

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(Национальный Исследовательский Университет)**

**«Комплексное решение проблем геодинамической  
безопасности при разработке месторождений  
углеводородов».**

**Научный руководитель работ  
докт.техн.наук, профессор**

**Ю.А.Кашников**

**Докладчик  
докт.техн.наук, профессор**

**С.Г.Ашихмин**

**Пермь, 2011**



# **ОБЪЕМЫ РАБОТ КАФЕДРЫ В ОБЛАСТИ ГЕОМЕХАНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ.**

**2004 ГОД - 9 Проектов**

**2005 ГОД - 6 Проектов**

**2006 ГОД - 4 Проекта**

**2007 ГОД - 9 Проектов**

**2008 ГОД - 11 Проектов**

**2009 ГОД - 12 Проектов**

**2010 ГОД - 16 Проектов**

# **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СДВИЖЕНИЕМ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА**

**Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности являются наиболее надежным методом контроля за состоянием подрабатываемых объектов, а также необходимы для обоснования и калибровки расчетных моделей, применяемых для прогноза напряженно-деформированного состояния горного массива. Инструментальные наблюдения были организованы при участии на всех основных объектах исследований настоящей работы - Уренгойском и Астраханском газоконденсатных месторождениях, на нефтяных месторождениях севера Пермского края (Уньвинское, Чашкинское, Юрчукское, Сибирское, Шершнево-е месторождения), на территории Западной Сибири (Усть-Балыкское, Мамонтовское, Приобское, Западно-Сургутское, Чумпасское, Ватинское, Варьеганское и ряд других).**

**Результаты исследований вошли в нормативный документ - «Инструкцию по созданию наблюдательных станций и производству инструментальных наблюдений за процессами сдвижения земной поверхности при разработке нефтяных месторождений в регионе Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей»**



## Оснащенность кафедры.

№	Количество оборудования	Наименование оборудования
1.	1 комплект	3 <sup>x</sup> мерная лазерная сканирующая система HDS-3000 фирмы «Leica»
2.	1 комплект	2 <sup>x</sup> частотные GPS-приемники серии SR 9500 фирмы «Leica»
3.	1 комплект	2 <sup>x</sup> частотные GPS-приемники серии System 520 фирмы «Leica»
4.	1 комплект	2 <sup>x</sup> частотный GPS-приемники серии System 1220 фирмы «Leica»
5.	2 комплекта	2 <sup>x</sup> частотный GPS-приемники серии System GX1230GG фирмы «Leica»
6.	1 комплект	2 <sup>x</sup> частотный GPS-приемники (базовая станция) серии System GRX1200GG фирмы «Leica»
7.	5 комплектов	1 частотный GPS-приемники серии System GS20 фирмы «Leica»
8.	1 комплект	цифровой нивелир NA 3003 фирмы «Leica»
9.	8 комплектов	цифровой нивелир DNA -03 фирмы «Leica»
10.	2 комплекта	Цифровой нивелир DL-101CN фирмы «Topcon»
11.	2 комплекта	оптический нивелир AT-G2 фирмы «Topcon»
12.	5 комплектов	цифровой нивелир SPRINTER 100M фирмы «Leica»
13.	2 комплекта	геодезическая система SMART Station (электронный тахеометр + GPS) фирмы «Leica»
14.	1 комплект	электронный тахеометр GPT-1004 фирмы «Topcon»
15.	1 комплект	электронный тахеометр NLP-352 фирмы «Nikon»
16.	2 комплекта	электронный тахеометр GPT-7001 фирмы «Topcon»
17.	2 комплекта	электронный тахеометр GPT-1005N фирмы «Topcon»
18.	1 комплект	трассоискатель SeekTech SR-20 фирмы «Ridgid»
19.	1 комплект	трассоискатель FL 10-SET фирмы «Seba KMT»
	1 комплект	трассоискатель METROTECH 9890 XT фирмы «Seba KMT»
20.	Необходимое количество	персональные компьютеры (15шт.), ноутбуки (10шт.), графопостроители (2шт.), принтеры (10шт., в т.ч. 2 цветных).
21.	Полные версии	аппаратно-программное обеспечение (ARC VIEW, MAPINFO, ARCINFO, CREDO, Erdas Image, SKI Pro)
22.	7 автомобилей	автомобили ( 4 УАЗа и 3 «Нивы» )
23.	2 комплекта	ямобур STINL - 360



## **Специализированное оборудования для испытаний физико-механических и компрессионных свойств продуктивных объектов месторождений.**

- Установка УИК-1 для определения изменения пористости и проницаемости.
- Комплекс для испытаний физико-механических свойств MTS-815 (США).

## **Программное обеспечение**

В университете имеется:

- Bernese GPS Software (Берн, Швейцария) – лицензионный программный комплекс для обработки спутниковых наблюдений на геодинимических полигонах.
- программные комплексы «ANSYS» (разработка NASA) и «3DEC» (фирма Itasca) - для выполнения расчетов области механики деформированного твердого тела, доработанный специалистами университета для решения проблем геомеханики и геодинимики недр;
- программный комплекс «Gamma Remote Sensing» для обработки данных радарной космической съемки;
- программные комплексы “Irap RMS”, “TEMPEST.MORE”, “ECLIPSE”, “PETREL” - анализ геологических и гидродинамических данных по месторождениям углеводородов.

Геомеханический и геодинамический мониторинг территории нефтяных месторождений необходим для решения следующих технических и экологических задач.

1. Оценка воздействия статических сдвижений горных пород и земной поверхности на состояние промышленных и гражданских объектов, устойчивость скважин, нефтепромысловых систем и изменение экологической среды.
2. Оценка воздействия динамических сдвижений горных пород и земной поверхности, вызванных техногенными сейсмическими явлениями, сопровождающими добычу углеводородного сырья, на безопасную эксплуатацию промышленных и гражданских объектов, скважин и нефтепромысловых систем и изменение экологической среды.
3. Оценка влияния геомеханических и геодинамических процессов на изменение фильтрационно-емкостных свойств продуктивных объектов вследствие их уплотнения и соответствующее снижение продуктивности скважин.

# ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

- Математические модели для описания поведения пород при разработке месторождений углеводородов.
- Прогноз и мониторинг сдвижений земной поверхности.
- Оценка возможности возникновения техногенных сейсмических явлений.
- Определение физико-механических свойств продуктивных объектов и пород покрывающей толщи.
- Оценка исходного напряженного состояния массива.
- Расчеты напряженно-деформированного состояния конструкции нефтяных и газовых скважин.
- Уплотнение продуктивных объектов, соответствующее изменение пористости и проницаемости и, как следствие, продуктивности скважин.



## **Работы выполняются на основании следующих документов.**

- Федеральный закон «О НЕДРАХ», который гласит что одним из Основных требований по обеспечению безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, является «проведение комплекса геологических, маркшейдерских и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций, своевременное определение и нанесение на планы горных работ опасных зон»;
- Правила охраны недр. ПБ 07-601-03. Госгортехнадзор России, 2003.
- Инструкция о порядке утверждения мер охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок. РД-07-113-96. Госгортехнадзор России, 1996.
- Инструкции по производству маркшейдерских работ. РД-07-603-03. 2003г. П.263  
Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр. РД 07-408-01. Госгортехнадзор России, 2001.

Нигде не сказано, что разработка месторождения углеводородов без создания геополгона не допускается, т.е. что полигон нужно создавать везде. Этот пункт был в “Положении о застройке площадей залегания полезных ископаемых”, однако в 2010г это положение было упразднено. В связи с этим возникает вопрос о правомочности разработки ГГО. Кстати, в этом “Положении...” под застройкой подразумевалось только промышленная и гражданская застройка, не связанная с добычей полезного ископаемого. А с появлением последнего приказа Ю.П.Трутнева о структуре документации на разработку месторождений углеводородов (Пункт 2.21) правомочность ГГО вообще становится под вопросом!!!

При принятии решения о необходимости создания системы наблюдений следует руководствоваться требованиями нормативных документов, регламентирующих вопросы охраны объектов от подработки. Это, прежде всего, нормативный документ для угольных месторождений - Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - С.-Петербург: Изд. ВНИМИ, 1998 г.-291 с.

Согласно данному документу, решение о мониторинге деформаций и о внедрении горных и (или) конструктивных мер охраны принимается на основании сравнения **допустимых и предельных деформаций** охраняемого объекта с расчетным показателем суммарных деформаций.

Если использовать эту методику для месторождений углеводородного сырья, то получается, что расчетные деформации при глубине разработки 2000,0м и максимальном оседании 500мм, размерах месторождения 10\*10км составляют, в лучшем случае, 10% от допустимых деформаций.

Таким образом, расчеты показывают, что нет никаких оснований рекомендовать закладку геополигона, и уж, тем более, на каждом месторождении. Для этого нет и нормативных оснований.

- Допустимые и предельные деформации земной поверхности и горных пород для охраняемых гражданских зданий.

	• Допустимые мм/м	предельные мм/м
Дошкольные детские учреждения, поликлиники, Школы, театры	5	9
	3,5	5,5
	2,5	4,0
Жилые здания, гостиницы До 5 этажей.	2	3,5
	6	-
	4	-
Технические здания, бытовое обслуживание	3	-
	2,5	-
	• 5,5	9
	• 3,5	5,5
	• 2,5	4,0
	• 2	3,5
	• 6,5	-
	• 4,5	-
	• 3	-

**Таким образом, как правило, выполненные прогнозные статические величины сдвижений и деформаций при разработке месторождений углеводородов позволяют сделать вывод об отсутствии необходимости выполнения работ по мониторингу деформационных процессов. Однако практика разработки месторождений нефти и газа вносит ряд корректив в эти документы. В связи с этим мы считаем:**

1. В тех случаях, когда на поверхности месторождения отсутствуют объекты, не связанные с добычей нефти или газа и прогнозные значения оседаний не превышают 300мм, нет смысла создавать геодинамический полигон. В данном случае требуется переопределение раз в 3-5 лет координат существующей маркшейдерско-геодезической опорной сети на месторождении. По изменению координат пунктов можно с уверенностью судить о наличии или отсутствии процессов сдвижения горных пород.
2. В том случае, если на поверхности месторождения имеются населенные пункты, а прогнозные величины сдвижений превышают 300мм, то следует развернуть маркшейдерско-геодезический полигон для мониторинга деформационных процессов в районе сооружений. При таких величинах оседаний возможна активизация разломных структур, т.е. появление суперинтенсивных деформаций на контактах блоковых структур, которые могут привести к нарушению нормальной эксплуатации подрабатываемых объектов.
3. В том случае, если на поверхности месторождения имеются объекты сбора и транспортировки нефти или газа, а прогнозные величины сдвижений превышают 300мм, то следует развернуть по специальному Проекту маркшейдерско-геодезический полигон для мониторинга деформационных процессов именно этих ответственных сооружений. При таких величинах оседаний возможна активизация разломных структур, т.е. появление суперинтенсивных деформаций на контактах блоковых структур, которые могут привести к нарушению нормальной эксплуатации объектов сбора и транспортировки нефти и газа, которые представлены высокотехнологичным оборудованием.
4. После закладки геополигона и выполнения 2-3-х серий наблюдений следует провести выделение разломных структур и сопоставить их с результатами наблюдений. Ориентировать сеть полигона на их предварительном определении представляется совершенно неоправданным. Причина в том, что активность структур может быть установлена только инструментальными наблюдениями. Кроме того, опыт показывает, что каждый исследователь по своему выделяет структуры, т.е. в этом наблюдается немалый произвол.