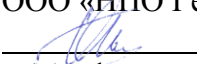



Утверждаю:
Главный инженер
ООО «НПО ГеоМаш»
 И.П. Кунгуров
« 15 » февраля 2016г.

Информационное письмо №1 от 15.02.2016г.

Использование 6-ти осей для оценки качества статического замера инклинометрии телесистемы
КОРВЕТ

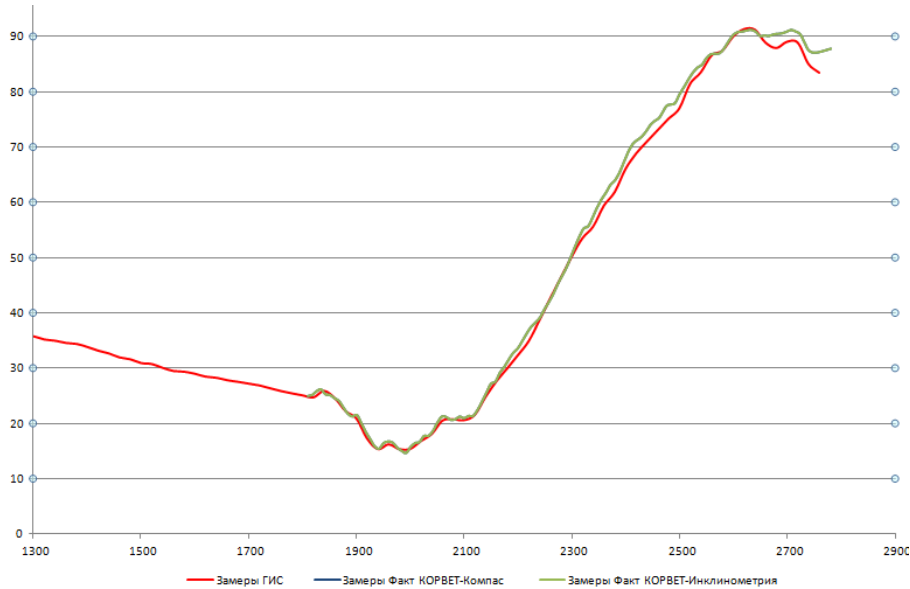
Разработал:
Нач. отдела сопровождения
ООО «НПО ГеоМаш»
 Е.В. Попов
« 15 » февраля 2016г.

В связи с тем, что участились случаи расхождения замеров инклинометрии ГИС с замера телеметрической системы КОРВЕТ, данный лист является памяткой для специалистов эксплуатирующих КОРВЕТ.

В данном документе приводится перечень действий, которые необходимо выполнять оператору в процессе эксплуатации, для контроля качества проводимых замеров.

Анализ инклинометрических замеров горизонтальной скважины №1 (скв. б.н. куст б.н.):

Зенитный угол:



- 1. Замеры ГИС** – замеры проводимые геофизической партией;
 - 2. Замеры Факт КОРВЕТ-Компас** – замеры из ПО «Компас» (замеры реального времени, вводятся оператором в ПО «Компас»);
 - 3. Замеры Факт КОРВЕТ-Инклинометрия** – замеры из внутренней памяти КОРВЕТ.
- *- замеры 2 и 3 идентичны по своим значениям

Рисунок 1 – График изменения Зенитного угла от забоя скважины

Азимутальный угол:



- 1. Замеры ГИС** – замеры проводимые геофизической партией;
- 2. Замеры Факт КОРВЕТ-Компас** – замеры из ПО «Компас» (замеры реального времени, вводятся оператором в ПО «Компас»);
- 3. Замеры Факт КОРВЕТ-Инклинометрия** – замеры из внутренней памяти КОРВЕТ.

Рисунок 2 – График изменения Азимута с увеличением забоя скважины

В связи с возросшей тенденцией не включения дополнительного количества НУБТ в КНБК, замеры Азимутального угла производятся с большой ошибкой, по причине значительного влияния магнитной интерференции от элементов КНБК и бурового инструмента. На протяжении всего рейса наблюдается расхождение замеров по Азимутальному углу между ГИС и телесистемой, вероятной причиной послужило влияние магнитной интерференции от КНБК и бурового инструмента. На показания зенитного угла магнитная интерференция фактически не влияет, что и подтверждается на рисунке 1.

По окончании бурения, выяснилось, что скважина находится за пределами круга допуска, и как следствие неизбежны штрафные санкции или перебуривание скважины.

С учётом того что скважина бурится в направление 90° по Азимуту, то применение метода короткого НУБТ не целесообразно.

Это ограничение связано с остаточной ошибкой коррекции азимута, которая приближается к бесконечности в случае бурения горизонтальной скважины перпендикулярно магнитному северу (югу), т.е. в направлении 90 и 270 градусов. При приближении к красной зоне погрешность будет максимальной, а в красной зоне применение метода «короткого НУБТ» бесполезно и может ухудшить значение скорректированного Азимута.

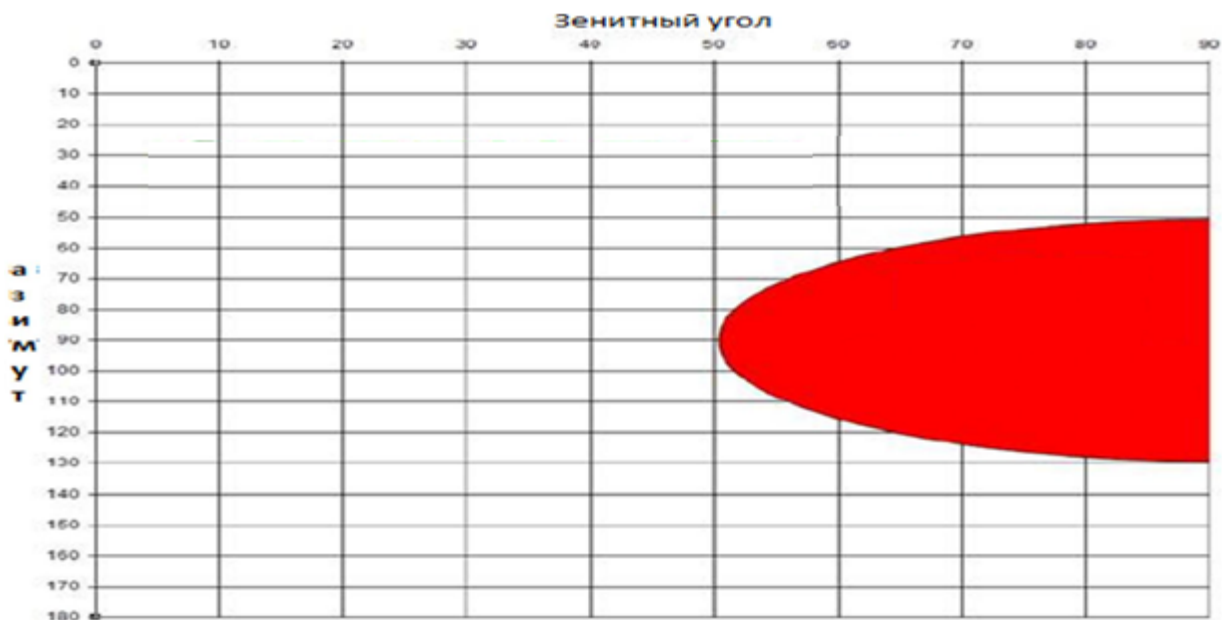


Рисунок 3 – График актуальности применения метода «короткого НУБТ» в зависимости от Зенитного и Азимутального угла.

Анализ инклинометрических замеров горизонтальной скважины №2 (скв. б.н. куст б.н.):

При бурение скважины №2, на забое 2450м. произошло расхождение по Азимутальному углу с показаниями ГИС. С ростом набора Зенитного угла расхождение по Азимуту динамически увеличивалось, что косвенно может свидетельствовать о влиянии магнитной интерференции на модуль инклинометра телеметрической системы.

Таблица 1 – Измерения полученные модулем инклинометра №1

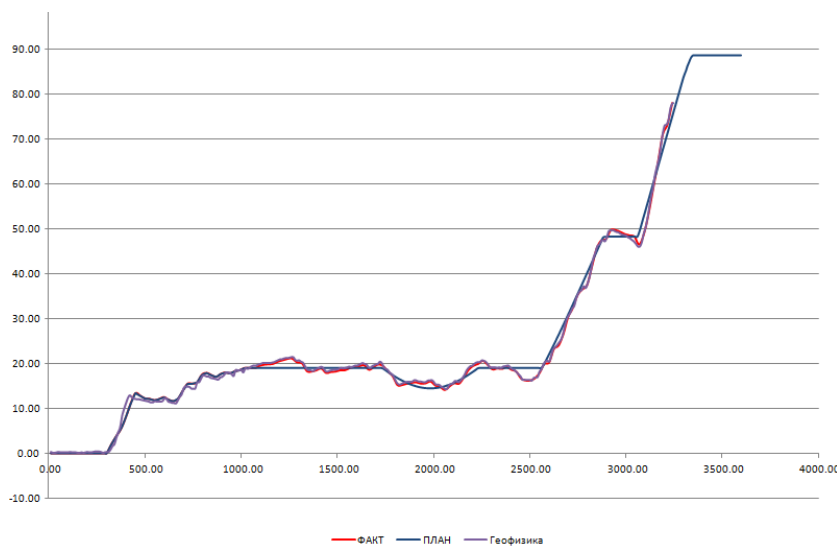
Забой	Зенит	Азимут	Δ Зен. с ГИС	Δ Аз. с ГИС
2403,08	18,60	276,40	0,40	0,50
2452,25	16,70	280,40	0,50	-0,40
2500,41	16,20	295,00	0,10	-15,50
2549,46	17,90	291,70	0,30	-17,10
2598,81	20,20	286,50	0,20	-20,90
2697,02	30,30	273,80	0,30	-34,20
2795,57	37,40	261,40	0,50	-41,70
2894,72	47,70	260,50	-0,50	-56,60
2968,58	49,30	257,10	-0,40	-60,20
3066,60	46,50	250,00	-0,50	-55,20
3164,90	64,90	259,90	-1,10	-60,90
3214,08	73,30	262,00	-0,10	-64,80

Контрольный замер произвели с использованием инклинометра №2, состав КНБК не изменялся.

Измерения инкл. №1		
Забой	Зенит	Азимут
2403,08	18,60	276,40
2452,25	16,70	280,40
2500,41	16,20	295,00
2549,46	17,90	291,70
2598,81	20,20	286,50
2697,02	30,30	273,80

Измерения инкл. №2		
Забой	Зенит	Азимут
2403,08	18,6	276,56
2452	16,9	294,46
2500	16,2	292,06
2549,5	18,2	289,06
2598,8	20,5	283,26
2697	30,7	267,06

Зенитный угол:



- 1. **ФАКТ** – замеры реального времени КОРВЕТ;
- 2. **ПЛАН** – замеры, взятые из программы на проводку скважины;
- 3. **Геофизика** – замеры проводимые геофизической партией.

Рисунок 4 – График изменения Зенитного угла с увеличением забоя скважины

Азимутальный угол:

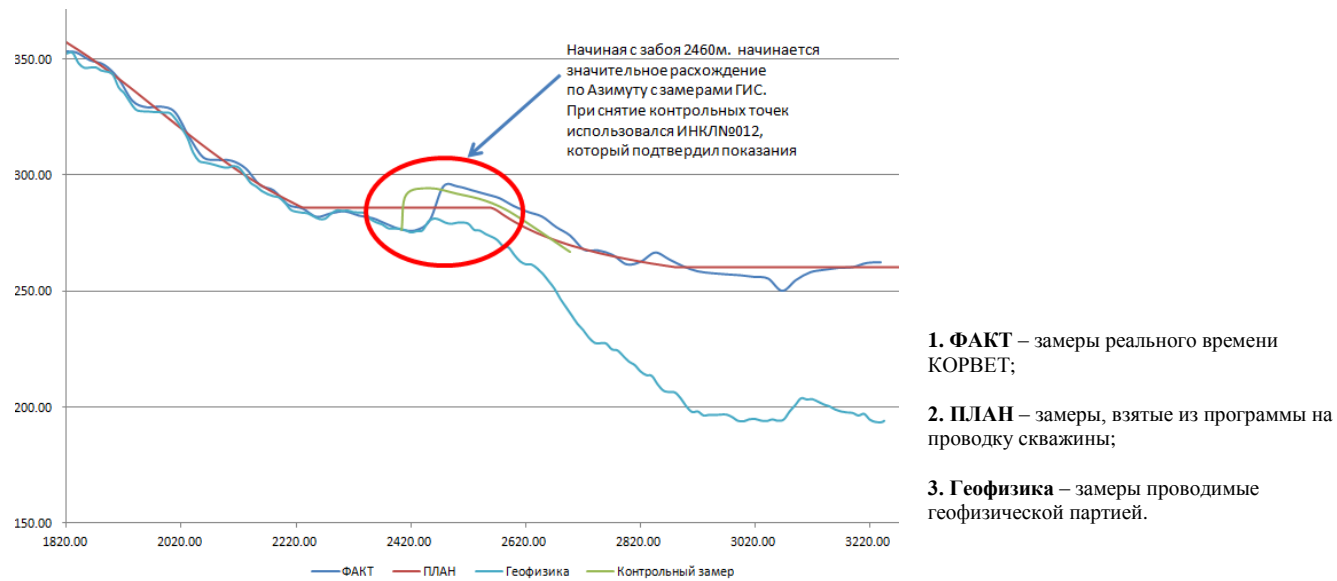


Рисунок 5 – График изменения Азимута с увеличением забоя скважины

Замеры инклинометрии получаемые от телеметрической системы принимались за «достоверные», при этом операторы не вели контроль и оценку качества полученного замера. По окончании работ на скважине были проведены инклинометрические замеры ГИС на буровом инструменте. В результате расхождение между ГИС и телесистемой по Азимутальному углу составило более 60° , на забое 3200м. Что в свою очередь привело к невозможности спуска эксплуатационной колонны и как следствие перебуривание скважины.

Мероприятия позволяющие исключить некорректные измерения инклинометрии:

1) Проверить по план-программе профиль построения скважины: максимальный зенитный угол и азимут. Определить попадают ли значения углов в зону критических значений воздействия магнитного поля Земли: Азимут >80 гр., 90 и 270 гр.; $\text{Inc} = 60-90$ гр.;

В случае попадания значений углов в зону пересечения этих углов, проинформировать координатора проекта и координатора MWD о возможных отклонениях в показаниях Азимута;

Перед началом работ по согласованию с Заказчиком перемещать траекторию ствола скважины в менее проблемную зону по азимуту. Проблемной является зона с азимутами $270 \pm 18^\circ$ и $90 \pm 18^\circ$;

2) Произвести расчет необходимого расстояния НУБТ над датчиком и ниже датчика при помощи Таблицы выбора минимального количества НУБТ в зависимости от Зенитного и Азимутального угла скважины (Приложение №1) либо воспользоваться специализированным

программным обеспечением по расчёту магнитной интерференции для конкретной скважины с учётом применяемого КНБК;

3) Оператору перед спуском оборудования в скважину, необходимо произвести операцию программирования модуля телеметрии, для передачи данных статического замера инклинометрии по 6-ти осям (3 акселерометра и 3 магнитометра).

4) Для выполнения контрольного телеметрического замера, после проработки или расхаживания (в зависимости от пробуренного интервала и способа бурения) долото устанавливается на расстоянии 1 метра над забоем при включенных буровых насосах, инструмент фиксируется в неподвижном состоянии в течение 10 секунд. Выключаются буровые насосы на 60 секунд – инструмент необходимо держать неподвижно. Далее инструмент поднимается из свежепробуренного интервала на 5-6 метров. Включаются насосы на 5-7 минут в зависимости от количества передаваемых данных, параметров бурового раствора, параметров сигнала телесистемы.

При необходимости, во время ожидания телеметрических данных, для избегания осложнений, по истечении 75 секунд после включения насосов, можно производить вращение буровой колонны без расхаживания, при условии, что параметры сигнала телеметрической системы соответствуют допустимым пределам.

5) После получения полного пакета данных замера в статике по 6-ти осям, необходимо провести оценку качества замера.

Производится проверка произведенного замера и оценка его качества. Сравниваются величины **DipAngle(Dip)**, **MagField(Btotal)**, **Gravity(Gtotal)** полученные при помощи программного обеспечения «Susor» с расчетными данными для данной местности (данными согласно Геомагнитной модели IGFR/WMM) и их допустимые допуски/отклонения для контроля качества проводимых замеров.

Если замер по параметрам не выходит за лимиты, тогда они могут считаться корректными:

$$\mathbf{Gtotal = \pm 0.005g;}$$

$$\mathbf{Btotal = \pm 1000 \text{ нТ};}$$

$$\mathbf{DipAngel = \pm 0,8^\circ.}$$

Следующим этапом оценки качества является сравнение данных по зенитному и азимутальному углу полученные от телесистемы КОРВЕТ с расчетными данными программного обеспечения «Susor» с коррекцией и без нее.

Если полученные замеры при сравнении с расчетными замерами полученными при помощи программного обеспечения «Susor» (с коррекцией и без) не выходят за лимиты, приведенные ниже, тогда они могут считаться корректными:

Зенит = $\pm 0,2^\circ$;

Азимут = $\pm 1^\circ$;

Обратить особое внимание, что при углах около 70 градусов и выше и азимуте близком к 90 или 270 градусов в магнитном азимуте метод короткого НУБТ (заложенный в программе Sucor) не работает. Ввиду того, что данные направления подвержены наибольшему воздействию магнитных полей, диапазон зоны погрешности измерений увеличивается до ± 15 градусов!

В случае если данные замера или величины Gtotal, Btotal, DipAngle, выходят за допустимые лимиты, необходимо определить и устранить причину превышения допустимых лимитов:

- проверить правильность проведения процедуры взятия замеров;
- убедиться в том, что отсутствовало движение бурильного инструмента во время взятия замера;
- были ли данные детектированы надлежащим образом;
- проверить достаточность необходимого расстояния от датчика до магнитного материала.
- проверить, насколько правдоподобны величины зенитного угла и азимута (правдоподобность оценивается с учетом предыдущих замеров и интенсивностей искривления скважины);
- проверить правильность введенных величин в ПО «Sucor» DipAngle, MagField, Gravity и их допустимых лимитов;
- убедиться в исправности датчиков (акселерометров и магнитометров) модуля инклинометрии телесистемы MWD по выдаваемым значениям;
- произвести повторный замер в статике, при этом изменить положение отклонителя телесистемы на 180 градусов, провернув бурильную колонну.

Приложение 1 – Таблица выбора минимального количества НУБТ в зависимости от Зенитного и Азимутального угла скважины.

		Угловое отличие от магнитного севера или юга (Азимут)																		
		5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	
Угол наклона скважины (Зенит)	Над датчиком, м.	5°	1.219	1.829	2.438	2.743	3.048	3.048	3.353	3.658	3.658	3.962	3.962	4.267	4.267	4.267	4.267	4.572	4.572	4.877
	Под датчиком, м.	5°	0.914	1.219	1.219	1.524	1.829	2.134	2.134	2.134	2.438	2.438	2.438	2.743	2.743	3.048	3.048	3.048	3.048	3.353
		10°	1.829	2.743	3.353	3.658	3.962	4.572	4.877	5.182	5.182	5.486	5.791	5.791	6.096	6.096	6.096	6.401	6.401	6.401
		10°	1.219	1.524	1.829	2.438	2.743	2.743	3.048	3.048	3.353	3.658	3.658	3.658	3.658	3.962	3.962	3.962	3.962	3.962
		15°	2.438	3.353	3.962	4.572	4.877	5.486	5.791	6.096	6.401	6.706	7.01	7.315	7.315	7.62	7.62	7.62	7.62	7.62
		15°	1.219	1.829	2.438	2.743	3.353	3.353	3.658	3.962	4.267	4.267	4.267	4.572	4.572	4.877	4.877	4.877	4.877	4.877
		20°	2.743	3.658	4.572	5.182	5.791	6.401	6.706	7.01	7.315	7.62	7.925	8.23	8.534	8.534	8.839	8.839	8.839	8.839
		20°	1.524	2.438	2.743	3.353	3.658	3.658	4.267	4.572	4.877	4.877	5.182	5.182	5.182	5.182	5.182	5.486	5.486	5.486
		25°	3.048	3.962	4.877	5.791	6.401	7.01	7.315	7.925	8.23	8.534	8.839	9.144	9.449	9.449	9.754	9.754	9.754	9.754
		25°	1.829	2.743	3.353	3.658	3.962	4.267	4.877	4.877	5.182	5.486	5.791	5.791	5.791	6.096	6.096	6.096	6.096	6.401
		30°	3.048	4.572	5.486	6.401	7.01	7.62	8.23	8.534	8.839	9.449	9.754	10.06	10.06	10.36	10.36	10.67	10.67	10.67
		30°	2.134	2.743	3.353	3.658	4.267	4.572	4.877	5.486	5.791	5.791	6.096	6.096	6.401	6.401	6.706	6.706	6.706	6.706
		35°	3.353	4.877	5.791	6.706	7.315	8.23	8.534	9.144	9.754	10.06	10.36	10.67	10.97	10.97	11.28	11.28	11.28	11.28
		35°	2.134	3.048	3.658	4.267	4.877	4.877	5.486	5.791	6.096	6.401	6.401	6.706	6.706	7.01	7.01	7.315	7.315	7.62
		40°	3.658	5.182	6.096	7.01	7.925	8.534	9.144	9.754	10.06	10.67	10.97	11.28	11.58	11.89	11.89	11.89	11.89	12.19
		40°	2.134	3.048	3.962	4.572	4.877	5.486	5.791	6.096	6.706	6.706	7.01	7.01	7.315	7.315	7.62	7.62	7.62	7.925
		45°	3.658	5.182	6.401	7.315	8.23	8.839	9.754	10.06	10.67	11.28	11.58	11.89	12.19	12.19	12.5	12.5	12.8	12.8
		45°	2.438	3.353	4.267	4.877	5.182	5.791	6.096	6.706	6.706	7.01	7.315	7.315	7.62	7.925	7.925	7.925	7.925	8.23
		50°	3.962	5.486	6.706	7.62	8.534	9.449	10.06	10.67	11.28	11.58	11.89	12.19	12.5	12.8	13.11	13.11	13.11	13.41
		50°	2.438	3.658	4.267	4.877	5.486	5.791	6.401	6.706	7.01	7.315	7.62	7.925	7.925	8.23	8.23	8.23	8.534	8.534
	55°	3.962	5.791	7.01	7.925	8.839	9.754	10.36	10.97	11.58	11.89	12.5	12.8	13.11	13.41	13.41	13.72	13.72	13.72	
	55°	2.743	3.658	4.267	5.182	5.791	6.096	6.401	7.01	7.315	7.62	7.62	7.925	8.23	8.23	8.534	8.534	8.839	8.839	
	60°	4.267	5.791	7.01	8.23	9.144	10.06	10.67	11.28	11.89	12.19	12.8	13.11	13.41	13.72	13.72	14.02	14.02	14.02	
	60°	2.743	3.658	4.572	5.182	5.791	6.096	6.706	7.01	7.315	7.925	7.925	8.23	8.534	8.534	8.839	8.839	8.839	9.144	
	65°	4.267	6.096	7.315	8.534	9.449	10.06	10.97	11.58	12.19	12.5	13.11	13.41	13.72	14.02	14.02	14.33	14.33	14.63	
	65°	2.743	3.658	4.877	5.182	5.791	6.401	6.706	7.315	7.62	7.925	8.23	8.534	8.534	8.839	8.839	9.144	9.144	9.144	
	70°	4.267	6.096	7.315	8.534	9.449	10.36	10.97	11.89	12.19	12.8	13.41	13.72	14.02	14.33	14.33	14.63	14.63	14.63	
	70°	2.743	3.962	4.877	5.486	6.096	6.401	7.01	7.315	7.925	8.23	8.23	8.534	8.839	8.839	9.144	9.144	9.144	9.449	
	75°	4.267	6.096	7.62	8.839	9.754	10.36	11.28	11.89	12.5	13.11	13.41	13.72	14.02	14.33	14.63	14.63	14.94	14.94	
	75°	2.743	3.962	4.877	5.486	6.096	6.706	7.01	7.62	7.925	8.23	8.534	8.839	9.144	9.144	9.144	9.144	9.449	9.449	
	80°	4.572	6.401	7.62	8.839	9.754	10.67	11.28	11.89	12.5	13.11	13.72	14.02	14.33	14.63	14.63	14.94	14.94	14.94	
	80°	2.743	3.962	4.877	5.486	6.096	6.706	7.315	7.62	8.23	8.23	8.534	8.839	8.839	9.144	9.449	9.449	9.449	9.449	
	85°	4.572	6.401	7.62	8.839	9.754	10.67	11.28	12.19	12.8	13.11	13.72	14.02	14.33	14.63	14.94	14.94	14.94	15.24	
	85°	2.743	3.962	4.877	5.486	6.096	6.706	7.315	7.62	7.925	8.534	8.534	8.839	9.144	9.144	9.449	9.449	9.449	9.449	
	90°	4.572	6.401	7.62	8.839	9.754	10.67	11.58	12.19	12.8	13.11	13.41	14.02	14.33	14.63	14.94	14.94	15.24	15.54	
	90°	2.743	3.962	4.877	5.486	6.401	6.706	7.315	7.62	7.925	8.534	8.534	8.839	9.144	9.144	9.449	9.449	9.754	9.754	