

Ю.О.КУЗЬМИН, д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. отделом современной геодинамики, yura@kuzm.msk.ru
ИФЗ РАН, Москва

О.В.ЛУКЬЯНОВ, канд. техн. наук, зам. директора по проектным работам, office@diem.ru
ЗАО НПФ «ДИЭМ», Москва

А.И.НИКОНОВ, канд. геол.-мин. наук, зав. лабораторией экологических проблем нефтегазового комплекса, nik@ipng.ru
ИПНГ РАН

В.И.РАВИКОВИЧ, канд. техн. наук, исполнительный директор, office@diem.ru

А.С.ФАРАФОНОВ, гл. маркшейдер, office@diem.ru
ЗАО НПФ «ДИЭМ», Москва

Yu.O.KUZMIN, Dr. in phys. & math., professor, yura@kuzm.msk.ru
EFI RAS, Moscow

O.V.LUKJANOV, PhD in eng. sc., deputy director, office@diem.ru
JSC SPC «DIEM», Moscow

A.I.NIKONOV, PhD in geol. & min. sc., head of the laboratory, nik@ipng.ru
OGRI RAS

V.I.RAVIKOVICH, PhD in eng. sc., executive director, office@diem.ru

A.S.FARAFONOV, chief mine surveyor, office@diem.ru
JSC SPC «DIEM», Moscow

ОЦЕНКА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗРАБОТКИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯМБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН

В рамках разработки проектной документации на подключение дополнительных скважин нижнемеловых отложений Ямбургского нефтегазового месторождения выполнена оценка геодинамических последствий длительной разработки данного месторождения, а также программа мониторинга опасных геодинамических процессов геологической среды.

Ключевые слова: геодинамика, разлом, вертикальные смещения земной поверхности, оценка геодинамической опасности.

THE EVALUATION OF GEODYNAMIC CONSEQUENCES OF LONG-TERM EXPLORATION OF LOWER CRETACEOUS SEDIMENTS AT THE YAMBURG OIL-GAS CONDENSATE FIELD WITH JOIN OF ADDITIONAL WELLS

Within the framework of the engineering design of the join up of additional wells of Lower Cretaceous sediments at the Yamburg oil-gas condensate field the evaluation of geodynamic consequences of long-term exploitation of the mentioned field was performed, as well as the hazardous geodynamic process permanent survey program was developed.

Key words: geodynamics, fault, vertical displacement of the earth surface, evaluation of hazardous geodynamic process.

В рамках разработки проектной документации на подключение дополнительных скважин нижнемеловых отложений (НМО) Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) сотрудниками ЗАО НПФ «ДИЭМ» выполнена «Оценка геодинамических последствий», а также программа мониторинга опасных геодинамических процессов геологической среды.

Значимо опасные последствия негативного влияния геодинамических процессов – это деформации наземных сооружений, слом обсадных колонн эксплуатационных скважин, порывы промысловых трубопроводов, заболачивание и затопление опускающихся участков земной поверхности, активизация оползневых процессов.

Обоснование проведения геодинамических наблюдений на месторождениях нефти и газа находит отражение в ряде нормативных документов: СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства», «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», «Положения о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны окружающей среды объектов нефтегазового комплекса», «Положения о порядке выдачи разрешений на застройку площадей залегания полезных ископаемых».

Все это явилось обоснованием необходимости тщательного учета современной аномальной геодинамики недр при обеспечении эколого-промышленной безопасности объектов Ямбургского НГКМ.

Комплексная оценка геодинамической опасности на Ямбургском НГКМ проводилась в четыре этапа.

1. На первом этапе происходило выделение зон разломов и разрывных нарушений в региональном масштабе на основе анализа аэрокосмической информации.

Отличительной чертой используемой методики структурного дешифрирования материалов дистанционного зондирования и топографических карт, применяемой авторами, является выявление не отдельных, взаимонезависимых и хаотично распределенных линеамен-

тов, а положения закономерно упорядоченных ранжированных систем тектонических линий, свойственных изучаемому региону.

Комплексный анализ данных регионального уровня (М 1:1000000) показал, что, несмотря на значительную мощность осадочного чехла (4,0 км и более), пространственное положение и простираие структур фундамента достаточно хорошо проявляются на земной поверхности по дистанционно-картографическим материалам (рис.1). К наиболее опасным зонам разломов (повышенной трещиноватости) относятся разломы, где могут проявляться γ -аномалии. Такие зоны по ширине составляют от 500 до 2000 м. В связи с этим, одной из задач линеаментного анализа было выявление зон, ограниченных данными размерами.

2. На втором этапе производился анализ исходной геолого-геофизической информации с последующим соотношением этих данных с дистанционными данными и определялись базовые характеристики разломных зон.

По результатам обработки дистанционных и геолого-геофизических данных устанавливалась соподчиненность различных структурных элементов, качественно оценивалась их неотектоническая активность, отраженная в ландшафтных индикаторах, синтезировалась новая комплексная информация для создания геодинамической модели глубинного строения территории и, в конечном счете, – исследуемой локальной структуры (рис.2).

В качестве исходных использовались геологические разрезы, структурные карты по продуктивным пластам, сейсмические профили, данные о свойствах и составе пород коллекторов, технологические параметры разработки.

Сопоставление результатов структурного дешифрирования с геолого-геофизическими материалами, представленными структурной картой по отражающему горизонту и сейсмическими разрезами, позволило сделать некоторые выводы об отражении структурно-морфологических особенностей Ямбургского поднятия в современном рельефе земной поверхности, а также о соответствии направлений линеаментов и совпадении с ними. Таким образом, наиболее опасными зонами

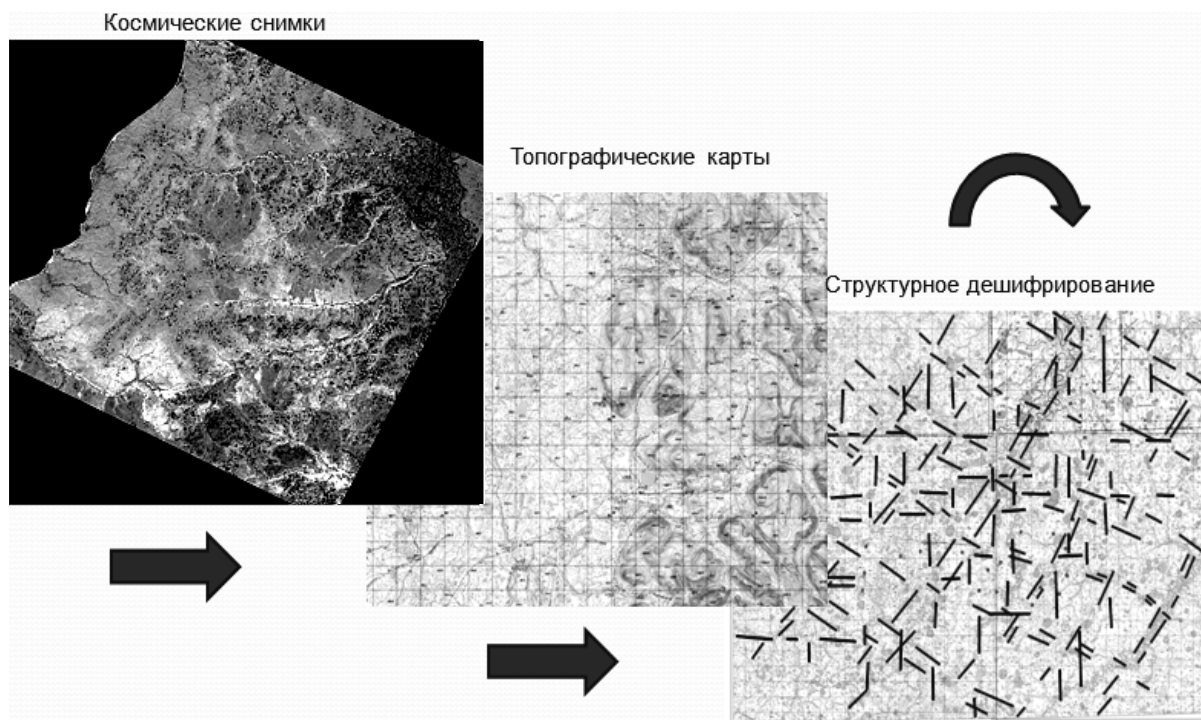


Рис.1. Структурное дешифрирование данных дистанционного зондирования земли и топографических карт разного масштаба на Ямбургском НГКМ

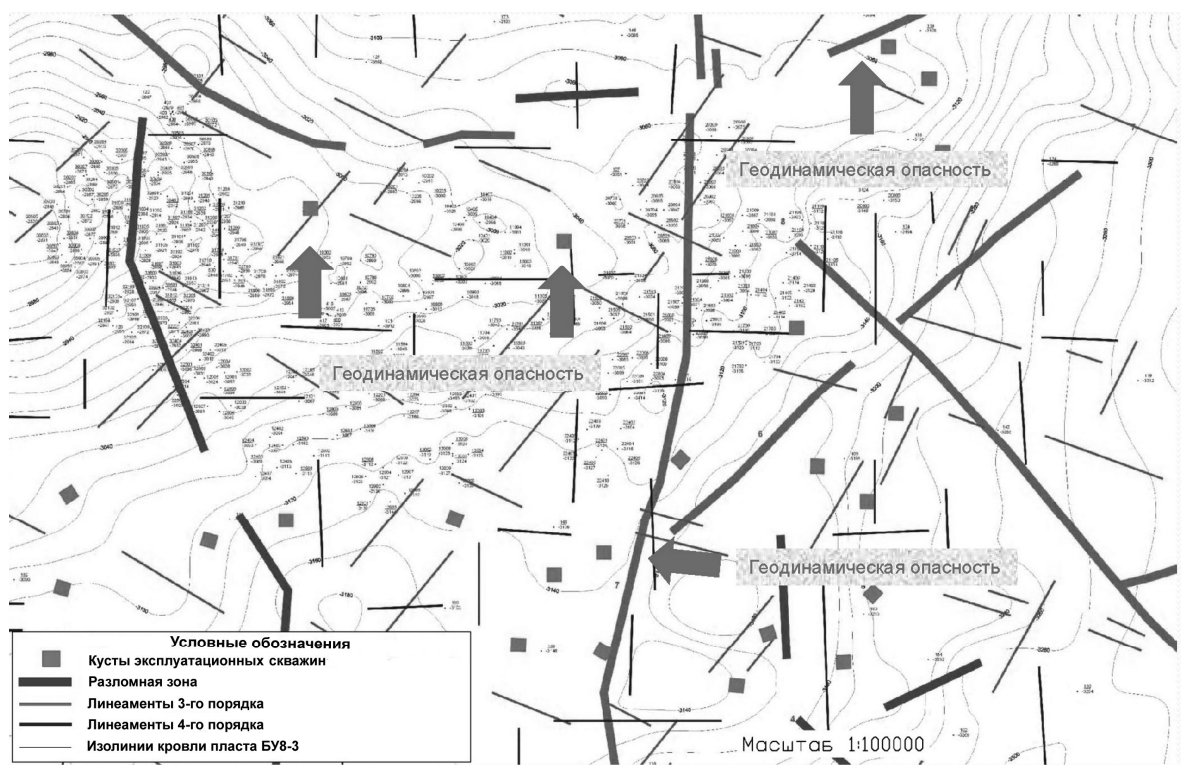


Рис.2. Этап сопоставления данных структурного дешифрирования и геолого-геофизических данных

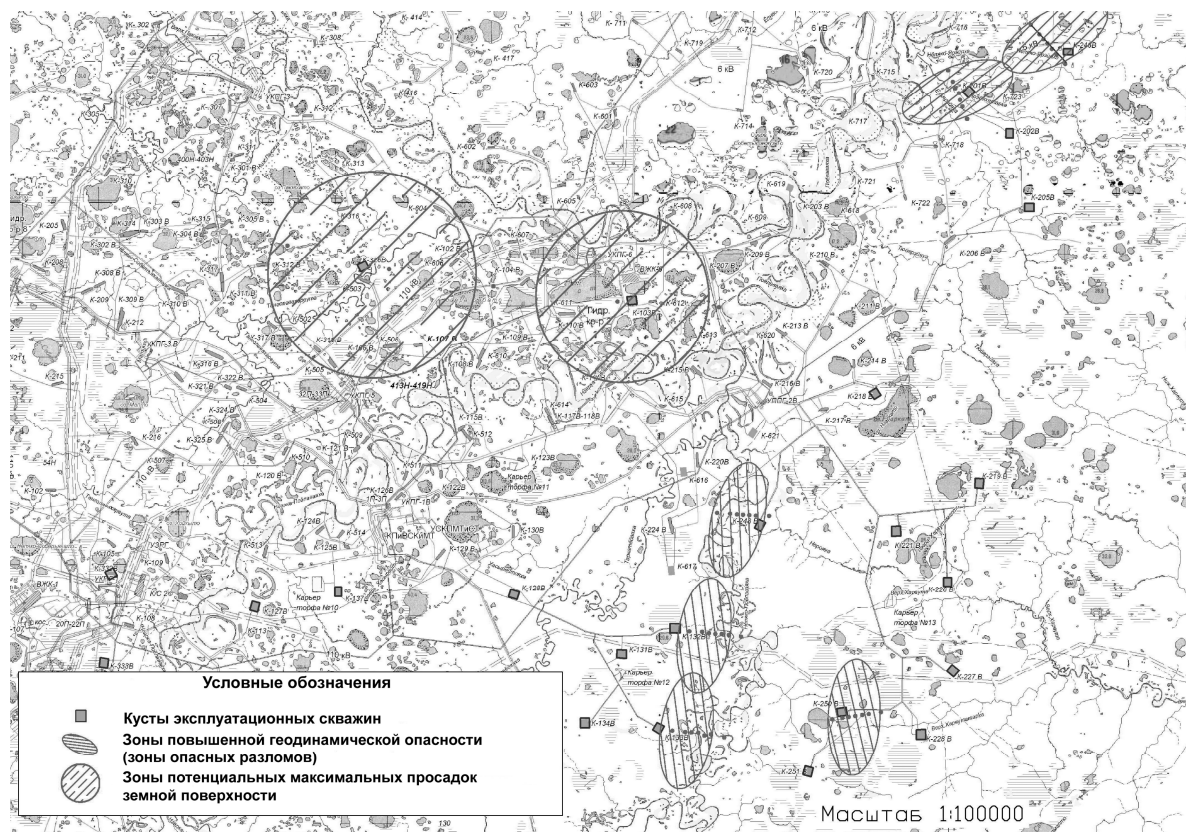


Рис.3. Схема расположения зон геодинамической опасности на участке Ямбургского НГКМ

разломов являются те, которые совпадают с зонами линеаментов. Приуроченность к этим зонам кустов скважин при отборе газоконденсата определяет их как потенциально опасные зоны развития возможных аномальных деформаций земной поверхности и постановку наблюдений за их развитием.

3. На третьем этапе проводился анализ данных о параметрах разработки и породах коллекторов, изучение геологических структурных карт.

До начала разработки месторождений наиболее перспективным является оценка диапазона минимальных и максимально возможных значений обширных просадок, на основе феноменологических (тектонико-физических) моделей, базирующихся на таких характеристиках геологической среды, точность определения которых является адекватной.

Принципиальная особенность проведения оценок геодинамических последствий разработки месторождения при вводе до-

полнительных кустов скважин в пределах давно разрабатываемого месторождения связана с необходимостью рассматривать несколько «усеченные» сценарии развития возможных негативных событий. Так, например, при оценке формирования обширных просадок земной поверхности приходится рассматривать не все разрабатываемые продуктивные горизонты, а их фрагменты. В этом случае неизбежно привлекать «оценочные» методы вместо проведения строгого и последовательного математического моделирования процессов.

В связи с этим при проведении оценок максимально возможных просадок земной поверхности на территории месторождения применялись асимптотические методы, когда строго оценивалась, в первую очередь, максимальная амплитуда просадок поверхности, а ареал ее пространственного распространения учитывался на основе интерполяции.

4. Четвертый этап посвящен оценке геодинамической опасности, состоящей в

районировании изучаемой территории по уровню современной геодинамической активности геологической среды, – выявлению разломных зон по степени геодинамической опасности и определению зон вероятных обширных оседаний земной поверхности (рис.3).

Из всей совокупности разломных зон на территории всего месторождения выделены несколько зон опасных разломов (ширина каждой 1,5-2 км), которые сосредоточены в восточной и юго-восточной частях района подключения дополнительных кустов нижнемеловых отложений месторождения и обладают максимальной геодинамической опасностью, поскольку именно в этих областях расположены подключаемые кусты скважин.

Оценки формирования возможных обширных просадок территории Ямбургского НГКМ проводились в рамках реализации трех подходов. Даны окончательные оценки максимальных просадок земной поверхности, обусловленные вводом новых кустов

скважин точностью до 1 см на Ямбургском месторождении. При этом асимптотическая оценка горизонтальных размеров этих зон составляет 10-15 км. Именно в этих пределах и будут сконцентрированы наиболее аномальные смещения земной поверхности.

Таким образом, интегральная оценка уровня геодинамических последствий на месторождении в зависимости от результатов выполненных работ говорит о необходимости постановки системы маркшейдерско-геодезического обеспечения и охраны недр данного объекта путем создания геодинамического полигона или ряда локальных геодезических профилей непосредственно в зонах опасных разломов.

Приведенные оценки обуславливают необходимость поэтапного ввода системы геодинамических наблюдений. При этом крайне целесообразно сочетать наземные и спутниковые методы геодезии для адекватного отслеживания ситуации на «региональном», «зональном» и «локальном» уровнях описания процессов.