

Оптимизация производительности специализированного программного обеспечения для обработки сейсмических данных в среде NAS

■ Зайцев А.А., Акуленко А.С., ООО «ИНГЕОСЕРВИС», г. Тюмень

Аннотация. В статье представлена концепция одного из оптимизационных технических решений, направленных на минимизацию продолжительности расчётов в специализированном отраслевом программном обеспечении при проведении обработки сейсмических данных в области времен. Эффективность применённого способа организации архитектуры работы вычислительных серверов, системы хранения данных и программного обеспечения подтверждена результатами соответствующего анализа, проведённого в процессе выполнения серии производственных проектов.

Ключевые слова. Камеральная обработка сейсмических данных, ООО «ИНГЕОСЕРВИС», NAS, оптимизация производственных процессов, система хранения данных, программное обеспечение по обработке сейсмических данных.

Введение

Эффективность процесса камеральных сейсморазведочных работ в полной мере определяется двумя ключевыми критериями – качеством результатов, формируемых в рамках технологических блоков и продолжительностью их получения. При этом, указанные критерии являются взаимосвязанными, т.к. с одной стороны, стремление достичь желаемого корректного и правомерного геофизического и, далее, геологического результата предполагает перманентное увеличение затрат времени, а с другой, применение актуальных административных и технологических концепций и методик, направленных на повышение качества промежуточных и итоговых данных [1,2], способствует сокращению продолжительности их получения.

Формирование цифровых сейсмической, сейсмогеологической и иных моделей изучаемой среды является гибридным процессом, объединяющим применение инженерного базиса, реализованного в специализированном программном обеспечении (ПО) и непосредственно экспертных знаний специалистов, выполняющих работы. Таким обра-

зом, общую времяёмкость выполнения проекта по исследованию недр можно разделить на две составляющие:

- время, затрачиваемое на формирование или выбор перспективной геофизической или геологической идеи – является продуктивной, «экспертной компонентой», во многом определяющей качество результата;
- время, затрачиваемое на получение цифровых данных, необходимых для формирования или проверки корректности идеи – затраты времени на машинные вычисления, или «вычислительная компонента», которая в разрезе выполнения работ не является продуктивной, т.к. непосредственно в процессе расчётов не осуществляется продвижение в исследованиях.

Таким образом, именно минимизация непродуктивной, «вычислительной компоненты» затрат времени является важнейшей задачей, решение которой позволит значимо повысить качество результатов без увеличения сроков их получения. Одному из оптимизационных технических решений в этом направлении, посвящена данная статья.

О значимости оптимизации структуры затрат времени этапа обработки сейсмических данных

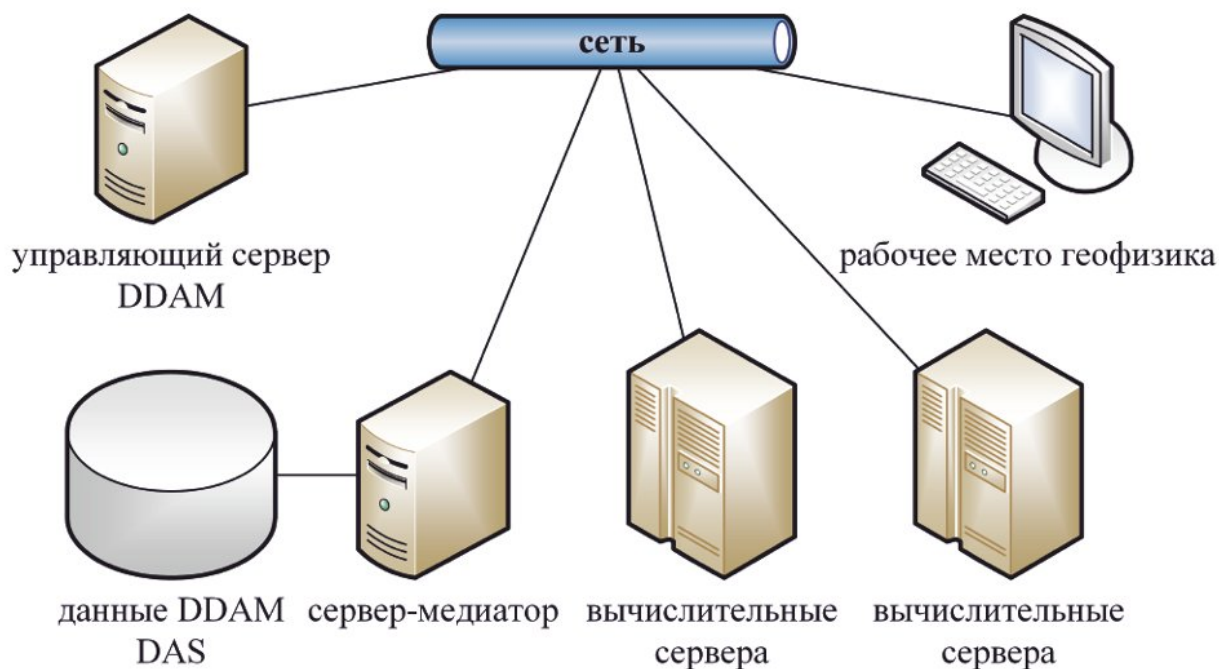
В структуре камеральной сейсморазведки, этапы обработки сейсмических данных в области времен и глубин характеризуются наиболее длительным периодом вычислений. Время, затрачиваемое на машинные расчёты, согласно производственной статистики компании ООО «ИНГЕОСЕРВИС» может достигать 70-80% от общей продолжительности работ, особенно при выполнении макропроектов, предполагающих формирование единых сейсмических моделей размерности МОГТ-3D значительной квадратуры на основе консолидации нескольких пространственных съёмок. Нельзя также не отметить значительную долю «вычислительной компоненты» и в процессах инверсионных преобразований при реализации стохастических методов, а также геологического и гидродинамического моделирования. Но стоит принять во внимание, что в рамках данных этапов количество актов запуска продолжительных по времени расчётов невелико, длительность процесса подготовки к расчёту и непосредственно вычислений статистически соотносится примерно в равных долях. Этап обработки сейсмических данных, особенно в области времен, напротив, консолидирует целую серию ресурсоёмких, продолжительных по времени процессов, исчисляемых десятками в рамках одного проекта. При этом, доля «вычислительной компоненты» возрастает пропорционально сложности глубинных сейсмогеологических условий, в которых получены априорный сейсмические материалы, что в критических случаях может привести к фактической невозможности реализовать экспертный опыт в полном объёме для обеспечения должного

качества сейсмической модели в требуемые сроки.

По данным причинам, оптимизационные решения, направленные на модернизацию технических аспектов работы специализированного программного обеспечения в направлении камеральной обработки, обладают наиболее значительным потенциалом не только для повышения эффективности выполнения работ этапа, но и камеральных работ в целом, т.к. этап обработки является одним из начальных и любые негативные и позитивные изменения в отношении качества и сроков получения сейсмической модели, в полной мере отражаются на всех последующих этапах и стадиях производственного процесса.

Концепция оптимизационного решения

Объектом освещаемой оптимизации являлась продолжительность расчётов в одном из зарубежных специализированных программных комплексов камеральной обработки сейсмических данных в области времён, распространённом на территории Российской Федерации и широко используемом сервисными компаниями и инженерными центрами компаний-недропользователей. В качестве основной задачи было определено максимально возможное сокращение «вычислительной компоненты» в структуре затрат времени соответствующего этапа работ за счёт модернизации архитектуры работы технической связки «программное обеспечение» - «система хранения данных (СХД)». Основанием для инициации работ по оптимизации послужила неприемлемая продолжительность вычислений при выполнении камеральной обработки сейсмических данных пространственным объёмом



▲ Рис.1. Блок-схема, отражающая базовый вариант архитектуры работы специализированного программного обеспечения с системой хранения данных.

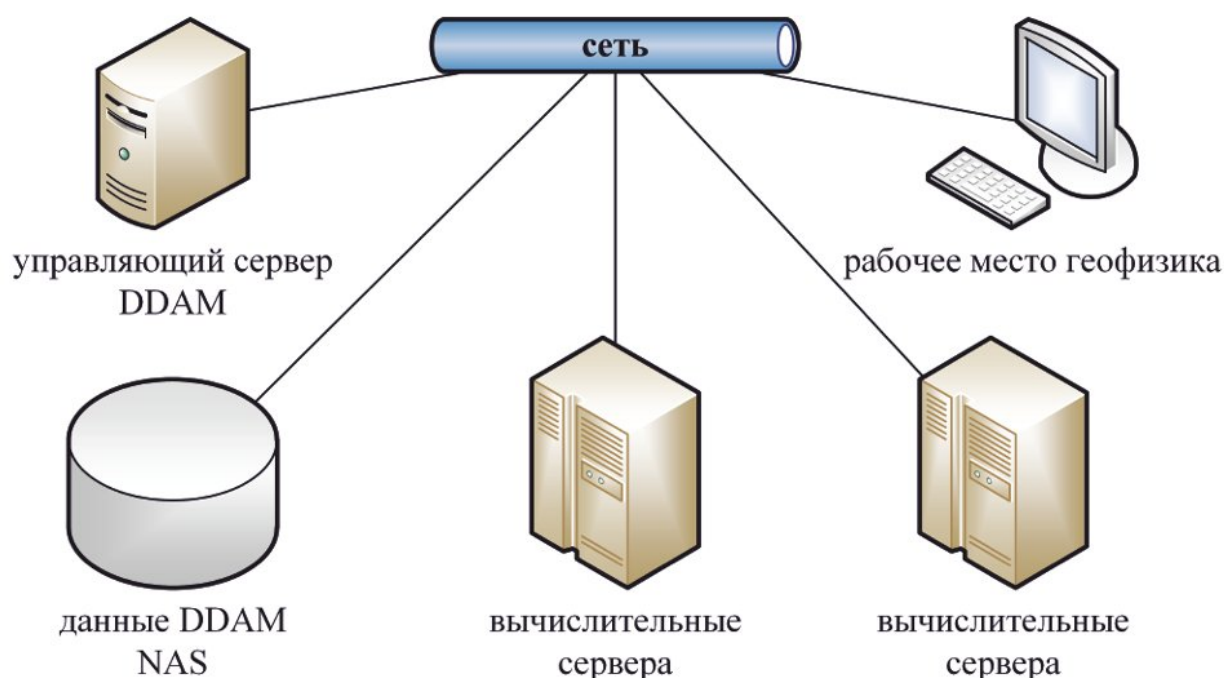
более 700 км² стандартной плотности наблюдений.

При изучении аспектов архитектуры работы специализированного программного обеспечения и СХД, было установлено, что по умолчанию, разработчиками ПО реализован вариант организации и хранения сейсмических данных известный как Distributed Dataset Access Manager (DDAM), который позволяет предоставлять данные единовременно большому количеству пользователей. Этот вариант предполагает использование специальных серверов-медиаторов, к которым напрямую подключаются элементы СХД (концепция Direct Attached Storage (DAS)). При этом, запросы на чтение и запись адресуются управляющему серверу, а сами данные проходят через сервера-медиаторы. Также на серверах-медиаторах локализованы сервисы, индексирующие наборы данных и отправляющие информацию о них на управляющий сервер (Рис.1).

Таким образом, успешность применения базовой архитектуры напрямую

зависит от пропускной способности серверов-медиаторов и их надёжности (отказоустойчивости). В случае работы с небольшими объёмами данных, архитектура остаётся стабильной и расчёты проводятся в приемлемые сроки, но при выполнении обработки сейсмических материалов значительного объёма, в большинстве случаев, коррелируемого с пространственной площадью наблюдений, ожидаемый результат при использовании данной архитектуры получить в требуемые сроки не представляется возможным.

После локализации проблемы и проработки путей её решения, в процессе оптимизации был осуществлён переход на архитектуру Network Attached Storage (NAS), которая также обеспечивает возможность единовременной работы с СХД в многопользовательской среде, но при этом данные считываются и загружаются на централизованную ёмкость диска напрямую, без использования каких-либо промежуточных серверов (Рис.2).



▲ Рис.2. Блок-схема, отражающая архитектуру работы специализированного программного обеспечения с системой хранения данных с применением NAS.

Таким образом, архитектура NAS позволяет адресовать запросы на чтение и запись непосредственно управляющему серверу, а сами данные распределять на вычислительные узлы (сервера) и считывать с узлов напрямую обращаясь к СХД.

После принятия концептуального решения о переходе на работу с архитектурой NAS, была проведена самая сложная в техническом отношении часть оптимизации, а именно настройка всех элементов системы с учётом специфики используемого специализируемого ПО и внутренней сетевой инфраструктуры. В результате работ были сформированы локальные, ассоциированные с вычислительными узлами специальные сервисы, корректным образом осуществляющие взаимодействие между системой хранения данных и специализированным программным обеспечением, а также был решён ряд проблем, связанных с повышением эффективности использования разнотипных элементов системы хранения данных. Дополнительно, было обеспечено равномерное распределе-

ние нагрузки на СХД и минимизированы потери времени расчётов, связанные с различной производительностью вычислительных серверов разных типов, совместно используемых для расчётов.

Для оценки успешности решения основной задачи оптимизационных работ, в рамках нескольких производственных проектов было проведено тестирование ретроспективного и нового варианта архитектуры. Анализ результатов тестирования показал, что сокращение затрат времени на процессы чтения и записи при выполнении расчётов с использованием новой архитектуры, является ощутимым уже при выполнении проектов пространственного объёма более 500 км², для случаев работы с проектами 1 000 км² и более, снижение затрат времени достигало 3 и более раз, пропорционально увеличению объёма данных.

Т.к. в процессе вычислений, затраты времени распределяются между фазами чтения-записи данных и непосредственно расчётом, посредством оптимизации, глобальное сокращение «вычислитель-

ной компоненты» в структуре затрат времени на выполнение обработки составило 5-25% в зависимости от масштаба производственных работ, что является крайне значительным с учётом количества выполняемых компанией проектов макроуровня. Таким образом, успешность реализации оптимизационного решения подтверждена в полной мере.

Заключение

Описанная в статье оптимизация является свидетельством практической возможности значимой минимизации непродуктивной «вычислительной компоненты» в структуре затрат времени выполнения обработки сейсмических данных в области времен за счёт применения актуальных технических решений без увеличения операционных расходов, связанных с расширением кластерной системы.

Применённое техническое решение характеризуется перманентным действием и масштабируется на все проекты, обеспечивая комплексное повышение эффективности выполнения работ как в отношении качества результатов, так и продолжительности их получения.

Несмотря на относительную давность проведения оптимизации в компании ООО «ИНГЕОСЕРВИС», авторы не исключают, что подобное техническое решение может быть актуально для рассмотрения в иных компаниях, выполняющих камеральные сейсморазведочные работы.

Благодарности

Авторский коллектив выражает признательность сотрудникам отдела обработки материалов сейсморазведки и отдела системно-технического сопровождения ООО «ИНГЕОСЕРВИС» принявшим участие в апробации и внедрении оптимизационного подхода, а также

Директору по информационным технологиям ООО «ИНГЕОСЕРВИС», Дмитрию Александровичу Слепчукову и Генеральному директору компании, Андрею Викторовичу Лукашову, за всестороннюю поддержку производственных инициатив.

Литература

1. Акуленко А.С., Гафаров Р.М., Сираев И.А. Концепция и перспективы реализации формата «Расширенный полевой проект» при выполнении полевых сейсморазведочных работ // Геофизика. 2023. №1. С. 77-84.
2. Акуленко А.С., Авраменко А.Д. Эффективность применения специализированного технологического решения «SODP» компании АО «Башнефтегеофизика» при выполнении обработки сейсмических данных МОГТ-3D, полученных на юго-западной части Прикаспийской впадины // Геофизика. 2022. №4. С. 108-116.

Подробнее об авторах



Зайцев
Алексей Александрович
Заместитель директора
по информационным
технологиям
ООО «ИНГЕОСЕРВИС»
по поддержке программного
обеспечения. Окончил
Тюменский государственный
нефтегазовый университет
в 2011 г.



Акуленко
Александр Семёнович
Заместитель генерального
директора ООО «ИНГЕОСЕРВИС»
по технологическому развитию.
Окончил Гомельский
государственный технический
университет имени
П.О. Сухого в 2007 г.