

ЗАО «ТИНГ»
Ул. Герцена, 64
625000, г. Тюмень

Телефон: (3452) 685-114
Моб: +7 (912) 926-6344
Электронная почта:
Volkovvp@Togi.ru

АТЛАС-ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

Программный продукт, позволяющий на профессиональном уровне выполнить подсчет начальных геологических запасов УВС и подготовить графические и табличные материалы для представления в государственных органах

Бриллиант Л.С.
Волков В.П.
Грандова Е.В.
Сивков П.В.
Попова Е.Ю.

Компьютерные технологии в практике подсчете запасов УВС давно и весьма успешно используются во всем мире. Задачи, решаемые с применением компьютерных систем при подсчете запасов достаточно обширны и включают в себя всю цепочку действий, начиная от систематизации и хранения исходной геолого-геофизической информации, моделирования геологической среды и заканчивая подсчетом запасов нефти и газа и выдачей графической и текстовой информации.

Широкое внедрение компьютерных систем, тем не менее, не освобождает специалиста от необходимости выполнения «ручной работы». Неоднозначность формализации многих процедур, требуемых при подсчете запасов, привело к тому, что методические приемы, исторически используемые при подсчете запасов и описанные в соответствующих инструкциях, без изменений находили свое отражение в компьютерных системах, используемых при подготовке материалов для представления в государственную комиссию по запасам.

В результате, в сфере программного обеспечения для целей геологического моделирования и подсчета запасов сложилась ситуация, когда компьютер используется как совершенное вычислительное устройство, вместе с тем продолжая быть лишь еще одним «инструментом ручного труда».

Текущему положению дел способствовали действующие инструкции к методике подсчета запасов и представления материалов в государственную комиссию. Являясь фундаментом современной системы недропользования, классификация углеводородного сырья действует с небольшими изменениями с 1983 года.

В настоящий момент в этой области происходит ряд изменений, направленных на совершенствование регламентирующей базы и приведение ее в соответствие с требованием времени.

Вместе с тем, цитируя Генерального директора ФБУ «ГКЗ» Шпурова И.В., можно отметить, что любая, даже самая совершенная система должна меняться в соответствии с требованием времени, становиться регулятором происходящих процессов. Так, начиная с 2016 года, вступает в действие ряд документов, определяющих методологическую основу при подсчете начальных геологических запасов УВС и форматы представления результатов подсчета в государственную комиссию по запасам:

- классификация запасов и ресурсов нефти и горючих газов;
- инструкция по применению классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов;
- рекомендации к методике построения геологических моделей при подсчете запасов углеводородного сырья.

Переход на новую классификацию запасов, а также введение в действие рекомендаций к методике построения геологических моделей, способствует развитию и совершенствованию методических подходов к подсчету запасов и соответствующего программного обеспечения.

Стоит отметить, что с целью оптимизации перехода в 2016 году на новую классификацию, а также для повышения качества геолого-гидродинамических моделей, представляемых при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений УВС, ФБУ «ГКЗ» совместно с ЦКР Роснедр в 2015 г. организовали работу по апробации современных программных продуктов, применяемых при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений УВС.

Одним из современных программных продуктов, прошедшим апробацию, является «АТЛАС-Подсчет запасов».

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АТЛАС-ПЗ

«АТЛАС-Подсчет запасов» - программный продукт, разработанный для геологов и разработчиков как проектных организаций, так и недропользователей. Программа позволяет на профессиональном уровне выполнить подсчет начальных геологических запасов нефти, свободного и растворенного газа, конденсата и сопутствующих компонентов и подготовить графические и табличные материалы для представления в государственных органах.

Программа содержит шесть блоков, конструкция которых соотносится с основными этапами работ по подсчету запасов:

- корреляция;
- структурное моделирование;
- картопостроение;
- геологические разрезы;
- подсчет запасов;
- оформление графических приложений.

В основе программы - интерактивность взаимодействия пользователя с геолого-геофизическими данными.

КОРРЕЛЯЦИЯ В ОДИН КЛИК МЫШИ

Корреляция разрезов скважин, оформление геолого-геофизических планшетов и формирование схем обоснования флюидальных контактов осуществляется в едином инструменте – модуле корреляции.

Интерактивная работа со скважинными данными в режиме планшета позволяет определять стратиграфические границы, границы флюидальных контактов буквально в один клик мыши. При этом пользователь либо добавляет, либо изменяет необходимые реперы, просто перемещая их мышью.

Выравнивание стратиграфического разреза на один или более реперов позволяет принимать правильные решения при корреляции разреза в районах с некомпенсированным осадконакоплением.

Полноценное задействование многооконного режима позволяет взглянуть на процесс корреляции с разных ракурсов (рис. 1):

- визуализация выделенной в дереве данных поверхности любого отражающего горизонта может быть организована одновременно в 2D, 3D окнах, на схеме корреляции и на геологическом разрезе;
- выделив в дереве данных поверхность любого отражающего горизонта его визуализация может быть организована одновременно в 2D окне, в 3D окне, на схеме корреляции;
- видимая в настоящий момент на схеме корреляции линия профиля отображается также и в 2D окне, что позволяет визуально определить, с какими скважинами месторождения в настоящий момент осуществляется работа.

Любые изменения границ пластов фиксируются программой, что позволяет исключить случайные ошибки при корреляции и вернуться на произвольный шаг назад.

«Светофор» – одна из уникальных функциональных возможностей программного пакета «АТЛАС-Подсчет запасов». Использование «светофора» позволяет формализовать процедуру выделения границ пластов и значительно сократить время на корреляцию продуктивных горизонтов.

Программа поддерживает многовариантность результатов корреляции. Это могут быть варианты корреляции старых работ по подсчету запасов, либо различные варианты корреляции при анализе неопределенности геологического строения пласта.

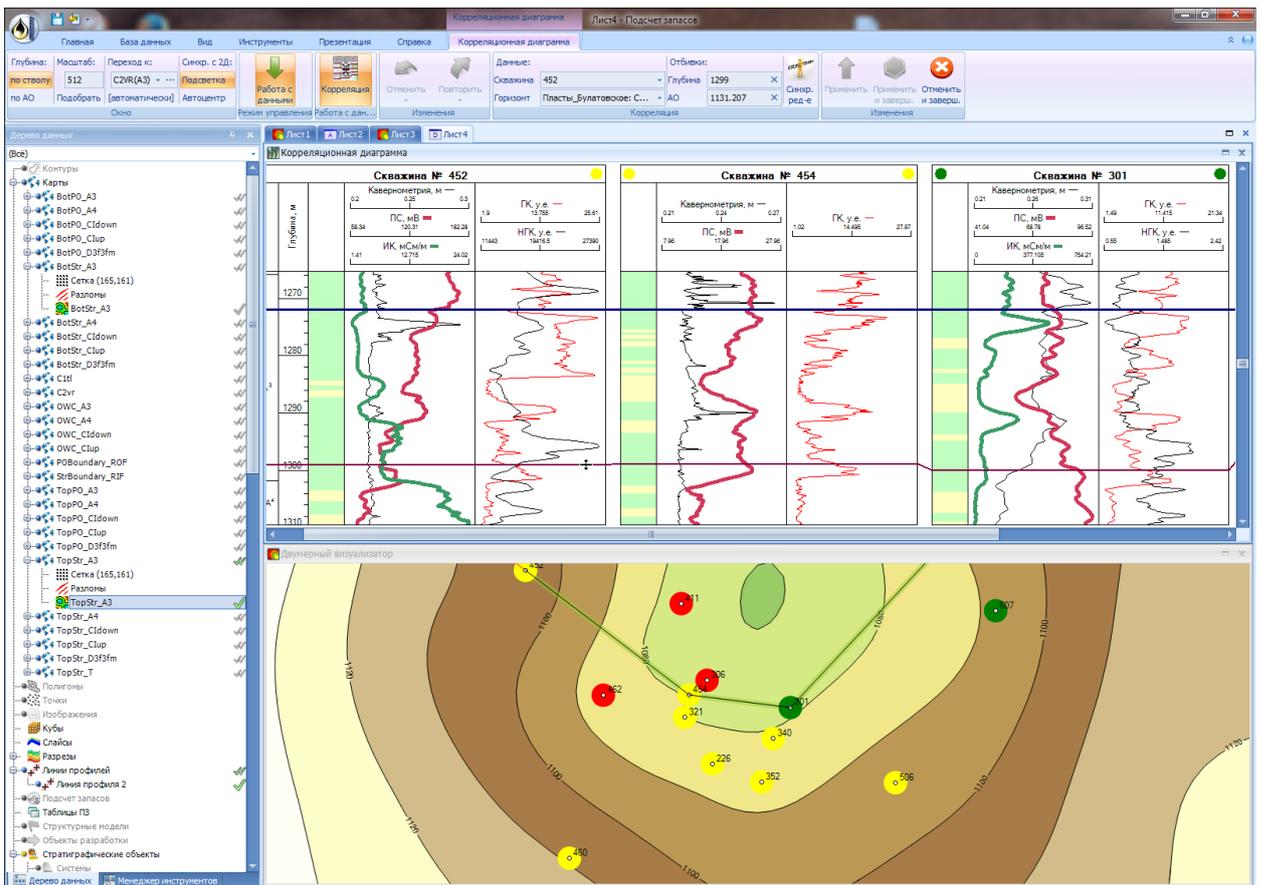


Рис. 1 Пример схемы корреляции в программе «АТЛАС-Подсчет запасов»

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Построение структурных поверхностей, ограничивающих продуктивные горизонты, как правило осуществляется методом схождения от выделенных на основе сейсмогеологического анализа отражающих горизонтов. Используемый при этом подход является достаточно простым, но вместе с тем имеет ряд ограничений, что не позволяет его применять на многопластовых месторождениях.

В частности, ограничения связаны с тем, что траектории пробуренных на месторождении скважин, в большинстве своем, далеки от вертикальных. Это обстоятельство приводит к тому, что точка входа и выхода из пласта не совпадает по своим координатам, что в свою очередь не позволяет корректно учесть общую толщину пласта, которая при интерполяции карты общих толщин присваивается либо точке входа в пласт, либо точке выхода. Получаемая при таком подходе погрешность невелика в случае одного пласта и может быть скорректирована путем «подсадки» итоговой поверхности на контрольные точки (скважины). Однако, в случае многопластовых месторождений, поверхности, получаемые последовательным сложением общей толщины, постепенно накапливают погрешность, связанную с кривизной скважины, что приводит к появлению ложных куполов или прогибов на структурных поверхностях. Необходимость учета при структурном моделировании нескольких отражающих горизонтов, приуроченных к разным продуктивным пластам вообще ставит задачу структурного моделирования методом схождения в разряд нетривиальных и, порой, нерешаемых.

«АТЛАС-Подсчет запасов» предлагает комплексное решение задачи структурного моделирования в условиях разнородной и, зачастую, противоречивой исходной информации.

Отличительной особенностью структурного моделирования, реализованного в «АТЛАС-Подсчет запасов», является возможность одновременного учета отражающих горизонтов, соответствующих различным продуктивным пластам. Для учета наклонно-направленных скважин программа оперирует такими понятиями как:

- точка входа ствола скважины в пласт, точка выхода ствола скважины из пласта;
- стратиграфическая толщина пласта в точке входа и выхода из пласта;
- вертикальная толщина пласта в точке входа и выхода из пласта.

С учетом этой информации происходит построение карты общей толщины пласта и учет ее при структурном моделировании (рис. 2).

Модуль структурного моделирования в качестве исходных данных может воспринимать следующую информацию:

- границы пластов в скважинах;
- точки;
- контуры;
- поверхности.

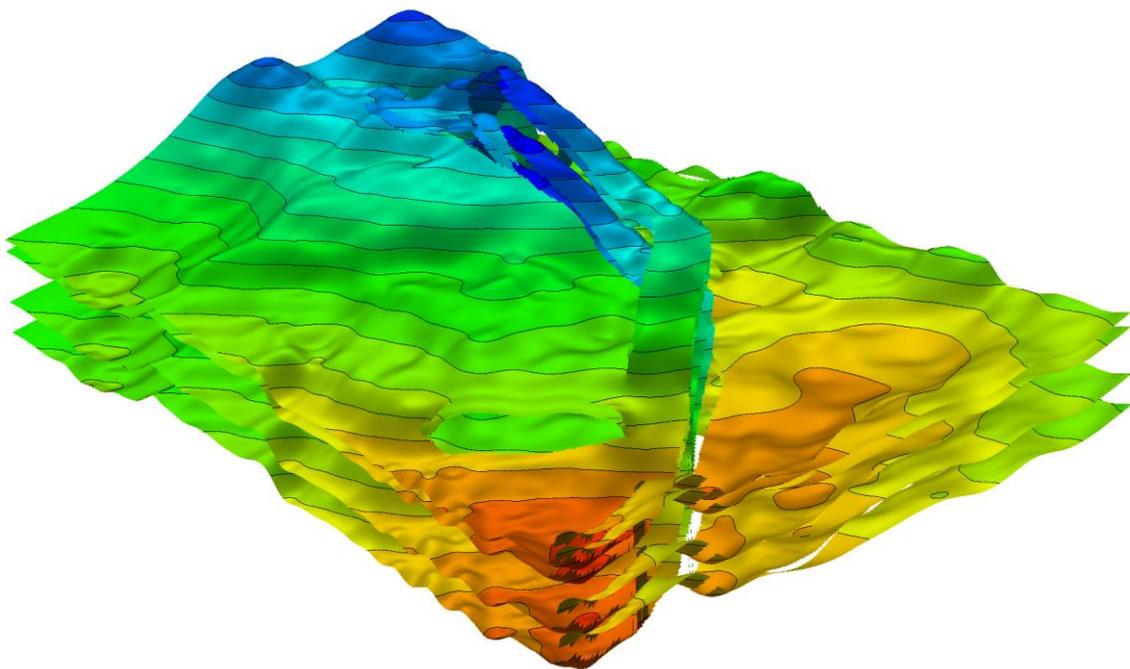


Рис. 2 Пример структурного каркаса, построенного в «АТЛАС-Подсчет запасов»

Стоит отметить, что исходная информация по каждому моделируемому горизонту может содержать произвольный набор данных.

Работа в модуле структурного моделирования достаточно проста и интуитивно понятна. В предлагаемом инструменте необходимо определить пласты, по которым строятся структурные поверхности и для каждого горизонта выбрать исходные данные. Все остальные операции программа выполнит в автоматическом режиме.

КАРТОПОСТРОЕНИЕ

Модуль картопостроения разработан для решения задач воспроизведения 2D полей параметров, с использованием любой геолого-геофизической информации.

Карты эффективных и эффективных насыщенных толщин при подсчете запасов строятся для создания принципиальной геологической модели пласта и определения эффективного объема залежей нефти и газа.

В задачах построения карт эффективных нефте-газонасыщенных толщин для целей подсчета запасов на практике используют как правило два подхода:

1. Карты получают прямой интерполяцией значений эффективной нефтенасыщенной (газонасыщенной) толщины;
2. Путем интерполяции значений доли коллектора с последующим умножением полученной карты на карту общих нефтенасыщенных (газонасыщенных) толщин.

В случае нефтяной (газовой) залежи, построение карты эффективных нефтенасыщенных (газонасыщенных) толщин не представляет серьезных трудностей у специалистов при подсчете запасов. Иначе обстоят дела при построении карт насыщенных толщин для газовых залежей с нефтяными оторочками.

На практике геологи очень часто упрощают себе задачу и строят карты нефтенасыщенных и газонасыщенных толщин отдельно, используя способы, описанные выше. Однако, полученные карты в этом случае не согласуются ни с построенной ранее картой эффективных толщин (сумма нефтенасыщенных и газонасыщенных толщин в зонах полного насыщения не соответствует карте эффективных толщин), ни с картой общих толщин (сумма нефтенасыщенных и газонасыщенных толщин очень часто превышает общие).

Решение всех этих задач в автоматизированном режиме берет на себя **модуль картопостроения** в «АТЛАС-Подсчет запасов».

Исходными данными для построения карт эффективных нефте-газонасыщенных толщин являются:

- структурные поверхности по кровле и подошве пласта;
- карты доли коллектора, построенные отдельно для газовой, нефтяной и водонасыщенной частей пласта;
- поверхности ВНК и ГНК;

Реализованный в «АТЛАС-Подсчет запасов» **модуль картопостроения** является универсальным при построении карт насыщенных толщин для геологических обстановок любой сложности.

Получаемые карты полностью согласованы со структурным каркасом, между собой и соответствуют скважинным данным.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ УВ

Оценка начальных геологических запасов углеводородного сырья является завершающим этапом в работе по подсчету запасов и выполняется, когда в распоряжении специалиста имеются все построенные карты и обоснованы все подсчетные параметры.

В считанные минуты подсчет запасов можно выполнить как для всего пласта, так и для отдельных залежей, зон и категорий.

Следует отметить, что в программе нет необходимости вручную ограничивать участки, в пределах которых необходимо выполнить подсчет запасов. Программа автоматически детализирует вычисления до требуемых зон насыщения, категорий, водоохраных и санитарных зон (рис. 3). Подсчетные параметры по каждой зоне будут автоматически вычислены на основе исходной

информации, либо пользователю будет предложено откорректировать эти параметры вручную.

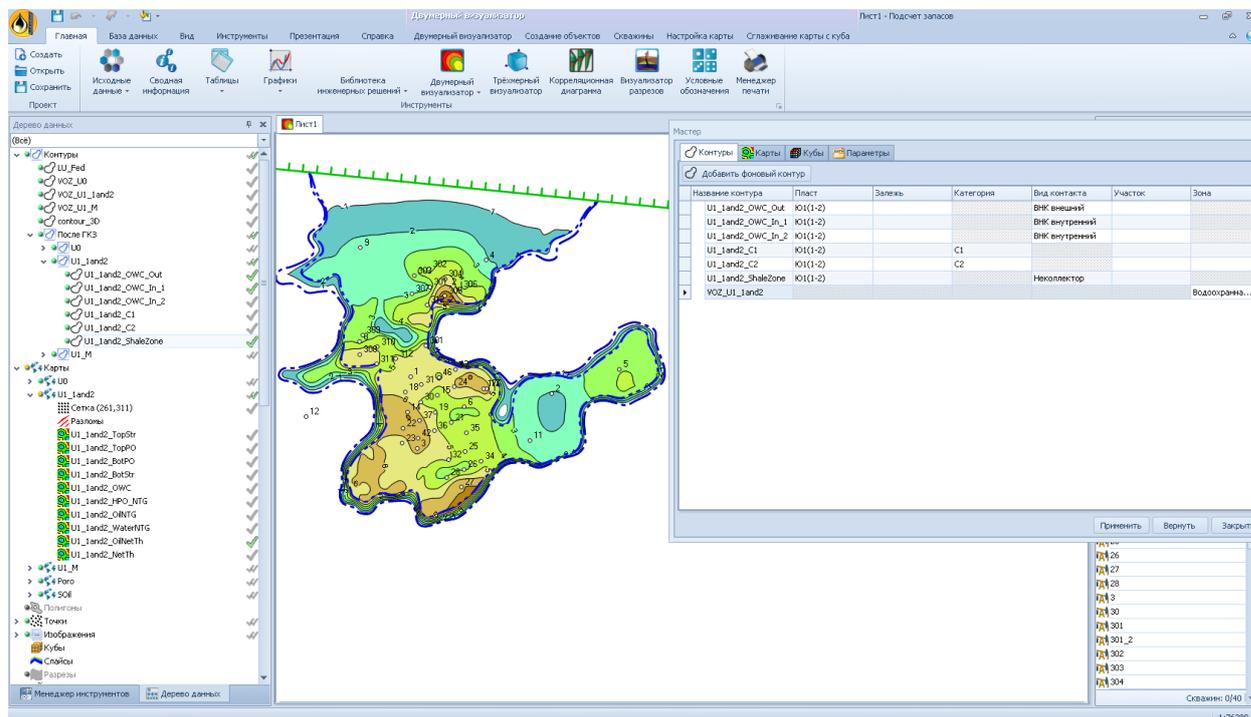


Рис. 3 Пример оценки запасов в «АТЛАС-Подсчет запасов»

Полученная в итоге таблица начальных геологических запасов УВС будет сформирована в автоматическом режиме и доступна для экспорта в Excel или печати непосредственно из программы.

В автоматическом режиме в программе «АТЛАС-Подсчет запасов» формируются и заполняются следующие табличные формы:

- сводная таблица подсчетных параметров и запасов нефти и растворенного в нефти газа
- сводная таблица подсчетных параметров и запасов свободного газа и газового конденсата
- сводная таблица подсчетных параметров и запасов полезных компонентов, содержащихся в нефти и газе
- таблица сопоставления параметров и величин запасов предыдущего подсчета и настоящего пересчета
- таблица осредненных значений параметров
- таблица обоснования флюидальных контактов
- таблица испытаний скважин
- сводная геолого-геофизическая характеристика пластов
- таблица средневзвешенных значений подсчетных параметров

Итоговые таблицы соответствуют требованиям действующих инструкций к подсчету запасов.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ

Геологические разрезы являются неотъемлемым элементом подсчета запасов и в наглядной форме отображают строение участка земной коры, характер залегания горных пород, положение разрывных нарушений, формы складчатых структур.

Несмотря на кажущуюся сложность, для построения геологического разреза в «АТЛАС-Подсчет запасов» достаточно выделить несколько скважин. Результат построения в реальном времени отобразится в окне программы (рис. 4). При этом программа учитывает обширный набор геолого-геофизической информации:

- учет процессов осадконакопления и тектонической эволюции;
- построение разрезов в соответствии с литологической моделью продуктивного пласта или упрощенной моделью (коллектор-неколлектор);
- учет границ подсчетного объекта, зон замещения, карт эффективных толщин и характера насыщения (газ, нефть, вода) позволяет построить разрез, согласованный с геологическим представлением о строении продуктивного пласта;
- возможность построения разреза по скважинам или получения профиля с 3D геологической модели.

В инструменте реализован принцип мгновенного учета всех изменений, вносимых пользователем: добавление или удаление скважины, изменение тектонической модели, учет структурных поверхностей подсчетного объекта или карты эффективных толщин. Инструмент в реальном времени производит перестроения, поэтому все внимание пользователя нацелено на анализ геологического строения пласта, а не на задачи по оформлению самого разреза.

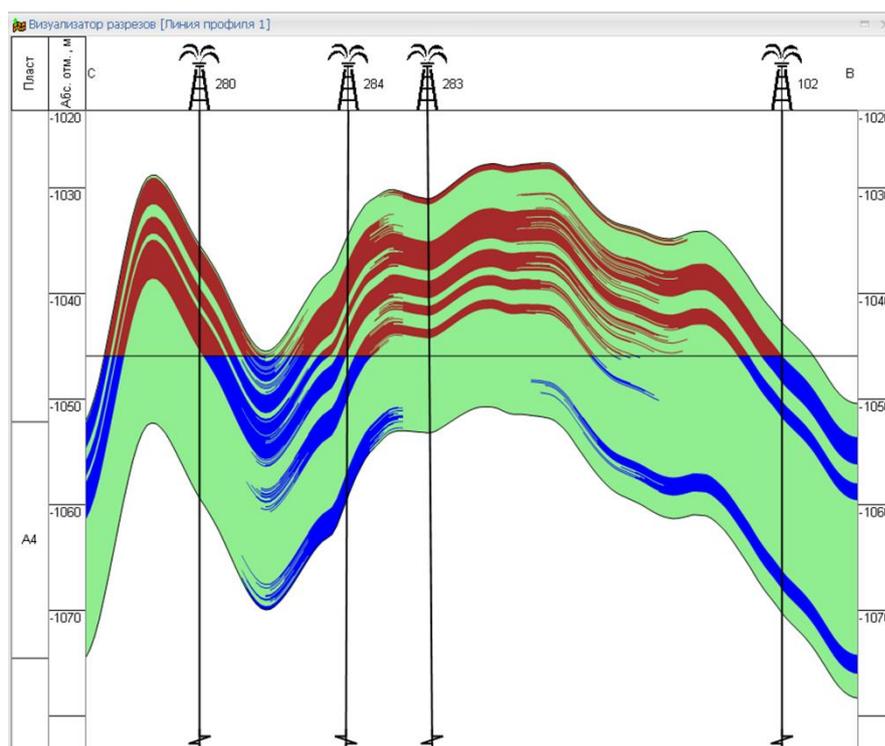


Рис. 4 Пример построения геологического разреза

ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Основным документом подсчета начальных геологических запасов нефти и газа является подсчетный план, составляемый на основе структурных карт по кровле подсчетного объекта, карт эффективных и эффективных нефтегазонасыщенных толщин.

«АТЛАС-Подсчет запасов» предлагает все инструменты для оформления необходимого графического материала.

Модуль печати организован по принципу рабочего холста. В интерактивном режиме пользователь размещает графические и табличные приложения, оформленные в программе, при необходимости добавляет текстовую информацию и штамп. Полученный рабочий лист может быть сохранен в базе данных, экспортирован в векторном или растровом формате либо распечатан непосредственно из программы.

РОЛЬ АТЛАС-ПЗ В НОВОЙ МЕТОДИКЕ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ

Подсчет начальных геологических запасов УВС в Российской Федерации исторически выполняется консервативными методами и представляется в 2D варианте.

Однако, к настоящему времени лидирующую роль в вопросах оценки запасов углеводородного сырья стал играть процесс трехмерного геологического моделирования. Современные методы, применяемые при построении трехмерной модели пласта, зачастую противоречили устоявшимся представлениям о методах оценки запасов и прогнозирования параметров залежей углеводородов. В этой связи в 2014 г. ФБУ «ГКЗ» инициировало создание новых «Рекомендаций к методике построения геологических моделей при подсчете запасов УВС».

Отличительной особенностью «Рекомендаций...» является отход от консервативных схем мышления и гармонизация методов 3D моделирования с апробированным и нашедшим широкое распространение в России 2D подсчетом запасов. Одна из основных задач заключается в повышении обоснованности подсчетных параметров, выработке четкой последовательности действий и формализации операций с первичной информацией для получения объективного представления о характеристиках залежей, объеме и структуре запасов углеводородов.

В новых «Рекомендациях...» впервые обозначены параметры, получаемые с 3D геологической модели, картографический материал, который формируется с использованием 3D геологического моделирования и рекомендуемый к представлению в государственных органах при защите отчета по подсчету запасов.

В условиях изменения регламентирующей базы, отражающей подходы к подсчету начальных геологических запасов, ПК «АТЛАС-Подсчет запасов» также обновляется, оставаясь всегда актуальным.

Уже сейчас трехмерные геологические модели могут быть напрямую использованы в программе, наравне с 2D картами, в качестве основы для подсчета запасов. Для решения этой задачи «АТЛАС-Подсчет запасов» способен импортировать исходную геолого-геофизическую информацию, в том числе 3D кубы параметров, из наиболее современных в настоящий момент платформ геолого-гидродинамического моделирования – компаний ROXAR и Schlumberger.

Геологические разрезы и картографический материал, являющиеся неотъемлемым элементом отчета по подсчету запасов, можно построить используя 3D геологическую модель непосредственно в «АТЛАС-Подсчет запасов». При этом программа предлагает широчайший набор инструментов для выполнения этих задач.

Построение геологических разрезов с 3D модели не сложнее аналогичной операции по скважинам. Пользователю достаточно выделить требуемый геологический профиль и активировать любой 3D куб и программа «поймет», что геологический разрез необходимо построить не по скважинам, а получить его с имеющейся 3D модели.

Создание карт с 3D кубов параметров является само по себе тривиальной задачей, но зачастую карты, построенные с модели, имеют непрезентабельный

вид и могут быть отклонены экспертами ГКЗ. Для решения задач оформления картографических материалов «АТЛАС-Подсчет запасов» предлагает набор инструментов для сглаживания 2D карт и разрезов, полученных с 3D модели (рис. 5). Необходимо отметить, что все операции по корректировке карт осуществляются в интерактивном режиме и могут выполняться как для всей карты целиком, так и для отдельных регионов.

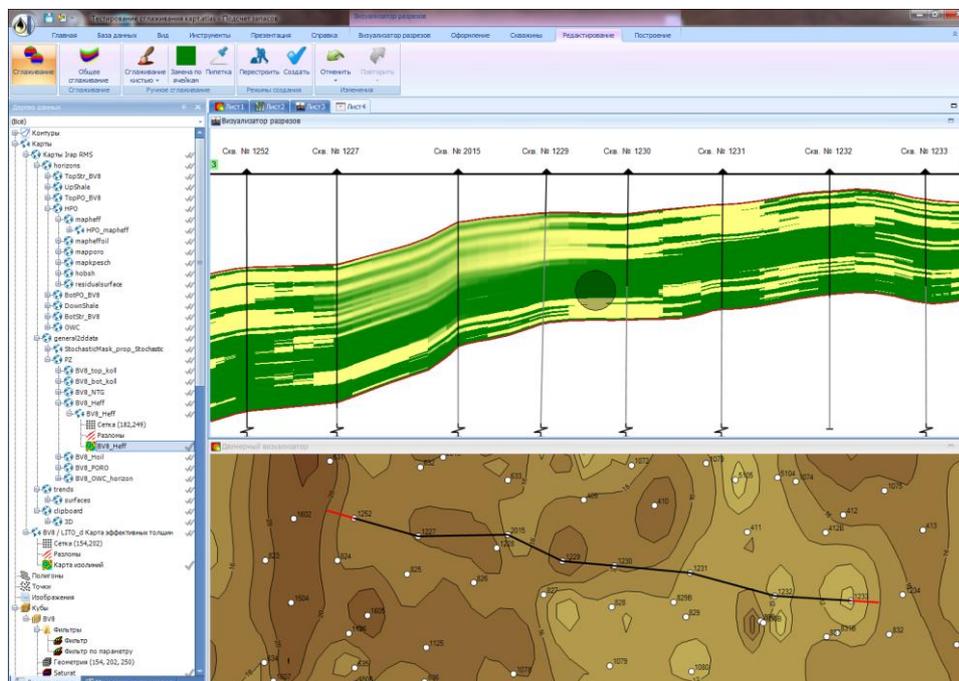


Рис. 5 Пример процедуры сглаживания геологического разреза, полученного с 3D модели

ВЫВОДЫ

Программный продукт «АТЛАС-Подсчет запасов» – профессиональный инструмент для задач геологического моделирования и подсчета запасов углеводородного сырья.

С применением ПК «АТЛАС-Подсчет запасов» с 2011 г. созданы и прошли экспертизу в государственных органах более 100 работ по подсчету начальных геологических запасов УВС, включая оперативные подсчеты запасов.

В ходе работ по апробации программного обеспечения экспертной комиссией ФБУ «ГКЗ» в 2015 г., ПК «АТЛАС-Подсчет запасов» аккредитован для решения задач подсчета запасов углеводородов.