

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НАПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЯ

**КАФЕДРА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗЕМНОЙ КОРЫ**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**Потенциальные поля Персидского залива и их
связь с геологическими структурами**

Филиппов Григорий Юрьевич

Заведующий кафедрой:
доктор физико-математических наук,
профессор Булычев А.А.

Научный руководитель:
кандидат геол-мин.наук,
ст. н. с. Соколова Т.Б.

Рецензент:
доцент,
кандидат геол-мин.наук,
Лыгин И.В.

**Москва
2018**

Оглавление:

1. Введение
2. Геолого-тектоническая позиция Персидского залива
 - 2.1 Физико-географический очерк
 - 2.2 Геологическое строение
 - 2.3 Углеводородные провинции Персидского залива
3. Источники геофизических данных
 - 3.1 Цифровая модель гравитационного поля и рельефа
 - 3.2 Цифровая модель магнитного поля
 - 3.3 Цифровая модель поверхности Мохоровичича
4. Структура проектов в используемых ГИС
5. Анализ аномалий гравитационного и магнитного полей региона
6. Заключение
7. Список использованной литературы

1. Введение

Словосочетание “Персидский залив” (перс. فارس خلیج, Халидж-е Фарс) достаточно прочно ассоциируется с когда-то Персией, а теперь областью Фарс (Парс), колыбелью Иранской государственности и одной из 31 провинций Ирана, государства в Передней Азии, ограничивающего описываемую акваторию с юга. И, несмотря на то, что не все арабские страны, имеющие в составе своей территории побережье залива, выражают согласие с подобным названием, именуя акваторию всё же Арабской (араб. العربي الخلیج, Халидж-эль-Араби — «Арабский залив»), наиболее распространен в мировом сообществе именно первый вариант наименования **П**.

В настоящее время наибольшую известность заливу и его прибрежным государствам приносят уже не исторические баталии за право обладания территорией, а вполне современные богатства за счёт нефте- и газодобычи открытых месторождений, а также практически неисчерпаемые неизведанные и перспективные залежи углеводородов, десятилетиями манящие геофизиков и нефтяников со всего мира.

Целью данной дипломной работы является изучение особенностей структуры потенциальных полей (гравитационного и магнитного) и их связи с геологическим строением и углеводородным потенциалом Персидского залива.

В изучении планируется использовать данные из ресурсов topex.ucsd.edu (гравиразведочные и топографические данные), geomag.org (магниторазведочные данные), esa.int (данные о глубине залегания поверхности Мохоровичича). Также используются сведения из различных тексто-графических интернет- и печатных изданий, в число которых входят британские (*Geophysical Journal International*) и немецкие (*Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V.*) источники информации.

Работы планируется выполнять в программах ArcGIS (семейство геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI) и Oasis Montage (канадская Geosoft Incorporate).

2. Геолого-тектоническая позиция Персидского залива

2.1 Физико-географический очерк

Персидский залив расположен между Иранским нагорьем и Аравийским полуостровом и соединён Ормузским проливом с Оманским заливом, Аравийским морем и Индийским океаном.

Опираясь на данные статьи о Персидском заливе одного из интернет-ресурсов, приведенных в списке использованной литературы (I/1), считаем, что площадь залива — 251000 км², длина — 989 км, ширина — 56 км, средняя глубина — 50 м, максимальная — 90 м. (рис. 2.1). Воды залива по своим гидрологическому, гидрохимическому и другим параметрам относят водоём к категории морей. В Персидский залив впадают реки Тигр и Евфрат.



Рис. 2.1 Географическое положение Персидского залива

Окаймляющие залив с севера территории Иранского нагорья и Аравийского полуострова характеризуются субтропическим климатом, вплоть до континентального. На территории Ирана - лето сухое и жаркое, зима сравнительно холодная (10 – 15 °С) с циклональными осадками. По мере продвижения к югу, климат переходит в тропический, пассатный с жарким летом (до 55 °С летом) и тёплой зимой (14 – 25 °С). Климат Аравийского полуострова является одним из самых жарких на планете, а тропические районы полуострова являются зоной ничтожного увлажнения. Экранированное со всех сторон

горами Иранское нагорье способствует преобладанию аридных условий и среднегодовая норма осадков на нём также незначительна. Располагающаяся на ближайших к заливу территориях пустынная и сухостепная растительность, с примитивными сероземными и солончаковыми почвами или развеваемыми и полужакреплёнными песками соответствует климатическим условиям регионов (I/2).

Помимо общеизвестной туристической притягательности, научно-практический интерес к территории обусловлен большим количеством известных нефтяных и газовых месторождений, объединяющихся в структуру Персидского нефтегазоносного бассейна. Это определяет большое геополитическое значение бассейна, являющегося источником нефти и газа для Объединённых Арабских Эмиратов, Саудовской Аравии, Катара, Бахрейна, Кувейта, Ирака и Ирана. Это в частности послужило причиной для начала войны в 1991 году между МНС (Многонациональными силами) во главе с США и Ираком за освобождение Кувейта.

2.2 Геологическое строение

Основными элементами геотектоники изучаемой территории (рис. 1.3) являются:

Нубийско-Аравийский щит - представляет собой массивный выступ докембрийского (эпоха докембрия началась с момента образования Земли 4.8 миллиардов лет назад, и закончилась примерно 570 млн. лет назад) фундамента на северо-востоке Африканской платформы. Согласно информации, приведенной в Большой Советской энциклопедии (I/4), щит сложен мощной и сильно дислоцированной толщей гнейсов, кристаллических и метаморфических сланцев с пачками кварцитов и мраморов, относящихся по возрасту к верхнему протерозою. Толща пород прорывается интрузиями гранитов (несколько генераций). Наблюдаются молодые излияния базальтов. Границы щита не контактируют с другими щитами на территории Африканской платформы, а ближайшей к Нубийско-Аравийскому щиту тектонической единицей можно считать Центральную-



Рис. 2.2 Фрагмент геологической карты мира (II/2)

Африканский щит, расположенный южнее исследуемого объекта (рис. 2.2).

Осевую часть Нубийско-Аравийского щита пересекает рифт Красного моря (фрагмент Великого Африканского Разлома, известного также как Великая Рифтовая долина), из-за чего западная половина щита располагается в Африке (Нубийская пустыня) в качестве Африканской литосферной плиты, а восточная занимает западную часть Аравийского полуострова – Аравийская плита. Обе части щита характеризуются преимущественно пустынным плоским рельефом на краях по мере удаления от рифта Красного моря, выделяемого повышениями рельефа с обеих сторон до 600 метров. Учитывая информацию, приведенную в статье интернет-энциклопедии “Википедия”, посвящённой Красному морю (1/3), плиты движутся постоянно — относительно ровные берега Красного моря расходятся в разные стороны со скоростью 1 см в год, или 1 м в столетие — но и с разной скоростью относительно друг друга: движение Африканской плиты было очень медленным, в то время как Аравийская двигалась существенно быстрее.

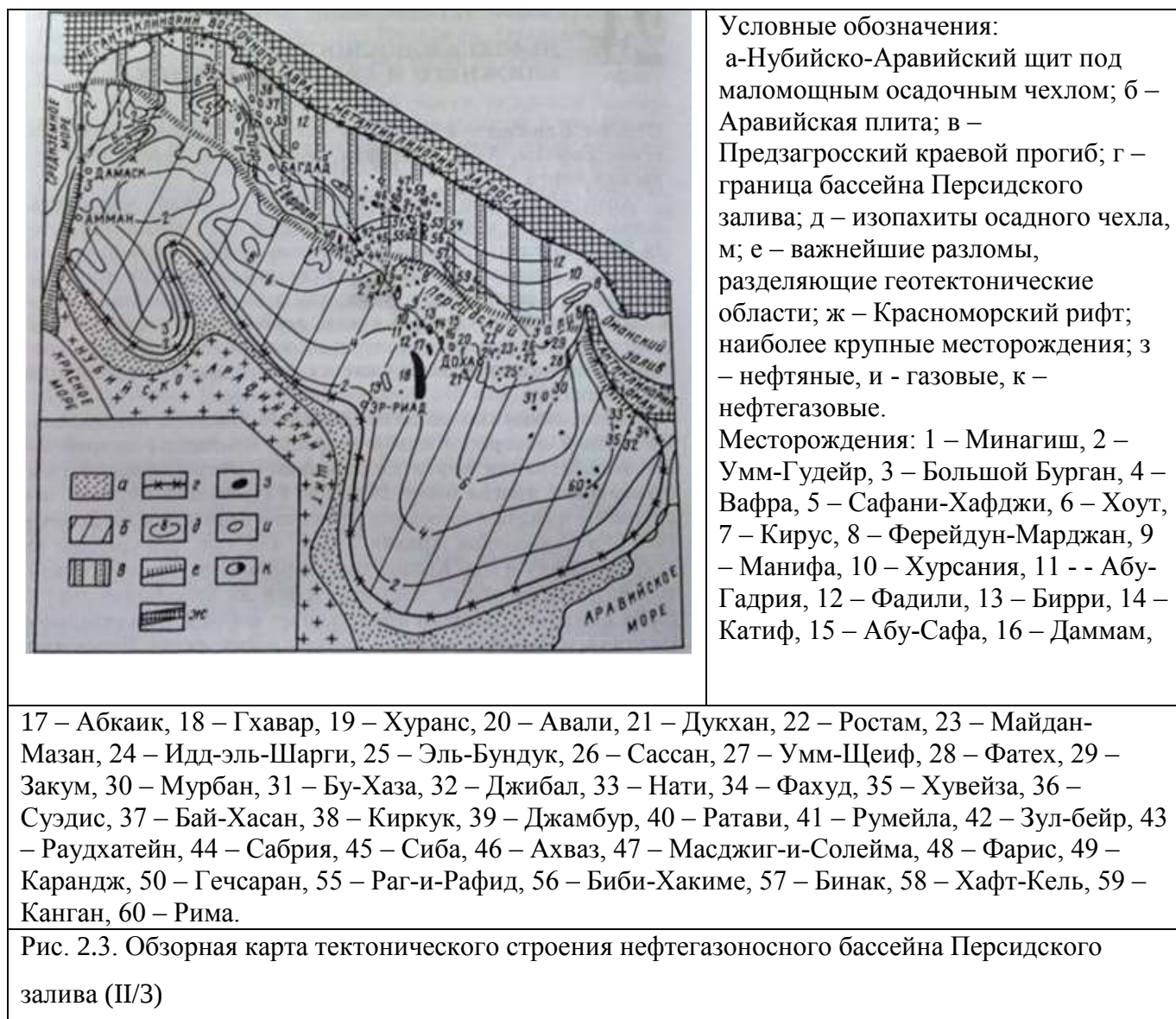
На территории Нубийско-Аравийского щита полностью или частично расположены Саудовская Аравия, Йемен, Израиль и Иордания на восточной части; Судан, Египет, Южный Судан, Эритрея, Эфиопия на западной.

В качестве объекта для более детального изучения нами выделена Аравийская плита, непосредственно граничащая с территорией Персидского залива. Географически соответствуя Аравийскому полуострову, плита имеет площадь в примерно 2 млн км².

Границами плиты являются: на востоке — Индо-Австралийская плита, на юге — Африканская плита, на западе границей с Африканской плитой является рифт Красного моря и рифт Мёртвого моря, на севере Аравийская плита смыкается конвергентной границей с Анатолийской и Евразийской плитами. Восточная часть плиты перекрыта осадочным чехлом. Мощность осадочного чехла увеличивается на восток (рис. 2.3) и вблизи Персидского залива достигает 5-6 км, а в некоторых районах и 8 км.

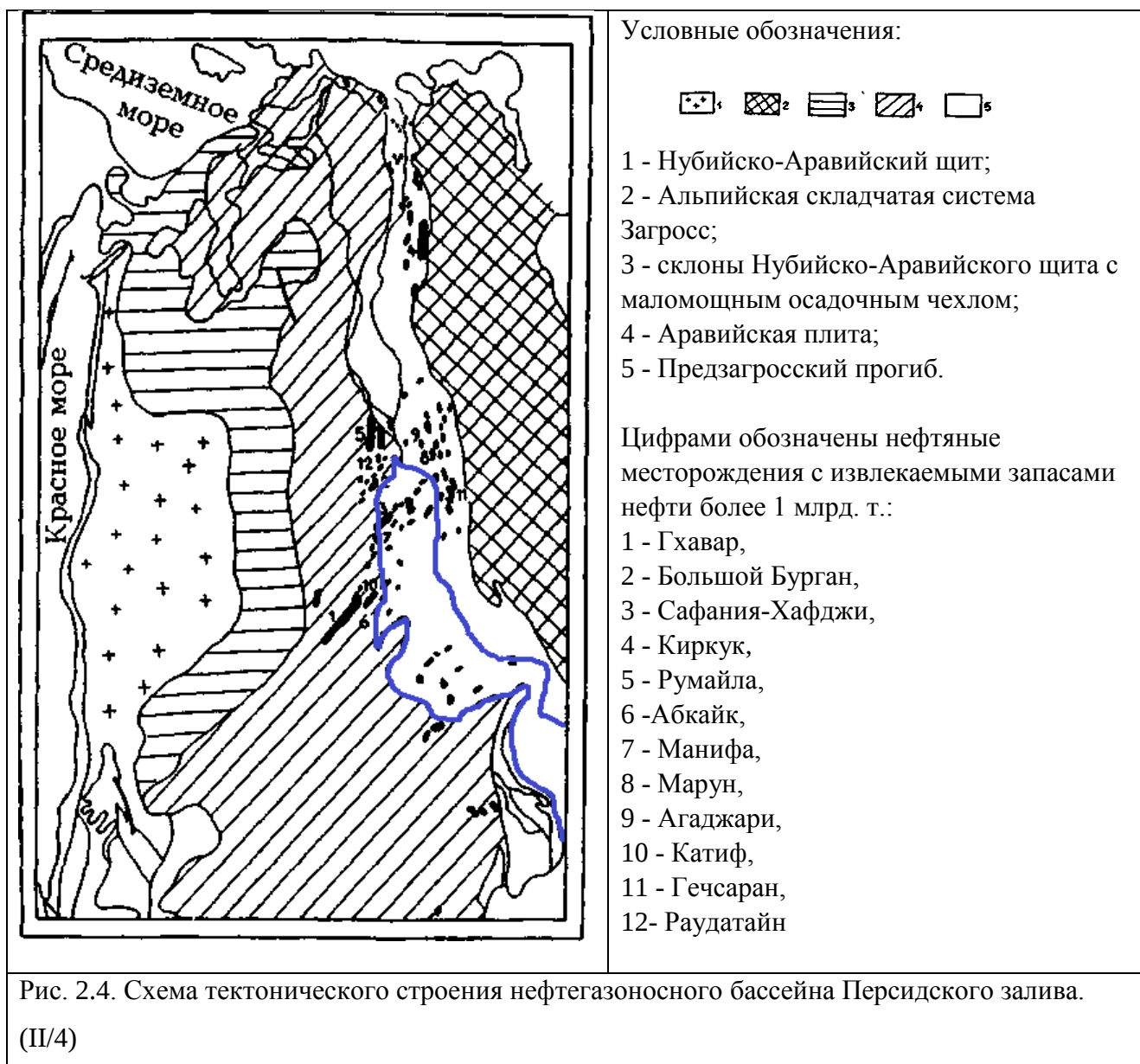
В результате альпийских тектонических движений сформировались крупные асимметричные складки. Складки, расположенные в пределах Аравийской плиты, характеризуются округлой или овальной формой, а в тех случаях, когда они удлиненные, направление их простирания не соответствует простиранию складчатой области. Крупные месторождения, приуроченные к складкам подобного типа, известны на территории Кувейта (Бурган-Магва-Ахмади) и Саудовской Аравии (Гхавар, Даммам, Хурсания и др.). Залежи нефти в области передовых складок на территории Ирана связаны главным образом с крупной асимметричной складчатостью, сложенной породами мела – нижнего олигоцена, перекрытыми сильно дислоцированными отложениями плиоцена – нижнего

миоцена (месторождения Ага-Джари, Гечсаран, Пазанан и др.) и разломами, разделяющими геотектонические области.



Горы Загрос - крупнейшая горная система часть Средиземноморского складчатого пояса, протянувшуюся более чем на полторы тысячи километров с северо-запада на юго-восток на территориях современного Ирана и Ирака (I/5). Эти горы молодые, они начали расти около 15 млн лет назад (± 10 млн лет в зависимости от участка), примерно тогда, когда формировалась Альпийская складчатость. Можно полагать, что образование непосредственно Загроса вызвано было столкновением двух тектонических плит — Аравийской и Евразийской. Как и для всего Средиземноморского пояса, орогенез Загроса еще продолжается, и горы растут. Загрос сложен преимущественно известняками и сланцами мезозоя и кайнозоя.

Структура осложнена присутствием Кембрийских соленосных толщ, образующих гигантские соляные купола (диаметр до 20 км) выходят на поверхность в центральной части и на юго-востоке — там, где встречаются обнажения домезозойского фундамента.



Соляные купола Загроса сложены из обычной каменной соли. Из-за наличия известняков и водотоков повсюду карстовые формы рельефа — многочисленные пещеры и воронки. Наиболее наглядным свидетельством контакта двух разных тектонических блоков является рельеф, пустынно-равнинный на юго-западе (р-н Аравийского полуострова) и холмисто-лесистый на северо-востоке (р-н Иранского нагорья).

С пермского периода обособился Предзагросский прогиб (рис.2.3,2.4), расположенный в зоне сочленения платформы с альпийскими складчатыми системами Загрос и Тавр.

Прогиб заполнен мощными сериями согласно залегающих морских мезозойских и кайнозойских отложений (I/6). Строение, аналогичное складчатым областям Аравийской платформы имеют и месторождения Ирака, расположенные на внутреннем борту Предзагросского прогиба (Киркук, Джамбур, Бай-Хасан и др.). Месторождения же внешнего платформенного борта краевого прогиба отличаются от охарактеризованных складками, простирающимися с северо-запада на юго-восток (Румейла, Зубейр, Ратави и др.).

Основные нефтесодержащие пласты в пределах Предзагросского прогиба на территории Ирана связаны с известняками Асмари (миоцен-нижний олигоцен). Известняки, кристаллические, доломитизированные, местами опесчаненные или мергелистые, перекрыты мощной соляно-ангидритовой толщей, относящейся к нижнему фарсу (плиоцен-нижний миоцен) и являющейся надежной крышкой нефтяных скоплений в гранулярных и трещинных коллекторах свиты Асмари.

В пределах склона Африкано-Аравийской платформы на территории Ирака, Сирии, Саудовской Аравии основные нефтегазосодержащие породы имеют мезозойский возраст, крупные скопления нефти открыты в рыхлых средне-и грубозернистых песчаниках альба на месторождении Бурган (Кувейт) и в гранулярных и трещиноватых известняках верхней юры (свита Араб) на месторождении Гхавар (Саудовская Аравия) (рис.1.4).

2.3 Углеводородные провинции Персидского залива

Нефтегазоносные области

Ближнего Востока

представляют особый

интерес, с одной стороны,

благодаря значительной

концентрации нефти на

отдельных месторождениях,

составляющей иногда более

10 млрд.т. (Большой Бурган),

а с другой - в связи с

высокими дебитами

(объёмами продукции,

добываемой из скважины за

единицу времени) нефти,

достигшими в 1980 г. в

Саудовской Аравии 1 млн.

426 тыс.т в среднем на одну

скважину в год.



Рис. 2.5. Месторождения Персидского залива (II/5)

Основными нефтедобывающими странами Ближнего и Среднего Востока являются Саудовская Аравия, Иран, Ирак, Кувейт, Катар, Йемен и Объединенные Арабские Эмираты. В них открыто свыше 70 крупных месторождений, большинство которых находится в районе Персидского залива. (I/1)

Большое количество уникальных по запасам нефти месторождений на небольшой территории Ближнего Востока представляет собой исключительное явление. Общие запасы нефти стран Персидского залива оцениваются объемами порядка 90 млрд.т.

Персидский залив характеризуется высокой концентрацией запасов нефти в сравнительно небольшом числе гигантских месторождений. Собственно в районе залива выявлено более 70 нефтяных и 6 газовых месторождений, которые группируются вдоль разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Более половины нефтяных ресурсов этого региона сосредоточено всего в 13 месторождениях. Здесь расположены следующие гигантские месторождения нефти: Сафания-Хафджи, Манифа, Ферейдун-Марджан, Абу-Сафа, Умм-Шейф, Берри, Зулуф, Зукум, Лулу-Эсфандияр, Эль-Букуш и др. (рис. 2.5, 2.6).

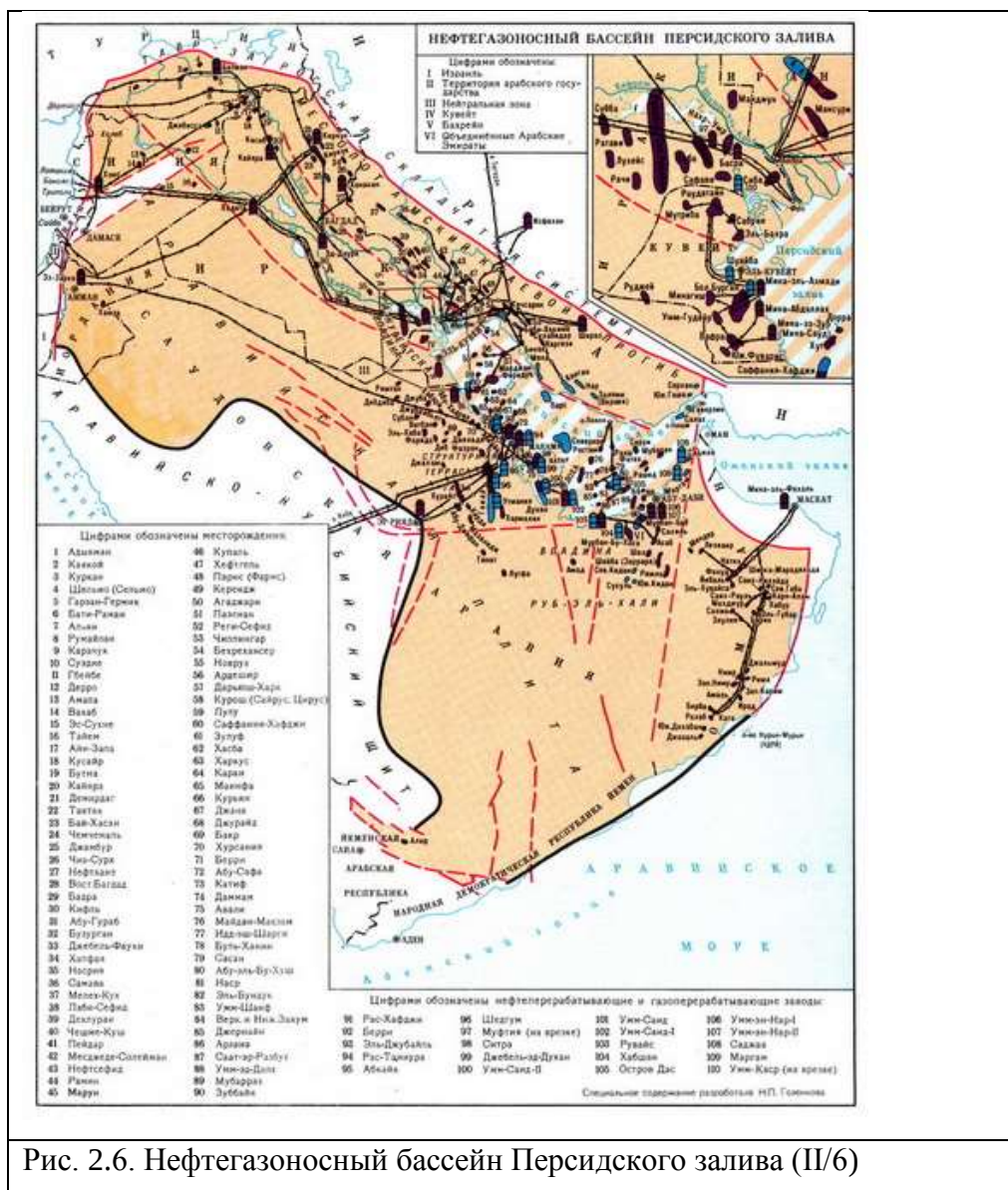


Рис. 2.6. Нефтегазоносный бассейн Персидского залива (II/6)

Бассейн Загрос является богатой нефтяной провинцией в Юго-Западном Иране. Нефтяное поле Кух-и-Манд фиксирует западную оконечность дуги Фарс и располагается в юго-западной части бассейна Загрос (рис. 2.7). Он представляет собой крупную антиклиналь длиной 90 км и шириной 16 км с высотой структуры приблизительно 2500 м (I/7).

Литологический состав и микрофацальный анализ формации Асмари, проведенный [James, Wynd, 1965; Stocklin, 1968; Ricou, 1974; Kashfi, 1992; Motiei, 1993, 1995; Beydoun, 1998; Aqrawi, 1998; Sepehr, Cosgrove, 2004] показывают, что осадочная толща отлагалась в тропических условиях в системе наклонных поверхностей на платформенном окончании прибрежного бассейна Загрос в раннеолигоценовое-позднемиоценовое время.

Петрографическое изучение пород формации Асмари в пределах нефтяного поля Кух-и-

Манд показывает, что осадки отлагались в литоральной и сублиторальной фациях лагунных и мелководных обстановок ниже глубины волнового воздействия.

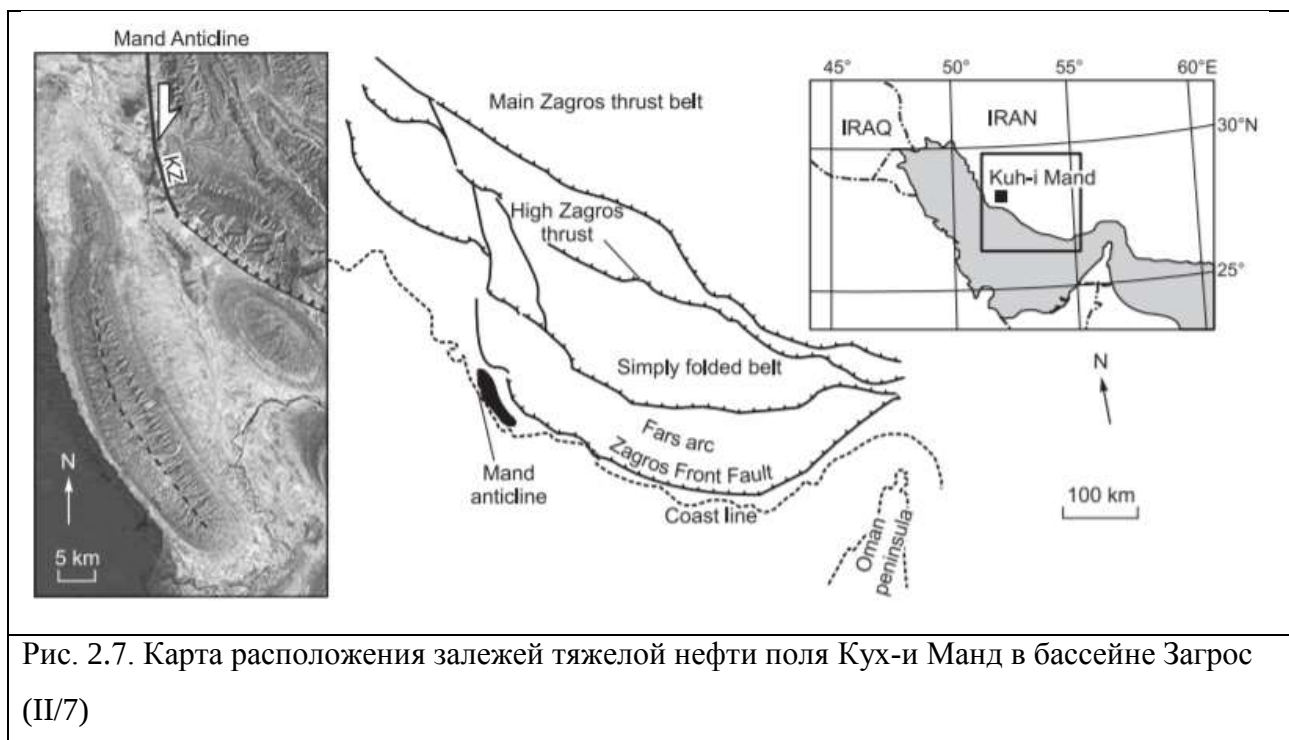


Рис. 2.7. Карта расположения залежей тяжелой нефти поля Кух-и Манд в бассейне Загрос (II/7)

Трещинообразование в породах формации Асмари связывается с тектоническими событиями, происходившими в период развития бассейна Неотетис и продолжавшимися до образования нынешнего прибрежного бассейна Загрос. К позднему мелу бассейн сомкнулся вследствие субдукции Аравийской плиты под Иранскую плиту. Эта коллизия оставалась активной вплоть до позднего миоцена, при этом осадочная толща сминалась и подвергалась воздействию сил на нейтральную поверхность в форме комбинированного действия флексурного смещения и механизма нейтральной поверхности, которое привело к укорочению пояса складчатых надвигов Загрос. Это сокращение длины надвигового пояса Загрос также подтверждается геомагнитными данными. Параллельное слоистости укорочение в период раннего-среднего миоцена способствовало формированию складок отрыва в районе Кух-и-Манд, которые развивались на фронте разлома Казерун. Это тектоническое событие привело к образованию крупных, связанных между собой трещин, которые обусловили эффективную пористость и проницаемость толщи, являющихся важными факторами дренирования и накопления нефтяных флюидов в коллекторе (I/7).

Территория Персидского залива разделена разломом Казерун на главную восточную часть или провинцию Фарс, западную часть или провинцию Деза и бассейн Персидского залива. Статистические обзоры показывают, что более 90% огромных запасов иранского газа находятся в пермо-триасовых карбонатах группы Дехрам на Аравийской части плиты, расположенной в восточной части разлома Казерун. Западная часть является одной из самых богатых нефтяных провинций мира, в которой содержится около 8% мировых запасов нефти в районе всего 60 000 кв. км. В этой области доминируют три типа коллекторов: (1) широкорегиональные палеогены (такие как арка Катар), (2) наклонные блоки разломов и (3) соляные купола.

Около 60% сверхнормативных запасов нефти в бассейне Персидского залива происходят от тектоники соли, и 40% известных мировых запасов нефти, таким образом, обусловлены диапатизмом в этом бассейне. Выделяются системы нефтяных месторождений, полученные из источников силурийского и юрско-мелового возраста:

1) Южная общая нефтяная система (Сарханханская, Закинская, Фараганская, Даланская и Канганская и Даштакская свиты): в основном, часть бассейна с запасами газа.

2) Северная общая нефтяная система (Сурме (Араб), Хит, Фахлиян, Гадван, Дарийян, Кадждуми, Сарвак (Мишриф), Илам, Джахрум, Гар, Асмари, Пабде, Гурпи, Кадждуми, арау, Саргелу, Гачсаранская свита): большая часть нефтяного месторождения находится в северной части бассейна Персидского залива (рис.2.7).

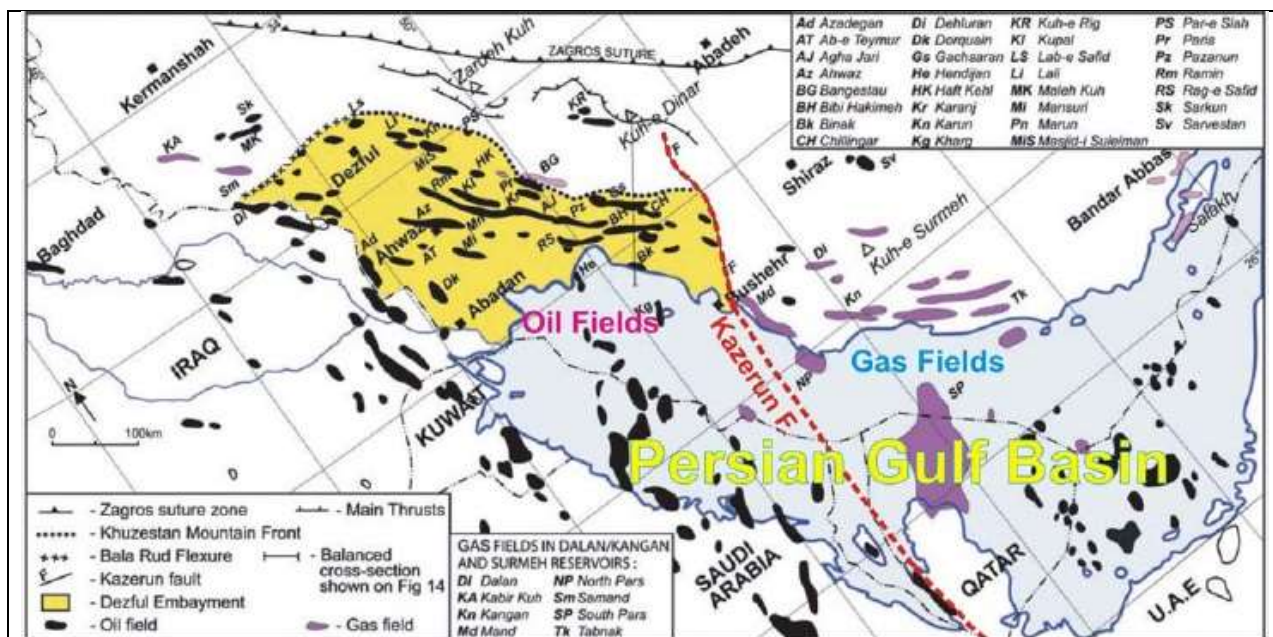


Рис. 2.8. Месторождения Персидского залива (II/8)

3. Источники геофизических данных

3.1 Цифровая модель гравитационного поля и рельефа

Данные взяты с ресурса http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi .

Поле гравитационных аномалий в редукции Буге, измеренное на поверхности земли, представленное в виде 1-минутных гридов в формате ASCII XYZ. На широте исследуемой территории данные можно представить в виде карты масштаба не хуже 1:200 000.

Формат входных данных - .txt.

3.2 Цифровая модель магнитного поля

Данные взяты с ресурса https://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/iso?id=gov.noaa.ngdc.mgg.geophysical_models:EMAG2_V3

Поле магнитных аномалий, представленное в виде 2-минутных гридов. На широте исследуемой территории данные можно представить в виде карты масштаба не хуже 1:500 000 (1:350 000 по расчетам). Для исследуемой территории точность съемки составляет примерно 140 нТл.

Формат входных данных - .txt.

3.3 Цифровая модель поверхности Мохоровичича

Данные взяты с ресурса

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE/Data_flow

Поле данных о глубине границы Мохоровичича представлено в масштабе 1:500 000 (1:370 000 по расчетам).

Формат входных данных - .txt.

4. Характеристики использованных геоинформационных систем и структура проектов

4.1 Информационная система ArcGIS

4.1.1 Устройство системы ArcGIS и основные задачи, решаемые с её помощью.

ArcGIS — семейство геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI, успешно применяемых для земельных кадастров, в задачах землеустройства, геодезии, учёта объектов недвижимости, систем инженерных коммуникаций, геологии, геофизики и недропользования и других областях. ArcGIS – это система для построения ГИС любого уровня. ArcGIS дает возможность легко создавать данные, карты, глобусы и модели в настольных программных продуктах, затем публиковать их и использовать в настольных приложениях, в веб-браузерах и в поле, через мобильные устройства.

Для проведения работ по описываемой теме мной был использован следующий набор приложений семейства:

- ArcGlobe 10.3;
- ArcScene 10.3;
- ArcMap 10.3;
- ArcCatalog 10.3.

4.1.2 Причины выбора системы ArcGIS для анализа данных.

Основными причинами для выбора системы ArcGIS в качестве главной программы для сбора имеющихся данных в единый проект, его визуализации и обработки послужили доступность данного ресурса, а также возможность для обучения использованию одного из наиболее известных и распространённых геоинформационных программных обеспечений в мире. Также немаловажными аргументами в пользу выбора ArcGIS стали относительная простота её использования и возможность наискорейшего выявления и устранения возникающих вопросов и проблем благодаря высокой популярности данной системы.

4.1.3 Содержание и структура проекта ArcGIS

Все исходные данные были систематизированы в едином ArcGIS проекте.

Проект содержит в себе следующие данные:

- 1) Береговая линия;
- 2) Речная сеть региона;

Поля:

3) Поле гравитационных аномалий в редукции Буге, измеренное на поверхности земли, представленное в виде 1-минутных гридов в формате ASCII XYZ. На широте исследуемой территории данные можно представить в виде карты масштаба не хуже 1:200 000. Визуализировалось в изолиниях черного цвета с шагом 10 и 50 мГал и заливке в градациях зеленого-желтого и коричневого цветов;

4) Поле магнитных аномалий, представленное в виде 2-минутных гридов. На широте исследуемой территории данные можно представить в виде карты масштаба не хуже 1:350 000.

Визуализировалось в изолиниях синего цвета с шагом 10 и 50 нТл и заливке в градациях красно-белого и синего цветов;

5) Поле данных о глубине границы Мохоровичича представлено из результатов экспедиции GOCE в масштабе 1:370 000.

Визуализировалось в изолиниях красного цвета с шагом глубин до поверхности Мохоровичича 5 и 10 км и заливке в градациях сине-зеленого и бело-коричневого цветов;

6) Поле гравитационных аномалий в редукции Буге, рассчитанное от границы Мохоровичича для избыточной плотности 0.3, масштаба 1:370 000.

Визуализировалось в заливке в градациях розово-желтого и зелено-синего цветов;

7) Поле гравитационных аномалий в редукции Буге, рассчитанное из разности рассчитанного на поверхности и рассчитанного от границы Мохоровичича для избыточной плотности 0.3.

Визуализировалось в заливке в градациях розово-желтого и зелено-синего цветов;

Данные о топографии:

8) Рельеф дна (батиметрия) {gebco_contm5_25_50};

9) Рельеф суши {topo_gebco_cont250m; topo_srtm_cont100m; topo_srtm_cont250m}.

Рисунки в формате .png:

10) Географическое положение объекта на карте (Google);

11) Карта нефтегазоносного бассейна Персидского залива;

12) Тектоническая схема объекта с отображенными изопахитами осадочных отложений.

4.2 Информационная система Geosoft Oasis Montaj.

Некоторые работы, описываемые в главе 4, производились в программе Geosoft Oasis Montaj – геоинформационной системе, произведенной канадской фирмой AGT Systems для обработки геофизических и геологических данных и построения карт. Создаваемые при этом проекты носили исключительно технический характер для выполнения тех или иных операций, а потому в описании не нуждаются.

5. Анализ аномалий гравитационного и магнитного полей региона

Изучение тектонического положения региона, доступное по тектонической схеме объекта дает представление о том, что Персидский залив располагается на границе между *Нубийско-Аравийским щитом*, перекрытым осадочным чехлом, с увеличением мощности осадков до 6-7м по мере приближения к границам водной части и *Предзагросским краевым прогибом*, также перекрытым осадками мощностью от 10 до 12-13 км по приближению к *Мегантиклинорию Загроса*. Также по *антиклинорию Оман*, по территории Персидского Залива и далее по территории Кувейта и Ирака вдоль реки Ефрат (ЮВ-СЗ) проходит крупный тектонический *разлом Казерна*, разделяющий *Нубийско-Аравийский щит* и *Предзагросский краевой прогиб*.

С учётом наложения поля гравитационных аномалий в редукции Буге, измеренного на поверхности земли (рис.5.1) можно увидеть соответствие зоны расположения Персидского Залива зоне средних значений (50-110 мГал) аномалии силы тяжести в редукции Буге, совпадающее со значениями в районе *Нубийско-Аравийского щита*. Также можно отметить уменьшение значений поля (до -70 - -100 мГал) по мере приближения к *Мегантиклинорию Загроса*. Величина поля существенно повышается

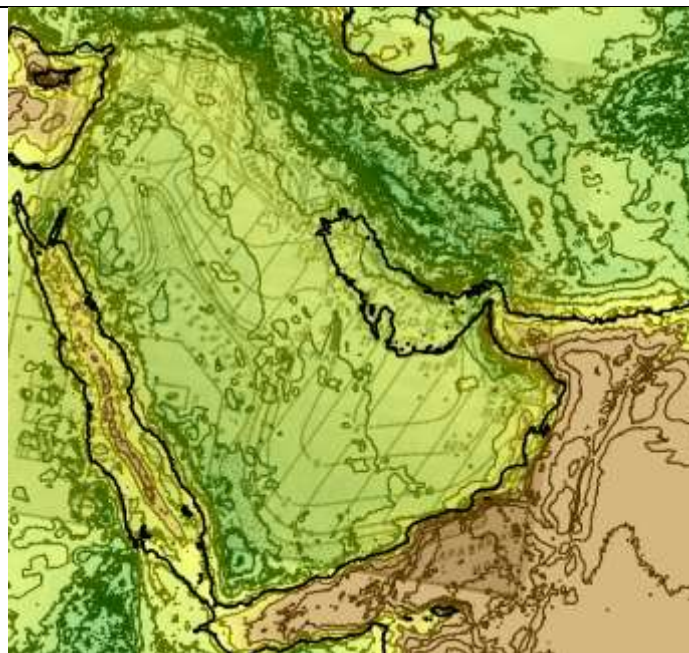


Рис. 5.1 Фрагмент созданного проекта в программе ArcGIS с открытыми:

1) Береговой линией, 3) Полем гравитационных аномалий в редукции Буге, измеренном на поверхности земли, а также изолиниями поля, взятыми с шагом 50 мГал, 12) Тектонической схемой объекта с отображенными изопахитами осадочных отложений.

(до 350 мГал) в Оманском заливе и выходит на максимальные значения на территории Аравийского моря.

Визуализация построенных по полю изолиний характеризует обилием высоких амплитуд районы выхода из-под осадочного чехла главных тектонических структур: *Нубийско-Аравийского щита* по мере приближения к рифтовой зоне на границе Африканской и Аравийской литосферных плит (Красному морю); *Мегантиклинорию Загроса*, переходящего в *Мегантиклинорий Восточного Тавра* к северо-западу; *антиклинория Оман*, выходящего на поверхность за *разломом Казерна* и относящегося к Альпийской складчатости Средиземноморского пояса.

Поле магнитных аномалий представлено фрагментарно (рис 5.2). Отсутствует большая часть данных по *Нубийско-Аравийскому щиту* и, примерно, половина по зоне Персидского залива. Отснятые на территории Персидского Залива материалы также демонстрируют средние, стремящиеся к малым (75 – -150 нТл) значения магнитного поля.

Положительные аномалии наблюдаются на границе *Мегантиклинория Загроса*,

и, частично, на нём самом, а также, на части Оманского залива, граничащей с *антиклинорием Оман*. Перепадами аномального магнитного поля также характеризуется граница *Нубийско-Аравийского щита* с Аравийским морем, а также граница непокрытой осадочным чехлом части *Нубийско-Аравийского щита* с перекрытой его частью.

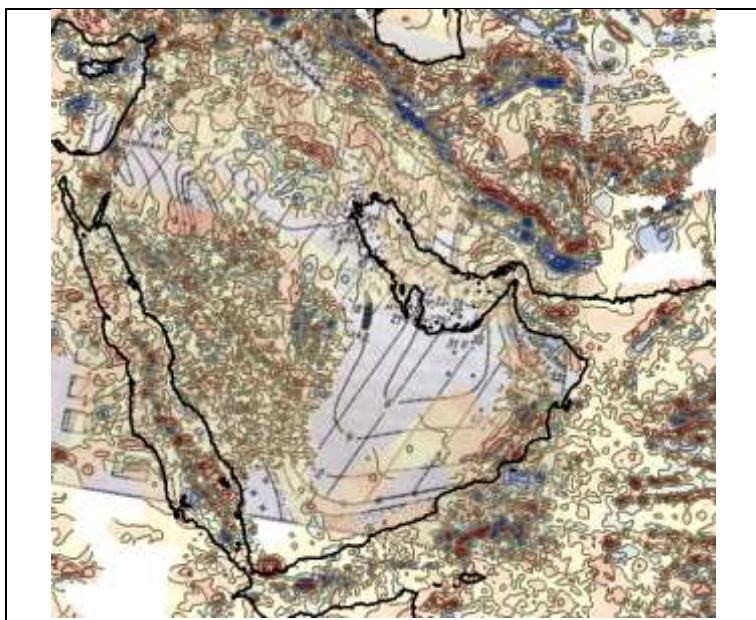


Рис. 5.2 Фрагмент созданного проекта в программе ArcGIS с открытыми:

1) Береговой линией, 4) Полем магнитных аномалий, а также изолиниями поля, взятыми с шагом 50 нТл, 12) Тектонической схемой объекта с отображенными изопахитами осадочных отложений.

Изолинии, построенные по полю, демонстрируют наличие высокоамплитудных аномалий *Мегантиклинория Загроса*, а также на большей части откартированного *Нубийско-Аравийского щита*, по рифту Красного моря и по дну Аденского залива Аравийского моря.

Анализ соответствия поля данных о глубине границы Мохоровичича, изолиний этого поля с шагом 5 км и тектонической схемы района дают представление о примерных глубинах расположения границы Мохоровичича на территории района Персидского Залива (рис. 5.3).

Так, глубины в зоне самого залива примерно составляют 7-10 км с тенденцией к увеличению по мере выхода на надводные части региона на Запад и на Восток и неизменны вдоль простирания **разлома** и приразломных окрестностей. Глубина достигает до 40 км на территории *Нубийско-Аравийского щита*, перекрытого осадками и до 70 км в зоне слабого перекрытия-выхода на поверхность. Территория *Предзагросского*

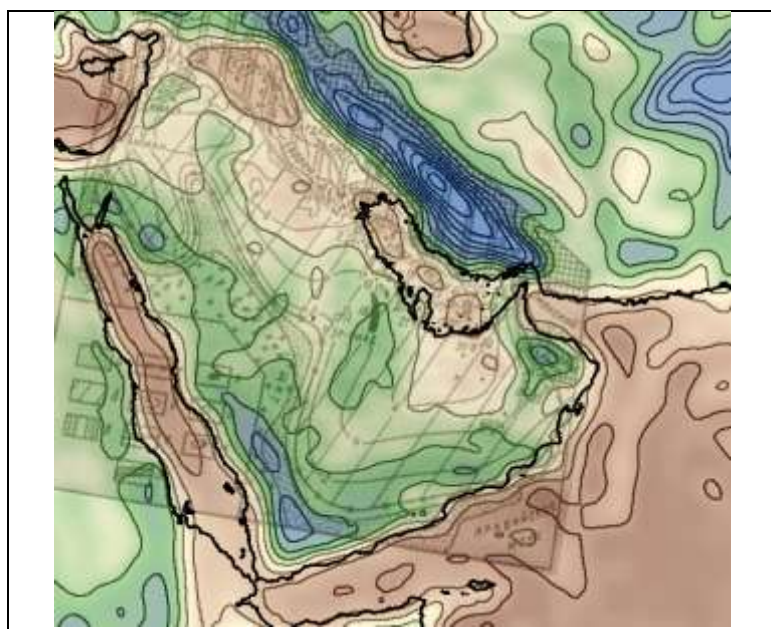


Рис. 5.3 Фрагмент созданного проекта в программе ArcGIS с открытыми:

- 1) Береговой линией, 5) Полем данных о глубине границы Мохоровичича, а также изолиниями поля, взятыми с шагом 10 км до поверхности, 12) Тектонической схемой объекта с отображенными изопакитами осадочных отложений.

краевого прогиба и *Мегантиклинория Загроса* характеризуется достаточно резким возрастанием глубины до отметок около 90 км.

Высокоамплитудным объектом, судя по изолиниям, в области изучения является зона *Мегантиклинория Загроса*, а также зона выхода *Нубийско-Аравийского*

щита из-под осадочного чехла в Юго-Западной части прибрежного района Красного моря. Незначительное повышение амплитуд также можно заметить на территории выхода **антиклинория Оман**. Остальная же часть территории характеризуется достаточно редким расположением изолиний, что свидетельствует о выдержанном по глубине положении границы Моховичича.

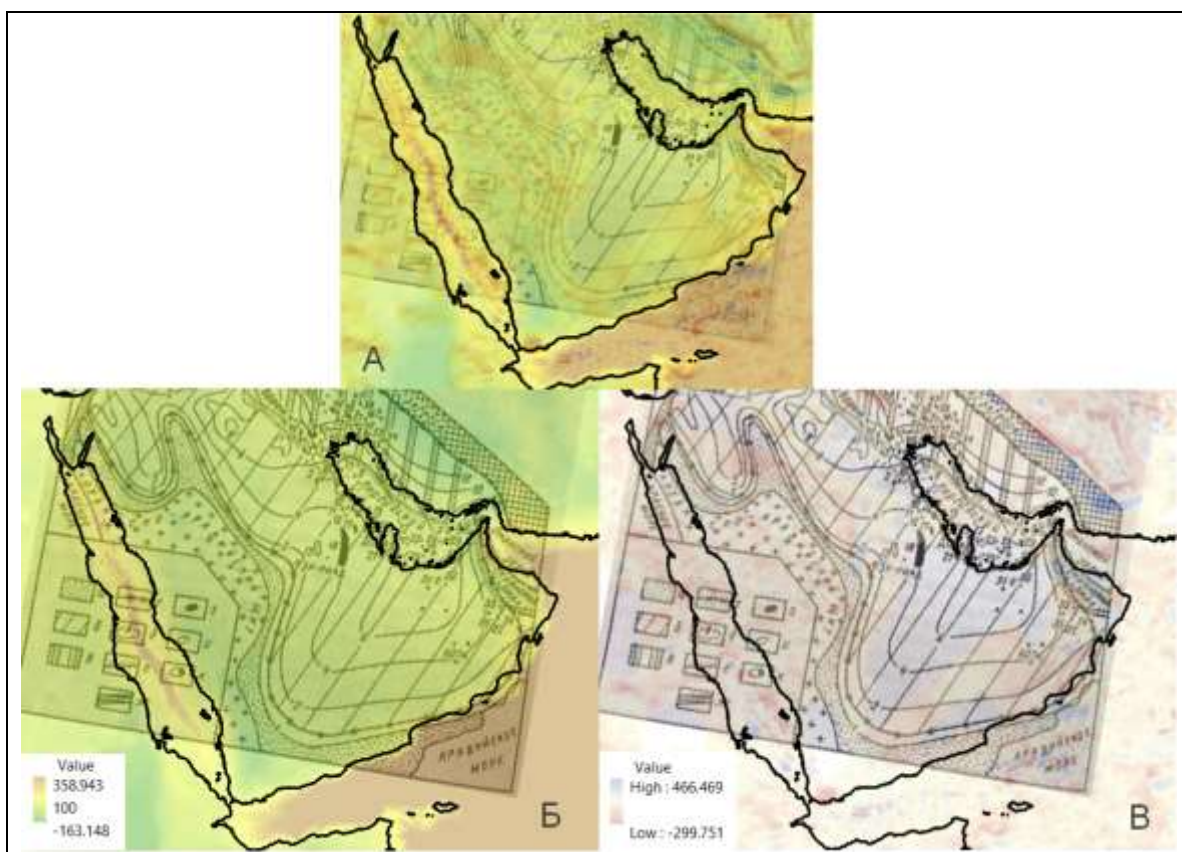


Рис. 5.4 Фрагменты созданного проекта в программе ArcGIS с открытыми полем гравитационных аномалий в редукции Буге и полем магнитных аномалий, а также обзорной картой тектонического строения региона наложенными друг на друга, а также представленными по отдельности.

Программное обеспечение ArcGIS позволяет уменьшать интенсивность окраски карт, тем самым визуализировать наложенные друг на друга grids для анализа полей (рис. 5.4А), что и было использовано в целях сравнения показаний поля гравитационных аномалий с полем магнитных аномалий. Помимо сведенных в единую карту grids, для удобства анализа частных случаев той или иной аномалии на каждом поле также приведены отдельно гравитационное поле (рис. 5.4Б) и магнитное поле (рис. 5.4В), наложенные на тектоническую схему региона. По приведённому выше рисунку можно отметить наличие районов с положительными и достаточно высокими (до 358 мГал) значениями поля силы тяжести, характерными для регионов расположения океанической коры, а также

обилие линейных магнитных аномалий с резкими сменами значений поля от высоких, практически достигающих до максимальных наблюдаемых 466 нТл до минимальных -250 - -270 нТл.

Магнитная обстановка объясняется тем, что в процессе тектонических движений и осадконакопления шло активное накапливание магнитных компонент, осаждаемых на дне океанов и, соответственно также относящее эти районы к океанической коре.

Что характерно для новых, не конца сформировавшихся морей, коими являются в меньшей степени уже Красное море и в большей Персидский залив, и по полю магнитных аномалий и по полю аномалий гравитационных можно отнести скорее к принадлежащим континентальной коре, нежели к океанической. И если в случае с Красным морем уже отчетливо виднеется выход океанической коры на поверхность в зоне рифта, то зона Персидского залива, начиная уже с Ормузкого пролива не идентифицируется по полям потенциальных методов как зона возможного расположения сложившегося водного пространства.

Также видны районы с отрицательными значениями поля силы тяжести, характерные для континентальной коры. На северо-востоке района можно заметить усиление градиента гравитационного поля, свойственное для горных районов и резкую смену значений магнитного поля, также символизирующее наличие неоднородностей рельефа¹.

1

В целях самой общей интерпретации данного эффекта был проведен опыт в программе TM-2D, в ходе которого от тела, примерно повторяющего по структуре воздымание Загросских гор и обладающего подобранными по картам из справочника А.А. Логачева для данного региона параметрам магнитного поля, был произведён расчет полного вектора магнитного поля (рис. 5.5), наглядно демонстрирующий объяснение данного эффекта.

Ввиду того, что цели интерпретировать в данном опыте не стояло – редукция за полюс и пересчёт в новых параметрах не производился.

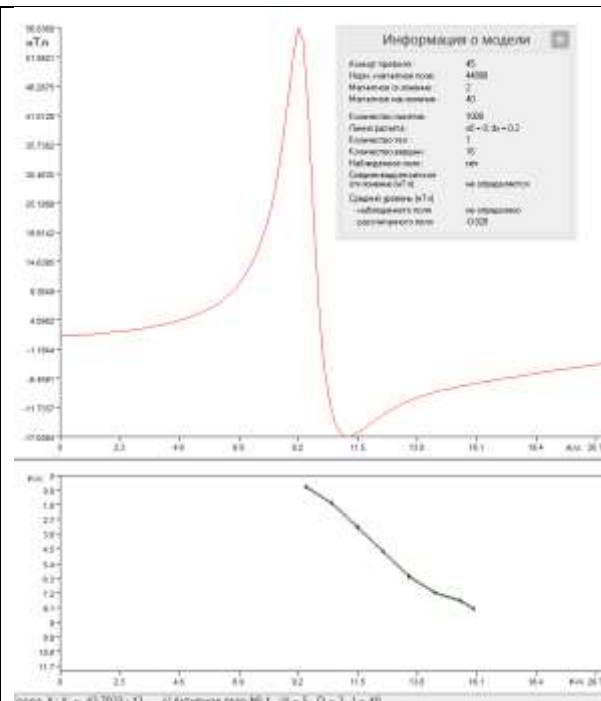


Рис. 5.5. Полученный расчет вектора магнитного поля

Ввиду того, что в поле гравитационных аномалий, рассчитанное на поверхности земли, значительный вклад вносят поля от объектов, расположенных значительно ниже интересующей нас области тектонической активности, а также области нефтегазоносных структур, приуроченных геологическим особенностям строения региона - была проведена операция по расчету поля гравитационных аномалий непосредственно от ближайшей главной геологической границы – поверхности Мохоровичича.

Работы производились в программе Geosoft Oasis Montaj – геоинформационной системе, произведенной канадской фирмой AGT Systems для обработки геофизических и геологических данных и построения карт.

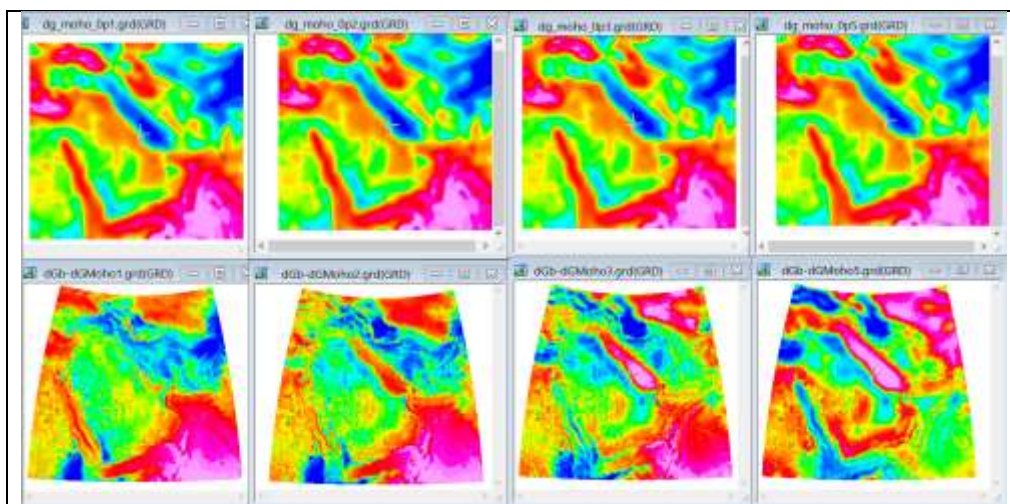


Рис. 5.6 Подбор избыточных плотностей при введении поправки за влияние поверхности Мохоровичича.

верхняя строка: а - гравитационный эффект границы Мохо,
нижняя строка: б – гравитационное поле с поправкой за влияние поверхности Мохо.

- 1 – расчет при избыточной плотности 0.1 г/см³
- 2 - расчет при избыточной плотности 0.2 г/см³
- 3 - расчет при избыточной плотности 0.3 г/см³
- 4 - расчет при избыточной плотности 0.5 г/см³

Операция по наиболее оптимальному разделению полей производилась поэтапно: сначала осуществлялся расчет поля аномалий для различных избыточных плотностей (от 0.1 до 0.5) на границе Мохоровичича (рис. 4.6, верхний ряд), затем рассчитанное поле математически вычиталось из поля на поверхности (рис. 4.6, нижний ряд) и, наконец, из полученных результатов производился отбор наиболее

адекватной картины разностного соотношения, определяемой близостью значений для структур одной природы.

Наиболее информативным выбором избыточной плотности было принято считать 0.3, в силу того, что сходность порядков и знаков аномалий, рассчитанных от структурных единиц единой природы, представляется наиболее очевидно (рис. 5.6).

Также в рамках данного исследования имеет смысл избавиться от вклада поля силы тяжести, вносимого со стороны достаточно массивного осадочного чехла, покрывающего, в частности, большую часть Аравийской части Нубийско-Аравийского щита.

Для создания пространственной модели осадочного чехла при помощи программ ArcGIS и GEOSOFT проведена оцифровка обзорной карты тектонического строения нефтегазоносного бассейна Персидского залива (рис. 5.7), уже приводимая с подробным описанием в главе 1. Геолого-тектоническая позиция Персидского залива.

Процедура расчета поля силы тяжести и вычитания его из полученного выше разностной модели

осуществлялась практически идентично описанному ранее.

Результатом всех операций по выделению поля силы тяжести от интересующей части разреза стала карта, представленная на рисунке 5.8, для удобства сопоставления с геолого-тектоническими структурами и наложенная в программе

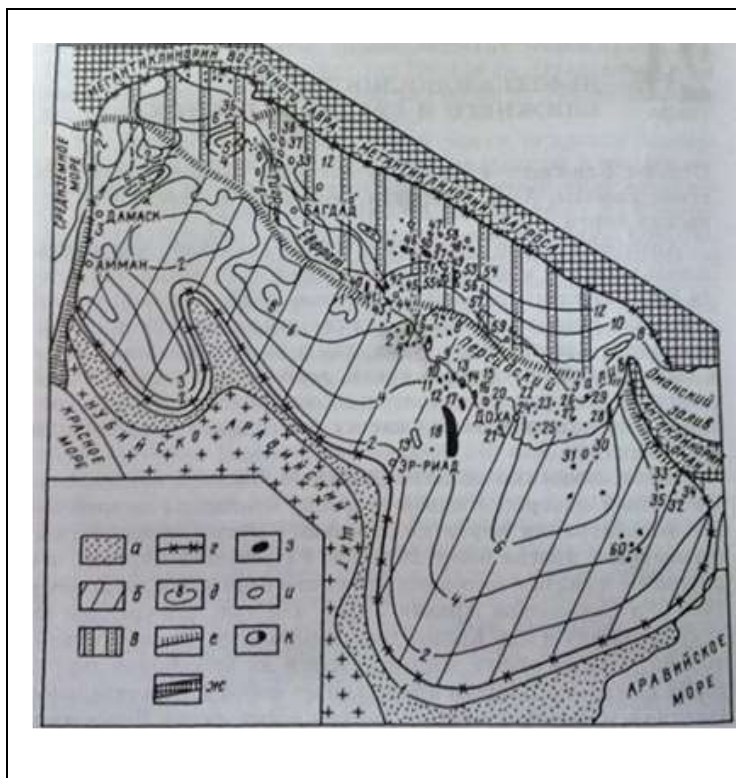


Рис. 5.7 Обзорная карта тектонического строения нефтегазоносного бассейна Персидского залива и оцифрованный её фрагмент

ArcGIS на карту тектонического строения (рис. 5.8Б), а также на карту нефтегазоносности региона (рис. 5.8А).

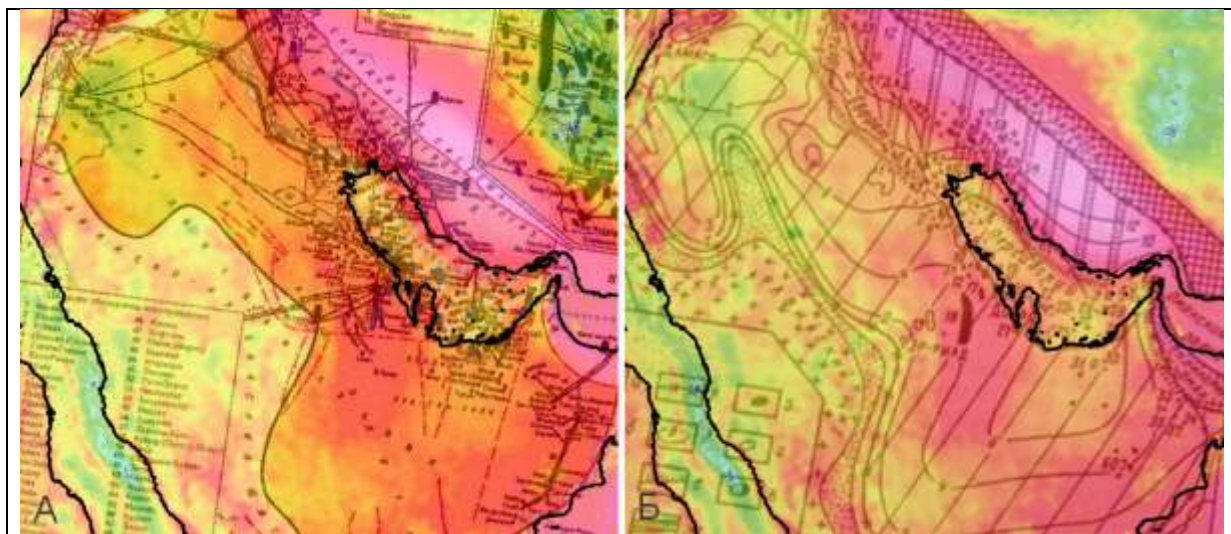


Рис. 5.8. Фрагменты созданного проекта в программе ArcGIS с открытыми полем силы тяжести в редукции Буге с учетом вычитания поля силы тяжести от границы Мохо и от осадочного чехла, наложенным на карты тектонического строения (Б), а также на карту нефтегазоносности (А).

Как можно заметить, наиболее высокие значения силы тяжести характерны для зоны расположения Мегантиклинория Загрос, а так же для местоположения основных углеводородных провинций региона (на рисунке 5.8 хорошо видно повышение значений в районе нефте-газовых месторождений Эр-Рияда, Омана, Ирана).

Заключение

В ходе написания дипломной работы были детально изучены десятки источников информации о Персидском заливе, о его историческом значении для всего мира, о его уникальном геолого-тектоническом положении, способствующем столь обильному проявлению месторождений углеводородов. Была собрана, структурирована и описана вся геофизическая информация о регионе, которой, к сожалению, в открытом доступе оказалось недостаточно для полного всестороннего изучения.

Однако поставленную цель дипломной работы - изучение особенностей структуры потенциальных полей (гравитационного и магнитного) и их связи с геологическим строением и углеводородным потенциалом Персидского залива – можно считать выполненной, так как поле силы тяжести в редукции Буге, полученное из данных спутниковой миссии GOCE и подвергнутое операциям, способствующим выделению поля от интересующей нас области разреза между осадочным чехлом и границей Мохоровичича, а также, в меньшей степени, поле магнитных аномалий достаточно качественно указывают на местоположение главных нефтегазоносных провинций изучаемого региона и дают представление о геологическом строении региона.

Гриша, найди и прочти статью

наверное, она на русском, но мне искать некогда

Konyuhov A. I., Maleki B. The persian gulf basin: Geological history, sedimentary formations and petroleum potential // *Lithology and Mineral Resources*. — 2006. — Vol. 41, no. 4. — P. 344–361.

Список литературы:

Габриэлянц Г.А., Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений, Москва, НЕДРА, 2000г, **ск. страниц?**

Bthrooz Esrafil-Dizaji, Petroleum geology of the Persian Gulf basin
<https://ru.scribd.com/document/17343286/Petroleum-Geology-of-the-Persian-Gulf-Basin>

Шариатиния З. Хажижи М., Фейзния С., Ализей А.Х., Леврессе Г. ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ШЕЛЬФОВОМ БАССЕЙНЕ ЗАГРОС (Иран) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ФЛЮИДОВ В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ОЛИГОЦЕН-МИОЦЕНОВОГО ВОЗРАСТА; Геология и геофизика СО РАН, 2013, т. 54, № 1, с. 83—105;

Большая Советская Энциклопедия (БСЭ) — третье издание; 1969 -1978гг. **том и раздел – Персидский залив ?**

Интернет-ресурсы

https://ru.wikipedia.org/wiki/Персидский_залив

https://ru.wikipedia.org/wiki/Красное_море

<http://geosfera.org/aziya/iran/2584-zagros-gory.html>

https://studopedia.ru/1_65708_blizhniy-i-sredniy-vostok.html

ИСТОЧНИКИ РИСУНКОВ:

II/1 - Google Maps

II/2 - <http://s1.travelask.ru/system/images/files/000/404/60..>

II/3 - <http://www.km.ru/referats/54b69d53c60946e9bc3d81d55951659f>

II/4 - <http://www.userdocs.ru/geografiya/20402/index.html?page=8>

II/5 - <http://biofile.ru/geo/15421.html>

II/6 - <http://bio.niv.ru/doc/encyclopedia/mining/articles/271/persidskogo-zaliva-neftegazonosnyj.html> пис