

Procedury programowo-obliczeniowe dla ciepłownictwa na podstawie technologii geoinformacyjnych

Stanisław Jołkin

Politerm, St.Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Sankt-Petersburg, Rosja

1. Wstęp

Projektowanie i eksploatacja złożonych układów ciepłowniczych potrzebują narzędzi do obliczenia z niezbędną dokładnością i do wystarczająco szybkiej analizy stanów pracy rozgałęzionych sieci ciepłych. Tradycyjne metody opracowania obliczeniowych schematów sieci inżynierskich oparte są na tabelarycznym kodowaniu topologii sieci, czyli na wprowadzeniu informacji dotyczącej poszczególnych węzłów macierzy danych i połączeń między nimi. Taki proces utworzenia schematu jest bardzo skomplikowany, trudny pod względem kontroli, obciążony nieuniknionymi błędami i na ogół nie odpowiada współczesnym tendencjom w działalności inżynierskiej.

Powszechna orientacja na optymalizacyjne metody obliczeń wymaga opracowania specjalistycznych wysokoefektywnych algorytmów. Geograficzny informacyjny system (GIS) jest nowoczesnym wygodnym narzędziem do opracowania i dynamicznego redagowania cyfrowych map, planów i schematów o różnym przeznaczeniu i następnego rozwiązania na ich podstawie różnego rodzaju zagadnień inżynierskich, naukowych i eksploatacyjnych [1].

Należy podkreślić, iż GIS łączy w sobie możliwości obróbki informacji zarówno graficznej jak i semantycznej oraz podtrzymuje topologię liniowo-węzłową. Dane opracowane na podstawie GIS pozwalają stwarzać modele matematyczne sieci inżynierskich i badać procesy niestacjonarne, co daje im wyraźną przewagę w porównaniu z innymi aplikacjami.

2. Ogólne wiadomości o systemach geoinformacyjnych

Wśród najbardziej rozpowszechnionych narzędzi do opracowania GIS należy wymienić programy „MapInfo” (USA), „ArcInfo” (USA), „InGEO” (Rosja) i inne. Możliwości takich aplikacji są dość szerokie, jednak ich wykorzystanie do rozwiązywania niektórych zagadnień stosowanych napotyka na istotne trudności. Owe trudności polegają na tym, że nawet najbardziej uniwersalne pakiety programowe nie mogą uwzględnić wszystkich szczegółów konkretnego rozwiązywanego zagadnienia inżynierskiego. Dlatego, mimo dużej ilości ofert na rynku środków programowych, trwa intensywne opracowanie narzędzi obliczeniowych wyspecjalizowanych w wybranych działach techniki w tym do obliczeń i projektowania sieci ciepłych. Takimi opracowaniami w Rosji są GIS „Zulu” oraz system informacyjno-geograficzny „CityCom”. Niniejszy artykuł przedstawia atuty specjalistycznego systemu geoinformacyjnego „Zulu” przystosowanego dla rozwiązywania sieciowych zagadnień inżynierskich, od 12 lat produkowanego i skutecznie rozpowszechnianego przez firmę naukowo-produkcyjną „Politerm” (Sankt-Petersburg, Rosja) [2].

Czym się różnią technologie geoinformacyjne od licznych innych programów? Główną zaletą jest wizualizacja (wiadomo, że człowiek lepiej postrzega i zapamiętuje informację w sposób wizualny). Cały proces wytyczania przebiegu sieci ciepłej na mapie miasta jest maksymalnie zautomatyzowany. Wymaga, bowiem prostego rysowania kształtu sieci za pomocą myszki w podręcznym edytorze graficznym. Przy tym blok bazy danych odpowiadający każdemu elementowi wytyczanej sieci natychmiast stwarza się automatycznie.

Bezpośrednio po trasowaniu sieci, nawet przed wprowadzeniem danych wyjściowych, system „Zulu” już pozwala rozwiązywać zagadnienia o charakterze topologicznym: ujawnić odcinki sieci inżynierskich stanowiące pierścienie, odnaleźć najkrótszą drogę między dwoma punktami itp. Do podobnych zagadnień można odnieść również analizę ewentualnych przełączeń na sieciach pierścieniowych.

Drugi niewątpliwy atut GIS – łatwość wprowadzenia danych programowych. Przy czym na życzenie projektanta do bazy danych zawsze mogą być dodane nowe wymagane bloki lub pola. Po wydzieleniu myszką jakiegokolwiek obiektu na mapie system natychmiast wyświetla jego bazę danych. W celu szybszego wprowadzenia informacji dla jednakowych obiektów GIS „Zulu” przewiduje możliwość wprowadzania danych wspólnym SQL-zapotrzebowaniem. Na przykład, w przypadku zabudowy szeregowej składającej się z jednakowych budynków jednorodzinnych. Tylko dane unikatowe takie, jak numer budynku należy wprowadzać osobno.

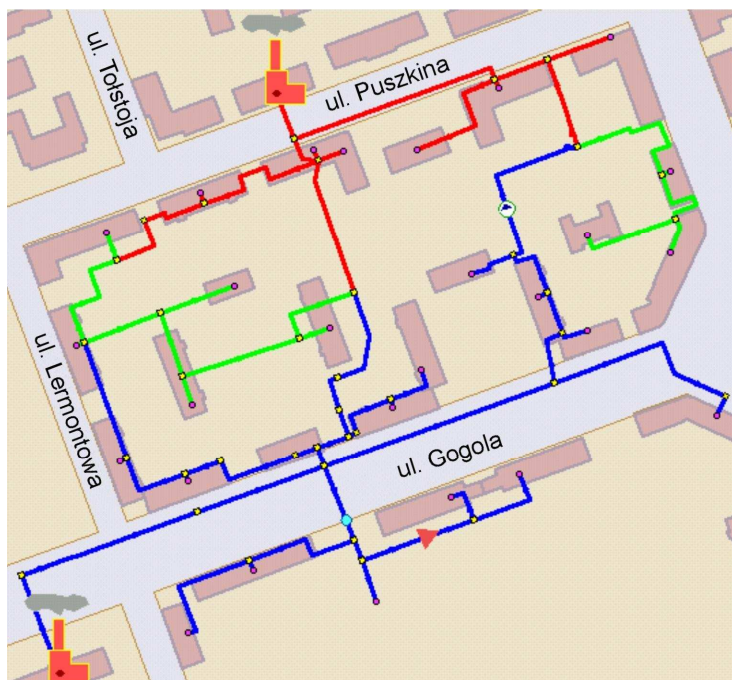
W podobny sposób ta aplikacja pozwala uporządkować bądź inwentaryzować elementy sieci cieplnej i całego układu ciepłowniczego. Już sama informacja o dokładnym miejscu usytuowania przewodów sieci pozwala uniknąć istotnych wydatków związanych z wykonaniem prac remontowych i awaryjnych, jak również z naprawą uszkodzonych innych miejskich sieci inżynierskich (komunikacja, kable elektryczne, gazociągi itp.).

3. Środki programowo-obliczeniowe na podstawie GIS

Na platformie uniwersalnego GIS „Zulu” został opracowany specjalistyczny kompleks programowo-obliczeniowy o nazwie „ZuluThermo” dla obliczeń sieci ciepłych. Po uruchomieniu program najpierw wykonuje weryfikację topologii sieci i sprawdza spójność informacji baz danych wyjściowych. W przypadku popełnienia błędu przez użytkownika program zwraca na to jego uwagę i podpowiada, na czym ten błąd polega. Stosując tę aplikację technolog zakładu ciepłowniczego może samodzielnie badać właściwości i zachowanie się układu w warunkach, których symulacja podczas prób nie jest celowa lub jest niemożliwa (w tym w sytuacjach awaryjnych). Tak samo łatwe jest modelowanie różnego rodzaju zaburzeń w celu oszacowania ich wpływu na wskaźniki niezawodności i jakości zaopatrzenia w ciepło (przykładowo – przy podłączeniu nowego odbiorcy do istniejącej sieci).

Po wykonaniu obliczeń użytkownik ma bezpośredni wgląd do wyników bilansu cieplnego. Podobnie do procesu wprowadzenia danych wyjściowych, wydzielenie myszką dowolnego obiektu bądź elementu sieci na życzenie użytkownika wywołuje wyświetlanie wyników obliczeń dla każdego z nich. W przypadku potrzeby przedstawienia wyników w postaci dynamiki zmian parametrów program pozwala sporządzać wykresy. Podczas obliczeń dobierane są również kryzy i zawory dławiące na przyłączach odbiorców bądź na magistrali z podaniem dokładnego miejsca ich usytuowania.

Dodatkowym atutem obrazowego przedstawienia wyników analizy jest tematyczne zabarwienie elementów sieci w zależności od dowolnego parametru bądź grupy parametrów (zarówno wyjściowych jak i wyników obliczeń). Charakterystycznym przykładem, pokazanym na rysunku 1, jest ustalenie stref odpowiedzialności poszczególnych źródeł ciepła przy ich pracy na wspólnej sieci. Przy takiej nadażnej analizie element sieci zaopatrywany tylko od danego źródła będzie mieć przypisaną do tego źródła barwę. Pojawienie się jakiegokolwiek pośredniej odcieni oznacza, że obiekty znajdujące się na danym odcinku zaopatrywane są od obu źródeł jednocześnie, przy czym stopień wpływu poszczególnych źródeł może być ustalony w skali odcieni.



Rys. 1. Zabarwienie odcinków sieci w zależności od wpływu źródeł ciepła
Fig. 1. Colouring of network segments depending on heat sources influence

Innym przykładem analizy jest zabarwienie odcinków sieci w zależności od prędkości ruchu czynnika grzejącego w przewodach, jak pokazano na rysunku 2. Ustalone barwy przypisuje się do maksymalnej i minimalnej prędkości, odcienie zaś wskazują na pośrednie prędkości ruchu czynnika.

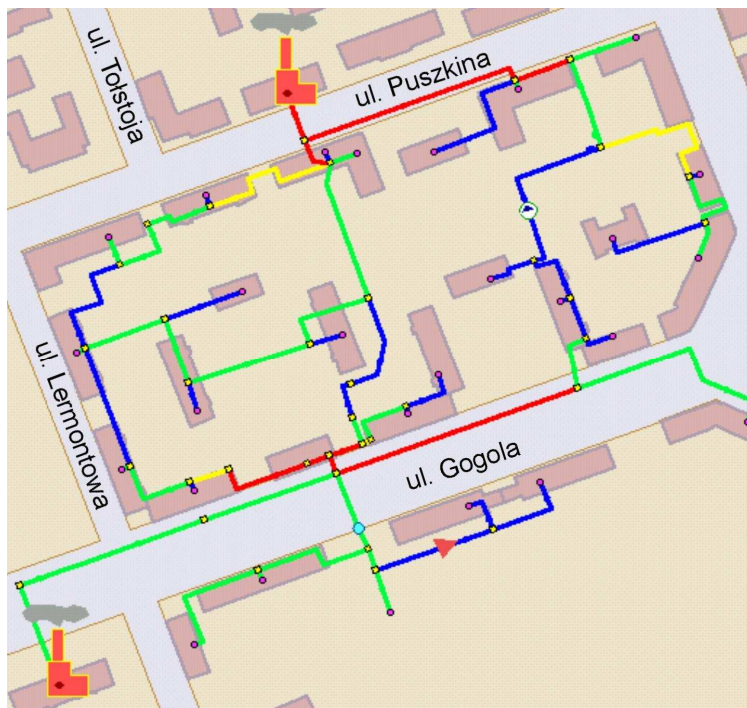
W celu odnalezienia odcinków zastających bądź krytycznych pod względem prędkości przepływu wystarczy „zamówić” wyróżniającą barwę.

4. Perspektywy rozwoju zastosowania systemów geoinformacyjnych

Każdy przypadek rozregulowania zcentralizowanych układów ciepłowniczych skutkuje skargami użytkowników na niedogrzanie pomieszczeń lub niewystarczającą temperaturę ciepłej wody, powoduje wzrost przepływów czynnika grzejącego w sieci i obniżenie sprawności zużycia paliwa oraz może doprowadzić do poważnych awarii w sieci. Takie fakty rozregulowania związane są z brakiem bądź nieskutecznością odpowiednich zabiegów z zakresu doboru parametrów sieci.

Kwalifikowana wiarygodna analiza wyników obliczeń sieci pozwala, nie obniżając jakości zaopatrzenia w ciepło, zmniejszyć zużycie paliwa, energii

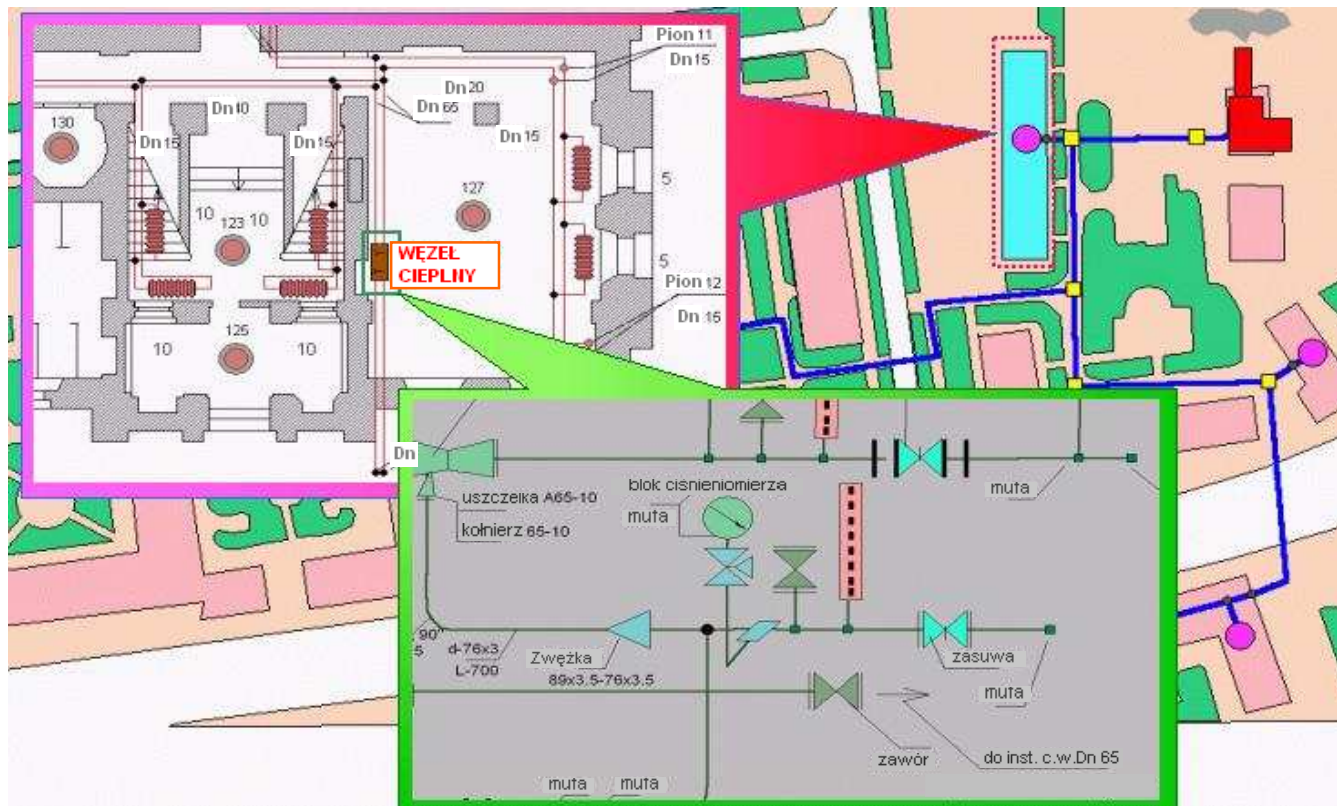
elektrycznej i odczynników chemicznych na potrzeby uzdatniania wody. Wykonanie prac doboru parametrów sieci na podstawie tej analizy niczym nie różni się od zwykłego doboru parametrów i regulacji wykonywanych przez personel konserwacyjny zakładów ciepłowniczych, a osiągnięty długotrwały efekt jest nieporównywalnie większy od kosztów wykonania tych prac i wydatków na zakup aplikacji.



Rys. 2. Zabarwienie odcinków sieci w zależności od prędkości przepływu czynnika grzejnogo

Fig. 2. Colouring of network sections depending on the heating agent flow speed

GIS „Zulu” pozwala opracowywać projekty, które łączą dowolny skład map i schematów zespolonych pod wspólną nazwą. Taki projekt charakteryzuje system połączeń hierarchicznych między elementami stanowiącymi całość w ramach wspólnego tematu. To pozwala nie obciążając zbyt graficznie ogólnego widoku, przechodzić w miarę potrzeby do szczegółów elementu przedstawionego schematycznie na mapie o wyższej hierarchii. Na rysunku 3 pokazano przykładowo jak na mapie sieci ciepłej najpierw „wchodzi się” do planu budynku, a potem otwiera się schemat węzła cieplnego podanego na rzucie parteru w postaci prostokąta.



Rys. 3. Przykład działania połączeń hierarchicznych przy opracowaniu projektu
Fig. 3. Example of hierarchical connections action by project development

Takie podejście pozwala, prawie bez ograniczeń, włączać do GIS wyniki dowolnych opracowań technologicznych – od rysunków wykonawczych budynków i instalacji do paszportów technicznych wszystkich elementów układu ciepłowniczego.

GIS dają wyjątkowe możliwości również w zakresie szkolenia kadr. Oczywistym jest fakt, iż ilość awarii związanych z eksploatacją systemów ciepłowniczych rośnie proporcjonalnie do ich złożoności i poziomu technicznego. Odpowiednio wzrasta też wartość szkód, wywieranych przez ewentualną awarię. Rosnąca na tym tle odpowiedzialność personelu niezmiernie zwiększa rolę tak zwanego czynnika ludzkiego w powstawianiu awarii. Człowiek nieuchronnie popełnia błędy, ale też uczy się i doskonali na własnych błędach. A zorganizować takie szkolenie za pomocą modelu imitacyjnego jest znacznie taniej, niż na realnym obiekcie.

Najbardziej wydajne i rozwinięte modele symulacyjne dla szkolenia personelu stosowane są w elektrowniach jądrowych. Treningi imitujące awarie na tych obiektach odbywają się regularnie i bez nich pracownik nie może być dopuszczony do pełnienia obowiązków. Coraz większa ilość dużych miejskich zakładów ciepłowniczych zamawia podobne środki programowe do szkolenia swoich pracowników.

Żaden pakiet obliczeniowy nie może być doskonały i nie jest w stanie dać użytkownikowi wszystkiego, czego on potrzebuje. Dlatego GIS „Zulu” zawsze jest otwarty do rozszerzenia swoich możliwości funkcjonalnych. System ma otwarty interfejs programowy w celu stworzenia i podłączenia modułów rozszerzenia oraz zespół komponentów niezbędnych do opracowania autonomicznych aplikacji. Przyjazny interfejs użytkownika podobny do interfejsu produktów rodziny Microsoft Office sprzyja łatwemu szkoleniu użytkowników i prostemu wdrażaniu systemu w nowych zakładach.

GIS stosuje się na szeroką skalę nie tylko w zakładach ciepłowniczych i wodociągowych, ale również w zakładach przemysłowych z dużą ilością sieci inżynierskich, urzędy miast i uczelnie wyższe, gdzie przyszły inżynier może się zapoznać z tak dobrym narzędziem wspomagającym przy opracowaniu prac laboratoryjnych, projektów i prac dyplomowych.

Literatura

1. **DeMers Michael N.:** *Basics of Geographical Information Systems*. John Wiley & Sons Inc. NJ, 2000.
2. **Krickij G.G. A.:** *Nowoczesne technologie informacyjne dla branży ciepłowniczej*. Energospbierenije. Moskwa. Nr 6, 2003.

Software and Calculation Procedures for the Heat Supply on the Basis of the Geoinformation Technologies

Abstract

Uniting in itself ability of processing of the graphic and semantic information and, supporting linearly-central topology, GIS gives great opportunities for development of the specialized software which allows to count and analyze (quickly and with necessary accuracy) non-stationary operating modes of the complex branched out systems of a heat supply. Such development is GIS “Zulu”, let out by the company Polyterm (St.-Peterburg, Russia) and improved in cooperation with St.-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering and Technical University of Koszalin, Poland.

The process of tracing of a heating network in a city map by means of this system is automated as much as possible. The database corresponding to each object and a counted element is created at once. Directly after drawing a heating network the system allows to solve tasks of topological character: finding ring sites, shortest way between elements of the scheme, analysis of switching on a network.

The system allows to order and passport easily elements of heating networks and all the system of a heat supply, due to simplicity of input of the attributive information. It is always possible to add additional fields in a database.

Allocating with the mouse any object can open its data. Knowledge of the exact location of heating networks allows avoiding the essential expenses connected with carrying out repair and emergency works, and also damage of existing communications.

On platform GIS “Zulu” the software complex “ZuluThermo” for thermal networks is created. Applying this system, the technologist of the heat supplying company has an opportunity to investigate behavior of system in various conditions independently, and also to model a different kind of infringement when connecting new objects. The operative automated analysis of calculation and functioning of heating systems allows to reduce the charge of fuel, the electric power and reagents for water-treatment without worsening quality of a heat supply and also to lower amount of consumers complaints, and quite often to prevent serious failures

Side benefit of the system results analysis is the opportunity of thematic colouring of elements depending on any parameter or group of parameters (fig. 1, 2). The results of any technological development can be included in GIS - from drawings of buildings, branching chambers and user’s inputs up to the passport on each object of a heating system (fig. 3). The system gives great opportunities in the field of preparation and training of the operational personnel by means of modeling various situations, including emergency.

GIS “Zulu” is designed for expansion of its functionalities, it has the open program interface for creation of expansion system modules and a set of components for creation of independent appendices. Geoinformation system (GIS) is the convenient and highly effective means intended for creation and editing of digital maps, plans and schemes of various applicability and the subsequent solution on this base of a wide set of engineering and scientific tasks.