

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ПОДДЕРЖКА КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИТУАЦИОННОМ ЦЕНТРЕ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАВОДНЕНИЙ

А.В. Калюзная, С.В. Иванов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

E-mail: kalyuzhnaya.ann@gmail.com

Обсуждаются вопросы создания ситуационного центра нового поколения для решения сложной мультидисциплинарной задачи предупреждения угрозы и предотвращения наводнений. Эффективность рабочего процесса и повышение качества управленческих решений в задачах подобного типа призваны обеспечить т.н. системы поддержки коллективного принятия решения (ПКПР). Рассматривается реализация ПКПР в системе предупреждения угрозы наводнений в Санкт-Петербурге с использованием технологии облачных вычислений.

Введение

В связи с развитием современных технологий и инструментария для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях (ЧС) все более востребованной становится концепция ситуационных центров (СЦ) нового поколения. Особенно это оправданно тогда, когда ЧС носит комплексный характер, относящийся к разным аспектам развития ситуации, которые не могут быть в полной мере охвачены опытом отдельных специалистов – лиц, принимающих решения (ЛПР), а являются сферами интересов группы экспертов и других заинтересованных лиц. Развитие технологий СЦ необходимо, в большей степени, применительно к быстропротекающим ЧС, в которых время принятия решений ограничено, а небольшое промедление может привести к гибели людей. Одним из характерных примеров таких ЧС являются наводненческие ситуации, частота которых на территории РФ в последние два десятилетия увеличилась вследствие изменений климата. Наибольшую опасность и ущерб создают наводнения двух типов: морские нагонные и паводковые. Нагонные наводнения характерны, прежде всего, для Санкт-Петербурга, для северной части Каспийского моря, устьев северных рек. Ливневые наводнения распространены в России практически повсеместно (Дальний Восток, Северный Кавказ, Южная Сибирь и др.).

Основные проблемы, решаемые при создании СЦ нового поколения, применительно к задаче предотвращения угрозы наводнений

Как и многие природные явления, наводнения вызываются совокупностью множества факторов, а их прогнозирование с помощью современных гидродинамических моделей является задачей высокопроизводительных вычислений. Несмотря на то, что на настоящий момент прогнозирование угрозы наводнений является достаточно отлаженным процессом, это не гарантирует успешное решение задачи предотвращения и устранения последствий наводненческой ситуации. Это обусловлено тем, что данный процесс связан с решением обратной мультидисциплинарной задачи – выбора оптимального сценария, определяющего меры по превентивному воздействию на развитие наводнения и мероприятия по минимизации ущерба в условиях неопределенности и неполноты входных данных. Как следствие, для решения такой задачи необходимо создание соответ-

ствующих инструментов ЛПР, позволяющих, используя все доступные источники информации, сократить время и обеспечить поддержку принятия решения, а также эффективно управлять действиями служб по предотвращению и ликвидации последствий ЧС.

Своевременное получение информации при управлении в ЧС позволяет принять более обоснованное, точное решение, что может, в свою очередь, качественно изменить ход событий и позволить предотвратить негативные последствия или сократить их. Однако в настоящее время разрыв между возможностью информационно-коммуникационных технологий предоставлять необходимую информацию и способностью ЛПР ее оперативно анализировать становится все более существенным. Особенно это характерно для уровня руководителя, на котором должны приниматься окончательные решения. Увеличить эффективность управленческих технологий и вывести их на новый уровень позволяет интерпретация СЦ как коллективной советующей системы. Разработка такого рода решения связана с преодолением следующих научно-технических проблем.

- Построение и организация «интеллектуального ядра» СЦ как комплекса средств сбора, агрегации и анализа данных, вычислительных моделей, а также средств интерпретации результатов и поддержки принятия решений. Это направление является приоритетным для развития технологий СЦ в мире [1]. Оно связано с обеспечением ЛПР не только необходимой информацией для самостоятельного принятия решений, но (в первую очередь) – соответствующими рекомендациями, позволяющими не только обосновать выбор того или иного действия, но и оценить связанные с ним риски.
- Разработка технологий, позволяющих эффективно сопрягать вычислительные модели, используемые в составе СЦ, с агрегированными данными из различных источников (например, ассимилируя и подстраивая работу моделей по мере развития ситуаций). Примером может служить концепция Dynamic Data Driven Application Systems, DDDAS, которая находит применение в различных областях научной деятельности: моделировании лесных пожаров, исследовании водных ресурсов, моделировании прибрежной среды и т.п.
- Создание динамической распределенной инфраструктуры для организации вычислительного процесса «интеллектуального ядра» в условиях ЧС. Основная проблема в данном случае состоит в том, что случаи возникновения ЧС достаточно редки, однако сам процесс поддержки принятия решений крайне ресурсоемок; при этом требования по вычислительной нагрузке изменяются нерегулярным образом. Как следствие, это делает неэкономичным использование для работы СЦ выделенных суперкомпьютеров и требует реализации т.н. концепции *экстренных вычислений* (UC, urgent computing) в распределенной среде [2].
- Основная проблема в развитии технологий создания базы вычислительных моделей и поддержки вычислительных и программных ресурсов для «интеллектуального ядра» состоит в том, что даже высококвалифицированные специалисты не владеют в полной мере всей «линейкой» вычислительных моделей (и реализующих их программных продуктов) для решения мультидисциплинарных задач, таких как развитие ЧС, связанных с угрозой наводнений. Это приводит к необходимости создания *коллаборативных подходов*, позволяющих эффективно объединять необходимых специалистов, вычислительные и программные ресурсы.

Поддержка коллективного принятия решений для предотвращения угрозы наводнения в Санкт-Петербурге

В соответствии с современными тенденциями в технологиях СЦ нового поколения, наиболее востребованным и актуальным является направление, связанное с развитием систем поддержки принятия решения (СППР). Особенно перспективными являются исследования в области систем распределенной поддержки коллективного принятия ре-

шений на основе проблемно-ориентированного моделирования. Основное преимущество данного подхода заключается в возможности решать сложные комплексные задачи в случаях, когда аналитические методы недоступны или неэффективны [3]. В ходе решения проблемы процесс принятия решений может включать информационный обмен, обсуждение и согласование мнений между заинтересованными сторонами [4]. В ходе процесса принятия решений группой экспертов, взаимодействующих между собой путем обмена информацией, могут возникать конфликтные ситуации, приводящие к неопределенности в выборе окончательного решения. Для разрешения таких конфликтов и минимизации неопределенности используется концепция поддержки коллективного принятия решения (ПКПР). Реализации концепции ПКПР могут иметь свои особенности в зависимости от предметной области [5].

В данной работе рассматривается реализация подхода поддержки коллективного принятия решений на основе проблемно-ориентированного моделирования для предотвращения угрозы наводнения в Санкт-Петербурге, которое может быть интегрировано с системой предупреждения угрозы наводнений. В качестве технологической платформы для реализации данного подхода выбрана среда для облачных вычислений CLAVIRE.

Схема реализации ПКПР в среде CLAVIRE показана на рис. 1.

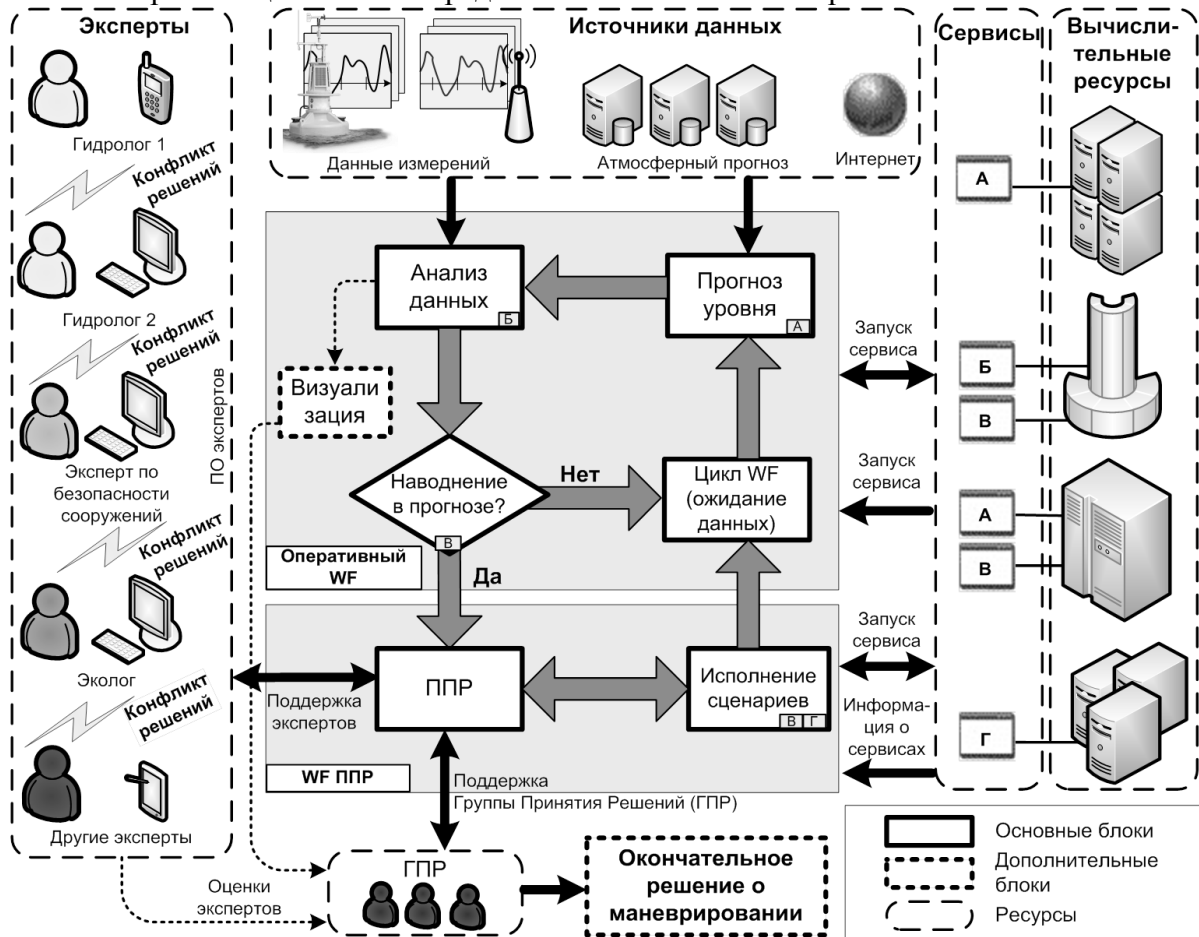


Рис. 1. Процедура коллективного принятия решений для предотвращения угрозы наводнения на базе платформы CLAVIRE

Процедура принятия решений запускается при поступлении внешних данных (атмосферных прогнозов и текущих измерений), которые позволяют оценить степень угрозы наводнения. Прогнозирование уровня воды на основе входных данных включает прогноз морского волнения, усвоение данных текущих измерений и собственно рас-

чет уровня и течений. В основе процедуры ПКПП лежат два потока задач (workflow, далее WF): оперативный WF и WF поддержки принятия решений (ППР).

Оперативный поток задач управляет цепочкой вызовов сервисов, отвечающих за предоставление метеорологического и гидрологического прогнозов, и инициирует вызов процедуры принятия решений. Поток задач поддержки принятия решений помогает экспертам и членам ГПР сделать правильную оценку качества различных планов маневрирования на основе выбранных критериев для принятия окончательного решения или подтвердить сценарий маневрирования, подготовленный в автоматическом режиме.

Заключение

Система распределенной поддержки коллективного принятия решений в ситуационном центре нового поколения для предотвращения угрозы наводнений обеспечивает ЛПР разнообразной информацией: от «сырых» данных до автоматически подготовленных сценариев маневрирования, а также позволяет ЛПР участвовать в процессе определения окончательного сценария маневрирования на всех этапах его выработки. Такая система реализуется на базе инфраструктуры платформы CLAVIRE в рамках концепции облачных вычислений

Литература

1. Новикова Е., Демидов Н. Средства интеллектуального анализа и моделирования сложных процессов как ключевой инструмент ситуационного управления // CONNECT! 2012. №3. – [<http://www.ситцентр.рф/pressa/novikova.pdf>].
2. Мостаманди С.В., Насонов Д.А., Калюжная А.В., Бухановский А.В. Ансамблевые прогнозы экстремальных гидрометеорологических явлений в распределенной среде CLAVIRE // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. № 10. С. 102–104.
3. Karmani F. Simulation-based Optimization and Decision Making with Imperfect Information. Doctoral Thesis, Stockholm, Sweden, 2011. ISBN 978-91-7501-151-6.
4. Wang L., Cheng Q. Web-based Collaborative Decision Support Services: Concept, Challenges and Application // International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences (ISPRS) Technical Commission II Symposium, Vienna, 12-14 July 2006. – [<http://www.isprs.org/commission2/proceedings06/pdf/wang.pdf>].
5. Zha F.X., Sriram R.D., Fernandez M.G, Mistree F. Knowledge-intensive collaborative decision support for design processes: A hybrid decision support model and agent // Comput. Ind. 59, 9 (December 2008). P. 905–922.