

Акционерное общество «Росгеология»  
Акционерное общество

«Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» (АО «СНИИГГиМС»)

Обособленное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский геологоразведочный  
институт угольных месторождений» (ОП «ВНИГРИуголь»)

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА УГОЛЬ

Бударина Татьяна Валентиновна,

Леонов С.С., Антипова А.П., Писоцкая Л.И., Решетняк В.Н.

г. Ростов-на-Дону

2022 г.

ВНИГРИУголь с 2003 года по 2015г. по контракту с Роснедра вел работы по методическому обеспечению и сопровождению поисковых и оценочных работ на уголь, выполняемых за счет средств федерального бюджета. В рамках этого в институте разрабатывались и внедрялись информационные технологии; выполнялось информационно-аналитическое обеспечение геологоразведочных работ на уголь.

Были разработаны *информационные системы* –

*-справочно-аналитическая информационная система по объектам поисковых и оценочных работ на уголь, выполняемых за счет средств федерального бюджета /ГИС-ГРР «Уголь» (2008 г.);*

*-электронный банк картографической и фактографической информации Большовской Западной площади в Ростовской области (2009 г.);*

*- информационная система для анализа и обобщения результатов поисковых работ в центральной и южной части Лево-Алдакайского месторождения Алдано-Чульманского района (2011 г.).*

Работы информационного направления выполнялись в рамках  
Госконтрактов по Договорам с Подрядчиками по объектам  
поисковых работ на уголь:

- северной части Восточной Каменской площади Ростовской области (2012 г.);
- опоскованной площади Широкинского района Магаданской области, Тангинской мульды Забайкальского края, участка Михайловского Южного Ростовской области, Приграничной площади Республики Саха (Якутия), Восточно-Чексинской площади Кемеровской области (2014 г.);
- на Ундытканской площади Южно-Якутского бассейна в 2014-2016гг.;
- в южной части Алгоминской и Когуряхской площадей Южно-Якутского бассейна в 2017-2020гг.;
- на Лахской площади в Сахалинской области в 2017-2020гг.;
- на Силовской площади Печорского бассейна в 2018-2021гг.;
- в центральной части Нямдинской площади Печорского бассейна (Ненецкий АО) в 2021-2022гг.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При выполнении этих работ специалистами «ВНИГРИУголь» были определены методические принципы организации информации по углю и создания векторных карт.

Разработаны информационные технологии, обеспечивающие сбор, накопление и обработку первичных данных:

- *формирование электронного фактографического и картографического каталога геологических данных (баз данных) для автоматизированной обработки информации при проведении поисковых работ на уголь;*
- *построение трехмерных моделей участков поисковых работ.*

# ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО КАТАЛОГА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

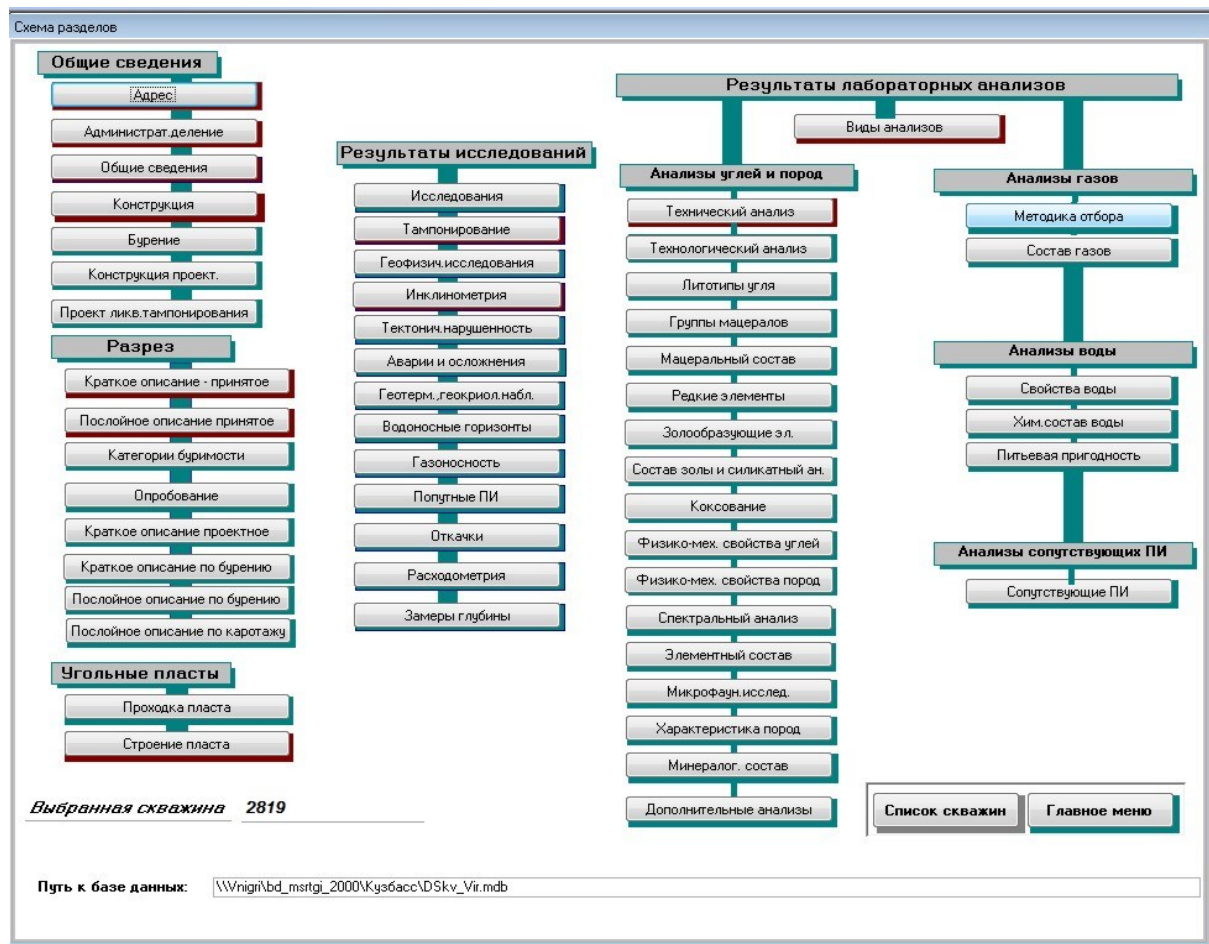
По результатам анализа информации выделяются следующие информационные блоки – фактографический, картографический и функциональный.



## Фактографическая часть каталога

Содержит:

- общие сведения об участке работ, скважине, канаве/обнажении;
- разрез - данные о послойном описании скважины (по каротажу и бурению скважины, принятый разрез), описание слоев канавы/обнажения (полевое и принятое);
- угольные пласты (строение по бурению, каротажу и принятое к оценке ресурсов);
- результаты исследований;
- сведения об отборе проб, видах и результатах лабораторных анализов.



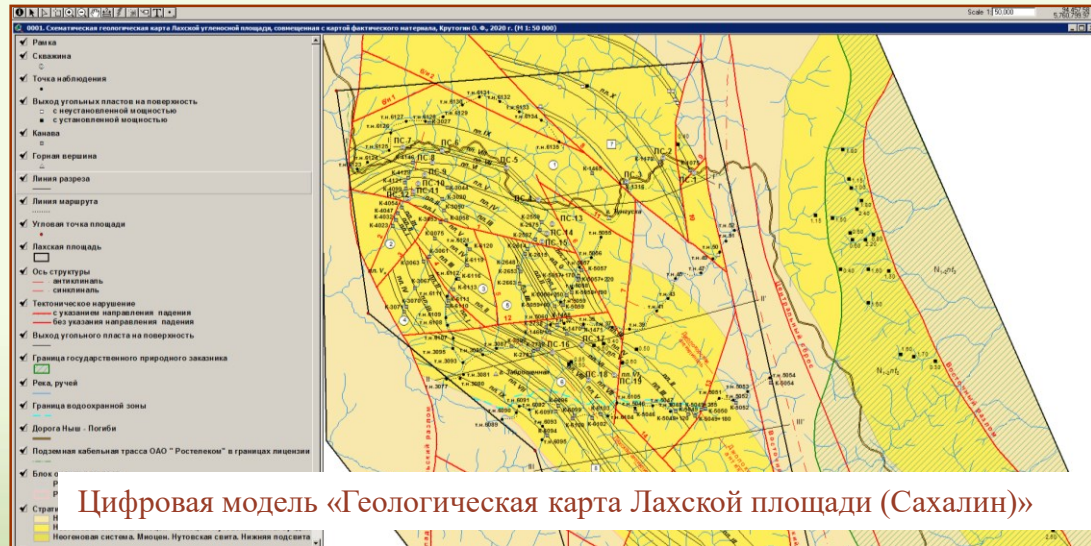


## Картографическая часть каталога

предназначена для хранения графической информации (сканированной и векторной) по району работ.

Структура картографической части каталога разрабатывается с учетом необходимой графической информации для решения задач по обработке и анализу результатов поисковых работ на конкретной площади.

Обычно это электронные карты с базой атрибутивных данных, растровые данные, цифровые геологические разрезы, стратиграфические колонки, геофизические кривые и т.д.



## Функциональная (управляющая) часть каталога

обеспечивает автоматизированную обработку результатов поисковых работ и включает в себя функциональные части (программные модули), которые предназначены для сбора, обработки и просмотра первичных данных по участку поисковых работ.

Решаемые задачи:

- оперативное получение информации о характеристиках угольных объектов – участка работ, района работ;
- геологическая документация обнажений угленепроявлений, скважин, горных выработок;
- документация геофизических исследований – краткие результаты исследований, создание послойной колонки скважины по каротажу;
- построение принятого разреза по скважине (увязка геологического разреза);
- сопровождение лабораторных исследований.

**Скважина 9**      **Участок Нямдинская площадь**

Адрес скважины: Угольный бассейн: Пензенский бассейн  
 Угленосный район: Коротавинский угленосный район  
 Месторождение: Нямдинское месторождение

Административная привязка: Координаты: X (м): 7590130.73, Y (м): 5293550.90, Абсолютная отметка, Z (м): 224

Общие сведения: Назначение скважины: Тонсовая  
 Общие геологические задачи: Исследование конъюнкций уголь-особо ценных маров и энергетических уголей  
 Специальные задачи: Выполнена полностью  
 Степень выполнения задания: Выполнено полностью  
 Разведочная линия/профиль: 0-1'

Конструкция скважины: Описание слоев по бурению: С оплывшими от проекта в связи со сложностью рельефа (улиц, впадина, озера и т.п.) местность.

Опробование: Методы ГИС: Глубина забоя скважины - принятая, м: 497.00; Начальный азимут бурения: 55.00; Интервал углей, м: 70; Колонна, м: 83.3; Проектная глубина скважины, м: 500.00; Наклон, м: 29.40; Глубина св. по буровому инструменту, м: 497.00; Раствор: афа drill (на водной основе); Глубина скважины по каротажу, м: 496.00;

Принятое последнее описание (протек): Принятое последнее описание (палеон): Atlas Corp CS-140; ИММН-42-100 BOM1275 (цифровой); Рабочий (не), расценивший выработку: Овсюк И.И., Ибатов Р.И.; Угль, геолог: Аляева И.В.; Геолог: Аляева Т.А., Аляева С.П., Мельник В.В.; Оценщик, выполнявший каротаж: Овсюк И.В.; Интерпретатор, выполнявший интерпретацию каротажа: Аляева И.В.

Результаты анализов: Дата забурки: 17.03.2022; Дата заложения: 17.03.2022; Дата начала тампонажа: ; Дата окончания бурения: 22.03.2022; Дата закрытия: 22.03.2022; Дата окончания тампонажа: ;

Выход

Общие сведения о скважине

**Скважина 9-Б**      **Участок Сивовская площадь**

Адрес скважины: Иллюминация: Масштабное склонение: 25.5; Направление: ; Глубина забоя, м: 500

Административная привязка: ; Общесведения: ; Конструкция скважины: ; Описание слоев по бурению: ; Опробование: ; Методы ГИС: ; Последнее описание по каротажу: ; Инклинометрия: ; Принятое последнее описание (протек): ; Принятое последнее описание (палеон): ; Угльные пласты и прочие ресурсы: ; Результаты анализов: ;

Координаты точек замера:

| Глубина замера, до [м] | Интервал замера, м | Проекция на вертикаль, dh | Проекция на горизонтальную плоскость, h | Приращение, dx | Приращение, dy | Координаты, x | Координаты, y | Отклонение от вертикальной оси | Абсолютная отметка, Z |
|------------------------|--------------------|---------------------------|---|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| 0.00                   | 0.00               | 0.00                      | 0.00                                    | 0.00           | 0.00           | 7570346.35    | 5654381.57    | 0.00                           | 168.15                |
| 10.00                  | 10.00              | 9.43                      | 9.43                                    | 3.34           | 3.00           | 7570343.33    | 5654391.03    | 3.34                           | 150.76                |
| 20.00                  | 10.00              | 9.43                      | 18.86                                   | 3.34           | 3.00           | 7570352.33    | 5654391.45    | 6.68                           | 143.33                |
| 30.00                  | 10.00              | 9.44                      | 28.29                                   | 3.30           | 2.97           | 7570355.36    | 5654391.93    | 9.97                           | 135.85                |
| 40.00                  | 10.00              | 9.43                      | 37.72                                   | 3.34           | 3.00           | 7570358.36    | 5654394.39    | 13.31                          | 130.46                |

Координаты слоев принятого описания:

| Стратиграфический этаж | Название породы | Глубина замера, до [м] | Интервал замера, м | Проекция на вертикаль, dh | Проекция на горизонтальную плоскость, h | Приращение, dx | Приращение, dy | Координаты, x | Координаты, y | Отклонение от вертикальной оси, м |
|------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------------|---|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------------------|
| F                      | Г               | 0                      | 0                  | 0                         | 0                                       | 0              | 0              | 7570347       | 565           |                                   |
| F                      | Суглинок        | 32                     | 32                 | 9.43995                   | 30.179                                  | 3.369139       | 2.397163       | 1.443691      | 7570356       | 565                               |
| F                      | Песчаник        | 57                     | 25                 | 9.426414                  | 53.74504                                | 3.339058       | 2.346488       | 1.568883      | 7570364       | 59                                |

Координаты угольных пластов, принятых к расчету/оценке запасов/ресурсов:

| Стратиграфический этаж | Глубина замера, до [м] | Интервал замера, м | Проекция на вертикаль, dh | Проекция на горизонтальную плоскость, h | Приращение, dx | Приращение, dy | Координаты, x | Координаты, y | Отклонение от вертикальной оси, м |
|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|---|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------------------------|
| 05                     | 82.14                  | 0                  | 0                         | 77.40725                                | 0              | 0              | 7570351       | 565505.3      | 27.45324                          |
| 05                     | 108.46                 | 0                  | 0                         | 102.1673                                | 0              | 0              | 7570355       | 565505.8      | 36.37275                          |
| 05                     | 157.66                 | 0                  | 0                         | 140.4618                                | 0              | 0              | 7570359       | 565514.3      | 53.01725                          |

Результат: Расчет координат точек инклинометрии и слоев

Результат: Расчет координат точек инклинометрии и слоев





## *Информационная технология построения трехмерной цифровой модели*

обеспечивает наглядное отображение пространственного размещения угольных пластов и разрывных нарушений, а также характеристик геологического строения и угленосности объекта для оценки ресурсов углей.

*На физическом уровне технология реализована с помощью геоинформационной системы ArcGis 9.3.1, программных модулей, разработанных в ГИС ArcView 3.2 и фактографической базы данных по скважинам/выработкам или электронного каталога, созданных в среде MS Access.*

*Построение трехмерной модели участка поисковых работ выполняется на основе результатов полевых работ и обобщения накопленной геолого-геофизической информации.*

**Основное средство моделирования** - сеточные модели, представляющие собой связную двумерную пространственную совокупность прямоугольных элементарных ячеек заданных размеров, в каждой ячейке содержатся интерполированные значения показателей строения и качества угля.

*Результатами работ данной технологии являются цифровая модель рельефа дневной поверхности, структурно-стратиграфический каркас, а также трехмерная модель участка (сеточные модели основных рабочих угольных пластов и разрывных нарушений).*

Геологическое моделирование угольных объектов (угольных пластов, известняков, разрывных нарушений) выполнялось по объектам поисковых работ с различным геологическим строением - 1-й, 2-й и 3 групп сложности геологического строения с моноклиналильным, наклонным и крутопадающим залеганием пластов, а также нарушенными структурами. Угольные пласты тонкие и средней мощности, простого и сложного, иногда очень сложного строения, от выдержанных до невыдержанных по мощности и строению, с наличием размывов, выклиниваний и расщеплений.

## Ундытканская площадь Южно-Якутского бассейна

В геологическом строении Ундытканской площади принимают участие юрские отложения в составе дурайской ( $J_2dr$ ), кабактинской ( $J_3kb$ ), беркакитской ( $J_3br$ ) и нерюнгриканской ( $J_3nr$ ) свит.

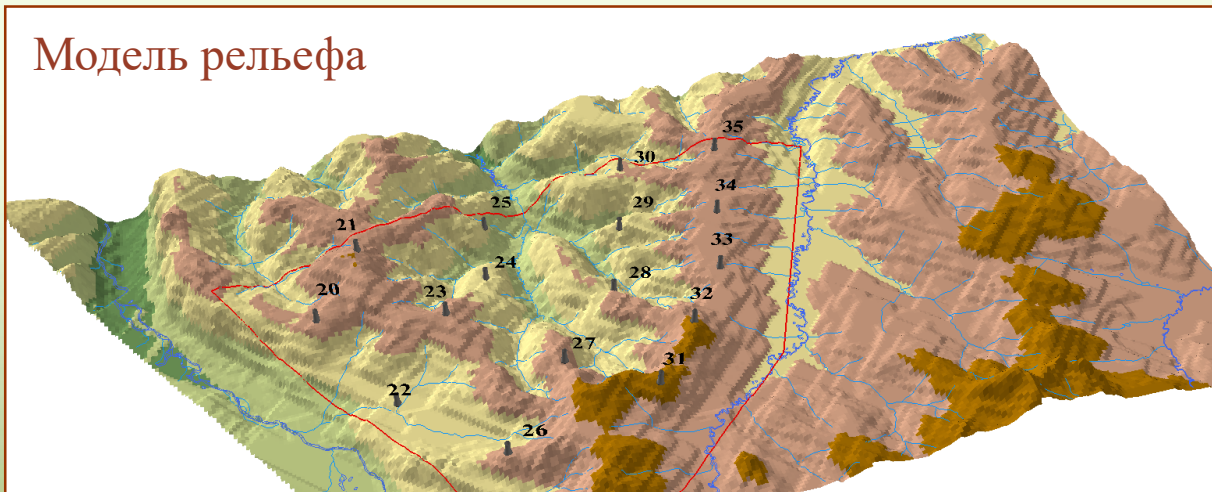
Породы угленосного комплекса залегают моноклиinallyно с погружением в юго-западном направлении под углом 2-4 град. Залегание пород угленосной толщи осложнено 4 разрывными нарушениями сбросового и взбросового характера, в южной части двумя пологими синклинальной и антиклинальной складками. Нарушения северо-западного и субширотного простирания с крутым падением плоскости разрыва под углом 80 град к юго-западу и амплитудой смещения от 25-40 м до 115-125 м.

Трехмерные модели построены по 16 скважинам поисковой стадии работ 2014 - 2016 гг.

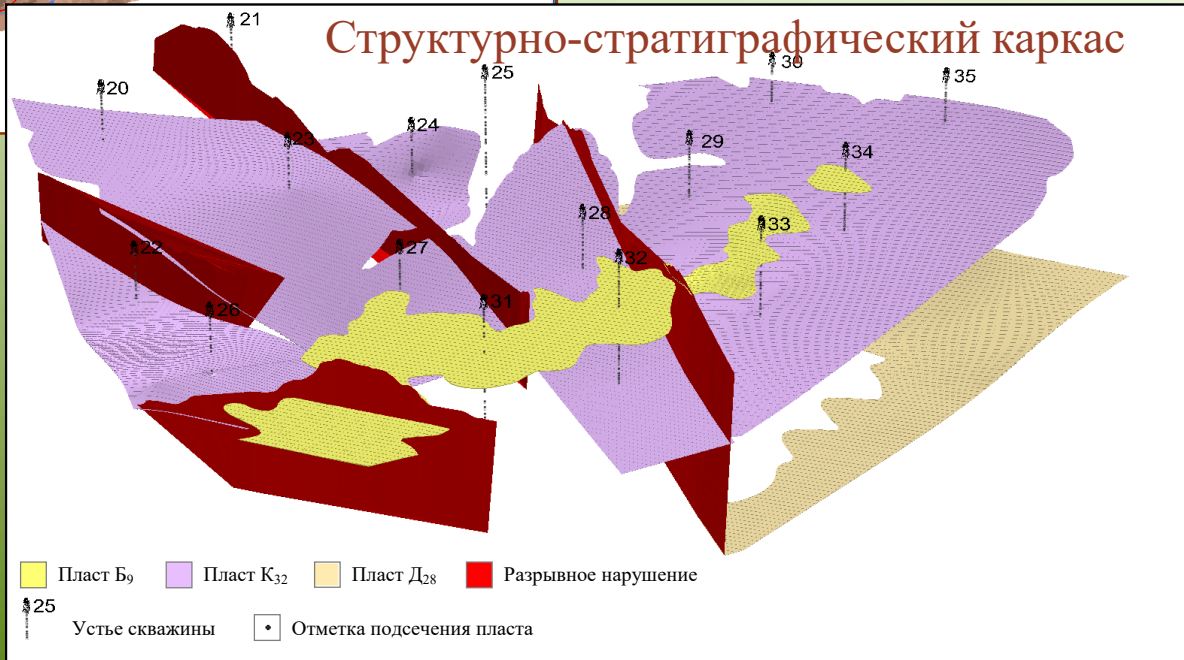
На основе двухмерных цифровых моделей построены сеточные модели 11 угольных пластов  $D_{28}$ ,  $K_{32}$ ,  $K_{31}$ ,  $K_{30}$ ,  $K_{28}$ ,  $K_{27}$ ,  $K_6$ ,  $B_9$ ,  $B_5$ ,  $B_3$ ,  $B_2$ .

# Ундытканская площадь Южно-Якутского бассейна

Модель рельефа



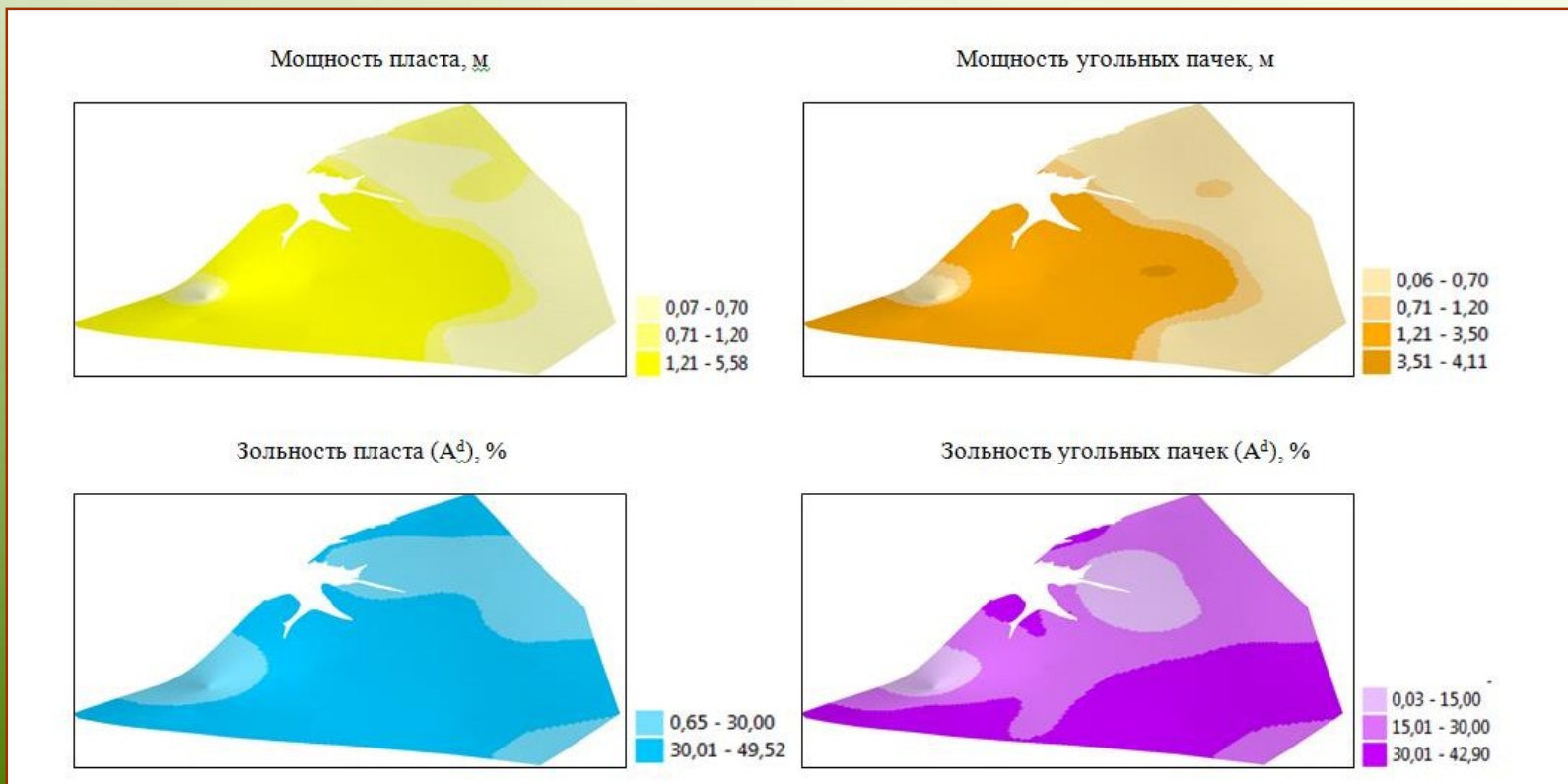
Структурно-стратиграфический каркас



## Ундытканская площадь Южно-Якутского бассейна

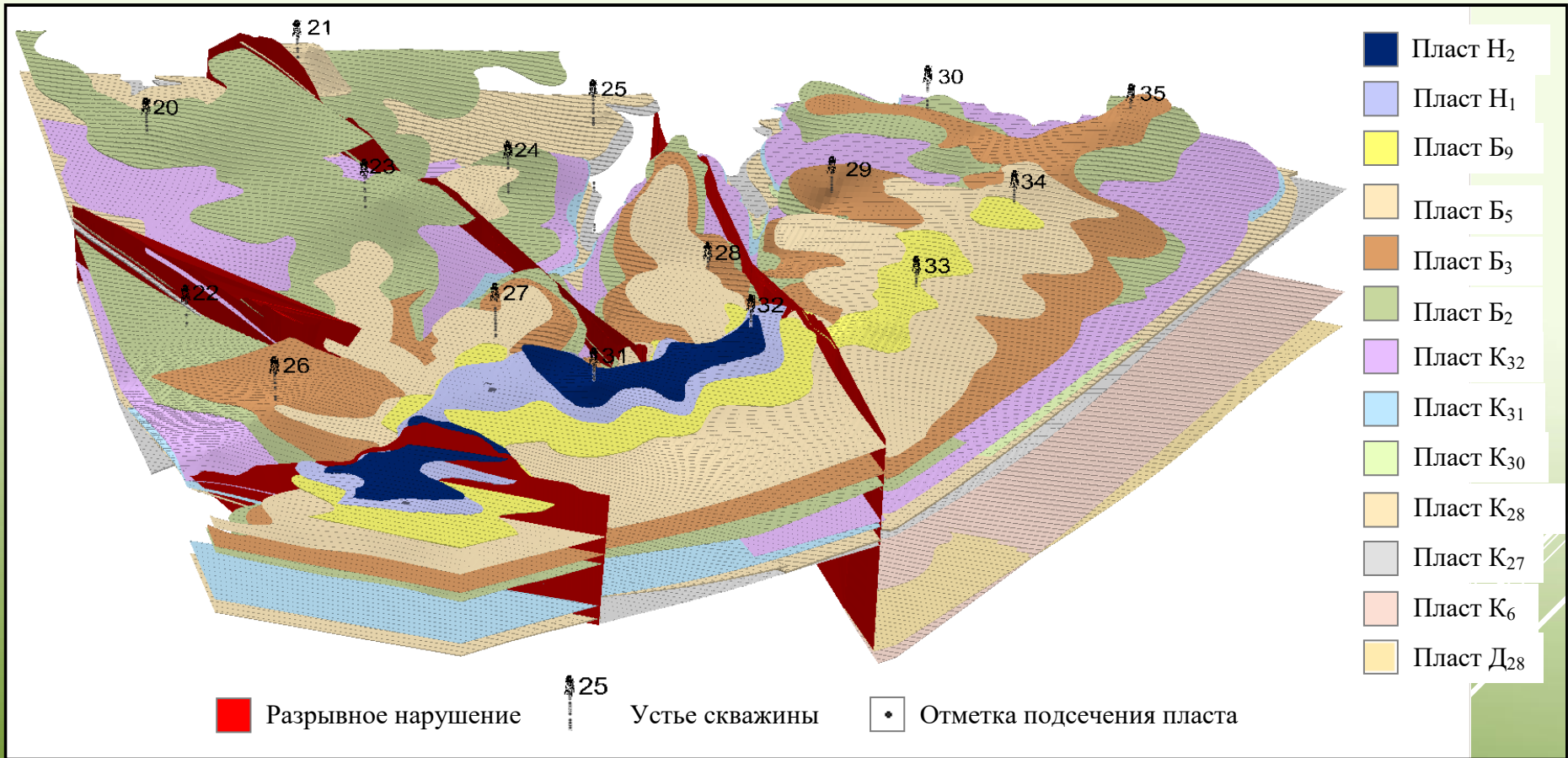
Интерполяционные модели по каждому из угольных пластов построены по значениям зольности пластовой и угольных пачек ( $A^d$ ), мощности общей и угольных пачек, выхода летучих веществ ( $V^{daf}$ ), толщины пластического слоя ( $y$ ).

Определение количества ресурсов выполнено по 11 угольным пластам, проведено сопоставление результатов расчетов количества прогнозных ресурсов, подсчитанным по сеточной модели и традиционным способом. В целом, по площади разница по категории  $P_1$  - 6,0%, по категории  $P_2$  - 4,5%.





# Трёхмерная модель Ундытканской площади



## Выводы

1. Во ВНИГРИуголь накоплен большой опыт создания баз данных/электронных каталогов, цифровых карт, постоянно совершенствуются методические приемы их составления, создаются современные сложные карты, совмещающие разноплановую информацию. В работе применяются ГИС.

Накопленный опыт работы позволяет оперативно выполнять камеральные работы.

2. Необходимо совершенствование информационных технологий по углю на основе применения новых методов обработки данных с поддержанием их на современном уровне развития компьютерной техники

3. Для выполнения поисковых работ на высоком уровне необходимо дальнейшее развитие технологии трехмерного моделирования угольных объектов и внедрение ее в практику ведения ГРР в качестве вспомогательного инструмента при камеральных работах поисковых работ.

При постоянном пополнении модели на последующих стадиях работ, вплоть до эксплуатации объекта, будут созданы действующие модели угольных объектов и месторождения в целом.

4. Разрабатываемые во ВНИГРИуголь информационные технологии являются открытыми информационными системами, позволяющими расширять информационное поле новыми задачами, программными средствами и информационными ресурсами в реальном временном интервале.

**Благодарю за внимание!**

**АО «Росгеология»  
АО «СНИИГГиМС»**

**ОП «ВНИГРИуголь»  
г. Ростов-на-Дону,  
пр. Стачки 200/1, корп.3**