

UDC 550.837.3

EXPERIENCIA EN PREDICCIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS DE HIDROCARBUROS
ANOMALÍAS UTILIZANDO PRUEBAS DE RESONANCIA REMOTA
EQUIPOS DEL COMPLEJO GEOFÍSICO "POISK"

© NI Kovalev, G. A. Belyavsky, 2015

Instituto de Industria y Energía Nuclear de la Institución Educativa de Educación Superior Presupuestaria del Estado Federal, Universidad Estatal del Norte.

Palabras clave: equipos de control remoto, resonancia magnética nuclear, pruebas de resonancia, átomos de referencia, espectros atómicos.

Se tiene en cuenta la experiencia en el uso de equipos del complejo de sondeo profundo del subsuelo. Terrenos "Búsqueda" para búsqueda remota y delimitación por método directo de áreas depósitos de hidrocarburos a profundidades de hasta 6000 m Utilizando los equipos del complejo Métodos de "búsqueda" de identificación, delimitación y preliminar. Evaluación expresa de la idoneidad para el desarrollo industrial de los yacimientos identificados. hidrocarburos midiendo las profundidades de los hidrocarburos con equipos remotos embalses, su porosidad de las rocas en ellos. El trabajo práctico confirma la posibilidad. aplicación de la búsqueda remota desarrollada para identificar tipos de hidrocarburos y Características de las rocas yacimiento antes de la perforación. Esto proporciona una elección efectiva puntos para perforar pozos exploratorios productivos a profundidades de hasta 6 km.

Palabras clave: equipos del complejo de pruebas de resonancia remota, resonancia magnética nuclear, espectros de información y energía, átomos de referencia, atómicos. espectros

Introducción. Baja eficiencia de los métodos geofísicos para la búsqueda de hidrocarburos y El alto costo de los trabajos de exploración de perforación, especialmente a grandes profundidades de perforación, requiere mejorar los métodos operativos remotos de exploración geológica. Integración diversos métodos geofísicos, no tradicionales y aerocosmogeológicos permiten aumentar la probabilidad de determinar los límites de los contornos de los depósitos ocultos (hasta un 40-60%), lo que mejora eficiencia de perforación [1]. Sin embargo, obtener métodos de búsqueda remota para los más importantes características geológicas de las rocas yacimientos (tipo y porosidad), capacidades útiles de hidrocarburos horizontes y áreas efectivas de anomalías sigue siendo una tarea desafiante, lo que dificulta tomar la decisión de perforar pozos [2, 6]. Actualmente en pruebas piloto varios métodos remotos de exploración geológica en Rusia, Ucrania, Canadá y otros países. Ni uno de estos métodos de exploración geológica, así como los métodos de detección remota existentes La detección de la Tierra desde el espacio no puede determinar la porosidad de las rocas reservorio, útil capacidades de yacimientos y áreas efectivas de anomalías de hidrocarburos (HC).

Especialistas del Laboratorio de Investigación Científica YAKHI SevSU han propuesto un método para obtener estas características utilizando equipo de prueba de resonancia del complejo geofísico "Poisk", que utiliza Datos de teledetección y resultados de mediciones de equipos móviles de campo remotos (peso hasta 80 kg).

Metodología para utilizar el complejo geoholográfico remoto "Poisk" para La detección y delimitación de depósitos de hidrocarburos se describe en detalle en los artículos. [5,6,7].

La base del método para la determinación remota y profunda de áreas petrolíferas y tipos de rocas. Yacimientos saturados de petróleo que utilizan equipos de campo del complejo Poisk. Aplicación de generadores de radiación de microondas de frecuencia de gigahercios para excitación resonante. átomos de sustancias en rocas permeables al petróleo y átomos de metales contenidos en varios tipos de aceite [1, 6, 9, 10].

Identificación (reconocimiento) remoto de petróleo y rocas permeables al petróleo en el subsuelo La excavación a profundidades de 6000 m con la ayuda del complejo especificado se lleva a cabo utilizando Fenómenos de resonancia de sustancias cuando se exponen a radiación de radiofrecuencia en átomos de elementos.

(espectroscopia de RMN) que forman parte de un tipo específico de petróleo o de varios tipos de rocas. Para enviar radiación resonante de radiofrecuencia a grandes profundidades se utilizan Generadores de radiación de microondas de frecuencia de gigohercios con un campo electromagnético rotacional en Canal de energía de la radiación. Las frecuencias de frecuencia se modulan a la frecuencia de funcionamiento del generador de microondas. espectros de resonancia de átomos de elementos químicos de referencia (Ni, V, C, P, S, etc.) y espectros de información y energía (espectros integrados) de muestras de petróleo y rocas yacimientos de diversas porosidades [1, 6, 10]. Espectros de resonancia (espectros de RMN) de átomos. metales incluidos en la composición de las sustancias identificadas y seleccionados como referencia Los elementos se registran en instalaciones de RMN en el rango de frecuencia de 60 a 250 MHz. Las resonancias resonantes se registran directamente a partir de muestras de varios grados de aceite. espectros de información-energía de sustancias (espectros integrales) utilizando bloques de alta frecuencia de equipos de prueba resonantes incluidos en el complejo Poisk [1, 6, 7, 11, 12]. La información y los

espectros de energía de las sustancias identificadas se transfieren al trabajo. portadores magnéticos ("matrices de trabajo") y espectros atómicos de metales - para "probar" matrices y se utilizan para la excitación resonante de estas sustancias en las entrañas de la Tierra (hasta una profundidad de 6 km) mediante exposición a señales moduladas de un generador de microondas [1, 2, 3, 11, 12]. Un conjunto de metales de "referencia" que componen varios grados de petróleo fue estudiado previamente por rusos y Científicos ucranianos [9, 10]. Para establecer elementos de referencia en el aceite se utilizó Método de activación de neutrones para determinar la concentración de metales y no metales en ellos. Composición elemental de muestras y amplitudes de sus características espectrales integrales. (espectros de medición de información) se registraron en el banco de datos del complejo estacionario "Búsqueda" y se utilizaron como características de reconocimiento de hidrocarburos y rocas yacimientos de diversa porosidad, que se encuentran a profundidades de hasta 6000 m [8, 13].

Para configurar el equipo y confirmar la detección remota, identificación variedades de petróleo ("ligero", "grueso", "sellado") y rocas yacimiento antes de comenzar Trabajo de campo en condiciones de laboratorio, pruebas de estacionarios y portátiles. Equipo del complejo Poisk para el registro selectivo de muestras de petróleo y rocas. (depósitos de petróleo) desde diferentes distancias (25 m y 50 m). Al mismo tiempo, regulando El umbral de sensibilidad del equipo de medición logra una identificación selectiva. cada elemento de referencia o tipo de muestras de petróleo y roca ubicadas cerca una de otra (para confirmar la ausencia de influencia mutua) [6].

Razones para realizar una investigación:

Durante varios años, las pruebas del equipamiento del complejo se llevaron a cabo en conocidos campos de petróleo y gas en Crimea (campo de condensado de gas Tatyanskye, 2006) [3] y en seis pozos de petróleo conocidos del campo Vladislavskoye (Crimea, 2007) [4]. Los estudios experimentales han confirmado la alta eficacia del trabajo de búsqueda en Delineación y medición de profundidades de yacimientos de hidrocarburos.

En 2009 se llevó a cabo un examen del método remoto de búsqueda de petróleo y gas en el territorio. EE.UU. (Utah) con la participación de un árbitro estatal independiente en Utah. Se identificaron cinco sitios, cada uno con una superficie de 25 km² (5x5 km). Estas áreas fueron examinadas detalladamente a lo largo de cinco años. métodos tradicionales de exploración (sísmica, eléctrica, magnética, etc.) y Todos se consideran prometedores para el desarrollo. Sin embargo, según los resultados de la perforación, 2 campos petroleros en dos áreas y un campo de gas no comercial en una. En otro sitio (No. 1), se realizaron perforaciones a una profundidad de 2,5 km en ese momento. resultados examen preciso de 10 sitios con el equipo del complejo remoto "Poisk" coincidió con los resultados de la perforación, incluso en el área No. 1 (al finalizar su perforación) [5].

En 2008, los trabajos se completaron con éxito de acuerdo con el "Programa 6" del Ministerio de Combustible y Energía. Ucrania: "Estudio remoto de las acumulaciones de gas natural y condensado de gas en límites del depósito de mineral de uranio de Novokonstantinovskoye" (código "Gas"). Como resultado El trabajo identificó grandes acumulaciones de gas y condensado de gas bajo Se han determinado los límites específicos y los volúmenes aproximados de la zona de mineral de uranio de Novokonstantinovskaya. acumulaciones de gas a profundidades de 2350 a 2450 m y condensado de gas a profundidades de 2450 a 2550 m Se ha establecido que el flujo de gas y condensado de gas hacia los yacimientos de uranio se produce a lo largo de una falla secante profunda. Luego se realizaron trabajos para confirmar las acumulaciones. hidrocarburos mediante métodos tradicionales de exploración (julio de 2009) y perforación. Los datos confirmaron la presencia de depósitos de hidrocarburos en las zonas sumergidas de intensa

trituration de rocas ubicadas debajo de yacimientos de mineral de uranio, lo que confirmó la alta la efectividad de la detección de anomalías de hidrocarburos en diversas estructuras geológicas.

Objetos de estudio, objetivos de investigación y métodos de trabajo. Pronóstico-geológico

La investigación se realizó a solicitud de empresas comerciales y sociedades de inversión en Crimea (examen de pozos en el famoso campo de condensado de gas de Tatyana), en Ucrania (estudio de las acumulaciones de gas en el campo minado de la mina de carbón Zasyadko), en Rusia (trabajo similar en 6 minas de carbón de Zarechnaya Management Company), en EE. UU. (estudio de anomalías gas de esquisto en uds. Texas y el campo petrolero del estado. Utah), en Indonesia (bloque de petróleo y gas "Brantas" en 5 zonas (S = 3.500 km²), de las cuales 3 están en la plataforma), en Australia (bloque Cooper REL-105 (Cooper), con una superficie de más de 1.100 km²), en Crimea (ordenado por "Chernomorneftegaz", Federación de Rusia) en Campo Povorotnoye, 2014. En la primera etapa,

el trabajo se llevó a cabo utilizando herramientas de teledetección descifrando imágenes de satélite utilizando tecnología patentada [1, 10, 11, 12].

Al mismo tiempo, se identificaron los tipos de anomalías de hidrocarburos (petróleo, gas, petróleo y gas), los límites de los contornos de la anomalía, las profundidades aproximadas de ocurrencia. yacimientos de hidrocarburos en anomalías.

Durante el periodo de trabajo de campo (etapa II) con equipos móviles instalados en vehículos (o embarcaciones flotantes) se tomaron medidas para determinar las siguientes características del suceso hidrocarburos en anomalías: -

contornos de áreas efectivas de anomalías, profundidades (hasta 6000 m) de hidrocarburos embalses en puntos de medición en secciones geológicas profundas;
- capacidades útiles de yacimiento, tipos de rocas yacimientos de hidrocarburos y su valor aproximado porosidad (del 5% al 20%); -
contornos de trampas de hidrocarburos (no más de 2 por anomalía); - presión del gas en caso de anomalías; Con
base en estos datos, se seleccionaron y pronosticaron puntos para perforar pozos. volúmenes de reservas en anomalías de hidrocarburos.

A partir de los materiales del informe, el Cliente verificó los resultados del trabajo comparándolos con los disponibles. datos sísmicos (si están disponibles) o investigaciones adicionales realizadas utilizando métodos tradicionales de exploración geológica cerca de los puntos seleccionados para la perforación. Entonces Se realizaron trabajos de perforación para descubrir anomalías y una evaluación final de los resultados del trabajo.

Los principales objetivos del trabajo fueron:

- 1) Determinación del tipo de rocas reservorios de hidrocarburos y su porosidad en los hidrocarburos identificados. anomalías;
- 2) Selección de puntos para la perforación de pozos en trampas de hidrocarburos, brindando Producción industrial garantizada de pozos.
- 3) Determinación del área efectiva de la anomalía del hidrocarburo ubicada en estructura geológica con la porosidad requerida de las rocas reservorio (>7%).

Metodología de trabajo: 1. Etapa I.

Determinación de anomalías de hidrocarburos mediante herramientas de teledetección mediante decodificación.

fotografías espaciales utilizando equipos estacionarios que utilizan tecnologías químicas de radiación (visualización de los límites de los contornos de anomalías). Elección anomalías prometedoras para un examen detallado. 2. Etapa II.

Trabajo de campo: a) aclarar los límites

de los contornos de anomalías e identificar áreas efectivas; b) medir las profundidades y espesores de los yacimientos de hidrocarburos en puntos ubicados en secciones geológicas; c) identificación de rocas reservorio y determinación de su porosidad; e) determinación de los límites de las trampas de hidrocarburos; f) cálculo de las reservas previstas de hidrocarburos; g) selección de puntos para la perforación de pozos. 3. Confirmación de resultados

utilizando métodos tradicionales de exploración geológica cercana.

puntos seleccionados para perforar pozos, luego perforar un pozo exploratorio y evaluación de resultados.

La interpretación de fotografías espaciales se llevó a cabo utilizando tecnologías químicas de radiación [1, 5, 6, 7, 13] visualizando los límites (contornos) de áreas con anomalías de los hidrocarburos. Estos límites se aclararon en el campo utilizando equipos móviles y receptores GPS y luego se trazaron en un mapa del área de búsqueda. El método de delimitación es similar a los métodos de control remoto aeroespaciales existentes sondeo terrestre (ERS), sin embargo, la probabilidad de identificar tipos de rocas reservorios y Las anomalías de los hidrocarburos en el uso de equipos de campo del complejo Poisk aumentan considerablemente (hasta 95-97%) [5, 6, 11, 12, 13].

En condiciones de campo, una señal modulada utilizando una antena altamente direccional desde Bloqueo de alta frecuencia del generador de microondas a través del canal de energía o "ionización". se dirige a un cierto ángulo profundo en la Tierra para resonancia remota perturbaciones de los átomos del elemento de referencia o de toda la sustancia identificable que se encuentra sobre profundidades de hasta 6000 m [1, 5, 6, 7, 11]. En este caso, una débil Campo electromagnético de alta frecuencia característico de cada tipo de petróleo y rocas. Cada campo electromagnético característico es registrado secuencialmente por un sensible un dispositivo receptor sintonizado a la frecuencia de resonancia de un átomo de referencia específico elemento o espectro integral de una sustancia (petróleo, roca yacimiento), que los proporciona identificación selectiva a diferentes profundidades [1]. Profundidad del depósito medido mediante cálculos geométricos utilizando la tangente del ángulo de inclinación de la antena y la medida pierna, es decir distancia desde el generador hasta la punta de las anomalías (Fig.-1, Fig.-2).

Resultados del trabajo. En todos los casos, como rasgos de reconocimiento de las variedades. aceite, se aceptó la composición cuantitativa de los metales de referencia en ellos, y para la confiabilidad para identificar petróleo "sellado" o anomalía "no comercial", se utilizaron 4 parámetros adicionales: a) ausencia de un casquete de gas en el yacimiento petrolífero; b) tipo rocas de yacimientos de petróleo; c) el valor de la porosidad de la roca; d) falta de dinámica de movimiento fluidos de formación a la anomalía del petróleo. La anomalía del gas no industrial fue determinada por tipo de rocas de yacimientos saturados de gas y su baja porosidad, así como baja presión gas y capacidad significativa del eficiente colector. Para identificar

los tipos de rocas en los yacimientos petrolíferos, las más frecuentemente estudiadas Rocas con mayor permeabilidad al petróleo y al gas: barrera de arrecifes, conglomerados, areniscas de grano grueso y fino, calizas fracturadas, limolitas, depósitos de guijarros. y rocas cristalinas clásticas. Porcentaje de metales y específicos. Los elementos (de referencia) en cada roca varían significativamente, lo que asegura su selección selectiva. identificación [1, 5, 6].

Al identificar formaciones con petróleo móvil, el espesor de la capa de gas osciló entre 15 m hasta 5 m (la presión del gas es de 20,0 a 40,0 MPa). Esto se registró fehacientemente en puntos Mediciones cerca de pozos conocidos en Mongolia, Bloch X South Torhom, EE. UU. (Utah, Orem), así como en el yacimiento petrolífero de Ucrania (Crimea), en Indonesia (bloque Brantas, en 3 pozos) y en Australia (bloque Cooper, pozo Piri-1) [3, 4, 6, 7]. La presión del gas en anomalías de gas y en capas de gas de yacimientos de petróleo se determinó utilizando utilizando equipos de prueba de resonancia y espectros de reconocimiento de muestras de muestra gas registrado en matrices de "prueba" a diferentes presiones de gas en muestras (conjunto de prueba osciló entre 5,0 MPa y 60,0 MPa con un rango de presión de 2,5 MPa).

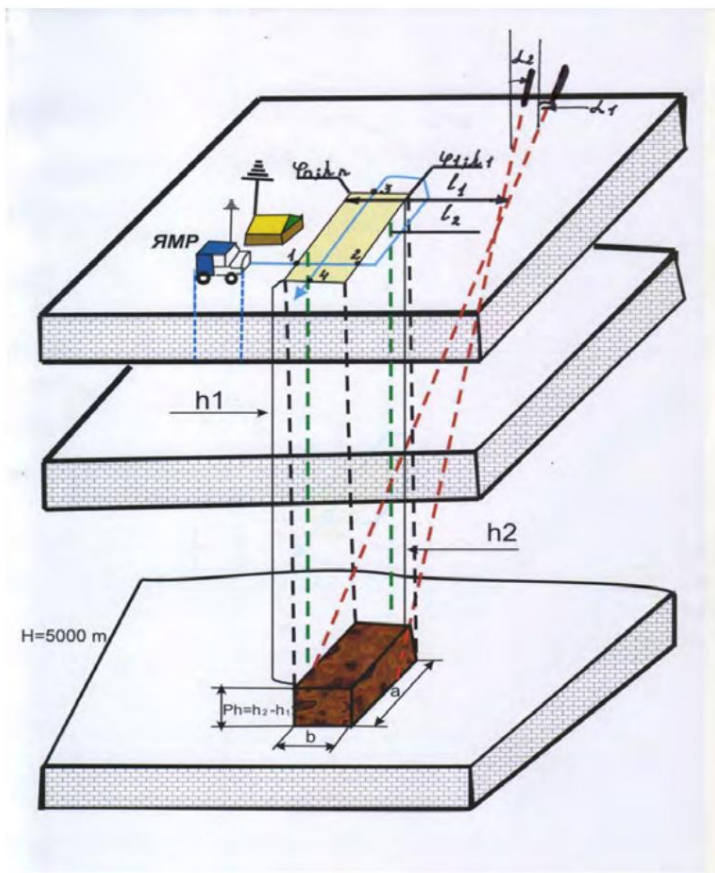


Figura 1. Un método para delimitar un área y determinar las profundidades de los horizontes de las manifestaciones de petróleo utilizando equipos de RMN de resonancia de campo del complejo Poisk: L_1, L_2 - distancia desde el generador de microondas hasta las líneas del receptor lejano y cercano; a, b - dimensiones (área) de los depósitos; h_1, h_2 - profundidad de aparición de las partes superior e inferior de los depósitos; $Ph = h_2 - h_1$ - espesor del horizonte de depósito

* L_1, L_2 - distancia desde el generador de microondas hasta las líneas del receptor lejano y cercano; * a, b - dimensiones (área) de los depósitos; * h_1, h_2 - profundidad de ocurrencia de los horizontes superior e inferior de los depósitos; * $Ph = h_2 - h_1$ - fuerza horizonte de depósitos; * α_1, α_2 - ángulo de inclinación ($^\circ$) del haz de microondas hacia los límites de los horizontes inferior y superior del depósito.

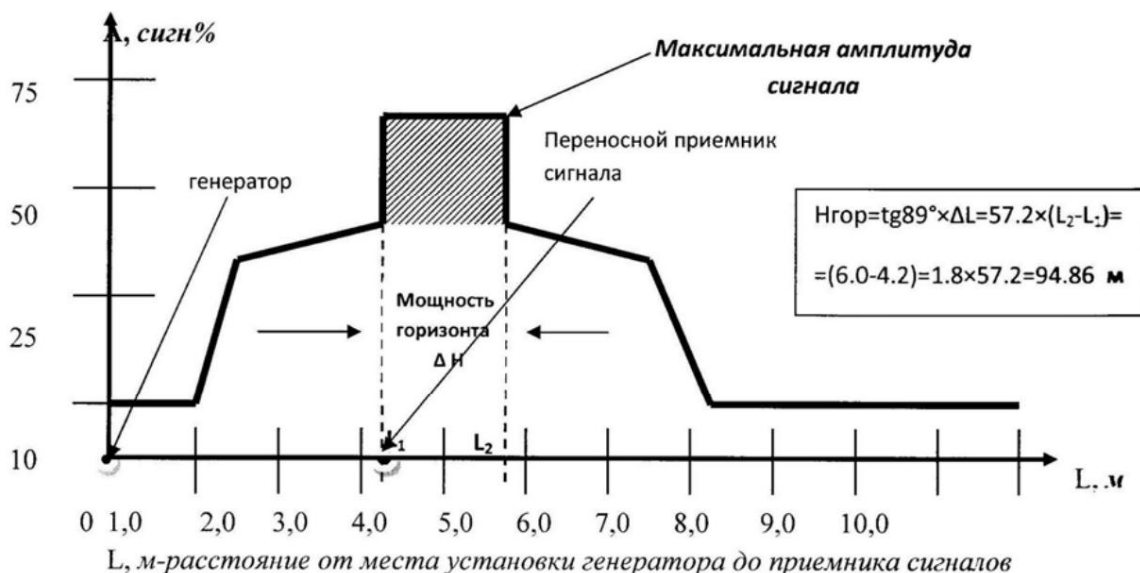


Figura 2. Cambio en la amplitud de la señal del receptor durante la excitación resonante del sitio petrolero a una profundidad de ~3760 m. L es la distancia desde el sitio de instalación del generador hasta el receptor de la señal.

Registro remoto mediante equipos de campo de los principales tipos de rocas permeables al petróleo. le permite obtener datos primarios sobre los valores aproximados de los coeficientes efectivos porosidad de las rocas yacimientos necesaria para una evaluación rápida de las reservas de petróleo y para confirmación de entradas garantizadas en pozos petroleros. Puntos recomendados en Se seleccionaron pozos de perforación en trampas de hidrocarburos.

Las profundidades de los horizontes útiles y su espesor se determinaron a partir de método desarrollado [1, 6, 7] (Fig. 1). En este caso, la señal de una antena altamente direccional se dirigía hacia la Tierra en un ángulo de 1° . La profundidad se calculó basándose en la tangente del ángulo y distancia desde el generador hasta los límites conocidos de los contornos de anomalía. amplitud máxima La señal de recepción se recibió sobre el área donde la señal golpeó directamente la anomalía.

(Figura

2). Las trampas de hidrocarburos se identificaron por un cambio brusco en las profundidades de ocurrencia y aumento del espesor del yacimiento. Usando este método, trabajamos: a) construcción perfiles de profundidad con un paso de medición de 150-200 m; b) técnicas de construcción a distancia columnas profundas con parámetros detallados de horizontes efectivos en ángulos de inclinación Antena de 2° , que permitió determinar áreas específicas en el horizonte del depósito con un dispositivo móvil. Petróleo (recuperable) (basado en amplitudes máximas de señal en un intervalo de profundidad específico).

De este modo, es posible construir perfiles de profundidad (2D) y perfiles de profundidad. núcleos en puntos seleccionados para la perforación de pozos. En las columnas profundas del sitio (Fig. 3) se observa el espesor de los horizontes útiles con petróleo móvil (del cual es posible obtener entradas industriales en los pozos), son significativamente menores que la capacidad de los pozos saturados de petróleo. rocas reservorio.

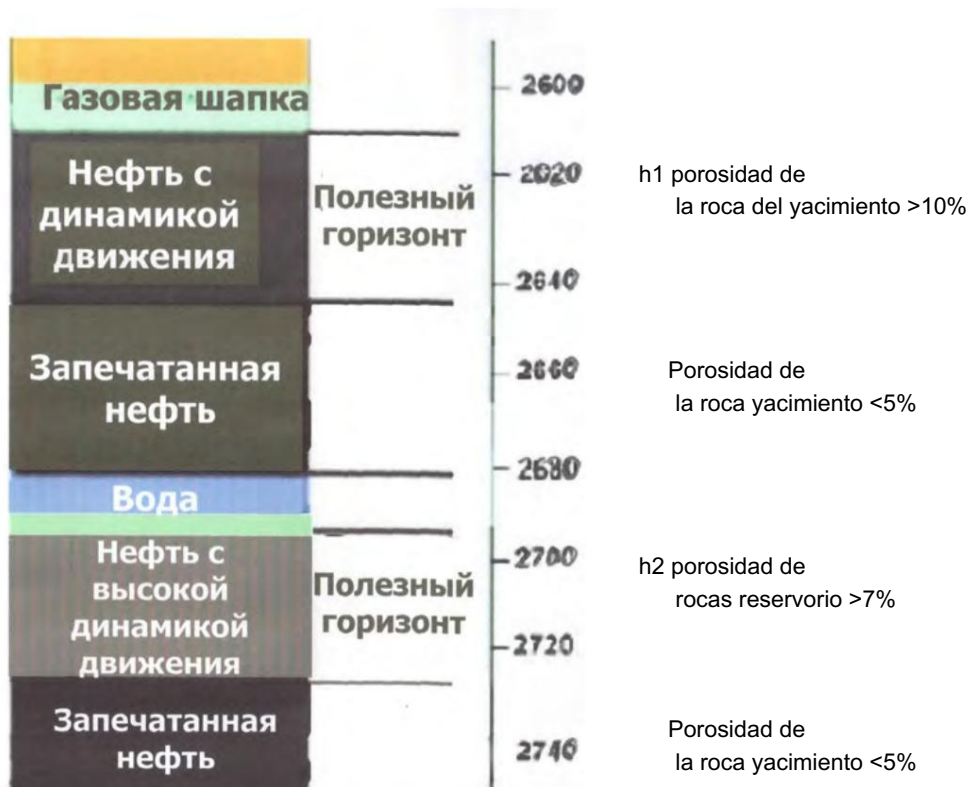


Fig. 3. Columna profunda en el punto de medición (Utah, EE. UU.). Espesor total de los yacimientos de petróleo $H=h_1+h_2=70\text{m}$; espesor total de rocas saturadas de petróleo – 140 m

Uno de los parámetros importantes para evaluar las entradas en los pozos petroleros es la dinámica Migración de fluidos de formación al yacimiento de petróleo y la ruta de su migración hacia y desde la anomalía. La dinámica de la migración de hidrocarburos estuvo determinada por la amplitud de la señal del receptor, la dirección migración: a través de una serie de mediciones (6 veces) en un punto. En este caso, la antena del dispositivo. Se instaló en un ángulo de 15° y en cada medición se giró a un ángulo de 45° . Se asumió que la amplitud máxima de la señal resonante en el punto de medición indica migración hidrocarburos hacia el operador, mínimo - para la migración del operador,

coincidiendo con la dirección de la antena del dispositivo. Error al determinar la dirección de la migración los hidrocarburos pueden ser $\pm 15-20^\circ$. Estos datos son importantes para determinar zonas "desconsolidadas" (fracturadas) en las rocas, lo que luego permite buscar lentes de petróleo en estas rocas. zonas

Un ejemplo de cómo determinar y tener en cuenta las rutas de migración de hidrocarburos al seleccionar puntos para la perforación. Los pozos en el campo de condensado de gas Tatyana se muestran en la Fig. 4. Está claro que Las entradas máximas en pozos de gas y en pozos con condensado de gas pueden ser obtener si los pozos están dentro de los límites de los correspondientes "flujos migratorios" fluidos" (dentro de los límites de las rocas porosas del yacimiento - arenisca de grano medio) Este Esto se confirma con los flujos de entrada en los pozos perforados [4]. Luego se confirmó a todos. trabajo completo.

Obviamente, conociendo los límites de las rocas yacimientos porosas, se pueden seleccionar correctamente los puntos para perforación de pozos para explotar un depósito de hidrocarburos.

8 Los datos obtenidos de registro de todos los parámetros utilizando control remoto.

El equipo de campo permite calcular (evaluación exprés) los volúmenes de extraído. reservas con un error del 30-40% y también aumentan significativamente la eficiencia de perforación (95-9%).

Se realiza una evaluación expresa de la idoneidad de un yacimiento para el desarrollo industrial calculando las reservas previstas utilizando fórmulas conocidas. Datos sobre áreas de hidrocarburos Las anomalías se toman del mapa del área de búsqueda. En este caso sólo se tiene en cuenta el área efectiva. una anomalía ubicada en esa parte de la estructura geológica donde la porosidad de las rocas yacimientos es $>7\div 10\%$. Esto logra un cálculo más realista de las reservas de hidrocarburos previstas.

en anomalías. La profundidad de los horizontes productivos (capas de petróleo) está determinada por secciones de profundidad y columnas de profundidad de cada horizonte. Otras correcciones Los coeficientes se promedian según los tipos de rocas que contienen petróleo y gas.

identificados en embalses. Si los datos geológicos (núcleos) obtenidos de áreas más cercanas al área estudiada, la evaluación rápida de las reservas se simplifica enormemente yacimientos, a medida que los datos sobre la saturación de petróleo de los yacimientos se vuelven más fiables.

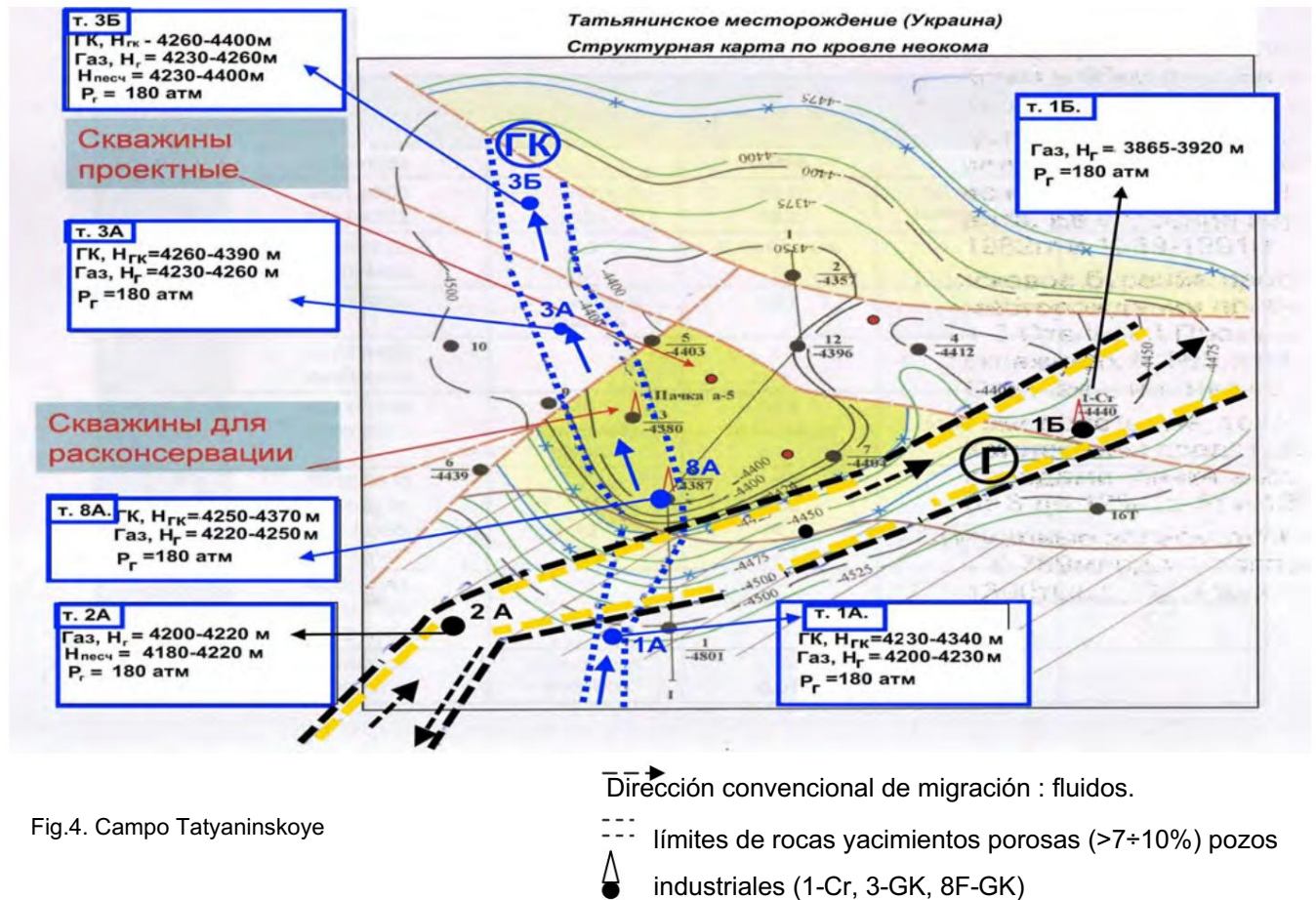


Fig.4. Campo Tatyanskoje

El método de búsqueda remota utilizando el equipo del complejo Poisk puede ser utilizado junto con métodos geofísicos y de otro tipo de exploración e identificación de yacimientos saturados de petróleo, por ejemplo, con métodos geoelectrónicos de búsqueda "directa" [1, 6, 7] o sísmicos. Los resultados del examen de

pozos en el campo de condensado de gas de Tatyana se muestran en la Fig. 4. Se ha comprobado que en la "trampa" existen zonas de mayor porosidad de las rocas reservorio (en forma de 2 "arroyos" a diferentes profundidades). Pozos que caen en estas zonas de mayor migración de gas: proporcionan entradas de gas industrial y el resto no tiene importancia industrial.

Se llevaron a cabo varios trabajos mediante el uso conjunto de dos complejos: remoto equipo "Búsqueda" y equipo geoelectrónico del Instituto de Problemas Aplicados de Ecología, Geofísica y Geoquímica (IPPEGG NAS de Ucrania) (Ucrania - gas, condensado de gas (mina Novokonstantinovskaya); gas, petróleo: campo minero de la mina de carbón que lleva su nombre. A. F. Zasyadko; Mongolia — petróleo y gas (bloque X Torhom Sur) [6, 7, Fig. 5].

El trabajo realizado mostró grandes perspectivas de prospección laboral durante la integración de los dos métodos de búsqueda remota desarrollados por la Academia Nacional de Ciencias de Ucrania, SNUYAEiP y tradicional buscar [8].

Al examinar el campo minero de la mina de carbón de Zasyadko (Fig. 5), se encontró que está atravesado de oeste a este por 3 fallas geológicas de "canales" con mayor presión de gas en ellos y uno de norte a sur [8].



Fig.5. Contornos de anomalías geoelectrónicas de la ATZ y límites de los "canales" permeables al gas en Mapa topográfico de la sección de adjudicación minera de la mina de carbón A.F. Zasyadko [17].

Las áreas verticales permeables al gas ("columnas de descompresión de roca" verticalmente) estaban ubicadas fuera del campo minado (1+1,5 km antes de su límite) y estaban ubicadas en cada uno de 3 fallos ("canales"). La migración del gas se produjo a través de todos los "canales" de oeste a este, lo que proporcionó una cierta presión de gas en cada canal. El ancho

de los "canales" oscilaba entre 40 y 80 m. Cada "canal" tenía 4 Horizontes permeables al gas que representan arenisca fracturada de grano medio.

(porosidad >12%), ubicados en cada canal a profundidades de 410 m a 1690 m. El espesor de los horizontes portadores de gas osciló entre 20 y 80 m, el exceso de presión de gas en los horizontes (dependiendo de las profundidades) osciló entre 16 kgf/cm² (horizonte superior desde 160 kgf/cm² (horizonte inferior). Los horizontes de gas estaban ubicados debajo de las vetas de carbón. La principal fuente de gas a alta presión estaba ubicada fuera del campo minado (a 5 km de él). El gas que entraba el campo minado a través de 3 fallas que cruzan el campo minado. Además, la distribución de gas en el "canal" debajo de las vetas de carbón se produjo desde el horizonte inferior (1690 m) con alta presión de gas (230 kgf/cm²) hasta el horizonte superior (16 kgf/cm²) a lo largo de una sección vertical común permeable al gas de la "columna" con una profundidad de 1690 m a una profundidad de 410 m (Fig. 6).

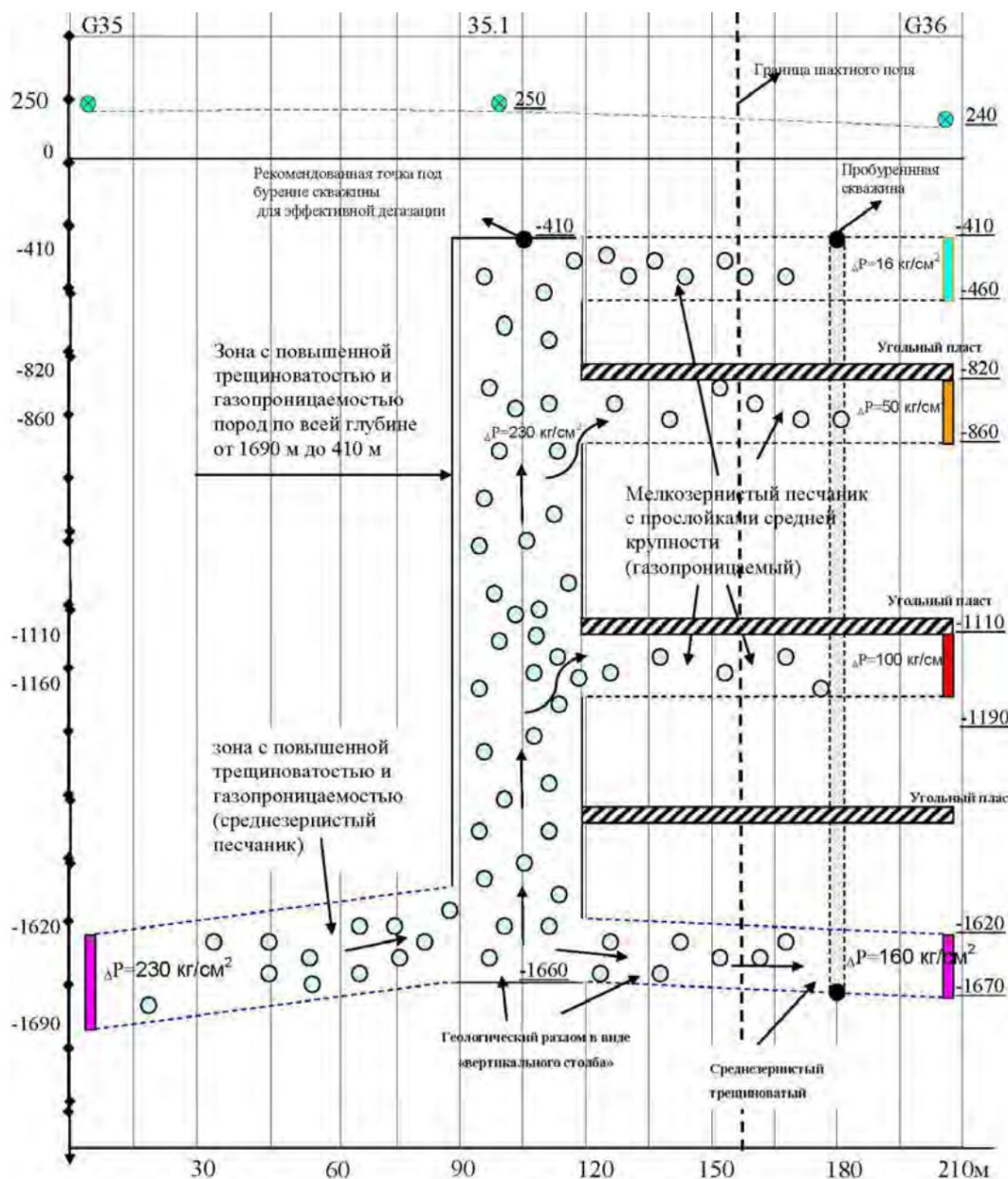


Fig.6. Sección de profundidad 035-036 del canal portador de gas en el campo minero de una mina de carbón.

A una distancia de 5 km al oeste del campo minado, se identificó un gran depósito gaseoso (diámetro 4 km) con una presión de gas de 350 kgf/cm², desde donde fluyen los "canales" de gas. debajo de las vetas de carbón se originaron. A medida que nos acercábamos al campo minado, la presión del gas en los yacimientos que contenían gas disminuyó (se redujo a 230 kgf/cm²). Un análisis de los lugares de accidentes mineros con explosiones (y muertes) de metano mostró que las explosiones ocurrieron durante el desarrollo de vetas de carbón sobre "canales" (fallas) que contienen gas con alta presión de gas en ellos (>50 kgf/cm²).

Un pozo perforado en el "canal 1" de gas del norte en los 4 horizontes confirmó la presencia de entradas de gas de hidrocarburos naturales (y no de "carbón") con las correspondientes

presiones de gas significativamente mayores ($P_4 = 160 \text{ kgf/cm}^2$) presiones de gas en las vetas de carbón (generalmente $5-10 \text{ kgf/cm}^2$). Eso. Se confirmaron los datos obtenidos de la determinación remota de los parámetros de los “canales” de gas (colectores), su profundidad y la presión del gas en ellos.

En consecuencia, si se perforan pozos de desgasificación directamente en “pilares” o “canales” verticales permeables al gas, esto reducirá drásticamente la presión general del gas que se acerca al campo minado, lo que significa que la situación debajo de las vetas de carbón en todo el campo minado mejorará.

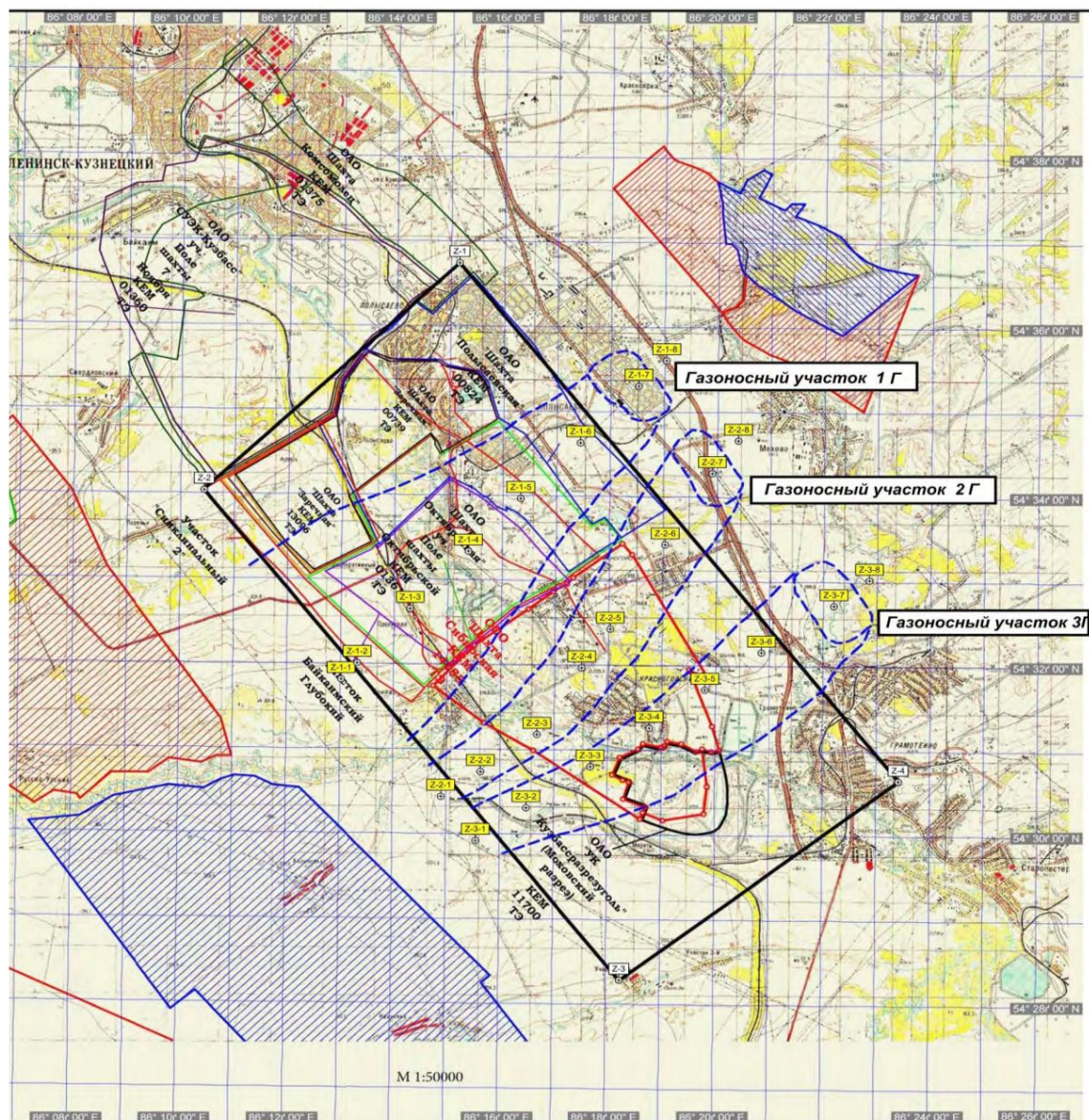


Fig.7. Límites de las anomalías de gas identificadas en el territorio de las parcelas mineras de las minas de carbón Polysaevskaya, Zarechnaya, Oktyabrskaya y Sibirskaya ($S=99 \text{ km}^2$).

Es ventajoso utilizar gas de un pozo de este tipo con un flujo industrial y una presión de 160 kg/cm^2 para las necesidades técnicas de la ciudad, en lugar de desgasificarlo en el sistema operativo. Una imagen similar se reveló en varias minas rusas (Fig. 7, Fig. 8). Se dieron recomendaciones para la perforación de pozos de desgasificación en “depósitos” que contienen gas con alta presión de gas, lo que puede reducir significativamente el peligro del gas en todo el campo minero. Trabajos similares realizados

en cinco minas de carbón en Rusia confirmaron una situación similar en presencia de varios “canales” de suministro de gas con alta presión de gas $> 350 \text{ kg/cm}^2$ debajo de las vetas de carbón provenientes de fuentes ubicadas a grandes profundidades y

ubicado fuera de los campos minados.

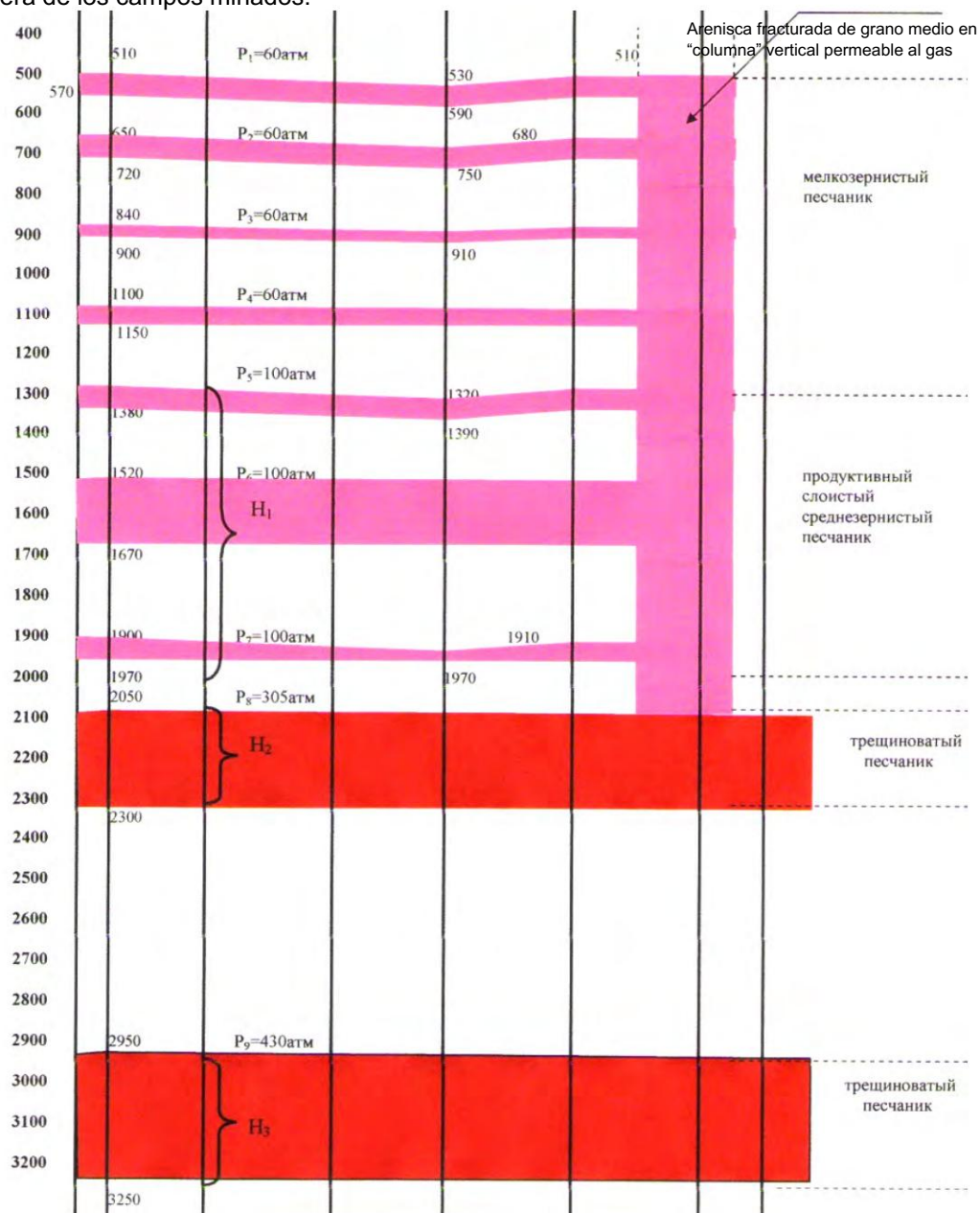


Fig.8. Perfil de profundidad de la sección de gas No. 1G en el campo minado (Mina Zarechnaya, Rusia).

Se registraron altas presiones de gas debajo de las vetas de carbón a profundidades de 500 m. Las acumulaciones de gas con alta presión ($>50 \text{ kg/cm}^2$) representan un gran peligro cuando realizar operaciones mineras, porque al abrir vetas de carbón cerca de tales acumulaciones hay una liberación instantánea de grandes volúmenes de mezcla de gases al ambiente de aire y oxígeno. deriva, que conduce a una explosión volumétrica con gran fuerza destructiva.

Los trabajos realizados durante el examen de 5 secciones del bloque Brantas (Indonesia) confirmaron que las anomalías de hidrocarburos pueden no ocupar toda el área del prometedora estructura geológica (que está bien identificada por sísmica), pero sólo esa parte de ella, en el que las rocas reservorio tienen alta porosidad ($>10\div 12\%$). Esto fue confirmado por 16 Pozos de perforación fallidos (vacíos) previamente completados por el Cliente en campos de hidrocarburos. trampas (según datos sísmicos) y 3 pozos de perforación exitosos (2 de petróleo y uno de gas), realizados en anomalías con rocas yacimiento con una porosidad del 15-25%. Esto permitió basado en resultados de medición utilizando equipos de campo de un complejo remoto

“Buscar”, obtener nuevos datos sobre la selección de puntos para la perforación de pozos en tierra y plataforma, y también calcular las reservas previstas de petróleo y gas (Fig. 9).

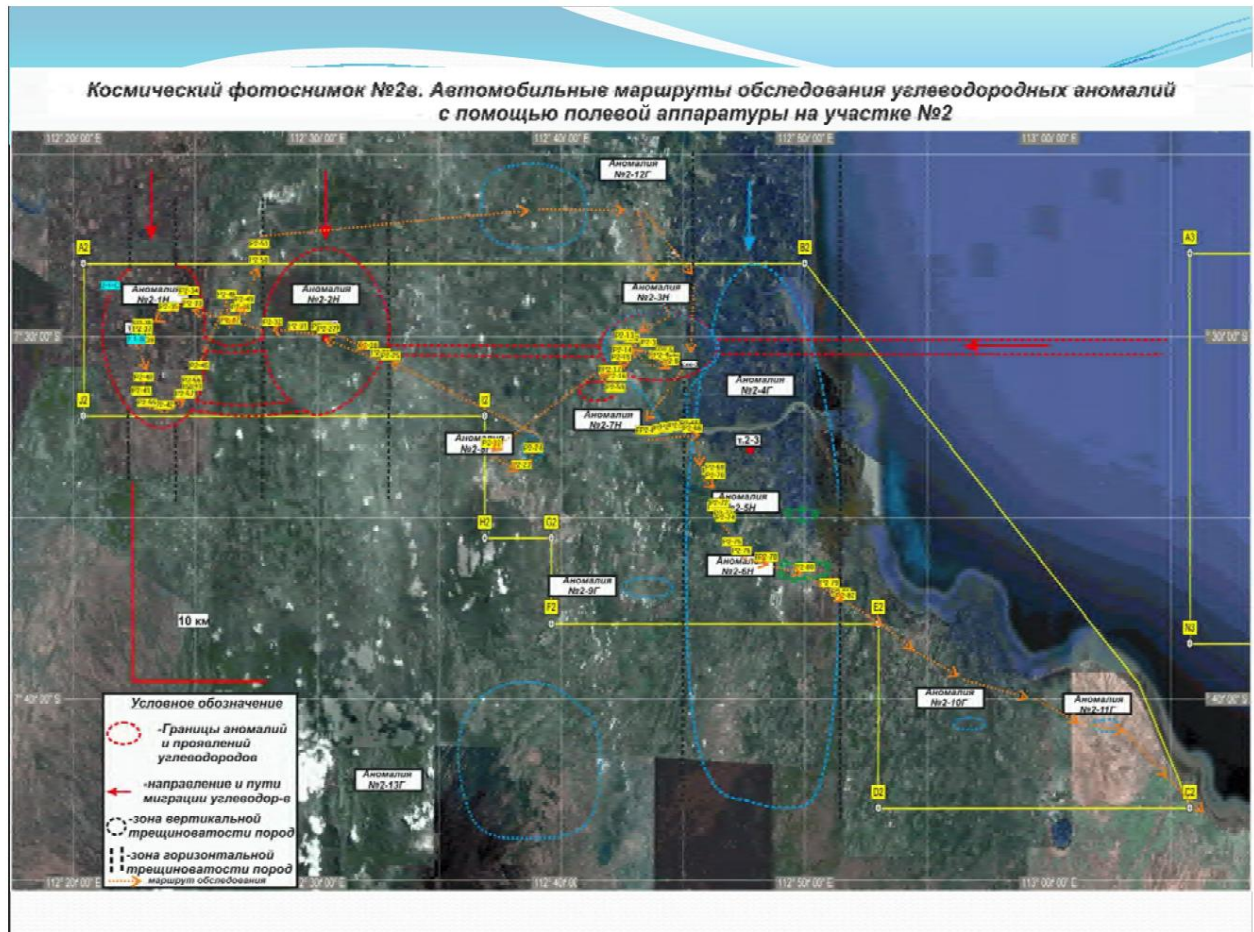


Fig.9. Fotografía satelital con rutas de automóviles para examinar anomalías de hidrocarburos utilizando equipos de campo.

Trabajar en el estudio de las características de la presencia de gas de esquisto en área (>120 km²) en el estado de Texas (EE.UU.).

Este estudio demostró que la acumulación de gas de esquisto ocurre sólo a lo largo de zonas porosas (de falla) y tiene migración de gas hacia el esquisto desde grandes campos de gas con alta presión de gas. (Figura 10). Los resultados del trabajo se confirmaron mediante la perforación de un pozo en la anomalía identificada, que descubrió un depósito de gas a una profundidad de 3,5 km con una presión de gas de 620 kg/cm² (~65 MPa) en el punto 1.

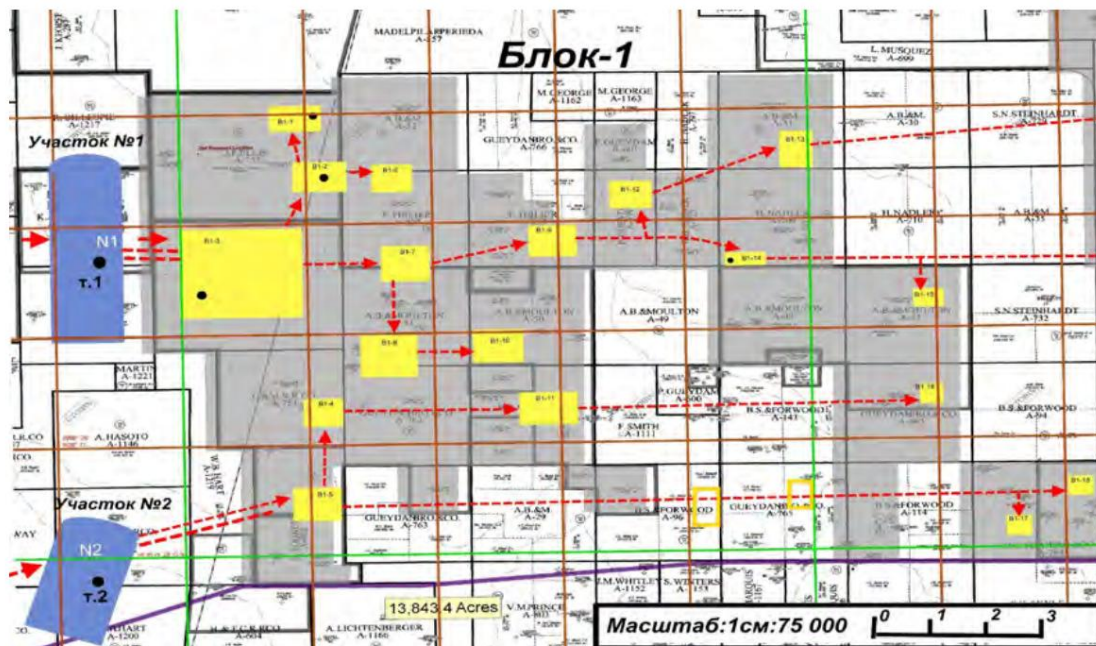


Figura 10. Límites de anomalías de petróleo y gas identificadas en la sección de esquisto del bloque No. 1, Texas (EE.UU.)

El trabajo realizado en 2013 con el equipo remoto "Poisk" en el sitio Cooper PEL-105 (Australia) para estudiar el sitio y la trampa de petróleo y gas (identificada por resultados sísmicos) nos permitió sugerir que la anomalía y trampa de petróleo y gas identificadas no son prometedoras para el desarrollo industrial, es decir, Para. Las rocas yacimiento en 3 horizontes (2 de gas y uno de petróleo) tienen baja porosidad (5-7%). Se propuso al Cliente abandonar la perforación prevista del pozo Piri-1. Sin embargo, el Cliente perforó el pozo Piri-1 en un punto seleccionado en base a los resultados sísmicos (en una trampa de hidrocarburos), donde los geólogos predijeron altos volúmenes de reservas de petróleo y gas. Los resultados de las perforaciones confirmaron la baja porosidad de las rocas yacimiento (~7%), lo que no permite obtener volúmenes comerciales de petróleo y gas. El pozo se cerró y el cliente sufrió pérdidas económicas de ~ 10 millones de dólares estadounidenses (Fig. 11).

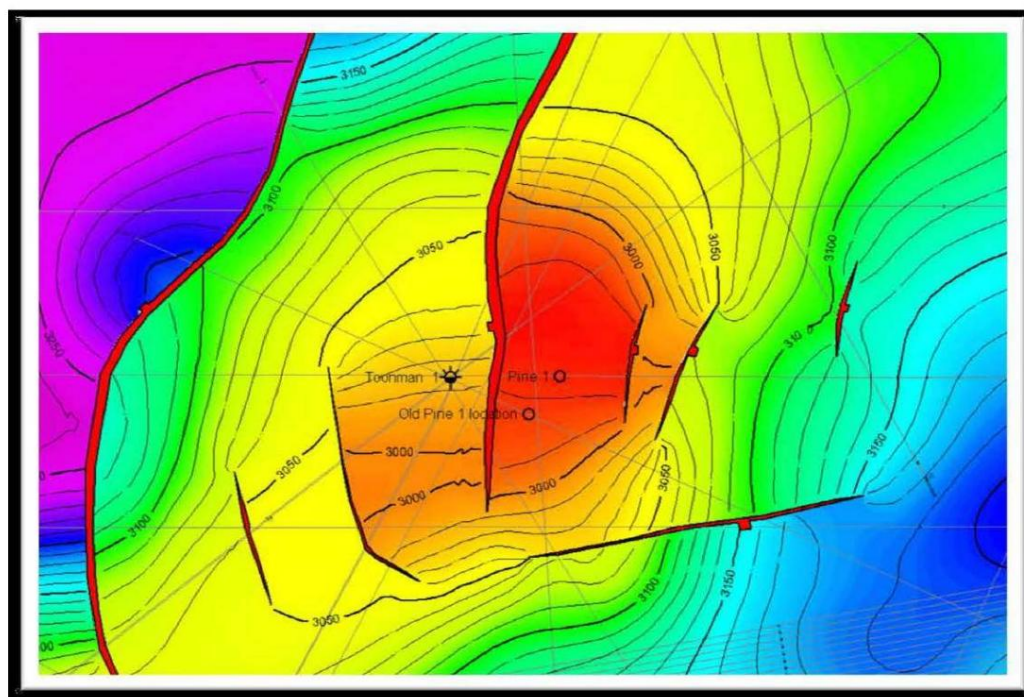


Figura 11. Anomalía de petróleo y gas en la zona Pel 105 indicando el pozo Pirie-1 (Australia).

Un trabajo similar que probó la efectividad de los equipos del complejo Poisk durante el estudio de un sitio con un área de 160 km² en Utah (EE. UU., 2013) permitió cambiar la decisión del Cliente sobre la elección de los puntos de perforación para 2 pozos. en anomalías de petróleo con baja porosidad de las rocas yacimiento (Fig. 12). Se recomiendan nuevos puntos de perforación en las trampas de petróleo, lo que además se confirma mediante perfiles sísmicos, y también en los que se midió la porosidad de las rocas yacimientos (>15%) con equipos de campo del remoto complejo "Poisk" (Fig. 13).

Los estudios enumerados sobre anomalías de hidrocarburos confirman la alta eficacia de los trabajos de predicción geológica utilizando instrumentos de teledetección y equipos de campo del complejo de pruebas de resonancia remota de Poisk.

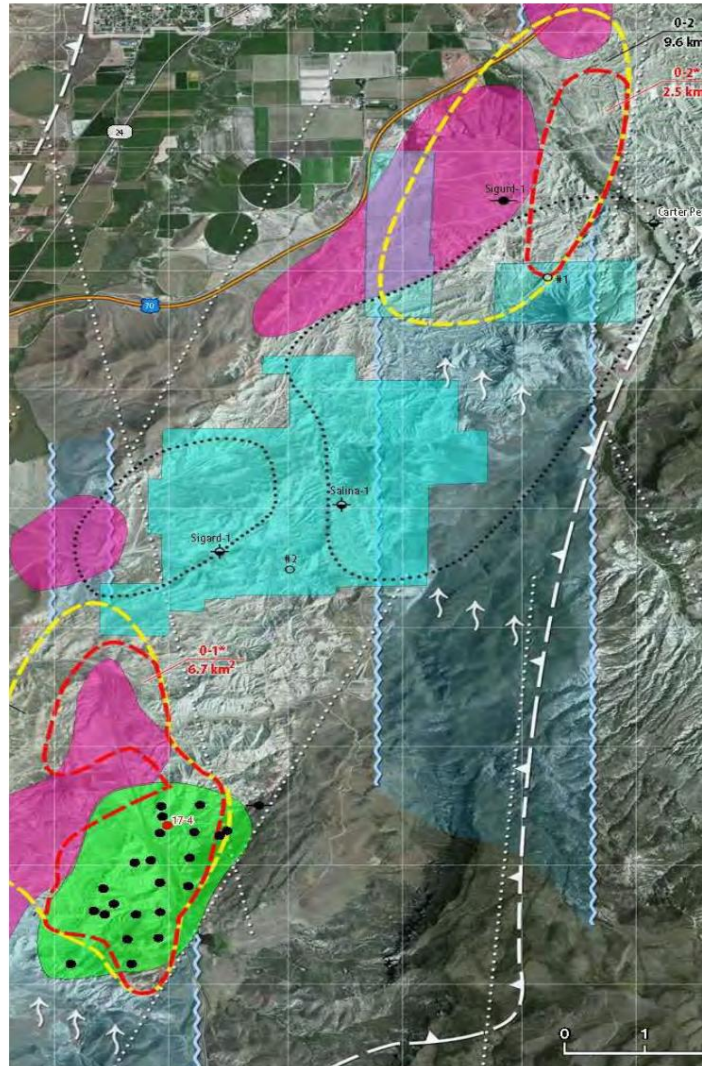


Figura 12. Límites de áreas efectivas de anomalías del petróleo con pozos perforados (Covenant, Utah, EE.UU.).

Рис. 1. Разрез складчатого пояса по линии северо-запад – юго-восток

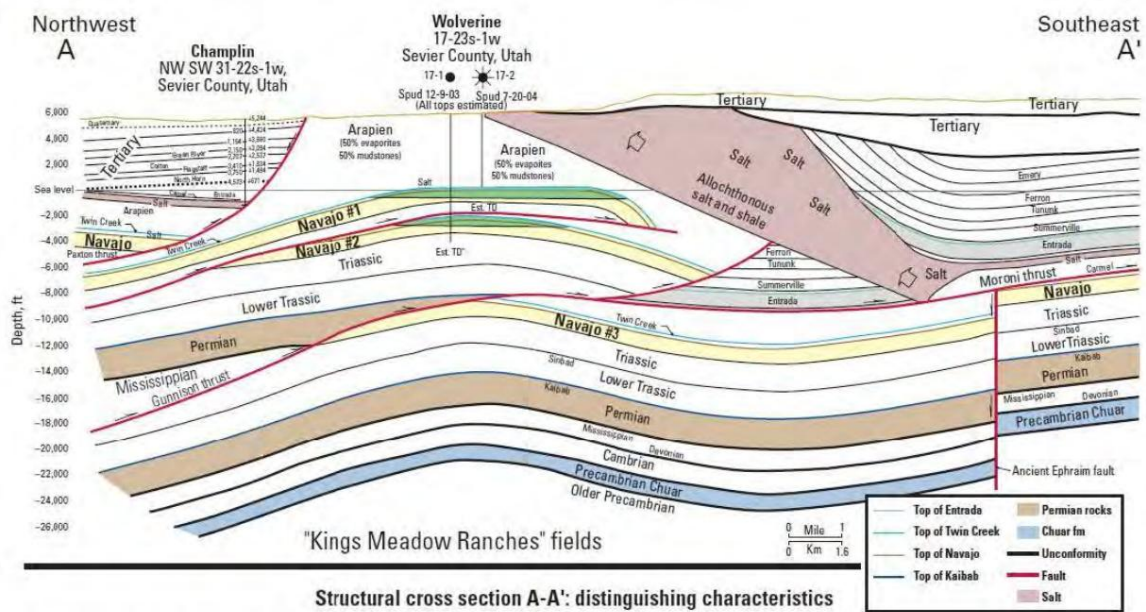


Figura 13. Sección geológica de la anomalía petrolera del sur con puntos de perforación en Campo del pacto, Utah.

Conclusiones.

1. Trabajo de búsqueda experimentado y práctico realizado con equipo de campo. complejo remoto "Poisk", confirma su alta efectividad para identificación remota, delineación y obtención de datos geológicos y características geofísicas de los yacimientos necesarias para una evaluación rápida de su idoneidad para desarrollo industrial de yacimientos de hidrocarburos identificados o selección de puntos para Colocación de pozos de perforación con afluencia garantizada de hidrocarburos.
2. La capacidad de determinar características geológicas importantes con equipos de campo. La aparición de horizontes de hidrocarburos (profundidad, espesor, presión del gas, temperatura, dirección de migración del fluido, tipo de rocas yacimiento y su porosidad) es significativa. facilita la toma de decisiones sobre estudios más detallados de los identificados áreas utilizando métodos geofísicos tradicionales, así como para seleccionar puntos para perforación de pozos exploratorios.
3. Integración de métodos de búsqueda aeroespaciales, tradicionales y no tradicionales. Los hidrocarburos pueden reducir significativamente los riesgos financieros de las operaciones de perforación exploratoria, especialmente a grandes profundidades, lo que crea atractivo comercial. exploración de petróleo y gas.
4. Los resultados de los estudios de acumulaciones de gas debajo de las vetas de carbón nos permiten determinar medidas adicionales para garantizar la seguridad del gas en las minas que excluyen los volumétricos explosiones.

Lista de literatura utilizada: 1. Kovalev N.I.,

Pukhliy V.A. y otros Resonancia magnética nuclear. Teoría y aplicaciones. —

Sebastopol, 2010. - Cap. XI. — pág. 610.

2. Kovalev N.I., Filimonova T.A., Gokh V.A. etc. Valoración de las posibilidades de uso.

Tecnologías remotas para la búsqueda de recursos minerales durante el desarrollo de depósitos de hidrocarburos.

Recursos en los estantes // Óptica de la atmósfera y el océano (Actas de la III Conferencia de toda Rusia

"Extracción, preparación, transporte de petróleo y gas", Tomsk, 20 al 24 de septiembre de 2004). — Tomsk: Instituto óptica atmosférica SB RAS, 2004. - págs. 67-70.

3. Certificado de prueba de equipos del complejo Poisk en 6 pozos conocidos en Feodosiyskaya zona. - Sebastopol: SNUYAEiP, 2007.

4. Informe sobre las pruebas del complejo Poisk en el campo de condensado de gas de Tatyana. - Sebastopol: SNUYAEiP, 2006.

5. Kovalev N.I., Gokh V.A., Soldatova S.V. etc. Usando control remoto complejo geoholográfico "Poisk" para la detección y delimitación de hidrocarburos depósitos // Geoinformática. - 2009. - No. 3. - P. 83-87.

6. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Ivashchenko P.N. etc. Experiencia práctica equipo del complejo Poisk para determinar los límites de las áreas que contienen petróleo y gas y seleccionar Puntos para perforar pozos. Geoinformática, 2010, N° 4, págs. 46-51.

7. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Ivashchenko P.N. etc. Estudio de las características de ocurrencia. depósitos de gas en rocas de esquisto utilizando equipos complejos remotos "Buscar". Geoinformática, 2011, No. 3. 8.

Kovalev N.I., Pukhliy V.A., Soldatova S.V. Sobre el mecanismo de formación de explosiones volumétricas y Detonación de gases de hidrocarburos en minas de carbón, Colección de la Conferencia Científica y Práctica Internacional, 31 de enero de 2014, Ufa, págs. 9. Antipenko V.A. Metales en aceites // Petroquímica. - 1999. - No. 6. 10. Shnyukov E.F., Gozhik P.F. Vanadio y níquel en aceites naturales de Asia, África, Europa y

América // Dokl. NAS de Ucrania. - 2007. - No. 3. 11. Pat.

Ucrania, No. 35122 de 26 de agosto de 2008. Método de búsqueda de depósitos minerales; No. 55916 de 27 de diciembre de 2010; No. 62840 de 12 de septiembre de 2011; No. 62841 de 12 de septiembre de 2011; No. 62841 de 12 de septiembre de 2011; No. 67648 de 27 de febrero de 2012; N° 67649 de 27 de febrero de 2012

12. Pat. RF, No. 227-2305 del 20 de marzo de 2006, "Método de exploración mineral", Gokh V.A. y etc., Patente europea (Suiza) n° 2007A000247 de 28 de mayo de 2008

13. Kovalev N.I., Akimov A.M. etc. Uso de complejos geofísicos remotos. "Buscar" para descubrir varios minerales y determinar rutas migratorias. radionucleidos y sustancias tóxicas de los vertederos de relaves de empresas del ciclo del combustible nuclear // Ecología y Energía Nuclear, 2009, N° 1, págs. 64-67.