



Идентификатор выступления: 32

Тип: не указан

## Развитие информационно-вычислительных технологий для компьютерного моделирования трубопроводных и гидравлических систем

Актуальность темы доклада определяется сложностью процессов разработки и управления режимами крупных трубопроводных систем (ТПС) различных типов, которая невозможна без применения современных информационных технологий. Для компьютерного моделирования ТПС разрабатывается специализированное программное обеспечение. Эти разработки, с одной стороны, направлены на решение конкретного класса задач из области проектирования, эксплуатации или управления ТПС, а с другой, – применительно к конкретным типам ТПС (тепло-, водо-, газоснабжения и др.). В ИСЭМ СО РАН, в рамках развиваемого научного направления – теории гидравлических систем накоплен многолетний опыт разработки универсальных методов расчета, применимых для любых типов трубопроводных систем.

Доклад посвящен разработке информационно-вычислительных технологий для создания цифровых двойников реальных ТПС различного типа и назначения.

В докладе рассматриваются основные результаты работы авторов в направлении применения информационно-вычислительных технологий для моделирования ТПС:

1. ИВС «АНГАРА» как базовая и универсальная технология для настройки и применения информационного и вычислительного окружения. Представлены новые возможности (информационные, создание многоуровневых структур, управление расчетными модулями, автоматизированный графический анализ исходных данных и результатов расчета). Описывается опыт применения ИВС для разных типов ТПС.
2. Технология интеграция информационных и математических моделей для выполнения расчетов. Для моделирования, оптимизации и обоснования режимов ТПС реализовано несколько ПВК. Для тепловых сетей разработан информационно-вычислительный комплекс (ИВК) «АНГАРА-ТС», для систем водоснабжения – ИВК «АНГАРА-ВС», для систем поддержания пластового давления – ИВК «АНГАРА-ДиСППД» и др. Все перечисленные ИВК состоят из универсальной информационно-вычислительной среды (ИВС) АНГАРА, набора расчетных модулей и БД, определенной структуры, учитывающей специфику конкретной ТПС.
3. Технология создания ЦИП предприятия. Дальнейшее развитие ИВС «АНГАРА» было направлено на интеграцию электронных расчетных моделей ТПС в корпоративные информационные системы эксплуатационных предприятий. Это позволило с одной стороны получить доступ ко всем имеющимся на предприятии актуальным данным по параметрам ТПС для проведения расчетов, а с другой стороны предоставить доступ к этим данным, а также результатам расчетов всем заинтересованным лицам, как внутри предприятия, так и внешним службам.
4. Технологии мобильного доступа к цифровым двойникам. В ряде случаев возникает необходимость в использовании данных цифровых двойников в местах с ограниченным или отсутствующим доступом к компьютерным сетям. Для таких случаев реализована мобильная версия (МИК) «Ангара», позволяющая загрузить копию электронной модели в мобильное устройство и использовать его без доступа к сети.
5. Технология автоматизации разработки вычислительных компонент ПВК. Разработанная объектная технология компьютерного моделирования ТПС позволяет однократно реализованный программный компонент применять для моделирования других типов ТПС и решения новых задач. Выделение объектов исходя из специфики предметной области позволило увеличить гибкость моделирования и снизить трудозатраты на кодирование типовых задач. В частности, выделены общие методы расчета сетевых задач, сформирован набор разнообразных моделей элементов, реализованы алгоритмы работы с графами.
6. Интернет технологии. Одним из примеров объектного подхода к моделированию ТПС служит ПВК «ИСИГР», сконфигурированный из набора независимых моделей элементов, сетевых методов

и позволяющий проводить гидравлические расчеты систем водо-, тепло- и газоснабжения в сети интернет любому количеству пользователей, находящихся в любой точке мира. Авторы получили возможность тестировать новые методы на десятках тысяч схем, созданных пользователями.

7. Новые и перспективные технологии. Авторы считают чрезвычайно перспективной технологию интеллектуального моделирования ТПС. В процессе моделирования пользователь, не знакомый с методикой расчета, должен получать руководящие подсказки о необходимых действиях и анализ полученных результатов. Система должна контролировать запуск расчетных модулей в зависимости от результата завершения отдельных задач. Важным представляется технология автоматизации выбора альтернативных методов расчета, анализа, моделирования и оптимизации для решения конкретной задачи.

8. Организация вычислительного пространства на основе современных возможностей по параллельным и распределённым вычислениям позволит значительно сократить время расчета сетевых задач, что становится особенно актуально при решении сложных оптимизационных задач в режиме реального времени.

Development of information and computing technologies for computer modeling of piping and hydraulic systems

A.V. Alekseev, E.A. Mikhailovskii, N.N. Novitsky

The actuality of the topic of the report is determined by the complexity of the processes of development and management of various types of large pipeline systems (PLS) operation conditions, which is impossible without the use of modern information technologies. Specialized software is being developed for computer simulation of PLS. These developments, on the one hand, are aimed at solving a specific class of problems from the field of design, operation or management of heating and water supply systems, and on the other hand, with reference to specific types of heating and water supply systems (heat, water, gas, etc.). In the ESI SB RAS, within the framework of the developed scientific direction - the theory of hydraulic systems, many years of experience have been gained in developing universal calculation methods applicable to any type of pipeline systems.

The report is devoted to the development of information and computing technologies for creating digital twins of real PLSs of various types and purposes.

The report discusses the main results of the authors in the direction of the use of information and computing technologies for PLS modeling:

1. Information - the computing environment (ICE) "ANGARA" as a basic and universal technology for setting up and applying information and computing environments. New possibilities are presented (information, creation of multilevel structures, management of computational modules, automated graphical analysis of source data and calculation results). The experience of using ICE for different types of PLSs is described.

2. Technology integration of information and mathematical models to perform calculations. For the simulation, optimization and justification of PLS modes, several ICCs have been implemented. The ANGARA-TS information and computer complex (ICC) was developed for heating networks, the ICC «ANGARA-VS» for water supply systems, the ICC «ANGARA-DiSPPD» for reservoir pressure maintenance systems, etc. All of the listed ICCs consist of a universal ICE «ANGARA», a set of calculation modules and databases with specific structure that takes into account the specifics of a PLS type.

3. The technology of unified digital space of the enterprise creating. Further development of the "ANGARA" ICE was aimed at the integration of electronic design models of PLSs in the corporate information systems of operating enterprises. This made it possible, on the one hand, to get access to all relevant data on the PLS parameters available at the enterprise for making calculations, and, on the other hand, to provide access to these data, as well as the results of calculations, to all interested parties, both within the enterprise and to external services.

4. Technologies for mobile access to digital twins. In some cases, it becomes necessary to use digital twins in places with limited access to computer networks. For such cases, the «Angara» mobile version was implemented. It allows downloading a copy of the electronic model into a mobile device and using it without access to the network.

5. Technology for the automation of the development of computing components of ICC. The developed object technology for computer simulation of PLSs allows a once-implemented software component to be used to model other types of PLSs and to solve new problems. The selection of objects based on the specifics of the subject area allowed to increase the modeling flexibility and reduce labor costs for typical tasks coding. In particular, general methods for calculating network problems are highlighted, a set of various models of elements is formed, algorithms for working with graphs are implemented.

6. Internet technology. One of the examples of the object approach to the modeling of PLSs is the «ISIGR» (<http://51.isem.irk.ru/isigr/>), which is configured from a set of independent element models, network methods, and allows free hydraulic calculations of water, heat and gas supply systems on the Internet to any number

of users located anywhere in the world. The authors were given the opportunity to test new methods on tens of thousands of schemes created by users.

7. New and promising technologies. The authors consider the technology of intelligent PLSs modeling to be extremely promising. In the modeling process, a user who is not familiar with the calculation methodology should receive guidance on the necessary actions and an analysis of the results. The system should control the launch of the calculation modules depending on the outcome of the completion of individual tasks. An important technology is the automation of the selection of alternative methods of calculation, analysis, modeling and optimization to solve a specific problem.

8. The organization of computing space based on modern capabilities for parallel and distributed computing will significantly reduce the time it takes to calculate network tasks, which becomes especially important when solving complex optimization problems in real time.

**Основные авторы:** Mr ALEKSEEV, Aleksandr; Mr MIKHAILOVSKII, Egor; Mr NOVITSKY, Nikolay

**Докладчик:** Mr ALEKSEEV, Aleksandr

**Классификация сессий:** Session 1. Towards Intelligent energy systems.