

CDU 550.837.3

EXPÉRIENCE EN PRÉVISION DES ÉTUDES GÉOLOGIQUES DES HYDROCARBURES  
ANOMALIES UTILISANT LES TESTS DE RÉSONANCE À DISTANCE  
ÉQUIPEMENT DU COMPLEXE GÉOPHYSIQUE « POISK »

© N.I. Kovalev, G.A. Belyavsky, 2015

Institut de l'énergie nucléaire et de l'industrie de l'établissement d'enseignement supérieur budgétaire de l'État fédéral, Université de l'État du Nord.

Mots clés : équipements de contrôle à distance, résonance magnétique nucléaire, tests de résonance, atomes de référence, spectres atomiques.

L'expérience de l'utilisation des équipements du complexe de sondage profond du sous-sol est prise en compte. Terres "Recherche" pour la recherche à distance et la délimitation par méthode directe des zones gisements d'hydrocarbures à des profondeurs allant jusqu'à 6000 M. Utilisation des équipements du complexe Méthodes de « recherche » d'identification, de délimitation et préliminaires évaluation expresse de l'aptitude au développement industriel des gisements identifiés hydrocarbures en mesurant la profondeur des hydrocarbures avec un équipement à distance réservoirs, leur porosité des roches qu'ils contiennent. Des travaux pratiques confirment la possibilité application de la recherche à distance développée pour identifier les types d'hydrocarbures et caractéristiques des roches réservoirs avant forage. Cela fournit un choix efficace points pour forer des puits d'exploration productifs à des profondeurs allant jusqu'à 6 km.

Mots clés : équipements du complexe d'essais de résonance à distance, résonance magnétique nucléaire, spectres d'information et d'énergie, atomes de référence, atomique spectres

Introduction. Faible efficacité des méthodes géophysiques de recherche d'hydrocarbures et le coût élevé des travaux d'exploration par forage, notamment à de grandes profondeurs de forage, nécessite améliorer les méthodes opérationnelles d'exploration géologique à distance. L'intégration diverses méthodes géophysiques, non traditionnelles et aérocosmogéologiques permettent augmenter la probabilité de déterminer les limites des contours des gisements cachés (jusqu'à 40-60%), ce qui améliore efficacité de forage [1]. Cependant, obtenir des méthodes de recherche à distance pour les éléments les plus importants caractéristiques géologiques des roches réservoirs (type et porosité), capacités utiles en hydrocarbures les horizons et les zones d'anomalies effectives restent une tâche difficile, ce qui rend difficile prendre la décision de forer des puits [2, 6]. Actuellement en test pilote plusieurs méthodes d'exploration géologique à distance en Russie, en Ukraine, au Canada et dans d'autres pays. Ni l'un ni l'autre une de ces méthodes d'exploration géologique, ainsi que les méthodes de télédétection existantes La détection de la Terre depuis l'espace ne peut pas déterminer la porosité des roches réservoirs, ce qui est utile capacités des réservoirs et zones effectives d'anomalies d'hydrocarbures (HC).

Des spécialistes du Laboratoire de Recherche Scientifique YAKHI SevSU ont proposé une méthode pour obtenir ces caractéristiques en utilisant équipement de test de résonance du complexe géophysique «Poisk», qui utilise Données de télédétection et résultats de mesure provenant d'équipements mobiles de terrain à distance (poids jusqu'à 80

kg). Méthodologie d'utilisation du complexe géohologique distant "Poisk" pour la détection et la délimitation des gisements d'hydrocarbures sont décrites en détail dans les articles [5,6,7].

La base de la méthode de détermination à distance en profondeur des zones pétrolières et des types de roches réservoirs saturés de pétrole utilisant les équipements de terrain du complexe de Poisk application de générateurs de rayonnement micro-ondes de fréquence gigahertz pour une excitation résonante atomes de substances présentes dans les roches perméables au pétrole et atomes de métaux contenus dans différents types d'huile [1, 6, 9, 10].

Identification (reconnaissance) à distance du pétrole et des roches perméables au pétrole dans le sous-sol La terre jusqu'à des profondeurs de 6000 m à l'aide du complexe spécifié est réalisée en utilisant phénomènes de résonance des substances lorsqu'elles sont exposées à un rayonnement radiofréquence sur des atomes d'éléments

(spectroscopie RMN) qui font partie d'un type spécifique de pétrole ou de divers types de roches. Pour envoyer un rayonnement résonant radiofréquence à de grandes profondeurs, ils sont utilisés générateurs de rayonnement micro-ondes de fréquence gigahertz avec un champ électromagnétique rotationnel dans canal énergétique de rayonnement. Les fréquences de fréquence sont modulées à la fréquence de fonctionnement du générateur de micro-ondes spectres de résonance des atomes d'éléments chimiques de référence (Ni, V, C, P, S, etc.) et spectres d'information et d'énergie (spectres intégrés) d'échantillons de pétrole et de roches réservoirs de diverses porosités [1, 6, 10]. Spectres de résonance (spectres RMN) des atomes métaux entrant dans la composition des substances identifiées et sélectionnés comme référence les éléments sont enregistrés sur des installations RMN dans la gamme de fréquences de 60 à 250 MHz. Les résonances résonantes sont enregistrées directement à partir d'échantillons de différentes qualités d'huile. spectres information-énergie des substances (spectres intégrés) utilisant blocs haute fréquence d'équipements de test résonants inclus dans le complexe Poisk [1, 6, 7, 11, 12]. Les spectres d'informations et

d'énergie des substances identifiées sont transférés au travail supports magnétiques (« matrices de travail ») et spectres atomiques des métaux - pour « tester » les matrices et sont utilisés pour l'excitation résonante de ces substances dans les entrailles de la Terre (jusqu'à des profondeurs de 6 km) par exposition aux signaux modulés d'un générateur de micro-ondes [1, 2, 3, 11, 12]. Un ensemble de métaux « de référence » qui composent diverses qualités de pétrole a déjà été étudié par des chercheurs russes et américains. Scientifiques ukrainiens [9, 10]. Pour établir des éléments de référence dans le pétrole, nous avons utilisé méthode d'activation neutronique pour déterminer la concentration de métaux et de non-métaux qu'ils contiennent. Composition élémentaire des échantillons et amplitudes de leurs caractéristiques spectrales intégrales (spectres de mesure d'informations) ont été enregistrés dans la banque de données du complexe stationnaire «Recherche» et ont été utilisés comme caractéristiques de reconnaissance d'hydrocarbures et de roches réservoirs de porosité variable, présents à des profondeurs allant jusqu'à 6 000 m [8, 13].

Pour configurer l'équipement et confirmer la détection à distance, l'identification variétés de pétrole (« léger », « épais », « scellé ») et de roches réservoirs avant de commencer travaux sur le terrain dans des conditions de laboratoire, tests de matériel stationnaire et portable équipement du complexe Poisk pour l'enregistrement sélectif des échantillons de pétrole et de roches (réservoirs de pétrole) à différentes distances (25m et 50m). Parallèlement, en réglant le seuil de sensibilité des équipements de mesure permet une identification sélective chaque élément de référence ou type d'échantillons de pétrole et de roche situés à proximité les uns des autres (pour confirmer l'absence d'influence mutuelle) [6].

#### Raisons de mener une recherche :

Pendant plusieurs années, des tests des équipements du complexe ont été effectués sur des systèmes bien connus. champs de pétrole et de gaz en Crimée (champ de condensats de gaz de Tatyankoye, 2006) [3] et dans six puits de pétrole connus du champ de Vladislavskoye (Crimée, 2007) [4]. Des études expérimentales ont confirmé la grande efficacité du travail de recherche sur délimitation et mesure des profondeurs des réservoirs d'hydrocarbures.

En 2009, un examen de la méthode de recherche à distance du pétrole et du gaz sur le territoire a été réalisé. États-Unis (Utah), avec la participation d'un arbitre indépendant de l'Utah. Cinq sites ont été identifiés, chacun d'une superficie de 25 km<sup>2</sup> (5x5 km). Ces domaines ont été examinés en détail sur une période de cinq ans. méthodes d'exploration traditionnelles (sismique, électrique, magnétique, etc.) et Tous sont considérés comme prometteurs pour le développement. Cependant, selon les résultats des forages, 2 des champs de pétrole dans deux zones et un champ de gaz non commercial dans une. Sur un autre site (n°1), des forages ont alors été réalisés à une profondeur de 2,5 km. résultats examen précis de 10 sites utilisant les équipements du complexe distant "Poisk" a coïncidé avec les résultats des forages, y compris dans la zone n°1 (à la fin de son forage) [5].

En 2008, les travaux ont été achevés avec succès conformément au « Programme 6 » du ministère des Combustibles et de l'Énergie. Ukraine : « Étude à distance des accumulations de gaz naturel et de condensats de gaz en limites du gisement de minerai d'uranium de Novokonstantinovskoye" (code "Gaz"). En conséquence les travaux ont identifié d'importantes accumulations de gaz et de condensats de gaz sous Zone de minerai d'uranium de Novokonstantinovskaya, des limites spécifiques et des volumes approximatifs ont été déterminés accumulations de gaz à des profondeurs de 2 350 à 2 450 m et de condensats de gaz à des profondeurs de 2 450 à 2 550 m. Il a été établi que le flux de gaz et de condensats de gaz vers les gisements d'uranium se produit le long d'une faille sécante profonde. Des travaux ont ensuite été menés pour confirmer les accumulations hydrocarbures par les méthodes traditionnelles d'exploration (juillet 2009) et de forage. Les données ont confirmé la présence de gisements d'hydrocarbures dans les zones subméridionales d'intense

concassage de roches situées sous les gisements d'uranium, ce qui a confirmé la forte efficacité de la détection des anomalies d'hydrocarbures dans diverses structures géologiques.

#### Objets d'étude, objectifs de recherche et méthodes de travail. Prévisions géologiques

La recherche a été réalisée à la demande de sociétés commerciales et de sociétés d'investissement en Crimée (examen des puits du célèbre champ de condensats de gaz de Tatiana), le Ukraine (étude des accumulations de gaz dans le champ minier de la mine de charbon de Zasyadko), en Russie (travaux similaires dans 6 mines de charbon de la Zarechnaya Management Company), aux USA (étude des anomalies gaz de schiste en pcs. Le Texas et le champ pétrolier de l'État. Utah), en Indonésie (bloc pétrolier et gazier "Brantas" dans 5 zones (S = 3 500 km<sup>2</sup>), dont 3 sur le plateau), en Australie (bloc Cooper REL-105 (Cooper), d'une superficie de plus de 1 100 km<sup>2</sup>), en Crimée (commandé par "Chernomorneftegaz", Fédération de Russie) sur Champ Povorotnoye, 2014. Dans un premier

temps, les travaux ont été réalisés à l'aide d'outils de télédétection en déchiffrant images satellite utilisant une technologie propriétaire [1, 10, 11, 12].

Dans le même temps, les types d'anomalies d'hydrocarbures ont été identifiés (pétrole, gaz, pétrole et gaz), les limites des contours de l'anomalie, les profondeurs approximatives d'occurrence réservoirs d'hydrocarbures en anomalies.

Pendant la période de travail sur le terrain (étape II) avec des équipements mobiles installés sur des véhicules (ou d'une embarcation flottante) des mesures ont été prises pour déterminer les caractéristiques suivantes de l'événement hydrocarbures dans les anomalies :

- contours des zones effectives d'anomalies, profondeurs (jusqu'à 6000 m) d'hydrocarbures réservoirs aux points de mesure sur des coupes géologiques profondes ;
- les capacités utiles des réservoirs, les types de roches réservoirs d'hydrocarbures et leurs valeurs approximatives porosité (de 5% à 20%) ; - les contours des pièges à hydrocarbures (pas plus de 2 par anomalie) ; - pression de gaz en anomalies ; Sur la base de ces données, des points de forage de puits ont été sélectionnés et prédits volumes de réserves en anomalies d'hydrocarbures.

Sur la base des documents du rapport, le Client a vérifié les résultats des travaux en les comparant avec ceux disponibles données sismiques (si disponibles) ou recherches supplémentaires menées en utilisant des méthodes d'exploration géologique traditionnelles à proximité des points sélectionnés pour le forage. Alors des travaux de forage ont été effectués pour découvrir les anomalies et une évaluation finale des résultats des travaux.

#### Les principaux objectifs des travaux étaient :

- 1) Détermination du type de roches réservoirs d'hydrocarbures et de leur porosité dans les hydrocarbures identifiés anomalies;
- 2) Sélection de points de forage de puits dans des pièges à hydrocarbures, fournissant production industrielle garantie de puits.
- 3) Détermination de la surface effective de l'anomalie d'hydrocarbures située dans structure géologique avec la porosité requise des roches réservoirs (>7%).

#### Méthodologie de travail : 1. Étape I.

Détermination des anomalies d'hydrocarbures à l'aide d'outils de télédétection par décodage photographies spatiales utilisant des équipements fixes utilisant des technologies radiochimiques (visualisation des limites des contours d'anomalies). Choix anomalies prometteuses pour un examen détaillé. 2. Stade II.

#### Travail sur le terrain : a) clarifier les

- limites des contours des anomalies et identifier les zones efficaces ; b) mesurer les profondeurs et les épaisseurs des réservoirs d'hydrocarbures en des points situés sur des coupes géologiques ; c) identification des roches réservoirs et détermination de leur porosité ; e) détermination des limites des pièges à hydrocarbures ; f) calcul des réserves prévisionnelles d'hydrocarbures ; g) sélection de points pour le forage de puits.
3. Confirmation des résultats par les méthodes traditionnelles d'exploration géologique à proximité points sélectionnés pour le forage de puits, puis le forage d'un puits d'exploration et évaluation des résultats.

L'interprétation des photographies spatiales a été réalisée à l'aide de technologies radiochimiques [1, 5, 6, 7, 13] en visualisant les limites (contours) des zones avec anomalies d'hydrocarbures. Ces limites ont été précisées sur le terrain à l'aide d'équipement mobile et récepteurs GPS, puis tracés sur une carte de la zone de recherche. La méthode de délimitation est similaire aux méthodes de contrôle à distance aérospatiales existantes sondage de la terre (ERS), cependant, la probabilité d'identifier les types de roches réservoirs et les anomalies d'hydrocarbures utilisant les équipements de terrain du complexe de Poisk augmentent fortement (jusqu'à 95-97%) [5, 6, 11, 12,

13]. Sur le terrain, un signal modulé utilisant une antenne hautement directionnelle de blocage haute fréquence du générateur de micro-ondes par le canal d'énergie ou « ionisation » est dirigé selon un certain angle profondément dans la Terre pour une résonance à distance perturbations des atomes de l'élément de référence ou de la totalité de la substance identifiable se trouvant sur profondeurs jusqu'à 6000 m [1, 5, 6, 7, 11]. Dans ce cas, un faible champ électromagnétique à haute fréquence caractéristique de chaque type de pétrole et de roches. Chaque champ électromagnétique caractéristique est enregistré séquentiellement par un capteur sensible un dispositif récepteur réglé sur la fréquence de résonance d'un atome de référence spécifique élément ou spectre intégral d'une substance (pétrole, roche réservoir), qui leur fournit identification sélective à différentes profondeurs [1]. Profondeur du réservoir mesuré par des calculs géométriques utilisant la tangente de l'angle d'inclinaison de l'antenne et le bras, c'est-à-dire distance du générateur à la pointe des anomalies (Fig.-1, Fig.-2).

Résultats des travaux. Dans tous les cas, comme caractéristiques de reconnaissance des variétés huile, la composition quantitative des métaux de référence qu'ils contiennent a été acceptée et pour des raisons de fiabilité pour identifier une anomalie pétrolière « scellée » ou « non commerciale », 4 paramètres supplémentaires ont été utilisés : a) absence de bouchon de gaz dans le réservoir pétrolifère ; b) teneur en roches de réservoir de pétrole; c) la valeur de la porosité de la roche ; d) manque de dynamique de mouvement fluides de formation à l'anomalie pétrolière. L'anomalie des gaz non industriels a été déterminée par type de roches de réservoirs saturés de gaz et leur faible porosité, ainsi que leur basse pression gaz et capacité importante du collecteur efficace. Pour identifier les types de roches des réservoirs pétrolifères, les plus fréquemment étudiées roches présentes avec une perméabilité accrue au pétrole et au gaz - barrière de corail, conglomérats, grès à grains grossiers et fins, calcaires fracturés, siltstones, dépôts de galets et des roches cristallines clastiques. Pourcentage de métaux et spécifiques Les éléments (de référence) de chaque roche varient considérablement, ce qui garantit leur sélectivité. identification [1, 5, 6].

Lors de l'identification des formations contenant du pétrole mobile, l'épaisseur du bouchon de gaz variait de 15 m jusqu'à 5 m (la pression du gaz est de 20,0 à 40,0 MPa). Cela a été enregistré de manière fiable à des points mesures à proximité de puits connus en Mongolie, Bloch X South Torhom, USA (Utah, Orem), ainsi que sur le site pétrolier d'Ukraine (Crimée), en Indonésie (bloc Brantas, à 3 puits) et en Australie (bloc Cooper, puits Piri-1) [3, 4, 6, 7] . La pression du gaz dans les anomalies de gaz et dans les bouchons de gaz des réservoirs de pétrole a été déterminée à l'aide de en utilisant un équipement de test de résonance et des spectres de reconnaissance d'échantillons gaz enregistré sur des matrices « test » à différentes pressions de gaz dans les échantillons (ensemble de test variait de 5,0 MPa à 60,0 MPa avec une plage de pression de 2,5 MPa).

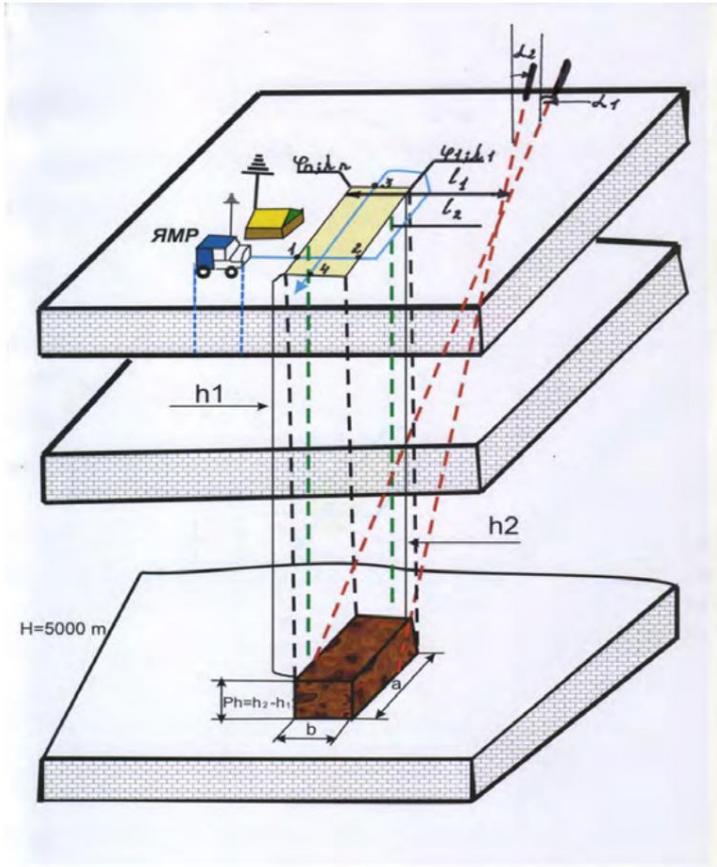


Fig. 1. Une méthode pour délimiter une zone et déterminer les profondeurs des horizons des manifestations pétrolières à l'aide de l'équipement RMN à résonance de champ du complexe Poisk : l1 l2 - distance du générateur de micro-ondes aux lignes de réception lointaines et proches ; a, b - dimensions (superficie) des gisements ; h1 h2 - profondeur d'occurrence des parties supérieure et inférieure des gisements ; Ph = h2-h1 - épaisseur de l'horizon du dépôt

- \*l1, l2 – distance entre le générateur de micro-ondes et les lignes de réception lointaines et proches ;
- \*a, b – dimensions (superficie) des dépôts ;
- \*h1, h2 – profondeur d'occurrence des horizons supérieur et inférieur des gisements ;
- \*Ph=h2-h1 – pouvoir horizon des dépôts ;
- \* 1, 2 – angle d'inclinaison (°) du faisceau micro-ondes par rapport aux limites des horizons inférieur et supérieur du gisement.

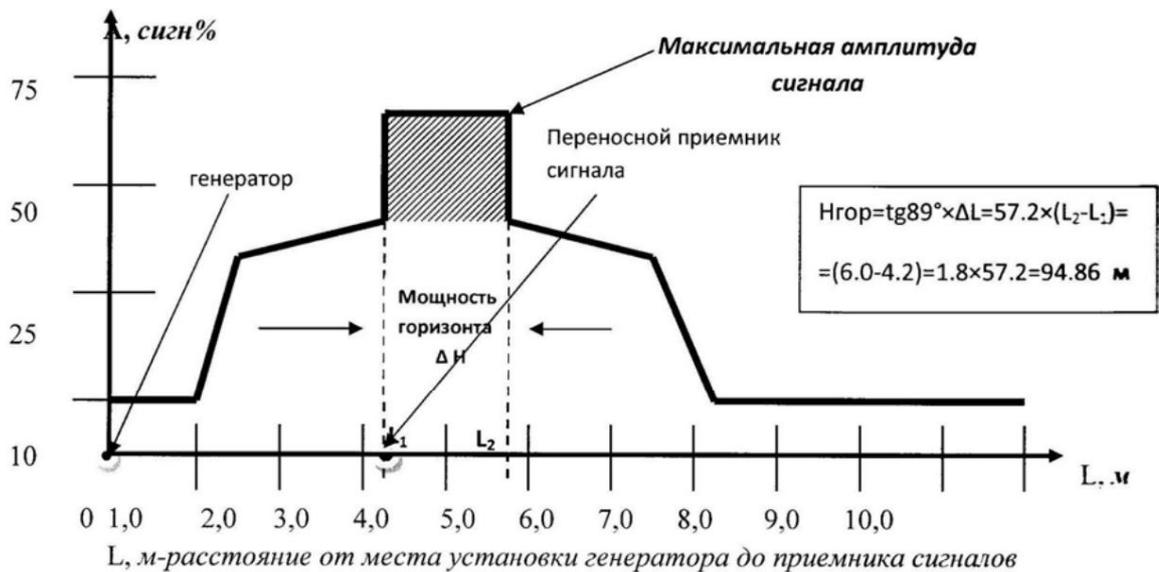


Fig.2. Modification de l'amplitude du signal du récepteur lors de l'excitation résonante du site pétrolier à une profondeur d'environ 3 760 m. L est la distance entre le site d'installation du générateur et le récepteur du signal.

Enregistrement à distance par équipement de terrain des principaux types de roches perméables au pétrole permet d'obtenir des données primaires sur les valeurs approximatives des coefficients effectifs porosité des roches réservoirs nécessaire à une évaluation rapide des réserves pétrolières et à confirmation des apports garantis dans les puits de pétrole. Points recommandés sous les puits de forage ont été sélectionnés dans des pièges à hydrocarbures.

Les profondeurs des horizons utiles et leur épaisseur ont été déterminées plus tôt méthode développée [1, 6, 7] (Fig. 1). Dans ce cas, le signal d'une antenne hautement directionnelle se dirigeait vers la Terre selon un angle de  $1^\circ$ . La profondeur a été calculée en fonction de la tangente de l'angle et distance entre le générateur et les limites connues des contours de l'anomalie. Amplitude maximale le signal de réception a été reçu sur la zone où le signal a directement touché l'anomalie (Fig.2).

Les pièges à hydrocarbures ont été identifiés par un changement brusque des profondeurs d'occurrence et augmentation de l'épaisseur du réservoir. Grâce à cette méthode, nous avons élaboré : a) la construction profils de profondeur avec un pas de mesure de 150 à 200 m ; b) techniques de construction à distance colonnes profondes avec paramètres détaillés des horizons effectifs aux angles d'inclinaison  $2^\circ$  antenne, qui permettait de déterminer des zones spécifiques dans le réservoir horizon avec un mobile huile (récupérable) (basée sur les amplitudes maximales des signaux à un intervalle de profondeur spécifique).

Ainsi, il est possible de construire des profils de profondeur (2D) et des profils de profondeur carottes aux points sélectionnés pour le forage des puits. Sur les colonnes profondes du site (Fig. 3) l'épaisseur des horizons utiles à pétrole mobile (à partir desquels il est possible d'obtenir afflux industriels dans les puits), ils sont nettement inférieurs à la capacité des puits saturés de pétrole roches réservoirs.

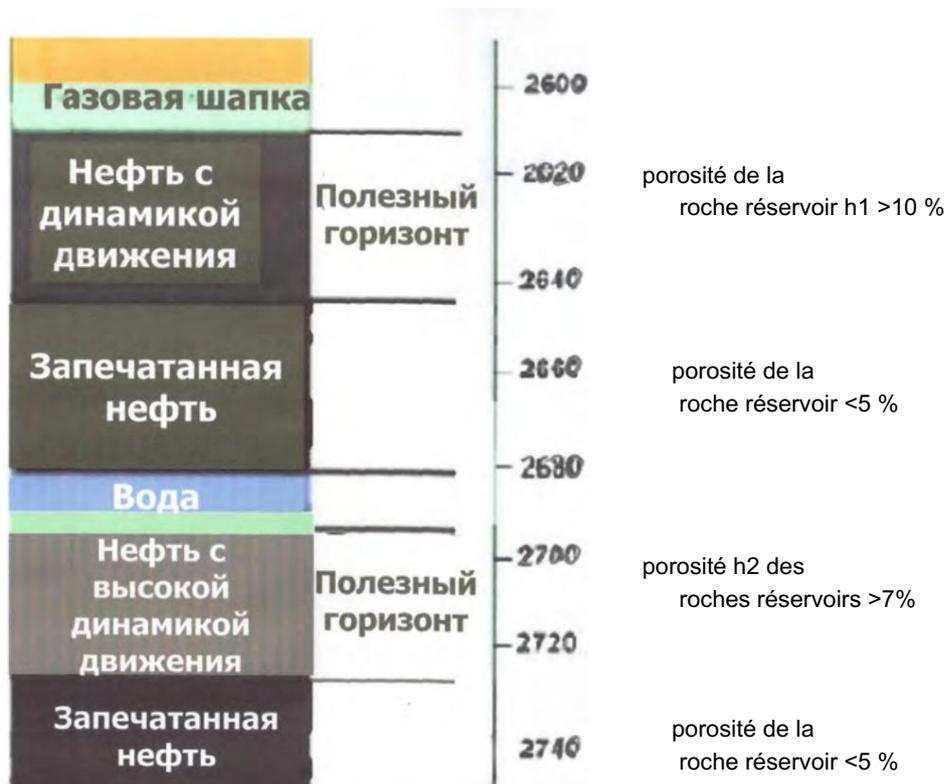


Figure 3. Colonne profonde au point de mesure (Utah, USA). Épaisseur totale des réservoirs de pétrole  $H=h_1+h_2=70\text{m}$  ; épaisseur totale des roches saturées de pétrole – 140 m

L'un des paramètres importants pour évaluer les afflux dans les puits de pétrole est la dynamique migration des fluides de formation vers le réservoir de pétrole et le chemin de leur migration vers et depuis l'anomalie. La dynamique de migration des hydrocarbures a été déterminée par l'amplitude du signal du récepteur, la direction migration - grâce à une série de mesures (6 fois) en un point. Dans ce cas, l'antenne de l'appareil a été installé à un angle de  $15^\circ$  et à chaque mesure tourné à un angle de  $45^\circ$ . Il a été supposé que l'amplitude maximale du signal résonnant au point de mesure indique une migration hydrocarbures vers l'opérateur, minime - pour la migration depuis l'opérateur,

coïncidant avec la direction de l'antenne de l'appareil. Erreur dans la détermination de la direction de la migration des hydrocarbures peuvent être de  $\pm 15-20^\circ$ . Ces données sont importantes pour déterminer les zones « déconsolidées » (fracturées) dans les roches, ce qui permet ensuite de rechercher des lentilles de pétrole dans ces roches. zones

Un exemple de détermination et de prise en compte des chemins de migration des hydrocarbures lors de la sélection des points de forage Les puits du champ de condensats de gaz de Tatyana sont illustrés à la Fig. 4. Il est clair que les débits maximaux dans les puits de gaz et dans les puits avec condensat de gaz peuvent être obtenir si les puits sont dans les limites des « flux migratoires » correspondants fluides" (dans les limites des roches réservoirs poreuses - grès à grain moyen) Ce est confirmé par les apports dans les puits forés [4]. Cela a ensuite été confirmé à tout le monde Travail terminé.

Évidemment, connaissant les limites des roches réservoirs poreuses, vous pouvez sélectionner correctement les points de forer des puits pour exploiter un gisement d'hydrocarbures.

8

Les données obtenues d'enregistrement de tous les paramètres à l'aide de la télécommande les équipements de terrain permettent de calculer (évaluation expresse) les volumes de matières extraites réserves avec une erreur de 30 à 40 %, et augmentent également considérablement l'efficacité du forage (95 à 9 %).

Une évaluation expresse de l'adéquation d'un site de gisement au développement industriel est réalisée en calculant les réserves prévisionnelles selon des formules connues. Données sur les zones d'hydrocarbures les anomalies sont extraites de la carte de la zone de recherche. Dans ce cas, seule la surface effective est prise en compte une anomalie située dans la partie de la structure géologique où la porosité du réservoir rocheux est  $>7-10\%$ . Cela permet d'obtenir un calcul plus réaliste des réserves prévues d'hydrocarbures en anomalies. La profondeur des horizons productifs (couches de pétrole) est déterminée par sections de profondeur et colonnes de profondeur de chaque horizon. Autres corrections les coefficients sont moyennés en fonction des types de roches pétrolifères et gazières identifiés dans les réservoirs. Si les données géologiques (carottes) obtenues à partir zones les plus proches de la zone étudiée, l'évaluation rapide des réserves est grandement simplifiée gisements, à mesure que les données sur la saturation des réservoirs en pétrole deviennent plus fiables.

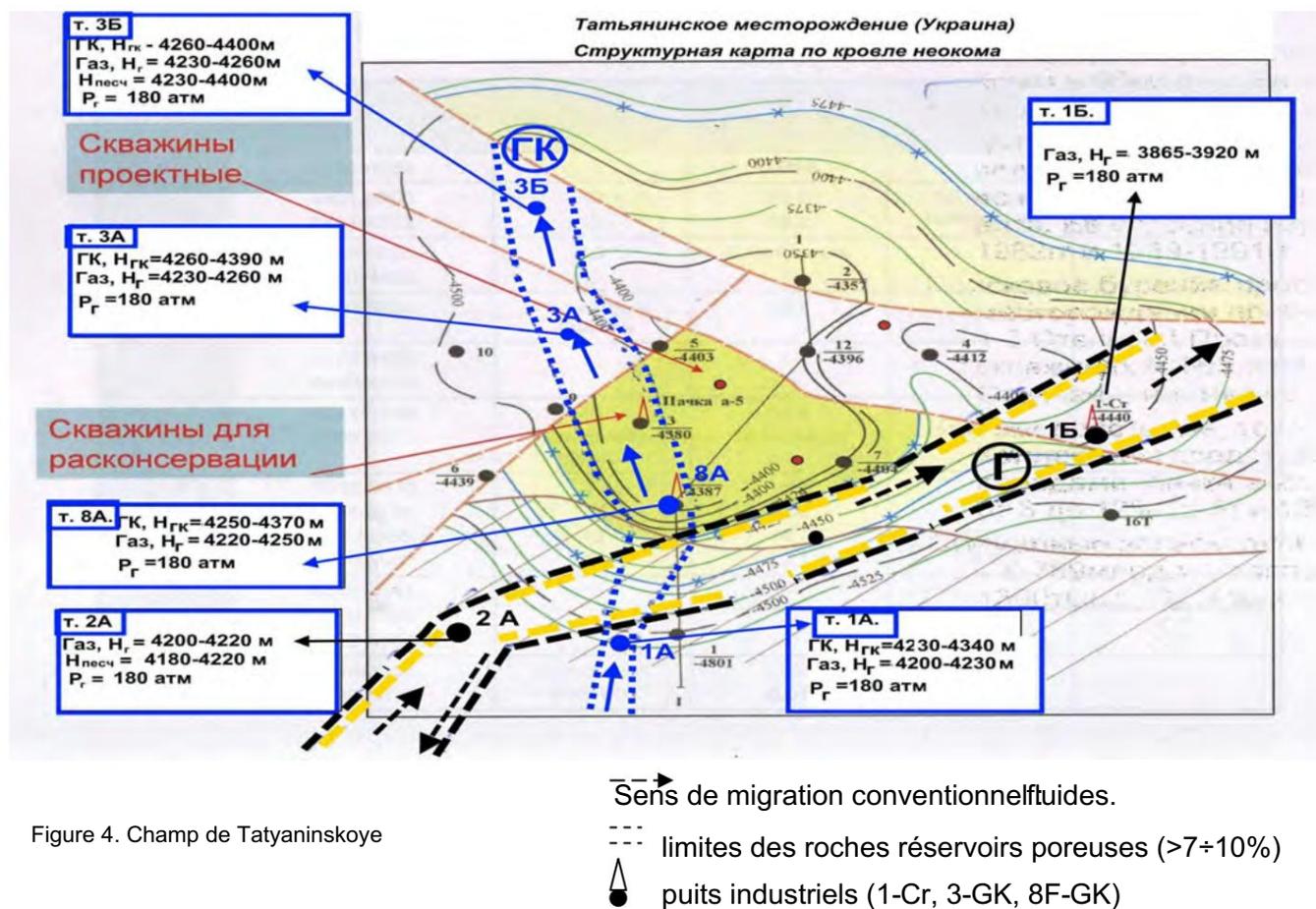


Figure 4. Champ de Tatyanskoïe

La méthode de recherche à distance utilisant les équipements du complexe Poisk peut être utilisé en conjonction avec des méthodes géophysiques et autres d'exploration et d'identification de réservoirs saturés de pétrole, par exemple avec des méthodes géoélectriques de recherches « directes » [1, 6, 7] ou sismiques. Les résultats de l'examen du

puits du champ de condensats de gaz de Tatiana sont présentés sur la figure 4. Il a été prouvé que dans le « piège » il existe des zones de porosité accrue des roches réservoirs (en sous forme de 2 « ruisseaux » à différentes profondeurs). Puits qui tombent dans ces zones de migration accrue gaz - fournissent des apports de gaz industriels, le reste n'ayant aucune importance industrielle.

Plusieurs travaux ont été réalisés grâce à l'utilisation conjointe de deux complexes - distants équipement "Recherche" et équipement géoélectrique de l'Institut des problèmes appliqués d'écologie, de géophysique et de géochimie (IPPEGG NAS d'Ukraine) (Ukraine - gaz, condensats de gaz (mine Novokonstantinovskaya); gaz, pétrole - champ minier de la mine de charbon qui porte son nom. A.F. Zasyadko ; Mongolie — pétrole, gaz (bloc X South Torhom) [6, 7, Fig. 5].

Les travaux réalisés ont montré de belles perspectives de travaux de prospection lors de l'intégration deux méthodes de recherche à distance développées par l'Académie nationale des sciences d'Ukraine, SNUYAEIP et traditionnelle recherche

[8]. Lors de l'examen du champ minier de la mine de charbon Zasyadko (Fig. 5), il a été constaté qu'il est traversé d'ouest en est par 3 failles géologiques « canal » avec une augmentation pression du gaz en eux et une du nord au sud [8].



Figure 5. Contours des anomalies géoélectriques de l'ATZ et limites des « canaux » perméables au gaz sur carte topographique de la section du lotissement minier de la mine de charbon A.F. Zasyadko [17].

Des zones verticales perméables aux gaz (« colonnes de décompression des roches » verticales) étaient situées à l'extérieur du champ de mines (1÷1,5 km avant sa frontière) et étaient situées sur chacun des 3 défauts (« canaux »). La migration du gaz s'est produite par tous les « canaux » d'ouest en est, ce qui fourni une certaine pression de gaz dans chaque canal. La largeur des

« canaux » variait de 40 à 80 m. Chaque « canal » avait 4 horizons perméables aux gaz représentant des grès fracturés à grain moyen

(porosité >12%), localisé dans chaque canal à des profondeurs de 410 m à 1690 m. L'épaisseur des horizons gazeux variait de 20 à 80 m, la surpression de gaz dans les horizons (selon les profondeurs) variait de 16 kgf/cm<sup>2</sup> (horizon supérieur à partir de 160 kgf/cm<sup>2</sup> (horizon inférieur). Les horizons gazeux étaient situés sous les veines de charbon. La principale source de gaz à haute pression était située à l'extérieur du champ de mine (à 5 km de celui-ci). Le gaz qui en provenait est entré le champ de mine à travers 3 failles traversant le champ de mine. De plus, la distribution du gaz dans le « canal » sous les veines de charbon s'est produite depuis l'horizon inférieur (1690 m) avec une pression de gaz élevée (230 kgf/cm<sup>2</sup>) jusqu'à l'horizon supérieur (16 kgf/cm<sup>2</sup>) le long d'une section verticale commune perméable aux gaz de la « colonne » avec une profondeur de 1690 m à une profondeur de 410 m (Fig. 6).

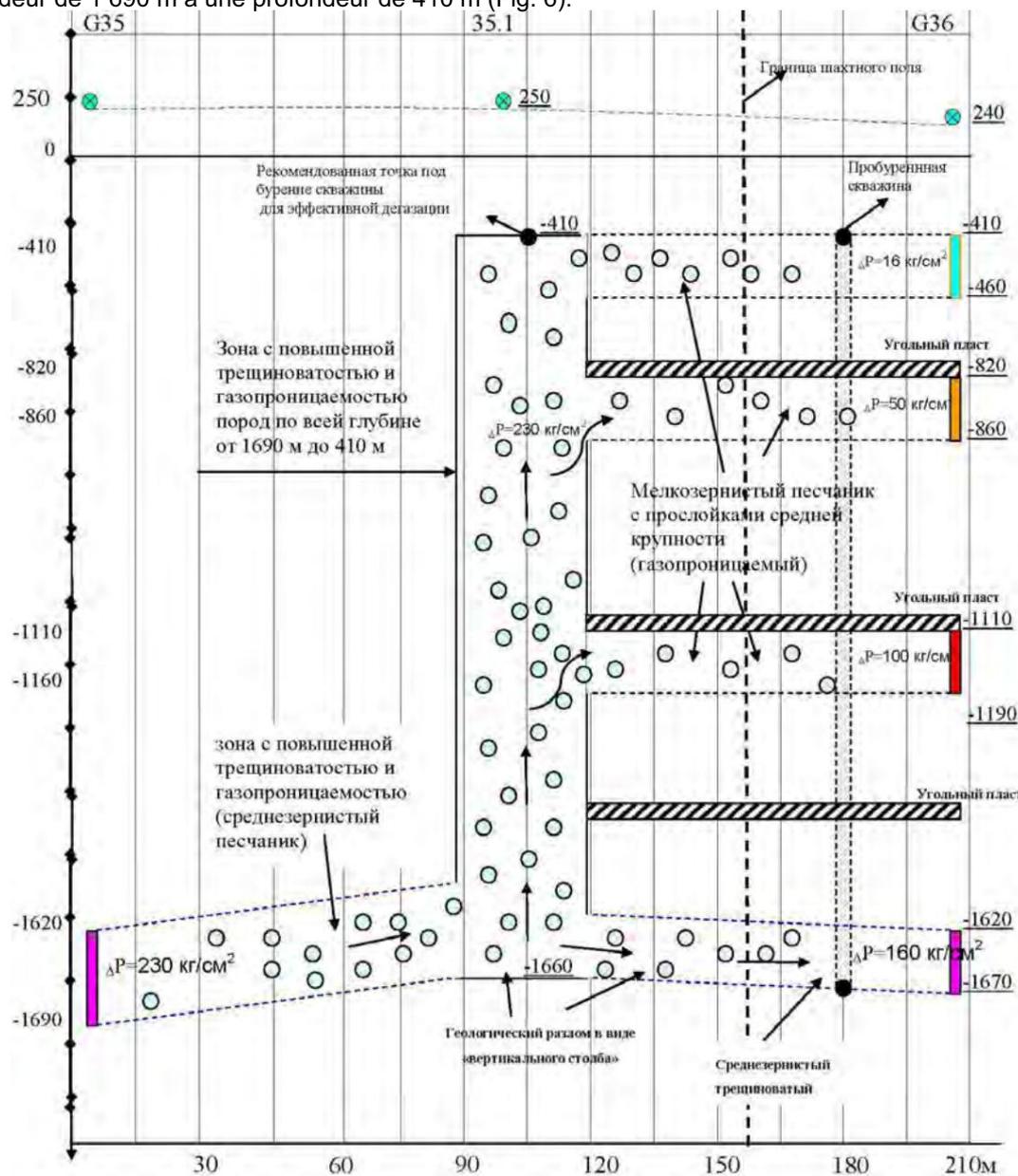


Fig.6. Section de profondeur 035-036 du canal gazier dans le champ minier d'une mine de charbon.

À une distance de 5 km à l'ouest du champ de mine, un grand gisement gazeux (diamètre 4 km) a été identifié avec une pression de gaz de 350 kgf/cm<sup>2</sup>, à partir duquel s'écoulent les « canaux » de gaz sous les veines de charbon. À mesure que nous approchons du champ de mines, la pression du gaz dans les réservoirs gazeux a diminué (étranglée à 230 kgf/cm<sup>2</sup>). Une analyse des sites d'accidents miniers avec explosions de méthane (et décès) a montré que les explosions se sont produites lors du développement de veines de charbon au-dessus de « canaux » (failles) gazeux avec une pression de gaz élevée (>50 kgf/cm<sup>2</sup>).

Un puits foré dans le « canal-1 » gazier du nord dans les 4 horizons a confirmé la présence d'apports de gaz d'hydrocarbures naturels (et non de « charbon ») avec les

pressions de gaz significativement plus élevées ( $P_4 = 160 \text{ kgf/cm}^2$ ) pressions de gaz dans les veines de charbon (généralement  $5-10 \text{ kgf/cm}^2$ ). Que les données de la détermination à distance des paramètres des « canaux » de gaz (collecteurs), de leur profondeur et de la pression du gaz à l'intérieur de ceux-ci ont été confirmées.

Par conséquent, si vous forez des puits de dégazage directement dans des « piliers » ou des « canaux » verticaux perméables au gaz, cela réduira considérablement la pression globale du gaz à l'approche du champ de mine, ce qui signifie que la situation sous les couches de charbon dans tout le champ de mine s'améliorera.

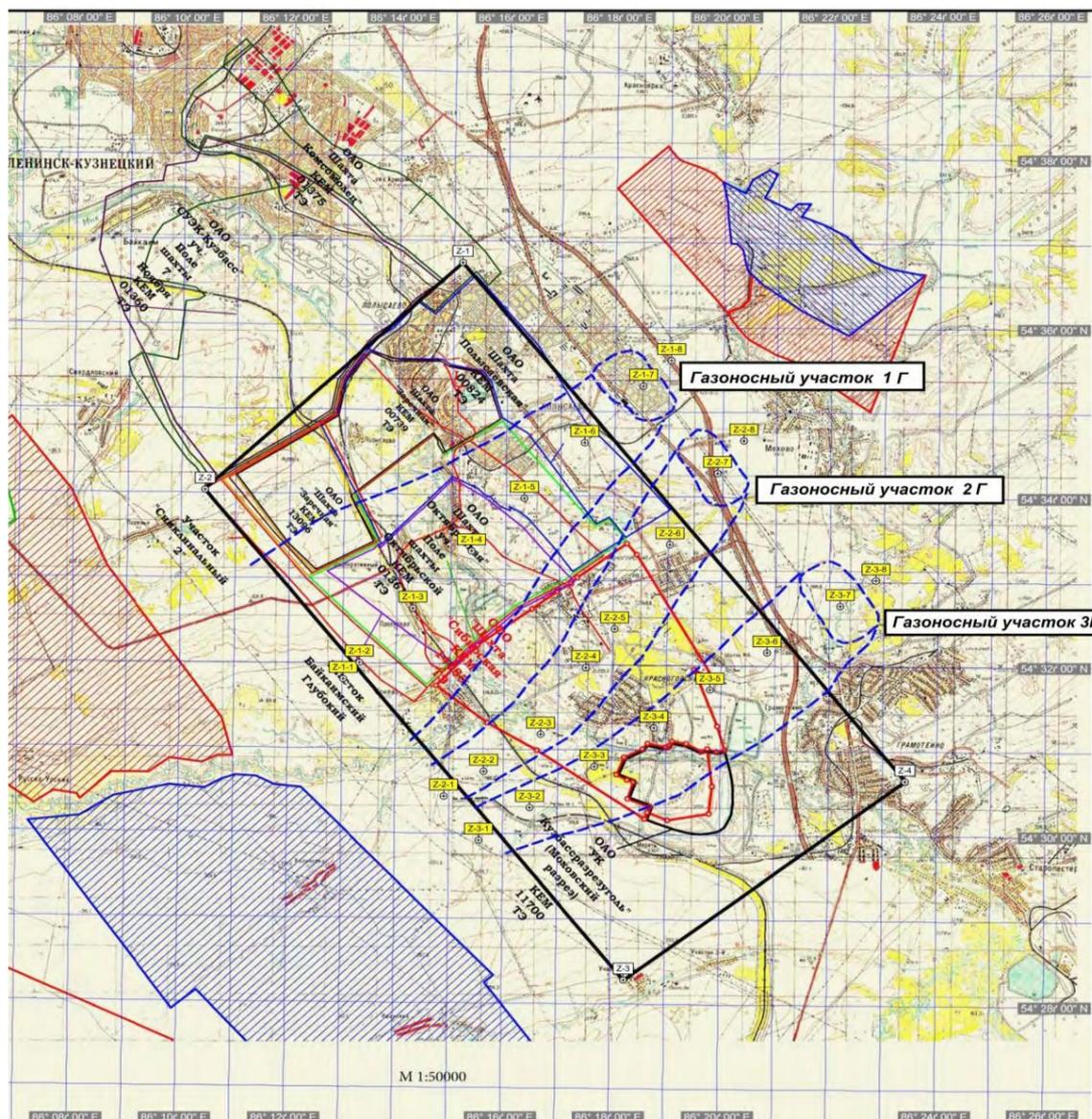


Figure 7. Limites des anomalies de gaz identifiées sur le territoire des lotissements miniers des mines de charbon Polysaevskaya, Zarechnaya, Oktyabrskaya et Sibirskaya ( $S=99 \text{ km}^2$ ).

Il est avantageux d'utiliser le gaz d'un tel puits avec un afflux industriel et une pression de  $160 \text{ kg/cm}^2$  pour les besoins techniques de la ville, plutôt que de le dégazer dans l'OS. Une image similaire a été révélée dans plusieurs mines russes (Fig. 7, Fig. 8). Des recommandations ont été données pour le forage de puits de dégazage dans des « réservoirs » gazeux à haute pression de gaz, ce qui peut réduire considérablement le risque de gaz dans l'ensemble du champ minier. Des travaux similaires effectués dans 5 mines de charbon

en Russie ont confirmé une situation similaire en présence de plusieurs « canaux » d'approvisionnement en gaz avec une pression de gaz élevée  $> 350 \text{ kg/cm}^2$  sous les veines de charbon provenant de sources situées à de grandes profondeurs et

situés en dehors des champs de mines.

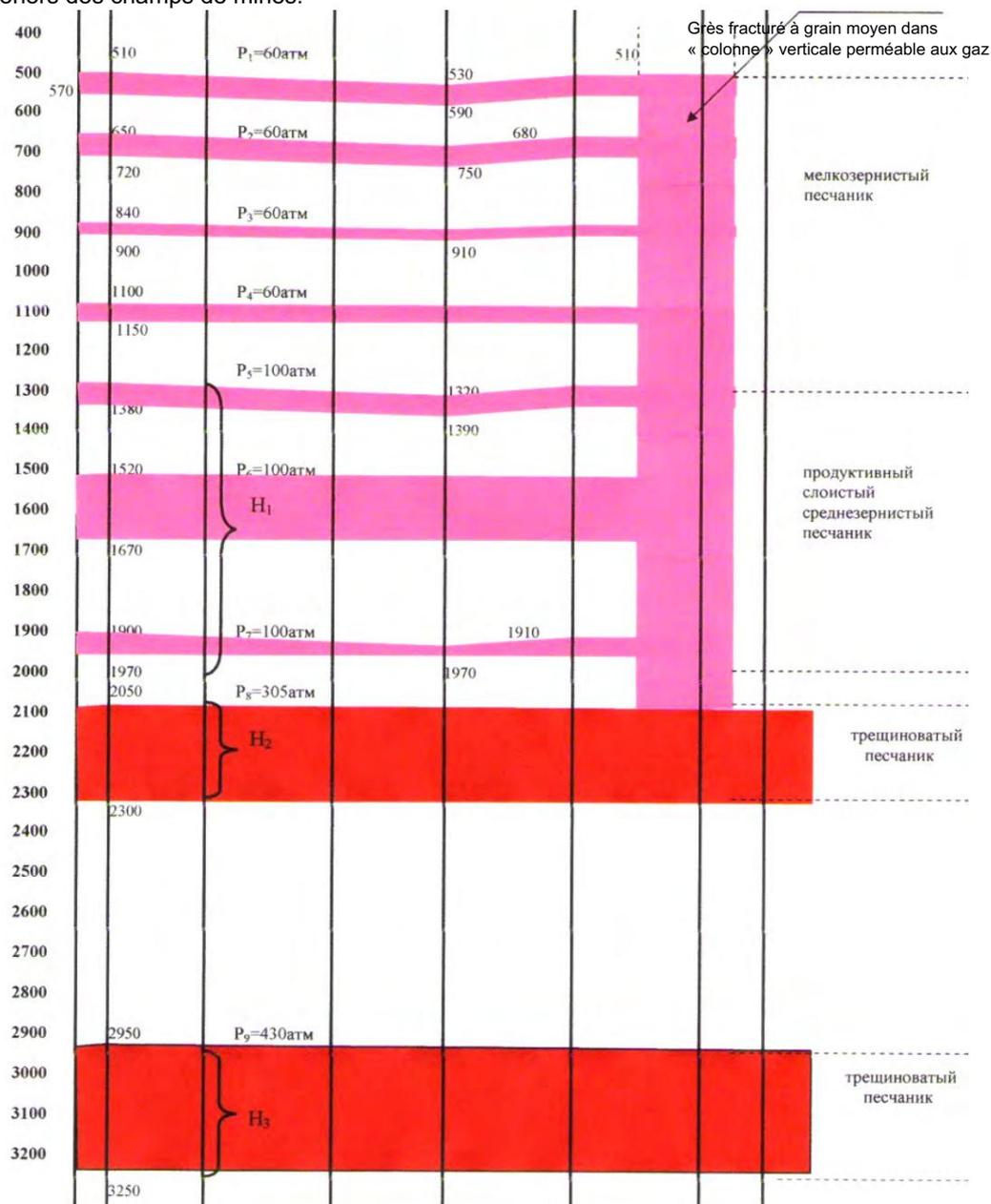


Figure 8. Profil de profondeur de la section gazière n°1G dans le champ minier (Mine Zarechnaya, Russie).

Des pressions de gaz élevées sous les veines de charbon ont été enregistrées à des profondeurs de 500 m. Les accumulations de gaz à haute pression ( $> 50 \text{ kg/cm}^2$ ) présentent un grand danger lorsque effectuer des opérations minières, car lors de l'ouverture de veines de charbon à proximité de telles accumulations il y a une libération instantanée de grands volumes de mélange gazeux dans l'environnement air-oxygène dérivé, qui conduit à une explosion volumétrique avec une grande force destructrice.

Les travaux réalisés lors de l'examen de 5 sections du bloc Brantas (Indonésie) ont confirmé que les anomalies d'hydrocarbures pourraient ne pas occuper toute la superficie du prometteur structure géologique (qui est bien identifiée par sismique), mais seulement cette partie, en dans lequel les roches réservoirs ont une porosité élevée ( $>10\pm 12\%$ ). Cela a été confirmé par le 16 puits de forage infructueux (vides) précédemment réalisés par le Client dans des champs d'hydrocarbures des pièges (selon les données sismiques) et 3 puits de forage réussis (2 de pétrole et un de gaz), réalisés dans des anomalies avec des roches réservoirs d'une porosité de 15 à 25 %. Cela a permis basé sur les résultats de mesure utilisant l'équipement de terrain d'un complexe distant

« Recherche », obtenez de nouvelles données sur la sélection des points de forage de puits à terre et plateau continental, et calcule également les réserves prévues de pétrole et de gaz (Fig. 9).

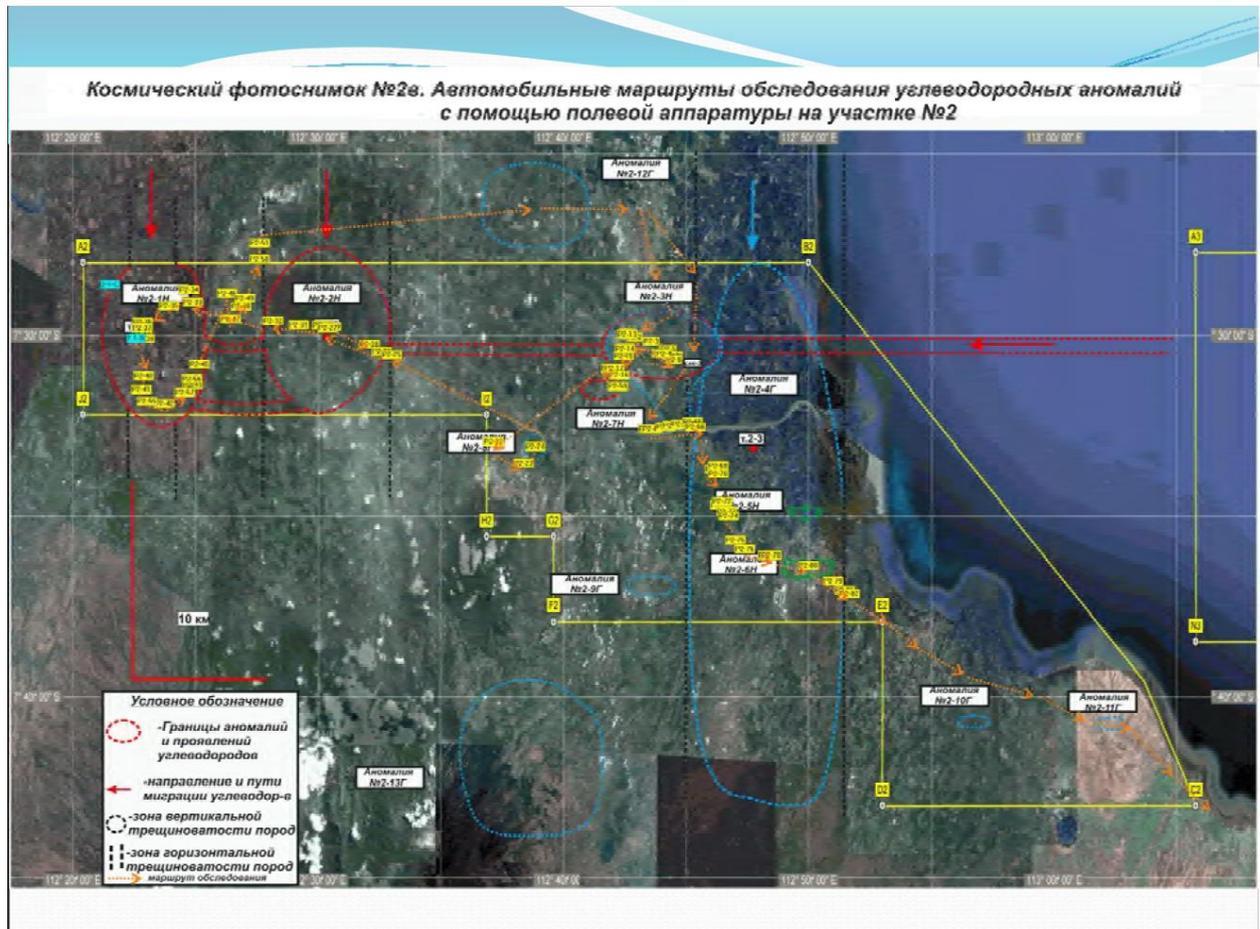


Figure 9. Photographie satellite avec itinéraires automobiles pour examiner les anomalies d'hydrocarbures à l'aide d'équipements de terrain

Travailler sur l'étude des caractéristiques de la présence de gaz de schiste dans superficie (>120 km<sup>2</sup>) dans l'État du Texas (États-Unis).

Cette étude a montré que l'accumulation de gaz de schiste se produit uniquement le long des zones poreuses (failles) et entraîne une migration du gaz vers les schistes à partir de grands gisements de gaz à haute pression de gaz. (Fig. 10). Les résultats des travaux ont été confirmés par le forage d'un puits dans l'anomalie identifiée, qui a découvert un gisement de gaz à une profondeur de 3,5 km avec une pression de gaz de 620 kg/cm<sup>2</sup> (~65 MPa) au point 1.

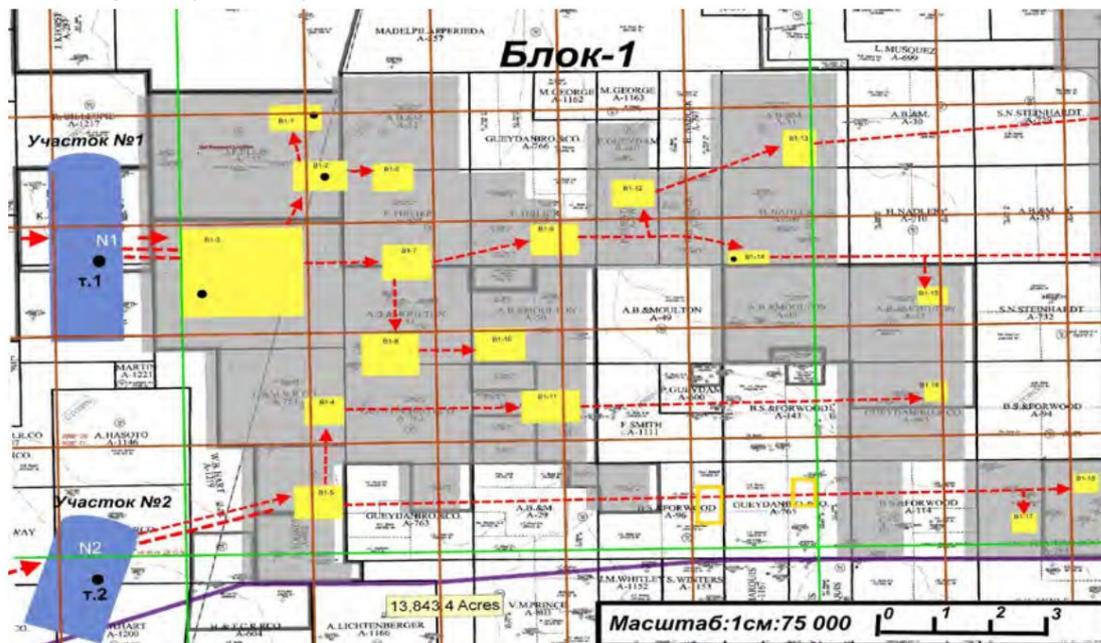


Figure 10. Limites des anomalies pétrolières et gazières identifiées dans la section de schiste du bloc n°1, Texas (USA)

Les travaux réalisés en 2013 à l'aide de l'équipement télécommandé «Poisk» sur le site Cooper PEL-105 (Australie) pour étudier le site et le piège pétrolier et gazier (identifié par les résultats sismiques) ont permis de suggérer que l'anomalie pétrolière et gazière identifiée et le piège sont peu prometteurs pour le développement industriel, c'est-à-dire À. les roches réservoirs dans 3 horizons (2 gaz et un pétrole) ont une faible porosité (5-7%). Il a été proposé au Client d'abandonner le forage prévu du puits Piri-1. Cependant, le Client a foré le puits Piri-1 en un point choisi sur la base des résultats sismiques (dans un piège à hydrocarbures), où les géologues prévoyaient des volumes élevés de réserves de pétrole et de gaz. Les résultats des forages ont confirmé la faible porosité des roches réservoirs (~7 %), qui ne permet pas d'obtenir des volumes commerciaux de pétrole et de gaz. Le puits a été fermé, le client a subi des pertes financières d'environ 10 millions de dollars américains (Fig. 11).

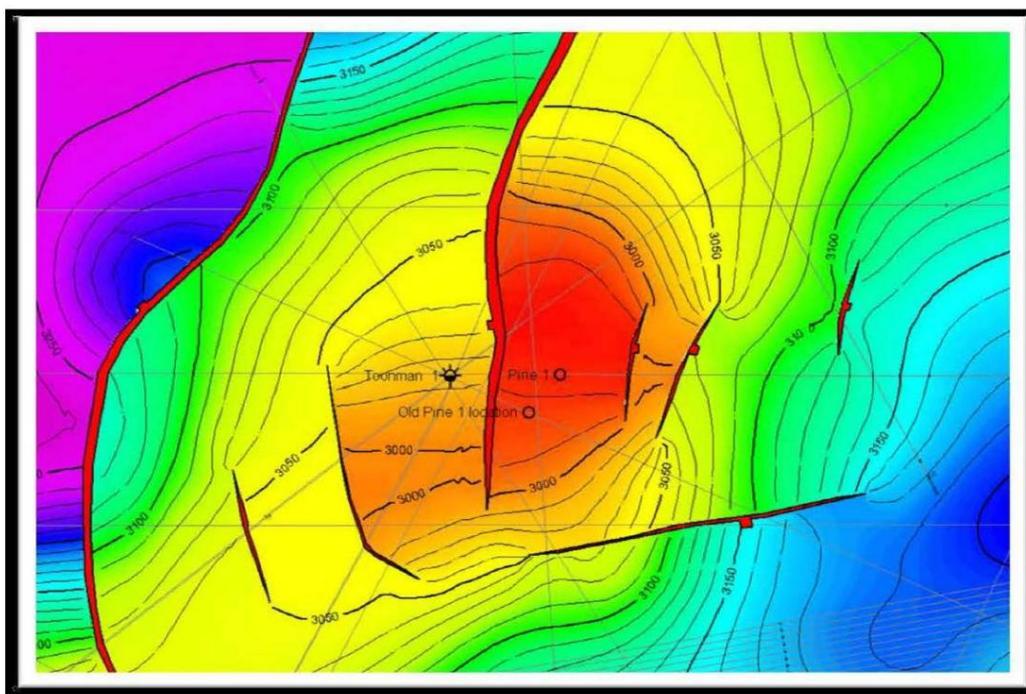


Figure 11. Anomalie pétrolière et gazière dans la zone Pel 105 indiquant le puits Pirie-1 (Australie).

Des travaux similaires testant l'efficacité des équipements du complexe Poisk lors de l'étude d'un site d'une superficie de 160 km<sup>2</sup> dans l'Utah (USA, 2013) ont permis de faire évoluer la décision du Client sur le choix des points de forage de 2 puits dans les anomalies pétrolières à faible porosité des roches réservoirs (Fig. 12). De nouveaux points de forage sont recommandés dans les pièges à pétrole, qui sont en outre confirmés par des profils sismiques, et également dans lesquels la porosité des roches réservoirs (>15 %) a été mesurée par l'équipement de terrain du complexe isolé « Poisk » (Fig. 13). Les études répertoriées sur les anomalies d'hydrocarbures confirment la grande efficacité des travaux

de prévision géologique utilisant des outils de télédétection et des équipements de terrain du complexe d'essais de résonance à distance de Poisk.

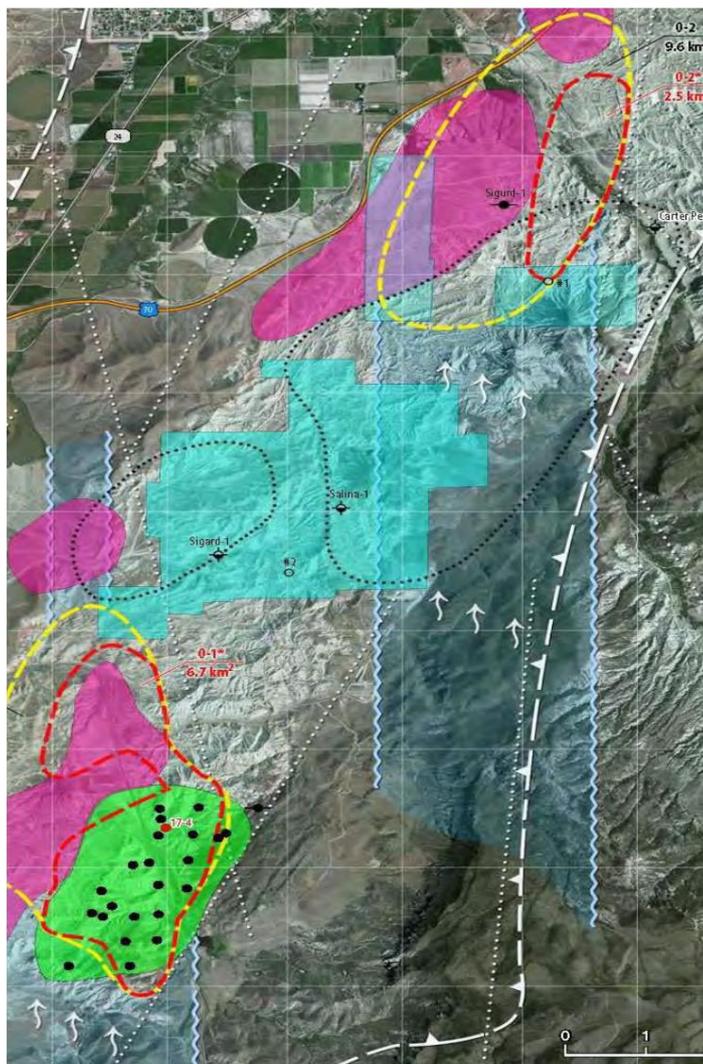


Figure 12. Limites des zones effectives d'anomalies pétrolières avec puits forés (Covenant, Utah, USA).

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

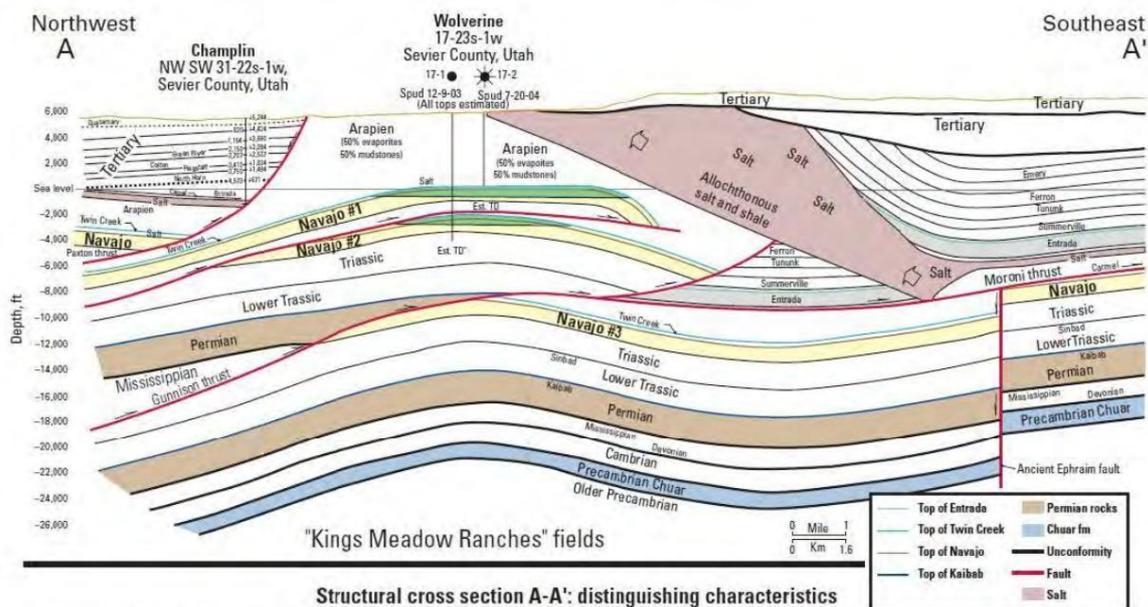


Figure 13. Coupe géologique de l'anomalie pétrolière sud avec points de forage à Champ Covenant, Utah.

Conclusions.

1. Travaux de recherche expérimentés et pratiques effectués à l'aide d'équipements de terrain complexe distant "Poisk", confirment sa grande efficacité pour l'identification, la délimitation et l'obtention à distance des données géologiques et primaires caractéristiques géophysiques des réservoirs nécessaires à une évaluation rapide de leur aptitude à développement industriel des gisements d'hydrocarbures identifiés ou sélection de points d'exploitation placement de puits de forage avec un afflux garanti d'hydrocarbures.
2. La capacité de déterminer des caractéristiques géologiques importantes avec des équipements de terrain la présence d'horizons d'hydrocarbures (profondeur, épaisseur, pression du gaz, température, direction de migration des fluides, type de roches réservoirs et leur porosité) est significative facilite la prise de décision sur des études plus détaillées des zones en utilisant des méthodes géophysiques traditionnelles, ainsi que pour sélectionner des points pour forer des puits d'exploration. 3.

Intégration des méthodes de recherche aérospatiales, traditionnelles et non traditionnelles

les hydrocarbures peuvent réduire considérablement les risques financiers des opérations de forage exploratoire, notamment à grande profondeur, ce qui crée une attractivité commerciale

exploration pétrolière et gazière.

4. Les résultats des études sur les accumulations de gaz sous les veines de charbon permettent de déterminer des mesures supplémentaires pour assurer la sécurité du gaz des mines qui excluent les mesures volumétriques explosions.

Liste de la littérature utilisée : 1. Kovalev N.I.,

Pukhliy V.A. et autres Résonance magnétique nucléaire. Théorie et applications. — Sébastopol, 2010. - Ch. XI. — P. 610.

2. Kovalev N.I., Filimonova T.A., Gokh V.A. etc. Évaluer les possibilités d'utilisation technologies à distance pour la recherche de ressources minérales lors du développement de gisements d'hydrocarbures ressources sur les étagères // Optique de l'atmosphère et de l'océan (Actes de la IIIe conférence panrusse « Extraction, préparation, transport du pétrole et du gaz », Tomsk, 20-24 septembre 2004). — Tomsk : Institut optique atmosphérique SB RAS, 2004. - pp. 67-70.
3. Certificat d'essai des équipements du complexe Poisk dans 6 puits connus à Feodosiyskaya zone. - Sébastopol : SNUYAEiP, 2007.
4. Rapport sur les tests du complexe Poisk sur le champ de condensats de gaz de Tatiana. - Sébastopol : SNUYAEiP, 2006.
5. Kovalev N.I., Gokh V.A., Soldatova S.V. etc. Utilisation de la télécommande complexe géoholographique "Poisk" pour la détection et la délimitation des hydrocarbures gisements // Géoinformatique. - 2009. - N° 3. - P. 83-87.
6. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Ivashchenko P.N. etc. Expérience pratique équipement du complexe Poisk pour déterminer les limites des zones pétrolières et gazières et sélectionner points pour forer des puits. Géoinformatique, 2010, n° 4, pp. 46-51.
7. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Ivashchenko P.N. etc. Etude des caractéristiques d'occurrence gisements de gaz dans des roches de schiste à l'aide d'équipements complexes distants "Recherche". Géoinformatique, 2011, n° 3. 8.

Kovalev N.I., Pukhliy V.A., Soldatova S.V. Sur le mécanisme de formation des explosions volumétriques et détonation de gaz d'hydrocarbures dans les mines de charbon, Collection de la Conférence scientifique et pratique internationale, 31 janvier 2014, Oufa, pp. 153-162. 9. Antipenko V.A. Métaux

dans les huiles // Pétrochimie. - 1999. - N° 6. 10. Shnyukov E.F., Gozhik P.F.

Vanadium et nickel dans les huiles naturelles d'Asie, d'Afrique, d'Europe et Amérique // Dokl. NAS d'Ukraine. - 2007. - N° 3. 11. Pat.

Ukraine, n° 35122 du 26 août 2008. Méthode de recherche de gisements minéraux ; n° 55916 du 27 décembre 2010 ; n° 62840 du 12 septembre 2011 ; n° 62841 du 12 septembre 2011 ; n° 62841 du 12 septembre 2011 ; n° 67648 du 27 février 2012 ; N° 67649 du 27 février 2012

12. Pat. RF, n° 227-2305 du 20 mars 2006, « Méthode d'exploration minérale », Gokh V.A. et etc., Brevet européen (Suisse) n° 2007A000247 du 28 mai 2008

13. Kovalev N.I., Akimov A.M. etc. Utilisation d'un complexe géophysique éloigné

"Recherche" pour découvrir divers minéraux et déterminer les routes de migration

radionucléides et substances toxiques provenant des décharges de résidus des entreprises du cycle du combustible nucléaire // Écologie et Énergie nucléaire, 2009, n° 1, pp. 64-67.