ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

по проведению геодезических работ при изучении влияния техногенных процессов на деформацию земной поверхности

Утвержден ГУГК 3 апреля 1978 г.

ОНТИ ЦНИИГАиК
Москва 1978

gost.e-ecolog.ru

УДК 528.389:551.24

Рекомендации составлены в геодезическом отделе Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии взамен "Временных указаний по составлению технических проектов и проведению геодезических работ для изучения влияния техногенных процессов на территориях эксплуатируемых месторождений газа, нефти и грунтовых вод", утвержденных ГУГК 1 ноября 1973 г.

После выхода "Временных указаний ..." предприятиями ГУГК были разработаны проекты и выполнены работы более чем на десяти полигонах по изучению влияния техногенных процессов на деформацию земной поверхности. Накоплен некоторый опыт, появились дополнительные сведения и требования к геодезическим работам на полигонах.

Составители М.С.Успенский и А.С.Ильин.

© ЦНИИГАиК, 1978

I. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА

I.I. Цель исследований

Целью устройства геодезических полигонов является изучение смещений геодезических знаков и деформации земной поверхности на территориях эксплуатируемых месторождений жидких, газообразных и твердых полезных ископаемых (нефти, воды, газа, угля, железных руд и др.).

I.2. Требования к выбору полигонов

При выборе объектов для исследований необходимо руководствоваться следующим:

а) выбираемое месторождение должно иметь, по возможности, небольшой срок эксплуатации и обладать мощным нефте-, газо- и водоносными горизонтами, обеспечивающими разработку месторождения в течение значительного промежутка времени. При выборе месторождений нефти, добыча которой предполагается с закачкой воды, следует стремиться использовать те месторождения, на которых вода для закачки берется из местных подземных горизонтов, а не из поверхностных бассейнов (рек, озер и т.п.);

б) месторождение должно быть обособлено от смежных эксплуатируемых месторождений и располагаться от них на расстоянии не менее 40-50 км с тем, чтобы периферийные опорные геодезические знаки полигона не подвергались влиянию разработок смежных месторождений;

в) месторождения должны интенсивно эксплуатироваться. Это требование относится особенно к тем месторождениям подземных вод, которые занимают очень большие территории и имеют на разных уровнях много водоносных горизонтов, часто гидродинамически связанных между собой. Последнее обстоятельство приводит к быстрому восстановлению режима эксплуатируемых подземных вод, если забор воды недостаточно велик. Поэтому для исследований подобного рода целесообразно выбирать городские территории, а также места разработок твердых полезных ископаемых, где обычно откачивается очень большое количество подземных вод. В районах расположения крупных городов исследования откачки грунтовых вод могут быть приурочены к отдельным городским или пригородным зонам, где имеет место наиболее интенсивный водозабор и особенно

там, где возможен выбор опорных пунктов вне зоны действия техногенных процессов;

г) территория месторождения должна, по возможности, отвечать условиям удобства выполнения геодезических измерений (в первую очередь нивелирования);

д) в зонах месторождений нефти следует учитывать, что в результате эксплуатации месторождения уплотнение пластов и оседание земной поверхности наиболее значительны при отборе нефти без закачки воды в нефтеносные горизонты. В случае закачки воды (что преобладает в практике работ) уплотнение пластов и оседание земной поверхности резко уменьшается и даже может наблюдаться поднятие этой поверхности, если в результате закачки воды пластовое давление возрастает против первоначального;

е) так как при выработке твердых полезных ископаемых (уголь, железная руда и др.), занимающих чаще всего ограниченные площади, деформация земной поверхности (прогиб, смещение пластов и т.п.) обычно изучается и учитывается маркшейдерской службой, то в задачу геодезических полигонов, устраиваемых в этих условиях, должно входить главным образом решение вопросов, связанных с оседанием земной поверхности вследствие откачки подземных вод, понижающей их уровень далеко за пределами месторождения твердых полезных ископаемых;

ж) выбор объекта для исследований должен производиться при непосредственном и самом широком участии представителей организации, выполняющей работу по добыче полезных ископаемых. Целесообразны предварительные консультации с соответствующими научно-исследовательскими учреждениями (ВНИИГАЗ, ВНИИНЕФТЕГАЗ, ВСЕГИНГЕО и др.).

I.3. Материалы, характеризующие геологическую и геодезическую изученность месторождения и проектируемого полигона

Перед составлением проекта необходимо получить от организаций, в ведении которых находится месторождение, следующие материалы:

а) схему геологических структур, а также геологический и гидрогеологический разрезы горных пород на территории месторождения, с указанием пластов, содержащих полезные ископаемые (приложение I.2);

б) схему расположения, относительно полигона, контура месторождения, с указанием на ней эксплуатируемых и неработающих скважин и глубин их закладки (при очень большом числе скважин на схему наносятся наиболее глубокие из них) (приложение 3);

в) данные о величине начального пластового давления в водо-, газо- и нефтеносных слоях и об изменении этого давления (по годам) по мере откачки полезных ископаемых (приложение 4);

г) для территорий городов - геологический и гидрогеологический разрезы в зонах водозабора, расположение и глубина водозаборных скважин, контуры водозаборных зон, глубина залегания пьезометрического уровня вод на начальный период эксплуатации и изменение его по годам, глубина и диаметр депрессионных воронок (приложение 5);

д) для районов эксплуатации твердых полезных ископаемых следует, помимо указанного в предыдущем пункте, отметить вид осушительных систем, подземной (откачка вод при разработке руд) и поверхностной (с помощью водопонижающих скважин);

е) должны быть собраны исчерпывающие сведения о государственных и ведомственных высотных (а при некоторых условиях и плановых) геодезических сетях, располагающихся на территории проектируемого полигона и вблизи него. При этом должны быть выписаны превышения между смежными реперами для всех ранее исполненных нивелировок, пункты которых включены в полигон или привязаны к нему.

I.4. Устройство геодезических полигонов

I.4.I. Методы исследования

Основным методом исследования влияния техногенных процессов на смещение геодезических знаков и колебание земной поверхности является нивелирование по программе II класса. Точность определения превышений нивелированием II класса вполне достаточна для выявления смещений реперов вызванных техногенными процессами. Если по территории полигона проходит линия нивелирования I класса, то она включается в полигон и нивелирование ее ведется по программе I класса.

Развитие плановых сетей на территории полигона целесообразно лишь в случаях установления значительных вертикальных

смещений земной поверхности, когда возможны заметные горизонтальные подвижки ее участков. Поскольку такие смещения не всегда могут иметь место (в частности, например, в случаях добычи нефти с закачкой воды и др.), то целесообразно вопрос о развитии плановых сетей на полигоне решать после первого повторного нивелирования, из которого будут видны характер и величины оседания земной поверхности.

На территории полигона, где выявлены значительные вертикальные смещения, следует развивать линейную или линейно-угловую сеть со сторонами 1-3 км, при точности угловых измерений не ниже 1" и при точности определения длин сторон с предельной ошибкой не более 1 см. На остальной части территории полигона, на базе линейной или линейно-угловой сети, развивается угловая сеть (триангуляция) со сторонами 3-5 км и с указанной выше точностью угловых измерений.

При развитии плановых сетей следует, по возможности, использовать пункты прежних как плановых, так и высотных сетей, при этом периферийные пункты плановой сети должны располагаться за пределами зоны возможного действия техногенных процессов.

I.4.2. Форма, размеры нивелирных полигонов (приложение 7)

Геодезические полигоны должны представлять собой систему линий нивелирования II класса, пересекающих месторождение и образующих в пределах его границ несколько замкнутых полигонов с периметром 25-50 км каждый (в зависимости от условий местности и размеров месторождения).

Не менее чем с четырех точек наружного контура общего полигона, примерно совпадающего с контуром месторождения, делают висячие ходы к опорным реперам, закладываемым вне зоны действия техногенных процессов.

В неблагоприятных для нивелирования условиях местности сети могут строиться в виде радиально расположенных ходов нивелирования II класса, прокладываемых от некоторой общей точки, расположенной в центре месторождения, и выходящими своими концами за пределы зоны влияния техногенных процессов.

При очень вытянутой форме месторождения полигон, в неблагоприятных условиях местности может состоять из нивелирной ли-

нии II класса, проходящей по продольной оси месторождения и нескольких поперечных линий, секущих примерно под прямым углом продольную линию через 10-20 км. На концах всех этих линий (за пределами зоны действия техногенных процессов) закладываются опорные реперы.

На городских территориях полигоны для изучения влияния откачки грунтовых вод должны строиться в виде системы малых замкнутых полигонов, с учетом расположения улиц.

В целях получения более полной картины смещений земной поверхности под действием техногенных процессов в пределах месторождений или городов, от основных ходов полигона могут делаться висячие ходы небольшой протяженности 1-2 км, приурочиваемые к участкам с интенсивной эксплуатацией подземных недр (к местам расположения эксплуатируемых или неработающих скважин и т.п.).

I.4.3. Рекогносцировка (приложение 8, 9)

В основу проекта геодезического полигона должны быть положены результаты полевой рекогносцировки, выполняемой обязательно совместно со специалистом в области разработки данного вида полезного ископаемого (гидрогеологом, нефтяником и др.) В процессе рекогносцировки корректируется камеральный проект, отыскиваются пункты старых сетей и намечаются места закладки новых. Особое внимание уделяется выбору мест для закладки опорных реперов, располагающихся на концах висячих ходов за пределами зоны возможного влияния техногенных процессов. Последняя задача, решаемая в основном геологом, является главной, определяющей успех исследования. Для ее решения должен быть использован весь материал, характеризующий особенности залегания и распространения эксплуатируемых пластов, соотношение величин пластовых давлений в смежных внутриконтурной и законтурной скважинах, ход изменения пластового давления во времени и другие данные. При этом следует исходить из учета возможного радиуса оседания за весь период эксплуатации месторождения (ориентировочно срок эксплуатации газового или нефтяного месторождения средних размеров можно принять равным 20-30 годам).

При недостаточности исходных данных расстояние между границей месторождения и опорными реперами на концах висячих хо-

дов, приближенно можно принимать равными не менее чем 6-8 кратной глубине залегания нижних эксплуатируемых пластов, но во всех случаях не менее 5 км.

Должна быть предусмотрена привязка к нивелирной сети полигона обсадных труб глубинных неработающих скважин, располагающихся как в зоне месторождения, так и за ее пределами (приложение 6). Законтурные скважины, как опорные точки, представляют большую ценность по сравнению со скважинами, расположенными внутри контура месторождения, в связи с тем, что в процессе эксплуатации последнего может происходить уплотнение пластов с соответствующей деформацией обсадных труб и изменением отметок их верхних частей.

На схеме геодезического полигона должен быть нанесен контур месторождения, а также расположение эксплуатируемых скважин и неработающих скважин, привязываемых к сети.

Линии полигонов следует, по возможности, совмещать с ранее проложенными линиями нивелирования. При необходимости проложения новых линий последние должны располагаться вдоль местности путевых магистралей и во всяком случае на местности, благоприятной для нивелирования. Следует также стремиться располагать линии нивелирования вдоль геологических профилей.

I.4.4. Закрепление геодезических пунктов

Закрепление линий нивелирования или дополнительных пунктов, включаемых в полигон, производится реперами; типы которых предусмотрены действующими инструкциями. В городах закрепление линий нивелирования, входящих в полигон, должно производиться как правило, стенными реперами со сферической головкой. Стенные реперы, не отвечающие этим требованиям (с "полочкой" и т.п.), должны лишь привязываться к линиям полигона.

Расстояние между смежными реперами на линиях нивелирования, входящих в полигон, следует принимать не более 2 км в пределах зоны месторождения и не более 4-5 км на линиях, выходящих за пределы этой зоны. В городах расстояния между смежными реперами не должны превышать 0,5 км.

Фундаментальные реперы закладываются в узлах отдельных полигонов сети, а также на радиальных линиях (при отсутствии

полигонов) с таким расчетом, чтобы расстояние между смежными фундаментальными реперами не превышало 15-20 км. Во всех случаях общее число фундаментальных реперов в зоне месторождения должно быть не менее 4. Опорные пункты на концах висячих ходов за пределами месторождения также должны закрепляться фундаментальными реперами. В районах неблагоприятных по грунтовым и мерзлотным условиям, а также по условиям увлажнения (северные заболоченные зоны сезонного промерзания, зона островной мерзлоты) на концах висячих ходов закладываются по три опорных репера, на расстоянии 50-100 м один от другого.

Закрепление пунктов триангуляции и полигонометрии выполняется знаками предусмотренными соответствующими инструкциями.

I.4.5. Время работ

Нивелирование полигонов производится по программе II класса в наиболее удобное время года. Первое повторное нивелирование выполняется спустя 3-4 года после начального нивелирования. В дальнейшем периоды между нивелировками устанавливаются в зависимости от скорости вертикальных смещений земной поверхности, выявленных в результате первого повторного нивелирования. При скорости оседания земной поверхности до 2 мм/год интервалы между двумя нивелированиями можно принимать равными не менее 4 лет.

Угловые и линейные измерения также выполняются в удобное время года.

I.4.6. Дополнительные данные, получаемые во время геодезических работ

На период каждого нивелирования должны быть получены данные, характеризующие степень понижения между двумя нивелированиями пьезометрического уровня грунтовых вод или пластового давления газа или нефти, а также объем добытых полезных ископаемых за тот же период.

I.4.7. Согласования

Проект геодезического полигона должен быть согласован с организацией, в ведении которой находится месторождение, с ЦНИИГАиК и утвержден ГУГК.

Один экземпляр проекта полигона передается в постоянное пользование ЦНИИГАиК для обобщения.

2. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

2.I. Определение устойчивости опорных знаков

Обработка результатов первого нивелирования сети полигона заключается в уравнивании этой сети как свободной. Обработка материалов повторного нивелирования выполняется в соответствии с указаниями (приведены ниже).

Обработка материалов наблюдений и измерений должна выполняться предприятием после каждого повторного нивелирования.

Ввиду трудности надежного установления границ зоны возможного влияния техногенных процессов, для приближенной оценки относительной стабильности периферийных опорных реперов, рекомендуется следующий упрощенный прием. После первого повторного нивелирования полигона вычисляется изменение превышений между каждым периферийным опорным репером и некоторым одним и тем же репером, расположенным в центре месторождения, где осадка земной поверхности обычно более значительна. Если все периферийные опорные реперы незыблемы, то изменение превышений между ними и центральным репером должно иметь одну и ту же величину. При разных значениях этой величины (с учетом возможных ошибок нивелирования) следует считать, что наиболее устойчивым против действия техногенных процессов является тот периферийный репер, для которого указанное выше изменение превышения является наибольшим (исходя из оседания земной поверхности при выработке полезных ископаемых). В таких случаях целесообразно принять наиболее устойчивый периферийный репер за исходный и к нему отнести отметки всех реперов полигона. Помимо описанного упрощенного приема выбора наиболее устойчивого репера, могут быть с той же целью использованы многочисленные излагаемые в литературе способы оценки относительной устойчивости опорных реперов. При недостаточной стабильности периферийных опорных реперов или их части может возникнуть необходимость закладки дополнительных опорных знаков, более удаленных от месторождения.

2.2. Материалы, представляемые после обработки

В результате обработки материалов должны быть представлены

а) схема полигона с нанесенной на ней зоной месторождения и эксплуатируемых, а также неработающих, скважин, включенных в сеть;

б) ведомость уравненных значений отметок реперов полигона с указанием реперов, принятых за исходные и обоснованием этого решения;

в) ведомость изменений отметок реперов за период между двумя нивелированиями (указанные изменения наносятся также на схему полигона);

г) данные о глубине расположения пьезометрического уровня подземных вод и о величине пластового давления в газо-нефтеносных слоях на период каждого нивелирования, таблица изменения пьезометрического уровня и пластового давления подземных вод за тот же период (по годам);

д) в случае значительных деформаций земной поверхности вследствие техногенных процессов, целесообразно составлять на территорию месторождения схематическую карту оседания (или скоростей оседания) поверхности земли, отражаемого изолиниями равного оседания (или скоростей оседания);

е) объяснительная записка о выполненной работе. При наличии изменений отметок реперов, свидетельствующих о деформации земной поверхности, должны быть получены от специалистов (гидрогеологов, нефтяников и др.) соображения и данные о возможных причинах указанных изменений и деформаций (связь их с изменением пьезометрического уровня и пластового давления, с переформированием подземных вод и т.д.). Указанные сведения должны быть включены в отчет.

Один экземпляр отчета о проделанной работе на полигоне с вышеуказанными материалами передается для анализа и обобщения в ЦНИИГАиК.

3. СПИСОК ИНСТРУКТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТА ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ

I. "Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР", 1966 г.

2. "Инструкция по нивелированию I, II, III и IУ классов", Недра, I974 г.

3. "Инструкция по полигонометрии и трилатерации", Недра, I976 г.

4. "Центры и реперы государственной геодезической сети СССР", Недра, I973 г.

5. "Центры геодезических пунктов для территорий городов, поселков и промышленных площадок", Недра, I972 г.

6. "О закладке фундаментальных реперов в зоне многолетней мерзлоты", дополнение и изменение к вышеприведенным инструкциям ГУГК при СМ СССР от I8 февраля I975, № I - 224.

7. "Стенной знак пункта полигонометрии", письмо ГУГК при СМ СССР от I6 мая I975 г. за № 4 - I39.

8. "О изготовлении охранной плиты", письмо ГУГК при СМ СССР от 22 апреля I976 г. за № I - 600.

9. "Инструкция по вычислению нивелировок", Недра, I97Iг.

I0. "Указания по вычислению скоростей современных вертикальных движений земной поверхности по материалам повторного нивелирования", ОНТИ ЦНИИГАиК, I974 г.

II. "Рекомендации по геодезическим работам на геодинамических полигонах", Глава III, IУ. Приложения, ОНТИ ЦНИИГАиК, I975 г.

Приложение I

Стратиграфический разрез газового месторождения

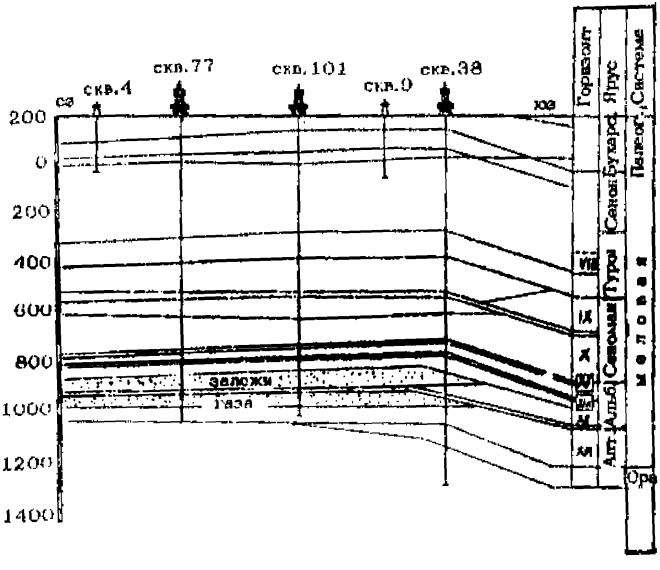
Группа	Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Литологическая колонка	Мощность	Краткое описание пород	Нефтегазоносность разреза
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кайнозойская	Третичная	Палеоген				>40	Песчаники и пески разнозернистые, буровато-красные	Отдельные скопления газа
			Туркестанский			>30	Алевритовые глины зеленовато-желтые, песчанистые	
						80	Алевритовые глины зеленовато-серые, плотные	
						40	Алевритовые глины светло-серые, известковистые	
			Альбский			27	Мергель светло-зеленый, плотный	
			Сузакский			33	Глины светло-серые, в нижней части - мергель с галькой	
			Бухарс.			12-16	Песчаник неравномерно-зернистый, серый	
Мезозойская	Меловая	Верхний	Сенонский			30	Песчаник серый, среднезернистый, известковистый	
						23-35	Глина зеленовато-серая, плотная, с гнездами пирита	
						130	Переслаивание песчаников, алевролитов и глин, зеленовато-серых и серых	
			Туронский			145	Чередование тонко- и мелкозернистых песков и песчаников	
				VШ		63-80	Песчаники тонкозернистые, глинистые, иногда переходящие в алевролиты	
						104	Глины темно-зеленые, жирные, плотные	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Палеозойская	Юрская	Не расчлен.		XJ		0-90	Розовые доломиты, серые известники и мергели		
							Переслаивание мергелей и песчаников серых с глинами и песчаниками коричневыми		
							Красно-бурая глинистая брекчия рыхлая и известковистая		
						Вскрыто 20	Метаморфические породы фундамента		
Мезозойская	Меловая	Нижний	Неоком-аптский	XIII		116-150	Песчаники коричневые, мелко- и среднезернистые с прослоями гравелитов и брекчий	газ	нефть
						20-30	Глины зеленые, с прослоями песчаников и ракушняков		
			Альбский	XII		73-83	Пачка песчаников крупно-, средне- и мелкозернистых		
						90	Глины, темно-серые, плотные, местами известковис.		
				XI		8-10	Ракушняки зелено-серые, крепкие, плотные	газ	
						120-140	Глины песчанистые, иногда с линзами песчаников и алевролитов, плотные		
		Верхний	Сеноманский	X		80-106	Пески, редко рыхлые песчаники. Иногда глины залегают в виде линз	газ	нефть
				IX		10-33	Глины серо-зеленые и голубовато-серые, плотные		
						110-138	Пески и песчаники тонкозернистые, кварцевые, зелено-серые, с прослоями алевритов	газ	нефть
							Пески, внизу песчаники, мелко- и среднезернистые		

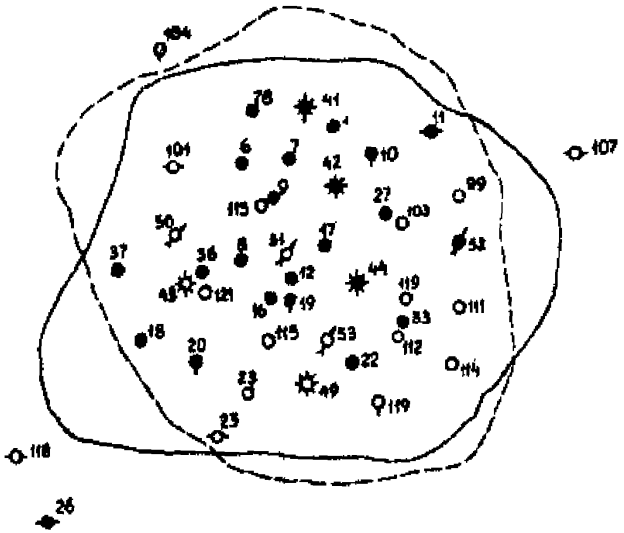
Приложение 2

Геологический профиль проходящий через скважины 4,77,I0I,9,38



Приложение 3

Схематическая карта нефтегазового месторождения



Условные обозначения:

- скважина эксплуатационная действующая
- скважина эксплуатационная бездействующая
- скважина в консервации
- скважина нагнетательная бездействующая
- скважина нагнетательная действующая
- скважина контрольная
- контур месторождения, пласт 1 (девон)
- контур месторождения, пласт П (карбон)
- скважина месторождения пласта П

Приложение 4

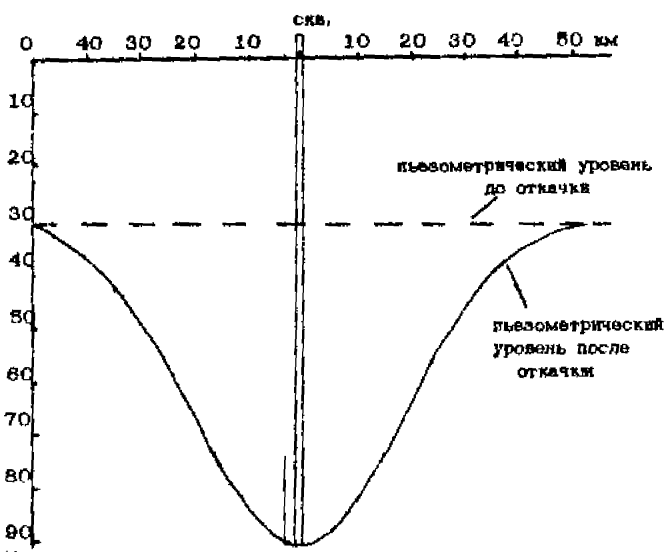
Т А Б Л И Ц А
изменения величины пластового давления
и объема добычи газа по годам

№№ п/п	Год	Пластовое давление на конец года, АТА	Добыча газа за год, млрд. м³
I	I953	223,8	9,0
2	I954	2I6,0	I4,0
3	I955	204,0	I7,4
4	I956	I9I,5	2I,I
5	I957	I82,0	24,6
6	I958	I7I,2	27,0
7	I959	I6I,I	28,3
8	I960	I50,7	30,7
9	I96I	I39,I	30,9
I0	I962	I28,I	3I,2
II	I963	II4,9	3I,I

Начальное пластовое давление, приведенное к средневзвешенной плоскости - I750 м, $P_{пи}$ = 245,8 АТА.

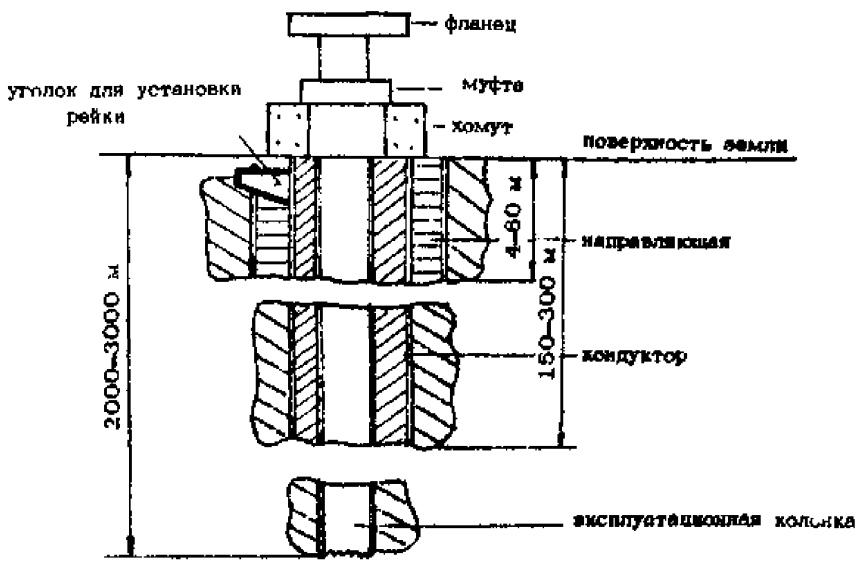
Приложение 5

Характер понижения пьезометрического уровня в результате откачки вод из одиночной скважины



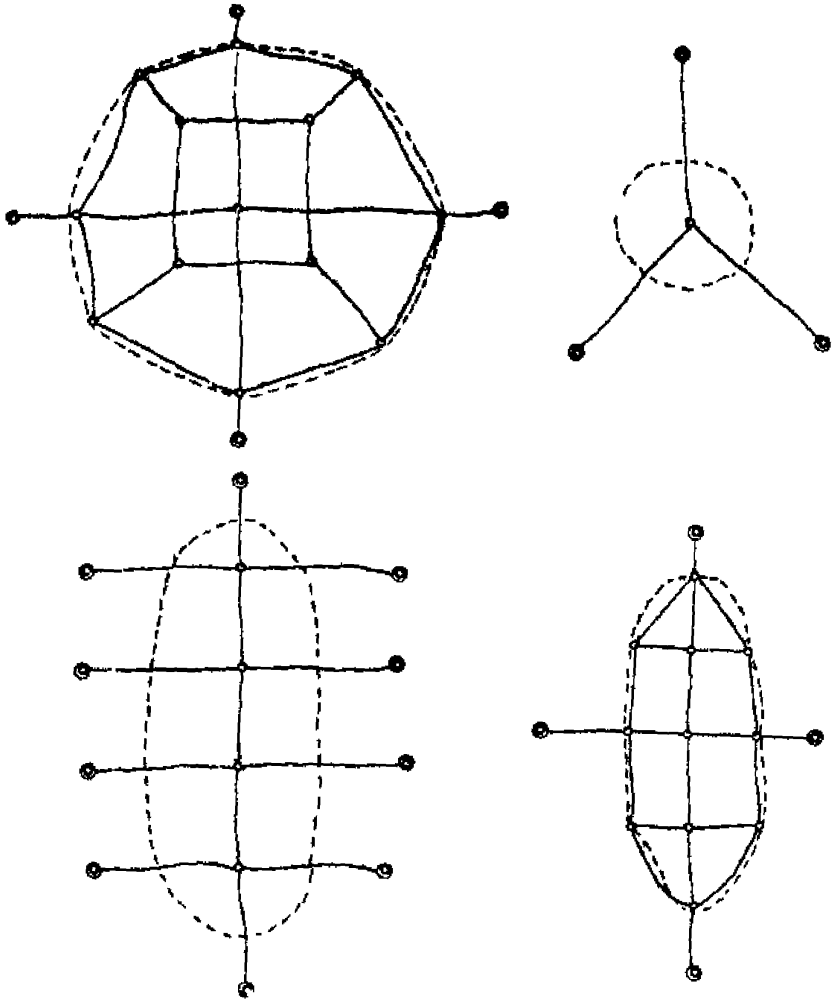
Приложение 6

Привязка обсадных труб неработающих скважин



Приложение 7

Возможные формы построения нивелирных полигонов



Условные обозначения:

○ – фундаментальные реперы; ⌒ – нивелирные линии

⊛ – опорные (фундаментальные) реперы; - - - – контур месторождения

Инженерно геологические изыскания
при закладке фундаментального репера для изучения
техногенных процессов

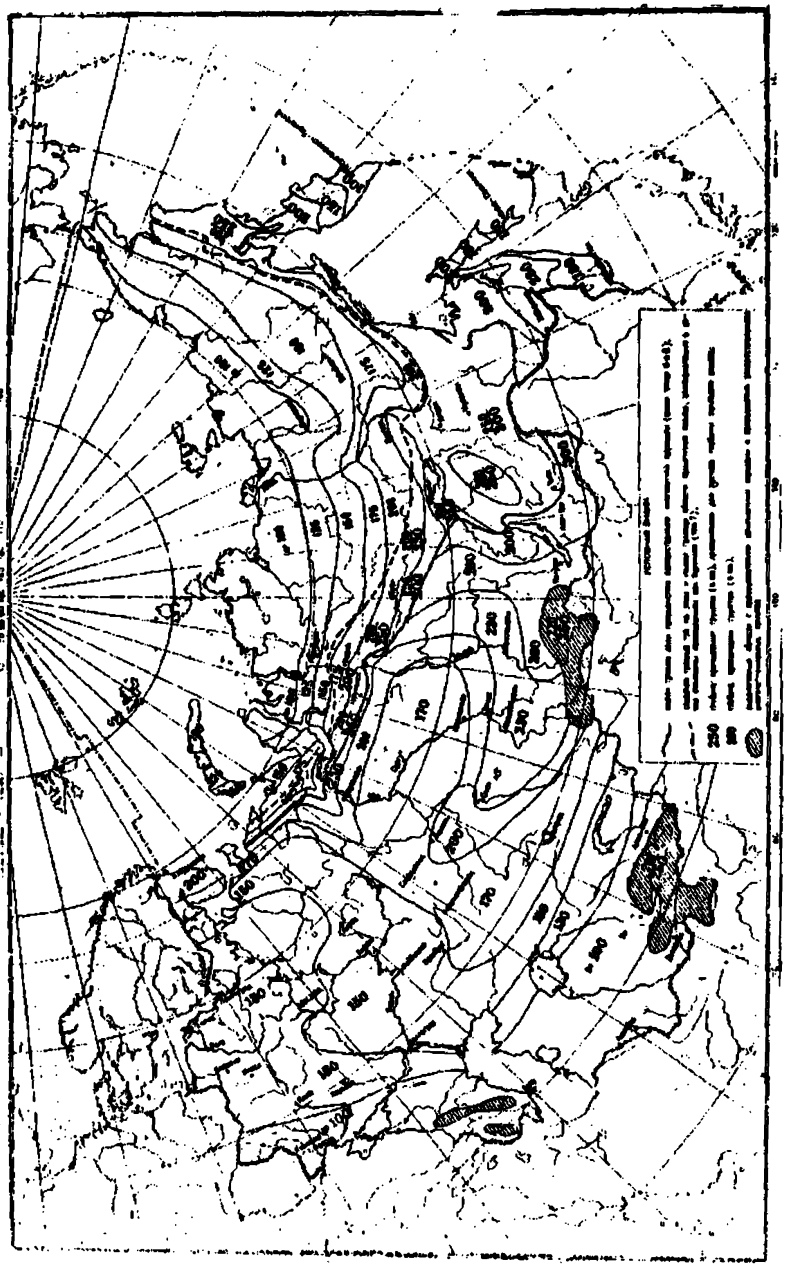
Класс - I
№ репера - 1547
№ шурфа - I4
Начало работ - 9.06.77
Окончание работ - I0.06.77

Абсолютная отметка - 5I,64 м
Глубина - 3,5 м
Сечение - 2,0 м^2
Геолог - В.А.Петров

Геологический возраст	Абсолютная отметка почвы слоя	Глубина подошвы слоя	Мощность слоя	Литологическое описание	Гидрологическая характеристика	Грунтовые воды: появ.	Грунтовые воды: устой.	Примечание
Q_{IV}^{2}	5I,I4	0,50	0,50	почвенно-растительный слой	Слабо влажный	Воды нет		Глубина промерзания I,50 м
Q_{III}^{2}	49,64	2,00	I,50	суглинок желтовато-коричневый с тонкими прослойками и гнездами песка				
Q_{II}^{2}	48,I4	3,50	I,50	суглинок коричневый с гнездами песка, с точечными известковыми включениями				

Примечание в

Уточненная схематическая карта 1974 г.
... глубин промерзания и протаивания грунтов на территории СССР
Для установления глубины закладки центров и реперов



СОДЕРЖАНИЕ

I. Составление проекта

I.I. Цель исследования 3

I.2. Требования к выбору полигонов 3

I.3. Материалы, характеризующие геологическую и геодезическую изученность месторождения и проектируемого полигона 4

I.4. Устройство геодезических полигонов 5

2. Обработка материалов

2.I. Определение устойчивости опорных знаков I0

2.2. Материалы, представляемые после обработки II

3. Список инструктивных документов, необходимых при составлении проекта обработки материалов измерений .. II

4. Приложения I3

gost.e-ecolog.ru

ть 23 V 1978г Формат 60х90/I6.

печ.л.I,5. Уч.-изд.л.I,44. Тираж I50. Заказ I2I . Бесплатно.

ОНТИ ЦНИИГАиК, I25413, Москва, А-4I3, Онежская, 23