

*На правах рукописи*

**Осипов Вячеслав Юрьевич**



**МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ СТРОЕНИЯ ДОЮРСКОГО ФУНДАМЕНТА  
В ПРИУРАЛЬСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы  
поисков полезных ископаемых»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Екатеринбург – 2010

Работа выполнена в Институте геофизики УрО РАН (г. Екатеринбург)

**Научный руководитель:** кандидат геолого-минералогических наук  
Дружинин Владимир Степанович

**Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук,  
профессор  
Щукин Юрий Константинович

доктор геолого-минералогических наук  
Иголкина Галина Валентиновна

**Ведущая организация:** ФГУП «ВСЕГЕИ» им. А.П. Карпинского  
(г. Санкт-Петербург)

Защита состоится « 29 » апреля 2010 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 004.009.01 при Институте геофизики УрО РАН, по адресу: 620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 100.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института геофизики УрО РАН.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор



Хачай Ю.В.

### **Актуальность темы**

Актуальность темы диссертации подчеркнута в перечне программ фундаментальных исследований Российской Академии Наук на 2009-2012 гг. Раздел VII наук о Земле, подраздел 59: «Исследование модели геотектонического строения, механизма формирования и размещения скоплений углеводородов (УВ) в доюрских комплексах... Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна»; подраздел 56: «Развитие новых методов комплексной интерпретации аномалий гравитационного, геомагнитного и электромагнитных полей».

Кроме того, по рассматриваемой в диссертации теме автор стал лауреатом премии Губернатора Свердловской области для молодых ученых 2008 года (Указ о присуждении премий № 21-УГ от 19.01.2009 года) в номинации «За лучшую работу в области наук о Земле».

### **Цель работы**

Разработка методики 2D и 3D плотностного моделирования верхней части литосферы с целью уменьшения неоднозначности при составлении геолого-геофизических моделей доюрских комплексов и оценка их нефтегазоперспективности с учетом установленной неоднородности глубинного строения.

### **Научная новизна**

1. Обоснована стадийность работ для повышения эффективности изучения строения комплексов доюрского основания Западно-Сибирской геосинеклизы. Предварительно необходимо изучить основные особенности и неоднородности строения земной коры, включая верхнюю часть мантии, затем на основе разработанной методики составить объемные геолого-геофизические модели доюрского основания (ДЮО) с выделением перспективных площадей, и на последней стадии – провести детальные поисково-разведочные работы совместно с проведением некоторого объема параметрического бурения.

2. Предложен новый вариант методики глубинного плотностного моделирования при построении 2D и 3D моделей земной коры и верхов верхней мантии. В основу методики положены принципы глубинного геокартирования и изостатической компенсации плотностных эффектов от неоднородностей земной коры и верхов верхней мантии на уровне 80 км для региональных исследований; расчеты производятся относительно средневзвешенных значений плотности. При использовании этой методики и учете закрепленных данных о мощности осадочного слоя, плотностных параметрах верхней половины земной коры, определяемых по зависимости  $\sigma = f(V)$ , и данных по основному сейсмогеологическому разделу Мохоровичича (М), существенно уменьшается неоднозначность итоговых плотностных моделей, прежде всего, доюрских комплексов, определенных за вычетом гравитационного влияния глубинных неоднородностей и осадочного слоя. Существенная роль при построении геолого-геофизических моделей ДЮО принадлежит информации по региональным профилям МОГТ и имеющимся сведениям по глубоким скважинам.

3. Впервые составлены геолого-геофизические модели ДЮО для двух перспективных на поиски углеводородов площадей: Пелымской (Ереминской) и Чернореченской, масштаба 1:200 000, и намечены перспективные участки для постановки детальных геофизических работ и глубокого поисково-параметрического бурения в целях обнаружения месторождений УВ.

#### **Защищаемые положения**

1. **Показано, что эффективность изучения строения доюрских комплексов и улучшение прогнозирования поисков месторождений в глубоких горизонтах Западно-Сибирской геосинеклизы во многом определяется информацией о строении верхней части литосферы, получаемой по результатам региональных геофизических исследований.** К ним относится анализ и обобщение информации по работам ГСЗ; построение сейсмоплотностных 2D моделей и схематических карт основных поверхностей раздела; анализ и обобщение геолого-геофизических данных о строении приповерхностных структур земной коры.

2. **Разработанная методика 2D и 3D сейсмоплотностного моделирования верхней части литосферы позволяет уменьшить неоднозначность итоговых построений.** Отличительными особенностями методики является: учет особенностей глубинного строения земной коры, включая основной сейсмогеологический раздел М, установленных по данным ГСЗ; проведение плотностного моделирования до первого уровня региональной изостатической компенсации неоднородностей земной коры и верхней мантии (80 км); плотностное трехмерное моделирование: М 1:2500 000 – 1:1000 000 верхней части литосферы; определение плотностной 3D модели доюрских комплексов М 1:200 000 для отдельных перспективных участков.

3. **На основании предложенной методики впервые составлены геолого-геофизические модели доюрского основания М 1:200 000 на выделенных перспективных площадях Пелымской и Чернореченской, а так же намечены перспективные участки для постановки детальных геолого-геофизических исследований в целях обнаружения месторождений УВ.** Они представлены комплексами с примерным петрофизическим составом определенной мощности, с тектоническими элементами и перспективными участками для постановки детальных геолого-геофизических исследований.

#### **Апробация работы**

Предлагаемая в данной диссертационной работе методика построения разломно-блоковых плотностных 2D и 3D моделей имеет практическое применение, и была опробована при составлении объемных геолого-геофизических моделей района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4, Среднего Урала, западного склона Урала (Шалинско-Михайловская площадь) и восточных зон, включающих Чернореченскую и Пелымскую площади, в связи с оценкой нефтегазоносности доюрских комплексов в Приуральской части Западно-Сибирской плиты.

#### **Практическая ценность**

1. Предложена новая версия методики плотностного глубинного моделирования, на основе которой составлены плотностные 3D модели земной

коры Пелымской и Чернореченской площадей, включая основной объект исследований – доюрский фундамент.

2. Составлены геолого-геофизические модели масштаба 1:200 000 для двух перспективных площадей Зауралья (Пелымской и Чернореченской) и намечены участки для постановки детальных геолого-геофизических исследований, даны рекомендации для проведения дополнительных геофизических исследований.

#### **Личный вклад автора**

Автор участвовал в разработке методики плотностного 2D и 3D моделирования, подготовил исходные данные и произвел численные расчеты. Самостоятельно построил 3D плотностные и геолого-геофизические модели глубинного строения Пелымской и Чернореченской площадей, а также была дана оценка их перспективности на поиски месторождений углеводородов.

#### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа содержит 148 страниц машинописного текста, состоит из введения, трех глав и заключения, в том числе 6 таблиц и 51 рисунок. Список литературы включает 112 наименований.

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – ведущему научному сотруднику Института геофизики УрО РАН, к.г.-м.н. Владимиру Степановичу Дружинину за чуткое руководство проведенных исследований, помощь и передачу накопленного опыта; консультанту по методике интерпретации гравитационного и магнитного полей, заведующему лабораторией региональной геофизики, к.ф.-м.н. Николаю Ивановичу Начапкину, а также за любезно предоставленную программу «BLOCK», с помощью которой были произведены расчеты при составлении 3D плотностных моделей; заведующему лабораторией сейсмометрии к.т.н. Льву Николаевичу Сенину, всем сотрудникам и коллегам за важные замечания, добрые пожелания и поддержку.

Автор выражает глубокую признательность Директору Института геофизики УрО РАН, член-корреспонденту РАН, д.ф.-м.н., профессору Петру Сергеевичу Мартышко за оказание помощи в исследованиях, организации НИР и производственных работ, обеспечивающих подтверждение и научную значимость настоящих исследований; Советнику РАН, Главному научному сотруднику ИГф УрО РАН, член-корреспонденту РАН, д.т.н., профессору Владимиру Ивановичу Уткину, пожалуй, одному из основных организаторов Уральской молодежной научной школы по геофизике, благодаря которой автор учился делать научные доклады, отвечать на вопросы, отстаивать свои идеи.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** показана актуальность, сформулированы цель и основная задача исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

Пополнение запасов углеводородов в Западной Сибири и поддержание их добычи в России на уровне начала 21 века возможно за счет новых объектов, залегающих ниже известных нефтегазовых горизонтов и новых районов.

Первоочередным объектом является доюрское основание Западной Сибири, нефтеносность которого доказана многочисленными месторождениями.

Решение этой проблемы является важнейшей задачей, что нашло отражение в перечне программ фундаментальных исследований Российской Академии Наук на 2009-2012 гг.

Однако, существуют затруднения при изучении строения доюрского основания геофизическими методами. Пока в качестве основного метода используют отраженные волны. Значительным препятствием для применения ОГТ является дискретный характер записи на сейсмограммах, обусловленный следующими основными факторами: сложным строением исследуемой среды и наличием интенсивных кратных волн от сильных отражающих горизонтов в покрывающей толще; отсутствием надежной геологической информации и значительная глубина залегания доюрского основания в Западной Сибири. Использование потенциальных полей ограничено неоднозначностью интерпретации, усугубляющейся отсутствием геологических сведений и информации по физическим параметрам.

Район Приуральской части, где мощность Mz-Kz отложений значительно меньше (0,7-2,5 км), чем в центральных районах Западно-Сибирской платформы (ЗСП), и где существуют более благоприятные условия для поисков месторождений УВ и реализации углеводородного сырья в промышленных районах Урала, **является более предпочтительным**. Нахождение ряда месторождений УВ, например Горелое, Рогожнинское, Карабашское, подтверждает перспективность доюрских комплексов.

Поэтому поставленная цель исследований – разработка методики изучения строения доюрского фундамента в Приуральской части Западной Сибири и на этой основе оценка нефтегазоперспективности **актуальна** как по объекту исследований, так и в технологическом плане.

В качестве перспективных площадей выбраны Пелымская (Ереминская) площадь (59°30'–60°30' с.ш., 62°15'–64°00' в.д.; ~78,8 x 90 км), на которой ранее были выполнены исследования по трехмерной сейсмометрии с использованием преломленных (слаборефрагированных) волн и на которой установлены прямые признаки нефтеносности [Дружинин В.С., Карманов А.В., Авотонеев С.В., Турыгин Л.В., 1992], а также Чернореченская площадь (59°00'–59°25' с.ш., 64°05'–65°10' в.д.; ~64,4 x 43,1 км), расположенная юго-восточнее Пелымской и являющаяся во многих отношениях подобной Горелой площади. Для Пелымской и Чернореченской площадей имеет значение наличие развитой нефтяной инфраструктуры в соседней Тюменской области и близость промышленных районов Урала (от 150 до 380 км).

Основным содержанием диссертации являются региональные исследования, **необходимые** для повышения эффективности и снижения затрат времени и финансов на поиски месторождений УВ в новых районах и новых объектов. Реализация этих исследований заключалась в следующем: 1. Анализ и обобщение имеющейся информации о строении земной коры и разработка способов плотностного 2D и 3D моделирования верхней части литосферы; 2. Последующее составление 3D плотностных моделей доюрского основания; 3.

На основе составленных 3D плотностных моделей построение геолого-геофизических моделей для перспективных Пелымской и Чернореченской площадей.

**В первой главе** диссертации приводится анализ имеющейся информации о глубинном строении земной коры и доюрского основания (ДЮО), дополненный анализом результатов поисковых работ на месторождения УВ в ДЮО и низах осадочного чехла. По результатам анализа делается вывод о стадийности (этапности исследований), что особенно важно для такой огромной территории и новых объектов поисков месторождений УВ.

Как показывает практика поисков месторождений УВ в новых районах, добиться существенной эффективности без использования данных о глубинном строении земной коры чаще всего не удается. Эти данные содержатся в результатах глубинных сейсмических исследований, в комплексе с другой геофизической информацией, и в результатах глубокого и сверхглубокого бурения. Основной проблемой при этом является уменьшение неоднозначности и повышение полноты, детальности и достоверности данных глубинной геофизики.

Прежде чем перейти к методике и результатам следует остановиться на значении региональных работ по глубинному сейсмическому зондированию (ГСЗ) для решения вопроса нефтегазоносности и рассмотреть некоторые примеры результативности поисковых работ на обнаружение месторождений УВ в доюрских комплексах.

**Горелая площадь**, Фроловский бассейн, район г. Ханты-Мансийска (Западная Сибирь). По результатам исследований на Ханты-Мансийском профиле ГСЗ в 1979-1980 гг. была рекомендована поисково-параметрическая скважина в пределах установленного древнего срединного массива континентальной коры, и предполагаемого развития субплатформенных терригенно-базальтовых отложений девон-триасового возраста. Пробуренная в 1984 г. в указанном месте скважина глубиной до 3,2 км подтвердила наличие месторождения нефти в известняках девона.

**Вагай-Ишимская впадина** (юг Западной Сибири, на границе со структурами Северного Казахстана). Наличие субплатформенных отложений промежуточного комплекса на указанной территории впервые было установлено по данным ГСЗ, МПВ на Свердловском профиле (1965-1969 гг.). Оценка специфики глубинного строения впадины, кристаллическая кора которой представлена преимущественно основными породами, не позволила рекомендовать ее в качестве перспективного на поиски месторождений УВ в ДЮО. Однако, ПГО «Главтюменьгеология» в конце 80-х годов провела здесь значительный объем сейсмических и буровых работ. Был подтвержден разрез и получена отрицательная оценка нефтегазоносности.

**Третий пример, оценка Ляпинского мегапрогиба** и соседних территорий на основе геолого-геофизической модели земной коры. В отличие от мнения авторитетных специалистов, была дана оценка незначительной его нефтегазоперспективности, которая подтвердилась в результате бурения 5

глубоких скважин. Одновременно были намечены перспективные районы и площади за пределами прогиба в пределах исследуемой территории.

Можно привести еще ряд примеров, свидетельствующих о необходимости региональной стадии изучения и определения специфики строения земной коры. Это необходимо и для выбора мест для сверхглубокого и глубокого бурения. Пример с СГ-7, расположенной в 175 км северо-северо-западнее от СГ-6, является прекрасной иллюстрацией этому. Неучет специфики глубинного строения при заложении СГ-7 привел к тому, что вместо ожидаемого поднятия скважина при глубине 8,2 км не вышла из базальтов триаса явно мантийного заложения. Таким образом, скважина, по-видимому, попала в зону глубинного разлома.

Приведенных примеров достаточно для вывода о существенной неэффективности прогнозирования и выбора площадей для поисково-разведочных работ в доюрских комплексах в глубоких горизонтах. Основной причиной такого положения, на наш взгляд, является неучет специфики глубинного строения и отсутствие анализа этих данных с имеющейся современной информацией по приповерхностным структурам, особенно на региональных профилях ОГТ. К сожалению, подобная практика продолжается, что приводит, по нашему мнению, к огромным затратам и снижению интереса поисков месторождений УВ в комплексах доюрского основания и в глубоких горизонтах осадочного чехла.

Поэтому **первым защищаемым положением является следующее:** Показано, что эффективность изучения строения доюрских комплексов и улучшение прогнозирования поисков месторождений в глубоких горизонтах Западно-Сибирской геосинеклизы во многом определяется информацией о строении верхней части литосферы, получаемой по результатам региональных геофизических исследований. К ним относятся анализ и обобщение информации по работам ГСЗ; построение сейсмоплотностных 2D моделей и схематических карт основных поверхностей раздела; анализ и обобщение геолого-геофизических данных о строении приповерхностных структур земной коры.

**Во второй главе** диссертации рассмотрена предлагаемая методика изучения ДЮО. В основу положено построение плотностных моделей 2D и 3D, наиболее информативно характеризующих геолого-геофизическое строение. При разработке методики преследовалась основная цель – уменьшить неоднозначность построения с использованием имеющейся геофизической информации.

Разработка такой методики вызвана тем, что использовать только данные ОГТ не эффективно, т.к. чаще всего не подтверждается строение и тем более наличие месторождений УВ. В качестве примеров можно привести работы по Ляпинскому мегапрогибу, по району СГ-6, северо-востоку Свердловской области (Ивдельский район).

Одним из основных направлений в науках о Земле является создание комплексной геолого-геофизической модели глубинного строения земной коры и верхней мантии. Эти модели совместно с другими геолого-геофизическими



материалами позволяют прогнозировать вещественный состав отдельных блоков, давать оценку особенностей их образования и тектонического развития, выделять различные типы блоков. В настоящее время изучение глубинного строения многими исследователями ведется исходя из модели блочно-иерархического строения геосреды, согласно которой литосфера состоит из блоков горной породы различных размеров, подчиняющихся иерархической последовательности, описываемой законом геометрической прогрессии [Садовский М.А., Писаренко В.Ф., 1989]. Блоки, образующие систему, разделены разломами. Основу геолого-геофизической модели составляет объемная разломно-блоковая плотностная модель, построенная методом сейсмогравитационного моделирования. Методика и технология построения плотностных моделей геосреды основана на использовании сейсмических данных по профилям ГСЗ. Основная цель построения плотностных моделей – проверка соответствия составленных сейсмических разрезов аномальному полю  $\Delta g$  и получение дополнительной информации о параметрах глубинных структур.

Далее в главе 2 приводится анализ основных способов плотностного моделирования земной коры по профилям ГСЗ (Голиздра Г.Я., Красовский С.С., Красовский А.С., Песковский И.Д., Романюк Т.В., Старостенко В.И.).

Построение плотностных моделей является важным этапом региональных геофизических исследований, на их основе можно получить представление о распределении аномальных масс, напряжениях и деформациях, вызванных эндогенными и экзогенными процессами. Возникающие при построении плотностных моделей трудности связаны с тем, что задачи структурной гравиметрии являются многопараметрическими, так как модель среды включает в себя большое количество объектов разной формы и плотности. Особенностью обратных задач гравиметрии, ориентированных на детальное описание геологической среды, является изначально широкая эквивалентность, которая принципиально не может быть убрана какими-либо технологическими приемами вычислений. Поэтому только по одному гравитационному полю нельзя получить плотностной модели, адекватной реальной среде.

Способом, позволяющим сузить класс эквивалентных решений, является использование дополнительной априорной информации о физических и геометрических параметрах объектов. Привлечение конкретных, детальных геолого-геофизических данных (сейсмических, геологических, скважинных и т.д.), а также интерпретация трехмерных геофизических полей позволяет повысить достоверность получаемых плотностных моделей, т.к. наиболее адекватными геологической среде являются только трехмерные детальные модели.

Широкое применение при региональных исследованиях получило гравиметрическое моделирование, идея которого заключается в формировании на основе комплекса геолого-геофизических данных плотностной модели изучаемой среды, расчете от нее гравитационного поля, сопоставлении расчетного и наблюдаемого полей и в последующей корректировке модели по результатам этого сопоставления. Дальнейшее развитие гравиметрического

моделирования связано с разработкой методов комплексной интерпретации, прежде всего, сейсмических и гравитационных данных. В этих методах гравиметрия должна обеспечивать интеграцию, координацию и увязку комплекса дополнительной информации к гравитационному полю.

Несмотря на то, что гравитационное моделирование стало применяться с 1970-х гг., до настоящего времени не сложилось единого подхода к проведению таких исследований. Различия существуют как в методике, так и в технике вычислений. Основной методической особенностью гравитационного моделирования является расчет поля от всей изучаемой геосреды. Для этого необходимо иметь представление о ее строении и свойствах, о распределении плотности относительно некоторого среднего значения. Так как эти данные всегда известны приближенно, поэтому расчеты ведутся с учетом совокупности установленных с той или иной степенью точности фактических материалов и более или менее обоснованных предположений. Таким образом, успешное решение задачи зависит в первую очередь от квалификации исследователя, его опыта и интуиции.

Известно, что решение обратных задач гравиметрии не единственно. Формальное количественное совпадение наблюдаемого и расчетного полей является необходимым, но не достаточным условием для получения достоверного решения, оно лишь показывает, что получено еще одно решение из множества эквивалентных решений. Критерием достоверности решения является наилучшее соответствие параметров рассчитанной модели геолого-геофизическим данным о свойствах и структуре изучаемой среды.

Составление объемных плотностных стартовых моделей Пелымской (Ереминской) и Чернореченской площадей осуществлялось с учетом данных по профилю Гранит (Рубин 2), особенностей поля  $\Delta g_{\text{ост}}$ , и с привлечением информации по объемной скоростной модели на Пелымской площади; на Чернореченской площади – с учетом данных по Ханты-Мансийскому профилю ГСЗ, проходящему по центральной части площади и количественной интерпретации аномального магнитного поля, выполненного А.В. Чурсиным.

Определение параметров источников гравитационного поля осуществлялось полуформализованным методом подбора, т.е. путем многократного решения прямой задачи гравиметрии с использованием оптимизации с ограничением на изменение плотности возмущающих тел.

Отличительные особенности предлагаемой методики 2D и 3D плотностного моделирования, по отношению к ранее применявшимся:

- Выбор в качестве регионального уровня изостатической компенсации не поверхности Мохо, а глубины 80 км, которая, вероятно, является основным разделом геологической среды. Это обусловлено значительным изменением рельефа поверхности раздела М (от 33 до 60 км) и, вероятно, наличием плотностных неоднородностей верхов верхней мантии, на что указывают существенные вариации значений скоростей (от 7,9-8,1 до 8,5-8,6 км/с).
- В качестве основы для составления плотностных 2D моделей начального приближения взяты сейсмогеологические разрезы по профилям ГСЗ,

составленные по методике глубинного геокартирования, предложенного В.С. Дружининым. Основным их содержанием является разломно-блоковая модель верхней части литосферы и расслоенность земной коры на три сейсмогеологические этажа с наличием промежуточного мегакомплекса в низах коры. Плотностная 2D модель первого приближения составлялась по сейсмогеологическому разрезу с привлечением информации о значениях скорости (соответственно плотности), установленных типов строения земной коры и качественного анализа аномального гравитационного поля в редукции Буге. Расчеты производились относительно средневзвешенных значений плотности до уровня 80 км, которая составила для рассматриваемой территории Приуралья  $3,03 \text{ г/см}^3$ .

- Составление стартовых 3D плотностных моделей происходило на основе подобранных плотностных моделей по профилям ГСЗ и районирования гравитационного поля  $\Delta g$ . Для расчетов 2D и 3D плотностных моделей использовались программы «BLOCK» для 2D и 3D, составленные заведующим лабораторией региональной геофизики Института геофизики УрО РАН, к.г.-м.н. Н.И. Начапкин. В процессе подбора уточнялись значения первоначальной плотности для основных элементов – блоков, и положение раздела М, за который принималась плотностная граница с плотностью блоков  $\sigma \geq 3,30 \text{ г/см}^3$ .

Косвенным доказательством правильности выбранной методики является получение не противоречивых данных о значениях плотностей ДЮО, согласующихся со значениями, определенными по зависимости  $\sigma = f(V)$  и геологическими сведениями.

Следующей операцией было определение значений поля  $\Delta g$ , соответствующего доюрским комплексам. Оно вычислялось по формуле:

$$\Delta g_{\text{ост}} = \Delta g_{\text{н}} - \Delta g_1 - \Delta g_2 - \Delta g_3, \quad (1)$$

где  $\Delta g_1$  – гравитационный эффект от осадочного слоя,  $\Delta g_2$  – влияние плотностных неоднородностей кристаллической коры,  $\Delta g_3$  – влияние плотностных неоднородностей верхней мантии. Составление плотностных 3D моделей осуществлялось путем моделирования под остаточное поле  $\Delta g$  в пределах Пелымской и Чернореченской площадей.

Плотностные 3D модели были составлены для Пелымской (Ереминской) и Чернореченской площадей. В качестве примера приводятся результаты сейсмоплотностного моделирования по Пелымской площади, которые представлены на рис. 1, 2.

На материалах, приведенных во второй главе, базируется **второе защищаемое положение:**

**Разработанная методика 2D и 3D сейсмоплотностного моделирования верхней части литосферы позволяет уменьшить неоднозначность итоговых построений.** Отличительными особенностями методики является: учет особенностей глубинного строения земной коры, включая основной сейсмогеологический раздел М, установленных по данным ГСЗ; проведение плотностного моделирования до первого уровня региональной изостатической

компенсации неоднородностей земной коры и верхней мантии (80 км); плотностное трехмерное моделирование: М 1:2500 000 – 1:1000 000 верхней части литосферы; определение плотностной 3D модели доюрских комплексов М 1:200 000 для дальнейшего выделения отдельных перспективных участков.

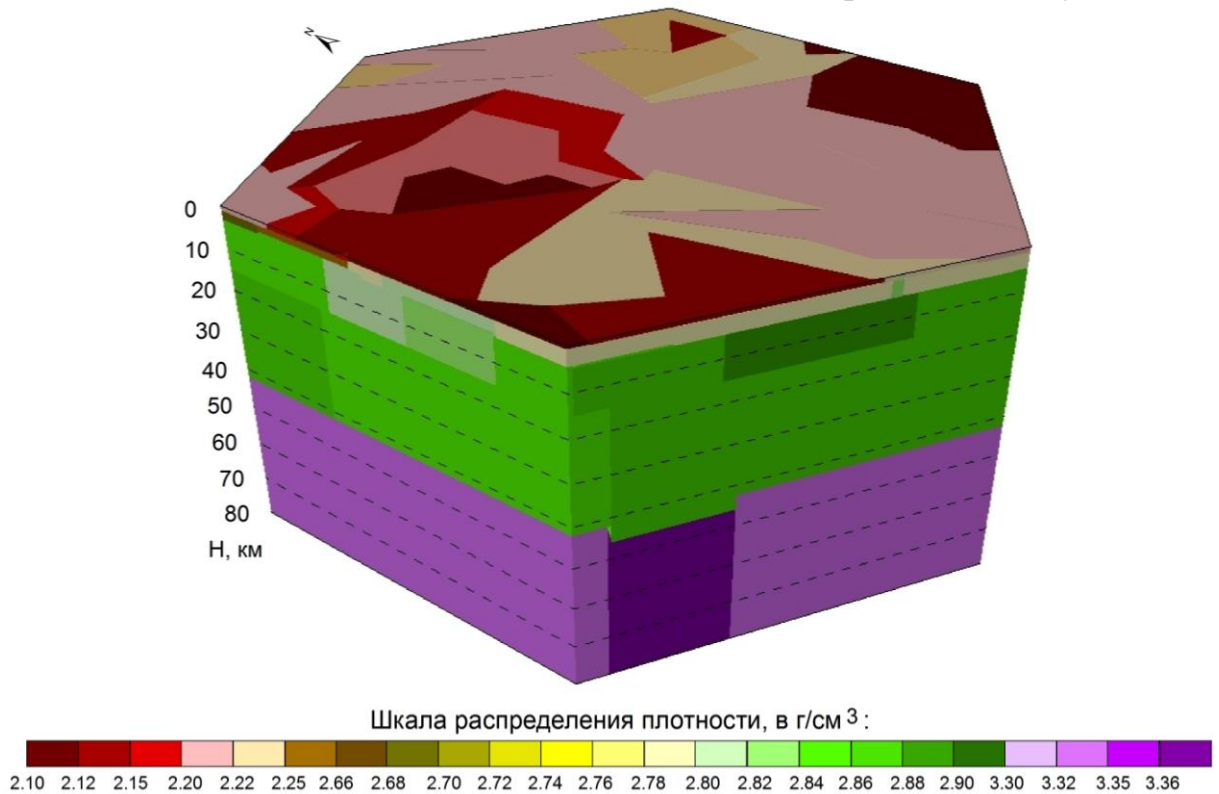


Рис. 1. Плотностная 3D модель Пелымской (Ереминской) площади [Осинов В.Ю., 2003]

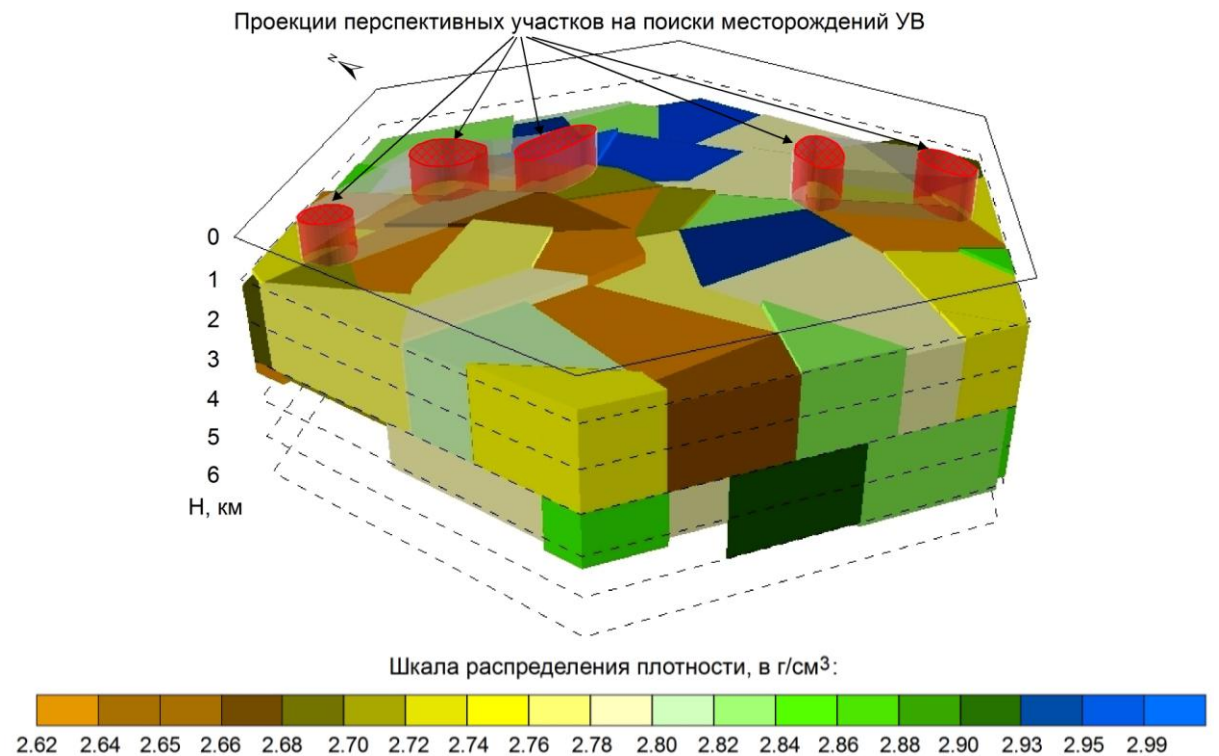


Рис. 2. Плотностная 3D модель верхней и нижней части доюрского основания Пелымской (Ереминской) площади [Осинов В.Ю., 2003]

**В третьей главе** диссертации приводятся примеры использования разработанной методики при составлении объемных геолого-геофизических моделей ДЮО по Пелымской (Ереминской) и Чернореченской площадям и выделения перспективных на поиски месторождений УВ участков, расположенных в восточной части Свердловской области (Гаринский и Таборинский районы), для постановки более детальных геофизических работ и бурения поисково-параметрических скважин.

Результатом выполненных исследований являются объемные плотностные и геолого-геофизические модели доюрского основания Пелымской (Ереминской) и Чернореченской площадей М 1:200 000, составленные по данным геофизических моделей с привлечением информации по профилям МОГТ, 2D-3D МПВ и бурения, с положительной оценкой нефтегазоперспективности низов осадочной толщи и верхней части доюрских комплексов.

В качестве примера на рисунке 3 приведена геолого-геофизическая модель верхнего комплекса доюрского основания Пелымской (Ереминской) площади.

На двух рассматриваемых площадях выделены перспективные участки на поиски месторождений УВ: на Пелымской – пять участков, на Чернореченской – шесть участков.

Критерии, по которым выделялись перспективные участки на поиски месторождений углеводородов следующие:

- зоны контакта гранитоидов с терригенно-осадочными комплексами;
- тектонические узлы, образованные пересечением глубинных разломов;
- расположение промежуточных комплексов в пределах срединного поднятия и активных рифтовых структурах.

Для более эффективного решения вопроса о строении фундамента и его нефтегазоносности необходимо совместное рассмотрение результатов плотностного моделирования с разрезами ОГТ по региональным профилям. Особенно это относится к промежуточному комплексу – наиболее перспективному объекту на поиски месторождений УВ.

На материалах, приведенных в третьей главе, базируется **третье защищаемое положение:**

**На основании предложенной методики впервые составлены геолого-геофизические модели доюрского основания М 1:200 000 на выделенных перспективных площадях Пелымской и Чернореченской, а так же намечены перспективные участки для постановки детальных геолого-геофизических исследований в целях обнаружения месторождений УВ. Они представлены комплексами с примерным петрофизическим составом определенной мощности, с тектоническими элементами и перспективными участками для постановки детальных геолого-геофизических исследований.**

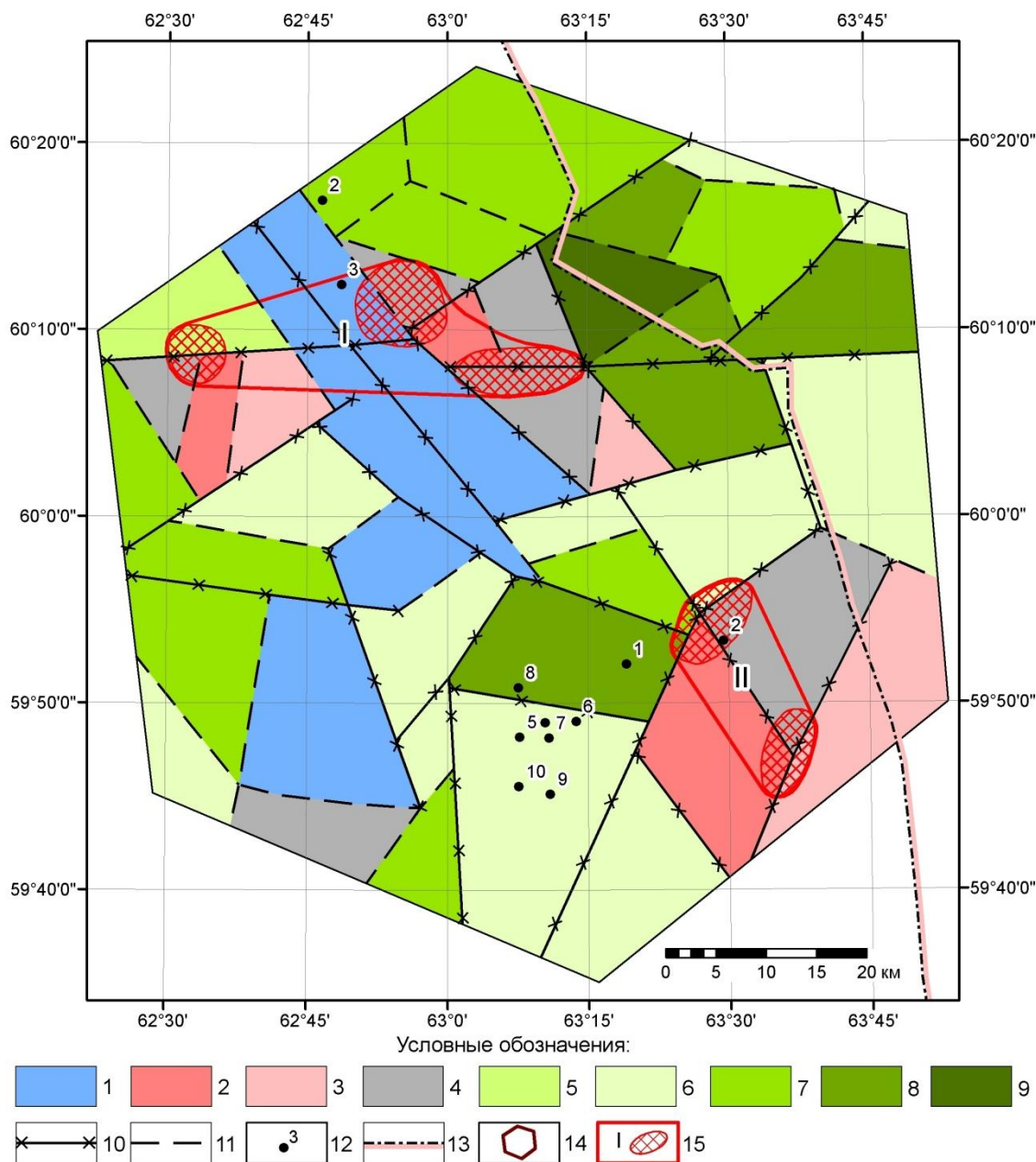


Рис. 3. Геолого-геофизическая модель верхнего комплекса доюрского основания Пелымской (Ереминской) площади, М 1: 200 000  
[Осипов В.Ю., 2003]

1 – Терригенно-базальтовый комплекс с  $\sigma_p=2,62-2,63$  г/см<sup>3</sup>; 2 – Гранитоиды с  $\sigma_p=2,60-2,62$  г/см<sup>3</sup>; 3 – Гранитогнейсы, гнейсы с  $\sigma_p=2,63-2,68$  г/см<sup>3</sup>; 4 – Терригенно-карбонатные комплексы с  $\sigma_p=2,65-2,72$  г/см<sup>3</sup>, возможно D-C возраста; 5 – Вулканогенные породы с возможным развитием карбонатов; 6 – Вулканогенно-осадочный комплекс палеозоя с  $\sigma_p=2,75-2,79$  г/см<sup>3</sup>; 7 – Вулканогенный комплекс палеозоя, вулканиты основного состава с  $\sigma_p=2,79-2,83$  г/см<sup>3</sup>; 8 – Габброиды, амфиболиты с  $\sigma_p=2,93-2,95$  г/см<sup>3</sup>; 9 – Габбро-амфиболиты, метаморфизованные ультрабазиты с  $\sigma_p>2,99$  г/см<sup>3</sup>; 10 – Тектонические нарушения, разломы; 11 – Контуры блоков, соответствующих разновидностям пород разного состава; 12 – Разведочные скважины; 13 – Граница Свердловской области; 14 – Контур Пелымской площади; 15 – Перспективные участки для постановки детальных геолого-геофизических исследований на поиски месторождений УВ в верхнем комплексе доюрского основания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования имеют важное значение для прогнозирования перспективных на поиски углеводородов участков, как в низах осадочного слоя, так и в подстилающих доюрских комплексах. При решении этого вопроса в данной работе во внимание принимались специфика строения доюрских образований и глубинные критерии, контролирующие месторождения нефти и газа. К ним относятся: приподнятое залегание поверхности М и сокращенная мощность земной коры, наличие в древнем фундаменте волноводов или зон разуплотнения, резкие структурные формы и контрастность глубинного строения, развитие субплатформенных палеозойских отложений, особенно на поднятиях древнего фундамента.

Объектом выполненных исследований явилось доюрское основание Западно-Сибирской геосинеклизы. Нефтегазоносность его доказана и за ним признается большая перспективность приращения запасов УВ сырья в Западной Сибири. Но основным затруднением при решении этой проблемы является отсутствие эффективной методики его изучения, в первую очередь, на региональной стадии, и обоснованного выбора площади исследований. Для этого было проведено обобщение информации о глубинном строении по имеющейся сети профилей ГСЗ и составлена объемная геолого-геофизическая модель литосферы Приуральской части Западной Сибири.

Повышение эффективности научного прогнозирования поисков УВ в комплексах доюрского основания возможно только при соблюдении стадийности поисковых работ. На региональной стадии необходимо выполнить следующие исследования: анализ и обобщение имеющейся и вновь полученной информации по строению верхней части литосферы; построение комплексных геофизических разрезов и, как следствие, геолого-геофизических моделей М 1:1000 000; построение на основе предложенной методики объемной геолого-геофизической модели верхней части литосферы М 1:2500 000, схематических региональных карт тектонического районирования, нефтегазоперспективности; составление объемных геолого-геофизических моделей М 1:200 000 доюрского основания в условиях Западной Сибири или приповерхностных комплексов консолидированной коры в других регионах. Для более эффективного решения данной проблемы необходим совместный анализ установленных особенностей глубинного строения, включая доюрское основание, с имеющейся современной информацией о строении приповерхностных структур (по данным региональных профилей ОГТ, МОВЗ, с учетом сведений о неотектонике и др.).

Несоблюдение стадийности изучения такого сложного объекта, как доюрский фундамент, приводит к значительным затратам времени и средств.

Изучение ДЮО выполнено в соответствии с разработанной методикой плотностного моделирования. Отличительные черты методики следующие:

- Учет особенностей глубинного строения земной коры, включая поверхность верхней мантии, установленных по данным ГСЗ;
- Плотностное моделирование до первого уровня изостатической компенсации неоднородностей земной коры и верхней мантии (80 км);



- Разномасштабное плотностное трехмерное моделирование М 1:500 000 – 1:1000 000 на региональном уровне и М 1:200 000 на площадном уровне, на котором определяется плотностная 3D модель доюрских комплексов.
- При моделировании не надо приравнивать уровни наблюдаемого и расчетного полей, наблюдаемое поле подбирается естественным способом. Выбор одной и той же плотности, относительно которой ведется гравитационное моделирование, позволяет проводить сравнение глубинного строения разных регионов.

Результатом выполненных исследований являются объемные плотностные и геолого-геофизические модели доюрского основания Пелымской и Чернореченской площадей М 1:200 000, составленные по данным геофизических моделей с привлечением информации по профилям МОГТ, 2D-3D МПВ и бурения, с положительной оценкой нефтегазоперспективности низов осадочной толщи и верхней части доюрских комплексов.

На двух рассматриваемых площадях выделены перспективные участки на поиски УВ: на Пелымской – пять участков, на Чернореченской – шесть участков. Для более эффективного решения вопроса о строении фундамента и его нефтегазоносности необходимо совместное рассмотрение результатов плотностного моделирования с разрезами ОГТ по региональным профилям. Особенно это относится к промежуточному комплексу – наиболее перспективному объекту на поиски УВ.

Предлагаемая в данной диссертационной работе методика построения разломно-блоковых плотностных 2D и 3D-моделей имеет практическое применение, и была опробована при составлении объемных геолого-геофизических моделей района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4, Среднего Урала [Дружинин В.С., 1993; Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Дьяконова А.Г., Кашубин С.Н., Кашубина Т.В. и др., 2003; Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Песковский И.Д., Кашубина Т.В., Осипов В.Ю., 2003; Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Каретин Ю.С., Чурсин А.В., 2005], западного склона Урала (Шалинско-Михайловская площадь) [Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Первушин А.В., 2004] и восточных зон, включающих Чернореченскую и Пелымскую площади, в связи с оценкой нефтегазоносности доюрских комплексов в Приуральской части Западно-Сибирской плиты [Дружинин В.С., Колмогорова В.В., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю., Брехунцов А.М., и др. 2009; Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю., 2009].

Методика комплексных геофизических исследований, реализованная в указанной последовательности, должна найти применение при изучении доюрских комплексов в других районах ЗСП, в первую очередь, на территории Приуральской области, которая достаточно изучена глубинными сейсмическими исследованиями. Имеющиеся на всю Приуральскую область карты потенциальных полей масштаба 1:200 000, серия региональных профилей МОГТ и скважины разведочно-поискового бурения позволяют провести такие исследования для любой площади, перспективной с позиции глубинных факторов и с применением имеющейся геологической информации. Это позволит повысить уровень научного прогнозирования и соответственно



повысит эффективность поисковых работ по обнаружению месторождений УВ, особенно в новых районах, на больших глубинах и на новых объектах.

### Публикации по теме диссертации

Работы в изданиях, соответствующие перечню ВАК МОН РФ:

1. Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Дьяконова А.Г., Кашубин С.Н., Кашубина Т.В., Колмогорова В.В., Кухмазов С.У., Парыгин Г.И., Осипов В.Ю. Комплексные геофизические исследования литосферы Среднего Урала по Артинскому профилю. // Отечественная геология, № 1, 2003. С. 65-73.
2. Дружинин В.С., Колмогорова В.В., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю., Брехунцов А.М., Нестеров И.И. (мл.), Плесовских И.А. Карта доюрских вещественных комплексов северо-западной части Западно-Сибирской равнины на основе объемной модели земной коры. // Отечественная геология, № 1, 2009. С. 104-112.

Работы в других изданиях:

3. Осипов В.Ю. Построение объемной плотностной модели доюрских комплексов на первом этапе работ по поискам углеводородов в Зауралье. // Сборник докладов. Третья Уральская молодежная научная школа по геофизике. Екатеринбург: Изд. ИГф УрО РАН, 2002. С. 72-75.
4. Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Начапкин Н.И., Дьяконова А.Г., Осипов В.Ю. Схематическая разломно-блоковая модель литосферы Среднего Урала. // Геофизика XXI столетия: 2002 год. Сборник трудов Четвертых геофизических чтений имени В.В. Федынского (28 февраля-02 марта 2002 г.). Москва, Научный мир, 2003. С. 83-90.
5. Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Начапкин Н.И. К вопросу о поисках месторождений углеводородов в новых районах Уральского региона. // Уральский геофизический вестник, № 5, 2003. С. 34-42.
6. Осипов В.Ю. Методика объемного сейсмогравитационного моделирования при изучении доюрских комплексов западной части западной Сибири. // Сборник учебно-научных материалов. Четвертая Уральская молодежная научная школа по геофизике. Пермь: Изд. Горный институт УрО РАН, 2003. С. 142-146.
7. Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Колмогорова В.В., Первушин А.В., Осипов В.Ю., Шилина Е.В. Роль древнего кристаллического фундамента в строении осадочного мегакомплекса и оценка нефтегазоперспективности области сочленения Русской плиты и Урала (РПУ) в пределах Пермской и Свердловской областей. Материалы научно-практической конференции по теме «Перспективы нефтегазоносности Предуральяского прогиба». Екатеринбург, 2004. С. 139-157.
8. Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Первушин А.В. О поисках углеводородов в юго-западной части Свердловской области. // Разведка и охрана недр, № 2, 2004. С. 29-33.
9. Осипов В.Ю. О соотношении физических параметров пород кристаллической коры по данным Новоелховской и Уральской (СГ-4) сверхглубоких скважин. // Сборник материалов. Современные проблемы геофизики. Пятая уральская

- молодежная научная школа по геофизике. Екатеринбург: Изд. Институт геофизики УрО РАН, 2004. С. 105-109.
10. Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Каретин Ю.С., Чурсин А.В. Геолого-геофизическая модель литосферы по опорному сечению через Уральскую сверхглубокую скважину СГ-4. Екатеринбург. // Уральский геофизический вестник, № 7, 2005. С. 16-25.
  11. Дружинин В.С., Осипов В.Ю., Шилина Е.В. Геофизические исследования кристаллического фундамента Южно-Татарского свода в районе Ново-Елховской сверхглубокой скважины. // Уральский геофизический вестник, № 8, 2005. С. 38-43.
  12. Осипов В.Ю. Положение надвигов западного склона Среднего Урала в глубинной структуре земной коры. // Сборник научных материалов. Шестая Уральская молодежная научная школа по геофизике. Пермь: Горный институт УрО РАН, 2005. С. 162-167.
  13. Осипов В.Ю. Пелымская площадь – перспективный объект для поисков углеводородов на северо-востоке Свердловской области. // Сборник научных материалов. Седьмая Уральская молодежная научная школа по геофизике. Екатеринбург: Изд. ИГф УрО РАН, 2006. С. 108-110.
  14. Брехунцов А.М., Дружинин В.С., Колмогорова В.В., Начапкин Н.И., Нестеров И.И., Осипов В.Ю., Плесовских И.А. Глубинное строение и нефтегазоперспективность северо-западной части Западно-Сибирской равнины. // Материалы международной конференции геофизиков и геологов, г. Тюмень, Россия, 4-7 декабря 2007 г. CD-ROM.
  15. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Ладовский И.В., Колмогорова В.В., Осипов В.Ю. Методика плотностного моделирования на профилях ГСЗ (на примере Краснотуркменского профиля ГСЗ). // Материалы международной геологической конференции "Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов". Том I. Казань, 13-16 ноября 2007. С. 98-103.
  16. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Колмогорова В.В., Ладовский И.В., Осипов В.Ю. Методика построения плотностной модели верхней части литосферы по данным ГСЗ. // Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию ИГ УрО РАН, 4-8 февраля 2008. С. 76-80.
  17. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю., Брехунцов А.М., Нестеров И.И., Плесовских И.А. Глубинное строение и перспективы нефтегазоносности зоны сочленения Урала и северо-западной части Западно-Сибирской геосинеклизы. // Материалы всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых. Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности. Тюмень-Новосибирск, 2008. С. 70-75.
  18. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. Знание строения земной коры – один из факторов эффективного прогноза поисков месторождений углеводородов. // Уральский геофизический вестник, № 1, 2009. С. 30-36.
  19. Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. Схематическая карта рельефа основного сейсмогеологического раздела М северо-западного сегмента Западно-Сибирской геосинеклизы. // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле земли. Интерпретация геофизических полей. Пятые научные чтения памяти Ю.П.Булашевича. Материалы. Екатеринбург: ИГф УрО РАН, 2009. С. 160-164.