



УДК 622

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БУРОВЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ  
НА ОСНОВЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА  
(НА ПРИМЕРЕ ЧОКРАКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ)**

**USING GRAVITY DATA TO OPTIMIZE DRILLING FOR OIL AND GAS  
ON THE BASIS OF GEODYNAMIC APPROACH  
(FOR EXAMPLE, CHOKRAK SEDIMENTS  
OF THE SOUTH-EASTERN PART OF THE SEA OF AZOV)**

**Семендуев Михаил Михайлович**

кандидат геолого-минералогических наук,  
геофизик-консультант,  
ОАО «Краснодарнефтегеофизика»  
nshkirman2012@ya.ru

**Шкирман Наталья Петровна**

кандидат геолого-минералогических наук,  
советник по геофизике,  
ОАО «Краснодарнефтегеофизика»  
nshkirman2012@ya.ru

**Аннотация.** Данная статья акцентирует внимание на том, что для оптимального заложения поисковых и разведочных скважин, важное значение имеет информация о распределении коллекторов на изучаемой площади. Недостаточное внимание к этой проблеме часто приводит к отрицательным результатам. Изложены критерии поисков залежей УВ на основе геодинамического подхода. Показано, что в условиях юго-восточной части Азовского моря, где широкое развитие получили процессы образования диапироидов и криптодиапироидов, выявление и определение планового положения зон сжатия и растяжения на основе гравиметрических данных, позволяет получить сведения о распределении фильтрационно-емкостных свойствах пластов-коллекторов. Представлены результаты выявления указанных зон улучшенных коллекторских свойств для чокракского горизонта.

**Ключевые слова:** геодинамический подход, локальные аномалии гравитационного поля, чокракский горизонт, разуплотненные горные породы, зоны диапироидов.

**Semenduyev Mikhail Mikhaylovich**

Candidate of geological  
and mineralogical sciences,  
geophysicist-consultant,  
JSC Krasnodarneftegeofizika  
nshkirman2012@ya.ru

**Shkirman Natalya Petrovna**

Candidate of geological  
and mineralogical sciences,  
adviser for geophysics,  
JSC Krasnodarneftegeofizika  
nshkirman2012@ya.ru

**Annotation.** This article emphasizes that for optimal search and subsurface exploration wells, important information on the distribution of collectors on the investigated area. Lack of attention to this problem often leads to negative results. Set out criteria for searches based on oil and gas deposits geodynamic approach. It is shown, that in the conditions of the South-Eastern part of the sea of Azov, where wide development education processes and diapiroidov got kriptodiapiroidov, identification and planning situation of the compression and extension zones based on gravity data, allows you to get information about the distribution of filtration-capacitive properties of water-bearing strata. Presents the results of the identification of these zones for improved reservoir properties for chokrak horizon.

**Keywords:** geodynamics approach, local gravity field anomalies, Chokrak horizon, uncrunching rocks, diapered zones.

**В** последнее время в нефтегеологической литературе уделяется повышенное внимание геодинамическим основам прогноза нефти и газа и геодинамическим критериям поисков залежей УВ (Петров, Шеин, 1999, 2001; Клещев, Шеин, 2002; Багдасарова, Сидоров, 2002; Дмитриевский и др., 2003). В работе А.И. Петрова и В.С. Шеина (1999) на примере Салымского месторождения Западной Сибири показано огромное влияние геодинамического фактора на нефтеотдачу. При этом 85 % добычи приурочено к зонам относительного растяжения земной коры, а в условиях аномального сжатия скважины, как правило, преимущественно «сухие» и с непромышленными притоками.

В пределах Астраханского газоконденсатного месторождения оказалось, что в центре месторождения наряду с разуплотненными блоками с высокой продуктивностью развиты массивы уплотненных пород с аномальным сжатием. Вскрывающие их эксплуатационные скважины имеют низкие начальные дебиты и нерентабельны.

Анализ крупных месторождений и обособленных залежей нефти и газа показывает, что основные промышленные запасы сосредоточены в зонах современного относительного растяжения. Зоны уплотненных пород и современного аномального сжатия являются либо слабо продуктивными, либо непродуктивными и не имеют промышленного значения [1].



Геодинамический подход тесно связан с анализом гравитационного поля (локальные аномалии) [2, 3]. В поле напряжений и деформаций земной коры возникают аномальные зоны относительного растяжения и сжатия, что отражается на характере гравитационного поля. Жидкие и газообразные флюиды будут мигрировать из зон относительного сжатия в зоны относительного растяжения [4]. Так как нефтяной пласт оказывается в неоднородном поле напряжений, то оно отражается на фильтрационно-емкостных свойствах пласта. Выявив с помощью гравиметрических данных зоны сжатия и растяжения, можно получить сведения о распределении фильтрационно-емкостных свойствах пласта.

В настоящее время имеется технология использования гравиметрических данных для регионального изучения коллекторских свойств осадочных толщ (Исаев и др., 2002). Геоплотностное моделирование решает задачу выявления зон аномальных разуплотнений, отождествляемых с зонами улучшенных коллекторских свойств, и зон аномальных уплотнений, отождествляемых с зонами развития толщ флюидоупоров. Методика выявления разуплотнений геологического разреза по гравиметрическим данным может применяться как при прогнозе перспективных участков, так и при уточнении контуров уже открытых залежей [2].

Геодинамический подход при региональном и локальном прогнозировании коллекторских особенностей разреза на основе гравиметрических и сейсморазведочных данных был использован нами ранее на Таманском шельфе Черного моря [3].

Юго-восточная часть Азовского моря в тектоническом плане входит в состав Индоло-Кубанского прогиба. При оценке перспектив нефтегазоносности этого прогиба ожидается, что значительная часть запасов УВ будет связана с диапироидными структурами, развитыми в пределах образований олигоцена-плиоцена [5]. Основным энергетическим источником складкообразовательного процесса, приводящего к формированию диапирогенных структур, является инверсия плотностей в майкоп-неогеновой толще, которая возникает вследствие разуплотнения глинистых пород майкопа [6]. В региональном плане разуплотнение глин может быть результатом внедрения флюидов по глубинным разломам в условиях относительного растяжения земной коры. Поступая по отдельным каналам под давлением в глинистую толщу майкопа, термальные воды и пары создают очаги объемного расширения пород. Это приводит, с одной стороны, к образованию зоны разуплотнения в районе очага, а с другой – к боковому сжатию и повышению плотности пород в соседних участках, что в целом создает картину чередования уплотненных и разуплотненных зон по площади [6]. При этом наблюдается закономерность, отмеченная для зон проявления криптодиапировых и диапировых складок – локальным поднятиям присущи, как правило, отрицательные локальные аномалии силы тяжести.

Эффективность поисков и разведки нефти и газа в решающей мере зависит от оптимальности размещения буровых скважин в пределах структурной ловушки, местоположение которой определяется обычно по данным сейсморазведки. Во многих случаях точка для бурения задается, исходя из структурных особенностей изучаемого объекта, а также морфологии отражающих границ. В то же время не меньшее значение для оптимальности заложения поисковых скважин имеет информация о распределении коллекторов на изучаемой площади. Недостаточное внимание к этой проблеме часто приводит к отрицательным результатам.

В основе определения коллекторов лежит литолого-фациальная интерпретация временных разрезов ОГТ путем анализа сейсмофаций и выделения аномально сильных отражений, интерпретируемых как замещение глинистых отложений песчаными телами. Однако определение литологического состава пород по данным полевой геофизики, в том числе на основе сейсморазведки, не всегда однозначно, на что обращали внимание как отечественные, так и зарубежные исследователи (Сангри и Уидмайер, 1982; Карус, Михальцев, 1983; Кунин, Кучерук, 1984; Гиршгорн, 1985; Трушкова, 1985 и др.). В то же время, литологический подход не обеспечивает определение степени неоднородности коллекторского пространства, качества коллекторов и это обстоятельство затрудняет оптимальное размещение скважин и подсчет запасов УВ. Следовательно, существует необходимость при решении задачи прогнозирования коллекторов дополнить литологический подход, основанный на интерпретации данных сейсморазведки, петрофизическим подходом, основанным на анализе плотностных неоднородностей разреза по гравиметрическим данным.

В пределах юго-восточной части Азовского моря и прилегающей суши нами использована методика прогнозирования коллекторов, основанная на комплексном анализе сейсмо-гравиметрических материалов: структурных карт по чокракскому горизонту по данным ОГТ и карт локальных аномалий силы тяжести (формула Саксова-Нигарда). Сопоставление карт локальных аномалий со структурной картой дает возможность выделить локальные минимумы силы тяжести, не связанные с рельефом чокракского горизонта. Мы называем такие участки аномалиями типа «коллектор» или АТК, поскольку повышение пористости горных пород должно сопровождаться появлением локальных гравитационных минимумов.

Гравиметрические АТК могут быть разных типов: приуроченные к периферийным частям антиклинальных структур и приуроченные к моноклинальным участкам чокракских отложений. Распределение коллекторов в пределах антиклинальных поднятий может быть самым разным. Часто наибольшая пористость отмечается в центре поднятий. Но много есть случаев, когда коллектора рас-



положены на периферии поднятий. В качестве примера можно привести Октябрьское месторождение в Азовском море, которое находится на периферии структуры. С этих позиций мы и рассматривали наблюдаемые на некоторых поднятиях локальные минимумы силы тяжести.

Распределение локальных аномалий силы тяжести в пределах юго-восточной части Азовского моря и прилегающей суши имеет закономерный характер. Здесь четко выделяются три зоны диапироидов северо-западного простирания, отражающихся полосами пониженных локальных аномалий: Куликовская, Ордынская и Северо-Петровская, фиксирующих зоны относительного растяжения (разуплотнения) чокрак-майкопских отложений. Между упомянутыми зонами растяжения расположены зоны повышенных локальных аномалий (плотностных неоднородностей), отражающих полосы относительного сжатия чокрак-майкопских пород и ухудшение коллекторских свойств разреза. Между Куликовской и Ордынской зонами растяжения фиксируется Апрельская зона сжатия, а между Ордынской и Северо-Петровской зонами диапироидов наблюдается Петровская зона сжатия.

В отличие от Таманского полуострова, где получили интенсивное развитие глиняный диапиризм и грязевой вулканизм и широко распространены диапировые и криптодиапировые структуры, в юго-восточной части Азовского моря эти процессы наблюдаются в ослабленном виде с образованием диапироидов и криптодиапироидов. Как сейчас установлено, во многих случаях, изменение напряженного состояния пород, вызванное сменой геодинамических обстановок, может приводить к изменению коллекторских свойств горных пород, вплоть до того, что коллекторы полностью теряют свои лекторские свойства, превращаясь во флюидоупоры (в условиях сжатия). И, наоборот, в условиях растяжения горные породы не считающиеся коллекторами (глины) приобретают хорошие фильтрационно-емкостные свойства. Именно этим обстоятельством можно объяснить те парадоксальные случаи, когда в пределах одного месторождения резко меняются дебиты соседних скважин. Так, на Прибрежном месторождении рядом с продуктивной скважиной № 3 расположена малодуктивная скважина № 4. Следует заметить, что в составе Петровской зоны сжатия располагается крупный участок повышенных плотностных неоднородностей западнее береговых скважин № 3, № 1 и № 7. Это обстоятельство, по видимому, сыграло свою роль в отрицательных результатах бурения в скважинах № 4, № 8 и № 252. Что касается результатов бурения в скважинах № 250 и № 253, то, несмотря на то, что они располагаются в пределах Ордынской зоны регионального растяжения земной коры, коллекторские особенности пород в районе этих скважин не являются благоприятными, поскольку данные скважины совмещаются с участками локального сжатия пород.

Рассмотрим перспективы антиклинальных структур, выделенных по чокракскому горизонту по данным сейсморазведки в пределах юго-восточной части Азовского моря, среди которых упоминаются Геленджикская, Восточно-Геленджикская, Апрельская, Восточно-Апрельская, Прибрежно-Ордынская и группа Прибрежных поднятий.

Наиболее крупной в южной части акватории является Геленджикская структура. Однако с позиции гравиметрических данных наличие хороших коллекторов в центре структуры маловероятно. Возможно наличие коллекторов на западной периферии поднятия. Восточно-Геленджикское поднятие небольшое по размерам. Здесь трудно ожидать больших запасов УВ, однако хорошие коллектора могут быть на южной периферии поднятия.

Поднятия Прибрежное-3, Апрельское Восточно-Апрельское расположены в зоне регионального сжатия земной коры. Поэтому общая ситуация с коллекторами здесь не может быть благоприятной. И все-таки имеются небольшие основания для наличия локального растяжения в северо-западной периферии Апрельского поднятия. Хороший участок развития коллекторов намечается в южной части поднятия Прибрежное-4. Весьма перспективной на наличие коллекторов является двухкупольное поднятие Прибрежное-1. На левом куполе перспективна западная периферия, а на правом куполе перспективна северная периферия. Крупная пониженная плотностная неоднородность наблюдается в западной части поднятия Прибрежно-Ордынское, где можно ожидать развитие хороших коллекторов.

Проведенный нами анализ распределения региональных и локальных плотностных неоднородностей юго-восточной части Азовского моря и прилегающей суши показал перспективность использования гравиметрических данных в сопоставлении с данными сейсморазведки для оптимизации буровых работ на нефть и газ с позиций геодинамического подхода.

### Литература:

1. Петров А.И., Шеин В.С. О необходимости учета современной геодинамики при оценке и пересчете запасов нефти и газа // Геология нефти и газа. – 2001. – № 3. – С. 6–14.
2. Семендуев М.М. Особенности геодинамического подхода при прогнозировании коллекторов и возможности использования гравиметрических данных // Тезисы докл. второй Межд. конф.: Геодинамика нефтегазоносных бассейнов. – 2004. – Т. II. – С. 171–173.
3. Семендуев М.М. Использование данных гравиразведки для выделения зон развития коллекторов на Таманском шельфе Черного моря // Тезисы докл. второй Межд. научн.-практич. конф. по проблеме нефтегазон. Черного, Азовского и Каспийского морей. – Геленджик, 2005. – С. 83–84.



4. Ластовецкий В.П. Напряженно-деформированное состояние, его связь с фильтрационно-емкостными свойствами пород и гравитационным полям (на примере Юрубченского нефтегазоконденсатного месторождения) // Геология нефти и газа. – 2001. – № 5. – С. 31–39.
5. Самарский А.Д. Особенности развития ловушек в зонах распространения глиняных диапиров Индоло-Кубанского прогиба // Геология нефтегазоносных пластовых резервуаров. – М. : Наука, 1981. – С. 126–130.
6. Борков Ф.П., Семендуев М.М. Диапиризм и грязевой вулканизм Индоло-Кубанского прогиба // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. Геол. – 1991. – Т. 66. – Вып. 4. – С. 23–29.

#### References:

1. Petrov A.I., Shane V.S. About need of accounting of modern geodynamics at assessment and recalculation of reserves of oil and gas // Geology of oil and gas. – 2001. – № 3. – P. 6–14.
2. Semenduyev M.M. Features of geodynamic approach when forecasting collectors and a possibility of use of gravimetric data // Theses dokl. the second Mezhd. konf.: Geodynamics of oil and gas bearing basins. – 2004. – V. II. – P. 171–173.
3. Semenduyev M.M. Use of data of a gravirazvedka for allocation of zones of development of collectors on the Tamansky shelf of the Black Sea // Theses dokl. the second Mezhd. scientific and practical konf. on a problem neftegazon. Black, Azov and Caspian seas. – Gelendzhik, 2005. – P. 83–84.
4. Lastovetsky V.P. The intense deformed state, its communication with permeability and porosity of breeds and to gravitational fields (on the example of the Yurubchensky oil-gas condensate field) // Geology of oil and gas. – 2001. – № 5. – P. 31–39.
5. Samarskiy A.D. Features of development of traps in zones of distribution of clay diapirs of the Indo-Leningrad Region – the Kuban deflection // Geology of oil-and-gas bedded tanks. – М. : Nauka, 1981. – P. 126–130.
6. Borkov F.P., Semenduyev M.M. Diapirizm and mud volcanism of the Indolo-Kubansky deflection // Bulletin Mosk. Society testers of the nature. Otd. Geol. – 1991. – V. 66. – Issue 4. – P. 23–29.