

GST – программное обеспечение для построения геолого-геофизических карт и анализа данных

- Шайхлисламова А.В., Акуленко А.С., ООО НПЦ «Геостра», АО «Башнефтегеофизика», г. Уфа
- Сидоров А.А., АУ ХМАО-Югры НАЦРН им. В.И. Шпильмана, г. Тюмень

Аннотация. В статье представлена актуальная информация об отечественном специализированном программном комплексе GST, обеспечивающем возможность гибкого и вариативного решения широкого спектра задач, связанных с построением карт различных типов и разноплановым анализом геолого-геофизической информации. Освещены ключевые возможности, а также преимущества программного обеспечения по сравнению с функционалом, предоставляемым зарубежными компаниями. Приведён план развития комплекса на ближайшую перспективу.

Введение

Одним из перспективных методов повышения качества, оперативности и эффективности решения геологических задач в процессе камеральных сейсморазведочных работ является совершенствование специализированных программных комплексов. При этом, успешность реализации данного метода во многом зависит не только от состава и количества математических формул и моделей, реализованных в программном обеспечении (ПО), но также и от того, ведётся ли разработка во взаимодействии со специалистами, выполняющими производственные работы.

Данный фактор является актуальным безотносительно к стадиям и направлениям выполняемых работ, т.к. несмотря на высокий уровень цифровизации, экспертная составляющая при проведении камеральных исследований недр по-прежнему является ключевой. Таким образом, развитие и модернизация функционала специализированного ПО, при котором наибольшее внимание уделяется нуждам и потребностям специалистов-практиков, а не популярным зарубежным трендам, представляет собой рациональный подход со значительным потенциалом.

Специализированное отечественное программное обеспечение GST (Свидетельство о регистрации программ для ЭВМ №2005612939) является показа-

тельным примером результативности применения данного подхода, т.к. функционал комплекса разрабатывался и продолжает развиваться на основе актуальных производственных задач в направлении геологической интерпретации, решаемых специалистами АУ ХМАО-Югры НАЦРН им. В.И. Шпильмана, где ведётся непосредственная разработка программного обеспечения, ООО НПЦ «Геостра», а также иных компаний. Таким образом, программный комплекс хоть и является многофункциональным, но не пересыщен опциями и технологиями, использование которых будет востребовано с низкой степенью вероятности при выполнении работ на участках недр Российской Федерации и СНГ.

Программное обеспечение является коммерческим и уже более 20 лет успешно применяется для построения региональных и локальных структурных каркасов геолого-геофизических моделей, анализа данных и оперативной оценки запасов углеводородов [1-3]. При этом, разработчики программного обеспечения продолжают развитие функционала комплекса в концепции консолидации ожиданий экспертов отрасли и собственных производственных целей. Таким образом, данная публикация представляет собой не только источник информации о перспективном отечественном ПО, но и является открытым предложением о принятии участия в его развитии для

специалистов сервисных компаний и компаний-недропользователей.

Ключевые функциональные возможности GST

Архитектура программного комплекса выстроена по принципу конструктора, в качестве элементов (объектов) которого выступают стандартизованные типы данных – таблицы, линии, гриды, абстрагированные от конкретных геологических сущностей. Каждый элемент может представлять собой исходную информацию, а также являться результатом расчётов в программном обеспечении с применением иных элементов.

Процесс работы в ПО осуществляется в рамках того или иного «Проекта GST», представляющего собой иерархическое дерево объектов, узлы которого являются одновременно и результатом вычислений, и исходными данными для расчетов следующего уровня. Кроме самих объектов в проекте сохраняются все параметры расчетов и связей между элементами дерева, необходимые для того, чтобы получить итоговый результат. Реализованный «сценарный» подход позволяет формировать уникальные технологические графы под каждую конкретную задачу, а многопоточность позволяет вести несколько расчетов параллельно или прерывать их в любой момент.

Таким образом, функциональный базис программного комплекса представлен следующими основными возможностями:

- автоматизированный расчет элементов геологических моделей с применением параллельных вычислений и многопоточности;
- формирование технологических цепочек с применением гибкого «сценарного» подхода, учитывающего состав исходных данных и специфику решаемой задачи;
- адаптированность к работе с большими объемами информации, что позво-

ляет в приемлемые сроки решать задачи по построению региональных структурных моделей в рамках макропроектов;

- расширение функционала ПО через написание на языке C++ внешних расчетных модулей, встраиваемых в сценарий решения задачи;
- выполнение пространственных операций с векторизованными и точечными данными;
- автоматическое отслеживание необходимости перестроения объектов при изменении исходных данных или настроек. Технология обеспечивает полное соответствие результатов расчетов исходным данным в условиях непрерывного изменения, добавления исходной информации, корректировки схемы и параметров вычислений;
- копирование объектов и веток проекта для решения однотипных задач. Данная функция значительно сокращает время и трудозатраты в случае построения целых наборов структурных поверхностей;
- синхронизация работы группы специалистов при работе с макропроектами с помощью технологии «связанных проектов». Технология заключается в прямом доступе из одного «Проекта GST» к данным другого, минуя обменные файлы и директории. Подход позволяет эффективно разбить крупную практическую задачу на несколько блоков и распределить ее между специалистами. При этом обеспечивается синхронизация решения блоков задачи, модифицированные данные в автоматическом режиме попадают из блока в блок вверх по технологической цепочке;
- поддержка работы с различными форматами точечных данных, линий, полигонов, гридов. При этом перечень форматов регулярно пополняется;
- пакетная загрузка файлов, а также автоматический пересчет проекций и единиц измерений координат в ходе загрузки файлов в проект и их экспорте.

Особенности программного обеспечения

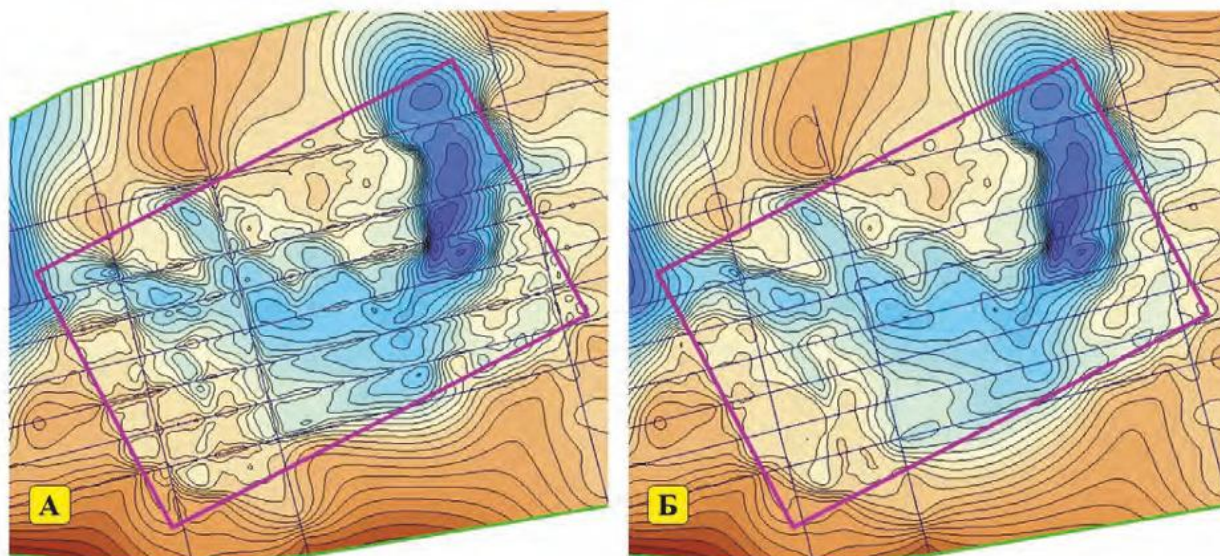
По сравнению с зарубежными аналогами программный комплекс имеет ряд значимых особенностей, которые на основе производственного опыта в полной мере могут быть отнесены к преимуществам освещаемого ПО.

Единый метод вариационно-сеточного картопостроения позволяет с высокой эффективностью решать задачи как регионального, так и локального уровня и учитывать разнородную геолого-геофизическую информацию. Универсальность метода заключается в том, что помимо структурных построений, он применим для расчета полей свойств через задание законов их пространственного распределения в виде дифференциальных уравнений. Особенность вариационного метода картирования подразумевает наличие отклонения значений результирующего грида от данных наблюдения. Величина этой невязки регулируется весовыми коэффициентами, и она тем ниже, чем больше вес (значимость) данных. Варьируя весовые коэффициенты, пользователь может добиться или максимального соответствия карты исходным данным, или построить некий тренд, учитывающий лишь общую тенденцию распределения картируемого параметра. Таким образом, данный подход позволяет сделать акцент на тех данных, которые вызывают больше доверие, и является крайне эффективным при построении поверхностей с использованием результатов интерпретации сейсмических данных МОГТ-2D и МОГТ-3D, так как точность и детальность карты будут существенно зависеть от плотности сейсмических профилей, шага между пикетами, а также изменчивости простирания отражающих горизонтов вдоль профиля.

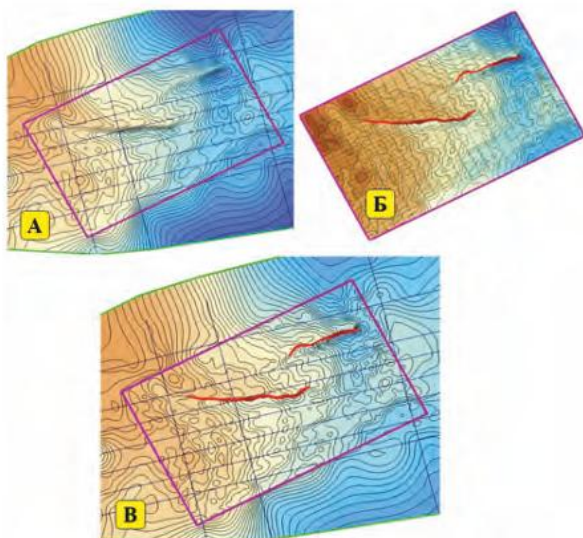
Пример производственной реализа-

ции подхода представлен на рисунке 1. Специфика работ заключалась в том, что данные МОГТ-2D и МОГТ-3D были получены в разные годы, корреляцию отражающих границ выполняли специалисты разных компаний, но на завершающей стадии проекта необходимо было получить единые сводные структурные поверхности. На рисунке 1.А отображен результат процедуры картопостроения без применения весовых коэффициентов. Невязки между данными МОГТ-2D и МОГТ-3D составляют примерно 60 мс, также карта осложнена артефактами. На рисунке 1.Б представлен результат картопостроения, полученный после применения весов. Невязки полностью компенсированы, артефакты отсутствуют. Таким образом, задача решена корректно с учётом полного перечня исходных данных и их специфики.

Различные способы использования дополнительной информации при построении карт. В процессе выполнения региональных или комплексных проектов, нередко возникает ситуация, при которой необходимо учесть результаты, полученные как в процессе выполняемых работ, так и в рамках ретроспективных исследований изучаемого района. Как правило, это могут быть фрагменты сеток или наборы изолиний. В зависимости от решаемой задачи и качества данных, в программном обеспечении существует два способа их использования. Фрагменты карт могут быть преобразованы в точечную информацию и, далее, включены в схему построения или же эти фрагменты могут быть «один в один» встроены в результирующий грид. На примере, предоставленном на рисунке 2, карта, построенная по данным МОГТ-3D с шагом грида 25x25 м успешно встроена в карту по данным МОГТ-2D с шагом грида 250x250 м (результаты ретроспективных работ).



▲ Рис. 1. Примеры результатов картопостроения до (А) и после (Б) применения весовых коэффициентов.

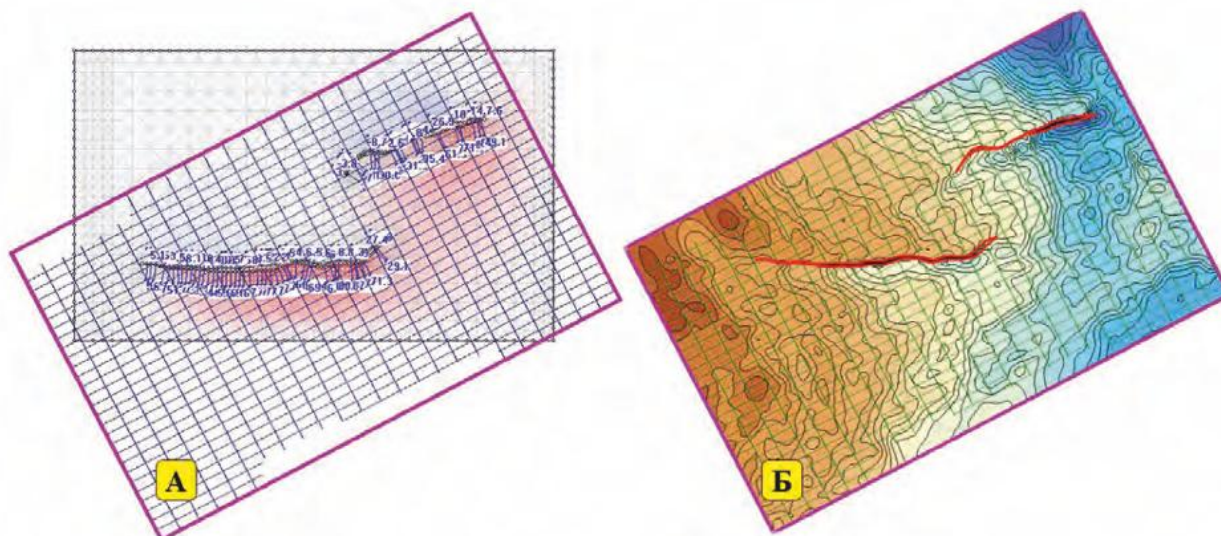


▲ Рис. 2. Пример построения результирующей карты (В) на основе карты по данным МОГТ-2D (А) и карты с дизъюнктивными нарушениями по данным МОГТ-3D (Б).

Применение различных моделей конформности при построении согласованного структурного каркаса. При решении данной задачи возможности GST не ограничиваются простейшим условием параллельности картируемой и опорной поверхностей. Функционал программного комплекса позволяет описать различные ситуации: выклинивание пластов на фундамент с постепенным выравниванием палеорельефа и выполаживанием структур, согласное

залегание пластов с плавным переходом структурных форм от нижней поверхности к верхней, пласты клиноформного типа.

Построение детальных локальных и региональных структурных карт с учетом дизъюнктивных нарушений. Для реализации данной возможности в программном обеспечении предусмотрены два способа: картирование поверхности в окрестности разломов совместно с построением пликативной части грида и раздельное построение пликативной и разломной частей. Первый способ заключается в построении в окрестности линии разлома, в дополнение к основному гриду, пакета вложенных гридов с использованием сплайнов на треугольном базисе. При этом искомая функция с разных сторон разлома ведет себя независимо. Идея второго способа заключается в представлении картируемой поверхности как суммы пликативной части и сдвиговой. Пликативную часть можно трактовать как ненарушенную поверхность, а сдвиговую, как поле тектонического сдвига. Амплитуда разломов может импортироваться из файлов, устанавливаться вручную или определяться на основе результатов сейсмической интерпретации.



▲ Рис. 3. Пример построения карты с дизъюнктивными нарушениями:
А - сдвиговая часть, Б - плитативное поле с учетом сдвиговой части.

Пример построения карты с дизъюнктивными нарушениями вторым способом представлен на рисунке 3. Сдвиговая часть представляет собой сетку, состоящую из нерегулярных треугольных элементов (Рис. 3, А), в узлах которой заданы значения сдвига, а линии приподнятого и опущенного блоков разломов совпадают с ребрами треугольников. Плитативное поле рассчитано на основе сдвигового поля с соответствующими поправками в используемой точечной и косвенной информации (Рис. 3, Б). Цифрами на рисунке обозначены значения смещения по разломам.

О планах развития

Программное обеспечение непрерывно дополняется новыми функциональными возможностями и уже в ближайшей перспективе с высокой степенью вероятности можно ожидать завершение работ по следующим направлениям:

- расширение функциональных возможностей работы с траекториями наклонных скважин;
- совершенствование мультисеточных технологий – создание детализирующих вклеек сложной формы;
- развитие технологии «динамических

параметров» – возможность задания ключевых параметров построения динамически, в ходе исполнения технологической цепочки;

- развитие технологии многовариантных построений;
- дальнейшее совершенствование возможностей по взаимодействию GST со сторонним программным обеспечением на уровне исполнения технологической цепочки.

Заключение

Специализированное программное обеспечение для построения геолого-геофизических карт и анализа данных GST представляет собой не только успешную программную реализацию, которая позволяет решать широкий перечень задач геологической интерпретации сейсмических, скважинных и сопутствующих материалов, но и является подтверждением возможности создания эффективного программного обеспечения отечественными разработчиками, не уступающего, а по некоторым аспектам даже превосходящего зарубежные аналоги.

Авторы статьи выражают надежды, что инициатива создателей GST по разви-

тию программного комплекса с учётом мнений и ожиданий специалистов, выполняющих производственные работы, найдёт поддержку и количество компаний, использующих комплекс в практической деятельности, будет неуклонно возрастать, что позволит продолжить совершенствовать функционал ПО, повышая результативность выполнения производственных проектов и сокращая их продолжительность.

Литература

1. Сидоров А.А. О формировании цифровой постоянно действующей структурной модели осадочного чехла Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Геология и Геофизика, 2022, т. 63 (8), С. 1153-1166.

2. Сидоров А. А. Учет дизъюнктивных нарушений в задачах геокартирования с использованием метода граничных интегральных уравнений // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2020. Том 6. № 2 (22). С. 110-126. DOI: 10.21684/2411-7978-2020-6-2-110-126.

3. Сидоров А. А. Вариационно-сеточный подход к построению литологических моделей клиноформных отложений // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2022. Том 8. № 1 (29). С. 109-125. DOI: 10.21684/2411-7978-2022-8-1-109-125.

References

1. A. A. Sidorov. On the creation of a digital permanently operating structural model for the sedimentary cover of the West Siberian petroleum province // Geology and Geophysics, 2022, Vol. 63 (8), pp.1153–1166.

2. A. A. Sidorov. Using the method of boundary integral equations in solving of the geological mapping problems with faults // Tyumen State University Herald.

Physical and Mathematical Modelling. Oil, Gas, Energy. 2020. Vol. 6. No. 2 (22). pp. 110–126 DOI: 10.21684/2411-7978-2020-6-2-110-126.

3. A. A. Sidorov. Variational gridding approach to the lithological modeling of clinoform-type deposits // Tyumen State University Herald. Physical and Mathematical Modelling. Oil, Gas, Energy. 2022. Vol. 8. No. 1 (29). pp. 109–125. DOI: 10.21684/2411-7978-2022-8-1-109-125.

Подробнее об авторах



Шайхлисламова
Алина Владимовна

Менеджер по развитию бизнеса в направлении комплексной интерпретации сейсмических данных ООО НПЦ «Геостра» (АО «Башнефтегеофизика»). Окончила Уфимский ГНТУ.



Акуленко
Александр Семёнович

Руководитель группы развития бизнеса ООО НПЦ «Геостра» (АО «Башнефтегеофизика»). Окончил Гомельский ГТУ им. П.О. Сухого.



Сидоров
Андрей Андреевич

К. ф.-м. н., заведующий отделением Математического моделирования геологических объектов АУ ХМАО-Югры НАЦРН им. В.И. Шпильмана. Окончил Тюменский ГУ.