистичного підходу. Для цього також створюється окремий файл, який буде оброблено після запуску програми.

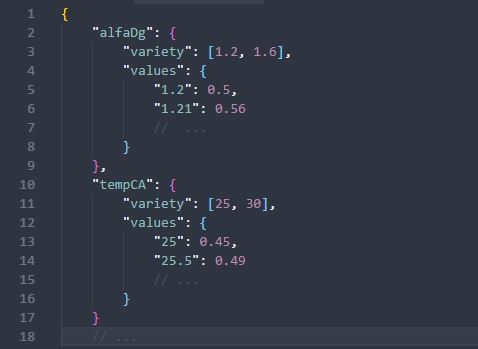


Рисунок 3.2 Вхідні дані експертних оцінок

**3.1.2.2 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для тяго-дутьового обладнання**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.3

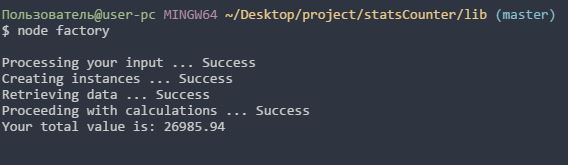


Рисунок 3.3 Результат розрахунку витрат електричної енергії для тяго-дутьового обладнання

**3.1.2.3 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для рециркуляційних насосів**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.4

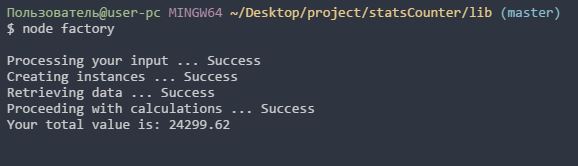


Рисунок 3.4 Результат розрахунку витрат електричної енергії рециркуляційних насосів

**3.1.2.4 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для підвищувальних насосів сирої води**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.5

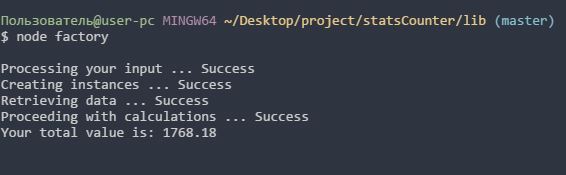


Рисунок 3.5 Результат розрахунку витрат електричної енергії для підвищувальних насосів сирої води

**3.1.2.5 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для підживлюючих насосів**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.6

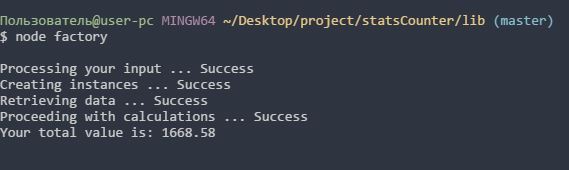


Рисунок 3.6 Результат розрахунку витрат електричної енергії підживлюючих насосів

**3.1.2.6 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для мережевих насосів**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.7

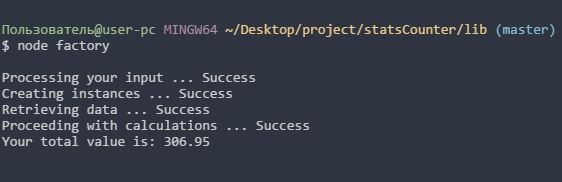


Рисунок 3.7 Результат розрахунку витрат електричної енергії для мережевих насосів

**3.1.2.7 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для насосів хімводообробки**

Результат програмного розрахунку наведено на рисунку 3.8

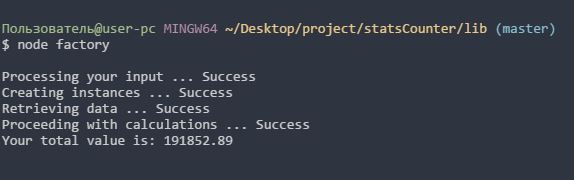


Рисунок 3.8 Результат розрахунку витрат електричної енергії для насосів хімводообробки

## 3.1.2.9 Розрахунок планових нормативних витрат електричної енергії для додаткового обладнання

Всі розрахунки за даною формулою зведено в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Нормативні витрати для додаткового обладнання

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Кількість, шт. | Встановлена одиниця потужності,  кВт | Сумарна потужність, кВт | Коефіціт попиту | Час роботи, год/сезон | Нормативні витрати, кВт·год/сез |
| Освітлення внутрішнє | 10 | 0,1 | 1,0 | 0,8 | 1464 | 1171,2 |
| Освітлення зовнішнє | 1 | 0,1 | 0,1 | 1 | 2196 | 219,6 |
| КВІПіА | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 4584 | 1237,68 |
| Короткочасні пуски обладнання | 1 | 15,0 | 15,0 | 0,7 | 92 | 966,0 |
|  |  |  |  |  | Σ | 3594,48 |

**3.1.3 Використання даних експертного оцінювання**

В процесі обробки результатів експертного опитування визначаються всі можливі рівні значень кожного з нечітких вихідних параметрів, які у подальшому будуть використані при побудові електробалансу котельної, а також ймовірності того, що реальні середні величини відповідних нечітких виробничих параметрів дорівнюють тому чи іншому з можливих рівнів їх значень.

Таблиця 3.5 – Результати опитування експертів щодо числових значень нечітких параметрів

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування  нечіткого показника | Рівень значень показника | Ймовірність появи значень показника за оцінками експертів | | | |
| №1 | №2 | №3 | Середнє |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Коефіцієнт надлишку повітря в  димових газах | 1,3 | 0,2 | 0,49 | 0,96 | 0,55 |
| 1,35 | 0,27 | 0,97 | 0,56 | **0,6** |
| 1,4 | 0,52 | 0,51 | 0,11 | 0,38 |
| 1,45 | 0,9 | 0,26 | 0,07 | 0,41 |
| 1,5 | 0,49 | 0,21 | 0,05 | 0,25 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Коефіцієнт надлишку повітря в топці | 1,06 | 0,09 | 0,24 | 0,33 | 0,22 |
| 1,07 | 0,14 | 0,38 | 0,5 | 0,34 |
| 1,08 | 0,25 | 0,75 | 1 | **0,67** |
| 1,09 | 0,75 | 0,75 | 0,5 | **0,67** |
| 1,1 | 0,75 | 0,4 | 0,33 | 0,49 |
| 3 | Тиск рециркуляційного насосу | 16 | 0,63 | 0,42 | 0,24 | 0,43 |
| 18 | 0,87 | 0,75 | 0,38 | **0,67** |
| 20 | 0,41 | 0,75 | 0,75 | 0,64 |
| 22 | 0,21 | 0,42 | 0,75 | 0,46 |
| 24 | 0,11 | 0,24 | 0,4 | 0,25 |
| 4 | Тиск мережевих насосів | 60 | 0,12 | 0,21 | 0,09 | 0,14 |
| 80 | 0,18 | 0,47 | 0,14 | 0,26 |
| 100 | 0,46 | 0,63 | 0,25 | 0,45 |
| 120 | 0,85 | 0,85 | 0,75 | **0,82** |
| 140 | 0,53 | 0,48 | 0,75 | 0,59 |
| 5 | Тиск насосу підживлення теплової мережі | 15 | 0,47 | 0,37 | 0,33 | 0,39 |
| 20 | 0,96 | 0,82 | 0,5 | 0,76 |
| 25 | 0,53 | 0,89 | 1 | **0,81** |
| 30 | 0,29 | 0,47 | 0,5 | 0,41 |
| 35 | 0,21 | 0,26 | 0,33 | 0,27 |
| 6 | Тиск насосу сирої води | 26 | 0,75 | 0,42 | 0,99 | **0,72** |
| 26,5 | 0,75 | 0,75 | 0,49 | 0,66 |
| 27 | 0,31 | 0,75 | 0,04 | 0,37 |
| 27,5 | 0,22 | 0,42 | 0,03 | 0,22 |
| 28 | 0,11 | 0,24 | 0,02 | 0,12 |
|  |  |  |  |  |  |  |

**3.1.4 Генерування можливих комбінацій значень технологічних параметрів**

На основі сформованих програмою вибірок псевдо реальних величин нечітких технологічних параметрів, відбувається генерування можливих комбінацій їх числових значень.

Оскільки було згенеровано по 50 величин для шести параметрів, то з цієї кількості можна отримати 1 192 052 400 варіантів різних комбінацій цих величин. В таблиці 3.6 частково представлені дані комбінації.

Для цього прикладу, зробимо так, щоб програма виводила дані по комбінаціям у окремий файл для більш наглядного їх розглядання

Таблиця 3.6 – Окремі комбінації псевдо реальних значень нечітких виробничих параметрів

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № комбінації | αд.г | αт | Нрец | Hс.в. | Hпідж. | Hмер. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 2 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| 3 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 122.212 |
| 4 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 72.67 |
| 5 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 108.82 |
| 6 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 7 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 8 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 9 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 10 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 11 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 12 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 13 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 14 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 15 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 16 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 17 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 18 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 19 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 20 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| 21 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 122.212 |
| 22 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 72.67 |
| 23 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 108.82 |
| 24 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 122.212 |
| 25 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 72.67 |
| 26 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 108.82 |
| 27 | 1.317 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 122.212 |
| 28 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 29 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| 30 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 122.212 |
| 31 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 72.67 |
| 32 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 108.82 |
| 33 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 34 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 35 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 36 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 37 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 38 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 39 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 40 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 41 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 42 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 43 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 44 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 45 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 46 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 47 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| 48 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 122.212 |
| 49 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 21.507 | 72.67 |
| 50 | 1.317 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 21.507 | 108.82 |
| … | … | … | … | … | … | … |
| 11 240 | 1.317 | 1.091 | 23.581 | 27.727 | 21.507 | 122.212 |
| 11 241 | 1.317 | 1.091 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 72.67 |
| 11 242 | 1.317 | 1.091 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 108.82 |
| 11 243 | 1.317 | 1.091 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 122.212 |
| 11 244 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 11 245 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| 11 246 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 122.212 |
| 11 247 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 72.67 |
| 11 248 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 108.82 |
| 11 249 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 11 250 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 11 251 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 11 252 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 11 253 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 11 254 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 11 255 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 11 256 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 11 257 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 11 258 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 11 259 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 11 260 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 11 261 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 11 262 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 11 263 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| 11 264 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 17.324 | 122.212 |
| 11 265 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 72.67 |
| 11 266 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 108.82 |
| 11 267 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 21.507 | 122.212 |
| 11 268 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 72.67 |
| 11 269 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 108.82 |
| 11 270 | 1.366 | 1.061 | 17.16 | 27.727 | 34.203 | 122.212 |
| 11 271 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 11 272 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| 11 273 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 17.324 | 122.212 |
| 11 274 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 72.67 |
| 11 275 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 108.82 |
| 11 276 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 11 277 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 11 278 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 11 279 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 11 280 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 11 281 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 11 282 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 11 283 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 11 284 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 11 285 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 11 286 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 11 287 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 11 288 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 11 289 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 11 290 | 1.366 | 1.061 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| … | … | … | … | … | … | … |
| 675 600 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 675 601 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 675 602 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 675 603 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 675 604 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 675 605 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 675 606 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 675 607 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 675 608 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 675 609 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 675 610 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 675 611 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 675 612 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 675 613 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 675 614 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| 675 615 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 17.324 | 122.212 |
| 675 616 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 21.507 | 72.67 |
| 675 617 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 21.507 | 108.82 |
| 675 618 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 21.507 | 122.212 |
| 675 619 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 34.203 | 72.67 |
| 675 620 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 34.203 | 108.82 |
| 675 621 | 1.457 | 1.081 | 18.292 | 27.727 | 34.203 | 122.212 |
| 675 622 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 675 623 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| 675 624 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 17.324 | 122.212 |
| 675 625 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 21.507 | 72.67 |
| 675 626 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 21.507 | 108.82 |
| 675 627 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 21.507 | 122.212 |
| 675 628 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 34.203 | 72.67 |
| 675 629 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 34.203 | 108.82 |
| 675 630 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.476 | 34.203 | 122.212 |
| 675 631 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 17.324 | 72.67 |
| 675 632 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 17.324 | 108.82 |
| 675 633 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 17.324 | 122.212 |
| 675 634 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 21.507 | 72.67 |
| 675 635 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 21.507 | 108.82 |
| 675 636 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 21.507 | 122.212 |
| 675 637 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 34.203 | 72.67 |
| 675 638 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 34.203 | 108.82 |
| 675 639 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 26.645 | 34.203 | 122.212 |
| 675 640 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 17.324 | 72.67 |
| 675 641 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 17.324 | 108.82 |
| 675 642 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 17.324 | 122.212 |
| 675 643 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 21.507 | 72.67 |
| 675 644 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 21.507 | 108.82 |
| 675 645 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 21.507 | 122.212 |
| 675 646 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 72.67 |
| 675 647 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 108.82 |
| 675 648 | 1.457 | 1.081 | 23.581 | 27.727 | 34.203 | 122.212 |
| 675 649 | 1.457 | 1.091 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 72.67 |
| 675 650 | 1.457 | 1.091 | 17.16 | 26.476 | 17.324 | 108.82 |
| … | … | … | … | … | … | … |

**3.1.5 Отримання найбільш достовірного та імовірного значення електробалансу котельної**

Після отримання таблиці ймовірностей, програма повинна виконувати усі попередні розрахунки до тих пір, доки є комбіновані дані для розрахунку. Як наведено у попередньому пункті, число таких розрахунків для нашого конкретного випадку дорівнює приблизно 1,2 мільйони.

Отже, після проведення усіх можливих ітерацій, ми отримаємо результати розрахунку зазначеної «сумарної» ймовірності для окремих комбінацій значень нечітких виробничих параметрів.

Також зробимо виведення цих даних у окремий файл, що дозволить відобразити результат, проте, ця дія не є необхідною з точки зору програми.

Таблиця 3.7 – «Сумарна» ймовірність появи окремих комбінацій

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № комбінації | W, кВт∙год | P | № комбінації | W, кВт∙год | P |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 275695.34 | 0.006 | 11 266 | 388549.54 | 0.006 |
| 2 | 387605.22 | 0.017 | 11 267 | 430007.28 | 0.008 |
| 3 | 429062.96 | 0.022 | 11 268 | 276796.12 | 0.001 |
| 4 | 275746.89 | 0.008 | 11 269 | 388706.01 | 0.002 |
| 5 | 387656.77 | 0.024 | 11 270 | 430163.74 | 0.003 |
| 6 | 429114.51 | 0.031 | 11 271 | 276681.24 | 0.007 |
| 7 | 275903.36 | 0.003 | 11 272 | 388591.12 | 0.019 |
| 8 | 387813.24 | 0.009 | 11 273 | 430048.86 | 0.024 |
| 9 | 429270.97 | 0.012 | 11 274 | 276732.79 | 0.009 |
| 10 | 275705.94 | 0.005 | 11 275 | 388642.67 | 0.026 |
| 11 | 387615.83 | 0.015 | 11 276 | 430100.41 | 0.033 |
| 12 | 429073.56 | 0.019 | 11 277 | 276889.25 | 0.003 |
| 13 | 275757.49 | 0.007 | 11 278 | 388799.13 | 0.01 |
| 14 | 387667.38 | 0.02 | 11 279 | 430256.87 | 0.013 |
| 15 | 429125.11 | 0.027 | 11 280 | 276691.84 | 0.006 |
| 16 | 275913.96 | 0.003 | 11 281 | 388601.72 | 0.016 |
| 17 | 387823.84 | 0.008 | 11 282 | 430059.46 | 0.021 |
| 18 | 429281.58 | 0.01 | 11 283 | 276743.39 | 0.008 |
| 19 | 275773.82 | 0.002 | 11 284 | 388653.27 | 0.022 |
| 20 | 387683.7 | 0.005 | 11 285 | 430111.01 | 0.029 |
| 21 | 429141.44 | 0.006 | 11 286 | 276899.85 | 0.003 |
| 22 | 275825.37 | 0.002 | 11 287 | 388809.74 | 0.008 |
| 23 | 387735.26 | 0.006 | 11 288 | 430267.47 | 0.011 |
| 24 | 429192.99 | 0.008 | 11 289 | 276759.72 | 0.002 |
| 25 | 275981.84 | 0.001 | 11 290 | 388669.6 | 0.005 |
| 26 | 387891.72 | 0.002 | … | … | … |
| 27 | 429349.46 | 0.003 | 675 600 | 431682.53 | 0.071 |
| 28 | 275866.95 | 0.007 | 675 601 | 278471.38 | 0.007 |
| 29 | 387776.83 | 0.02 | 675 602 | 390381.26 | 0.021 |
| 30 | 429234.57 | 0.026 | 675 603 | 431839 | 0.027 |
| 31 | 275918.5 | 0.01 | 675 604 | 278273.97 | 0.012 |
| 32 | 387828.38 | 0.028 | 675 605 | 390183.85 | 0.034 |
| 33 | 429286.12 | 0.036 | 675 606 | 431641.59 | 0.045 |
| 34 | 276074.97 | 0.004 | 675 607 | 278325.52 | 0.017 |
| 35 | 387984.85 | 0.01 | 675 608 | 390235.4 | 0.047 |
| 36 | 429442.58 | 0.013 | 675 609 | 431693.14 | 0.061 |
| 37 | 275877.55 | 0.006 | 675 610 | 278481.98 | 0.006 |
| 38 | 387787.44 | 0.017 | 675 611 | 390391.86 | 0.018 |
| 39 | 429245.17 | 0.023 | 675 612 | 431849.6 | 0.023 |
| 40 | 275929.1 | 0.008 | 675 613 | 278341.85 | 0.004 |
| 41 | 387838.99 | 0.024 | 675 614 | 390251.73 | 0.01 |
| 42 | 429296.72 | 0.031 | 675 615 | 431709.46 | 0.014 |
| 43 | 276085.57 | 0.003 | 675 616 | 278393.4 | 0.005 |
| 44 | 387995.45 | 0.009 | 675 617 | 390303.28 | 0.014 |
| 45 | 429453.19 | 0.012 | 675 618 | 431761.02 | 0.019 |
| 46 | 275945.43 | 0.002 | 675 619 | 278549.86 | 0.002 |
| 47 | 387855.31 | 0.005 | 675 620 | 390459.74 | 0.005 |
| 48 | 429313.05 | 0.007 | 675 621 | 431917.48 | 0.007 |
| 49 | 275996.98 | 0.003 | 675 622 | 279065.17 | 0.006 |
| 50 | 387906.87 | 0.007 | 675 623 | 390975.05 | 0.017 |
| … | … | … | 675 624 | 432432.79 | 0.023 |
| 11 240 | 430278.53 | 0.012 | 675 625 | 279116.72 | 0.008 |
| 11 241 | 277067.37 | 0.001 | 675 626 | 391026.6 | 0.024 |
| 11 242 | 388977.26 | 0.003 | 675 627 | 432484.34 | 0.031 |
| 11 243 | 430434.99 | 0.004 | 675 628 | 279273.19 | 0.003 |
| 11 244 | 276509.63 | 0.006 | 675 629 | 391183.07 | 0.009 |
| 11 245 | 388419.51 | 0.016 | 675 630 | 432640.8 | 0.012 |
| 11 246 | 429877.25 | 0.021 | 675 631 | 279075.77 | 0.005 |
| 11 247 | 276561.18 | 0.008 | 675 632 | 390985.66 | 0.015 |
| 11 248 | 388471.06 | 0.022 | 675 633 | 432443.39 | 0.02 |
| 11 249 | 429928.8 | 0.029 | 675 634 | 279127.32 | 0.007 |
| 11 250 | 276717.64 | 0.003 | 675 635 | 391037.21 | 0.021 |
| 11 251 | 388627.52 | 0.008 | 675 636 | 432494.94 | 0.027 |
| 11 252 | 430085.26 | 0.011 | 675 637 | 279283.79 | 0.003 |
| 11 253 | 276520.23 | 0.005 | 675 638 | 391193.67 | 0.008 |
| 11 254 | 388430.11 | 0.014 | 675 639 | 432651.41 | 0.01 |
| 11 255 | 429887.85 | 0.018 | 675 640 | 279143.65 | 0.002 |
| 11 256 | 276571.78 | 0.007 | 675 641 | 391053.53 | 0.005 |
| 11 257 | 388481.66 | 0.019 | 675 642 | 432511.27 | 0.006 |
| 11 258 | 429939.4 | 0.025 | 675 643 | 279195.2 | 0.002 |
| 11 259 | 276728.24 | 0.003 | 675 644 | 391105.08 | 0.006 |
| 11 260 | 388638.13 | 0.007 | 675 645 | 432562.82 | 0.008 |
| 11 261 | 430095.86 | 0.009 | 675 646 | 279351.67 | 0.001 |
| 11 262 | 276588.11 | 0.001 | 675 647 | 391261.55 | 0.002 |
| 11 263 | 388497.99 | 0.004 | 675 648 | 432719.28 | 0.003 |
| 11 264 | 429955.73 | 0.005 | 675 649 | 278129.13 | 0.012 |
| 11 265 | 276639.66 | 0.002 | 675 650 | 390039.01 | 0.033 |

**3.1.6 Вибір найбільш достовірного та імовірного електробалансу котельної**

Розроблена програма дозволяє скоротити час та об’єм необхідних для обробки даних. Після запуску розрахунку, та після виконання усіх ітерацій, програма самостійно фільтрує розраховані значення за заданим значенням, яке ми приймаємо для даних розрахунків, як значення отримане з приладів обліку електроенергії та за заданим попередньо діапазоном.

Було прийнято, що зазначена допустима похибка дорівнює 5 %. При цьому загальна витрата електроенергії на котельній за даними обліку протягом відповідного періоду склала 282 537 кВт∙год. Тому правдоподібний загальний розрахунковий обсяг споживання електроенергії на котельній повинен лежати в межах 168410,96 – 296664,74 кВт∙год.

Під кінець розрахунку ми отримаємо конкретне значення споживання електроенергії, з його порядковим номером у списку проведених ітерацій та вірогідністю виникнення подій для його появи, що є найбільшою вірогідністю серед усіх.

За даними розрахунку ми маємо, що найбільш вірогідне значення серед усіх розрахованих моделей є варіант під номером 345 768, адже він має найбільшу «сумарну» ймовірність появи відповідної комбінації можливих значень нечітких виробничих параметрів, що складає 0,01689. Отже, розрахункова нормативна витрата електричної енергії по котельній складає 263 328,63 кВт·год.

При порівнянні даних із розрахунком, проведеним у магістерській дисертації [], необхідно зазначити, що збігу результатів не відбулося та різниця отриманих значень складає приблизно 5,4%. Таким чином, не можна стверджувати, що при проведенні нового циклу розрахунків з тими самими вхідними даними, точність збільшиться. Це можна вважати недоліком цього методу, тому що ми не можемо відтворити отримані раніше результати через невизначеність та ймовірнісний характер методології розрахунку. З іншого боку, програма показала себе як працездатна для цього конкретного випаду та задовольняє усім поставленим попередньо умовам. Більшість приведених таблиць не мають необхідності при розрахунку, отже при користуванні програмою, цикл роботи з нею може бути зведений до мінімальних кроків, таких як введення даних, запуск програми та отримання кінцевого результату. Отриманий результат, як було зазначено, має характер не відтворюваності, проте, потрібно звернути увагу на те, що розроблений алгоритм спирається на низку значень, які мають випадковий характер, що також визначено обраною методологією.

Виходячи із результатів розрахунку програму можна використовувати для подальшого вдосконалення та підготування її для використання іншими комп’ютерно-обчислювальними пристроями.

**3.2 Використання розробленого алгоритму для створення методичних вказівок з інтерактивною складовою**

При розробці програмного продукту було зазначено, що прототип програмного продукту буде поділений на дві частини які відповідають відповідно реалізації аналітично-розрахункового методу та реалізації ймовірнісно-статистичного підходу, на основі вказаної методології. Це дозволяє використовувати окремі частини програми за необхідністю для вирішення різних задач.

Однією з можливостей використання програмного продукту є створення он-лайн ресурсу, який дає можливість створення навчальної складової за допомогою розробленого алгоритму.

**3.2.1 Основні положення до створення навчального он-лайн ресурсу**

При виборі інструментів розробки цього специфічного програмного продукту, не випадково було прийнято рішення про використання саме цієї платформи. Окрім можливості проведення розрахунків, основна задача цієї платформи – це створення серверної програми для реалізації швидкого асинхронного доступу користувачів до ресурсів.

Основна ідея розробки такого он-лайн ресурсу – це створення можливості самостійного навчання студентів, по наведеним у ресурсі методичним основам розрахунку курсової роботи, яка ілюструє аналітично-розрахунковий метод знаходження витратної частини балансу котельної.

На даний момент, для апробації результатів розрахунку, існує необхідність перевірки розрахованих студентами значень самостійно, що забирає значну кількість часу та не є досконалим рішення. Проте, додавши попередньо створений алгоритм, можна перекласти дану задачу на студентів, що в певному сенсі є «автоматизацією» процесу навчання.

При розробці даного он-лайн ресурсу, необхідно додатково побудувати програмну архітектуру, яка має назву REST API. Вона дозволяє будувати логіку «клієнт-серверного» з’єднання, що може бути потім розширена та вдосконалена без зайвих зусиль та витрат ресурсів.

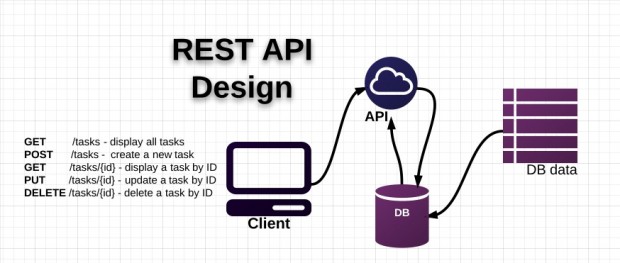


Рисунок 3.9 - Приклад роботи REST API архітектури

Побудований он-лайн ресурс складається з двох окремих частин. Перша частина – це теоретичні матеріали, які створені для покращення отриманих знань студентами та яка має в собі уточнення деяких методів розрахунку, не очевидних при практичному застосуванні методу.

Рисунок 3.10 – Приклад матеріалів методичних вказівок на он-лайн ресурсі

Друга частина заключає в собі поля вводу даних, які створені для збору необхідних для оцінювання роботи розрахункових значень.

Рисунок 3.11 – Приклад створених полів даних для оброки результатів розрахунків.

**Висновки по розділу**

1. Були проведені розрахунки витратної частини електричного балансу, використовуючи створену для цих конкретних цілей програму, побудовану на основі вдосконаленого алгоритму розрахунку, побудованого на основі ймовірнісно-статистичного підходу, були визначені переваги та недоліки існуючого методу.
2. Було створено он-лайн ресурс для покращення навчального процесу студентами, надання студентам можливості засвоювати особливості розрахунку витратної частини електричного балансу котельної самостійно та самостійно перевіряти отримані при розрахунках дані.