

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЙ СКВАЖИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторной работы
для магистрантов по направлению подготовки
131000 «Нефтегазовое дело»
по специализации
«Технология бурения глубоких нефтяных
и газовых скважин на шельфе и на море»

УФА 2014

Учебно-методическое пособие разработано для выполнения лабораторных работ магистрантами всех форм обучения по направлению 131000 «Нефтегазовое дело», специализации «Технология бурения глубоких нефтяных и газовых скважин на шельфе и на море» по дисциплине «Технология бурения глубоких скважин на шельфе и на море». Виртуальный тренажер может быть полезным при выполнении выпускных квалификационных работ по специальности «Бурение нефтяных и газовых скважин» студентами всех форм обучения.

Лабораторная работа полностью выполняется на ЭВМ в виртуальной среде программы-тренажера «Интеллектуальная проводка скважин».

В настоящем пособии представлены методические указания по работе в виртуальной среде с целью сбора компоновки низа бурильной колонны, расчета количества свечей, однострубок и глубины захода ведущей трубы на различных забоях, выбор и проектирование профиля ствола скважины.

Составители: Исмаков Р.А., профессор, д-р. техн. наук
Рахматуллин Д.В., доцент, канд. техн. наук
Мухаметгалиев И.Д., аспирант

Рецензенты: Левинсон Л.М., канд. техн. наук, доцент каф. БНГС
Янгиров Ф.Н., канд. техн. наук, доцент каф. БНГС

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Теоретические основы проектирования профиля наклонно- направленных скважин	5
2 Выбор типа профиля скважины и компоновки низа бурильной колонны	10
3 Проектирование профиля ствола скважины	15
4 Порядок выполнения и оформления лабораторной работы	17
Библиографический список	18

ВВЕДЕНИЕ

Наклонно-направленное бурение широко применяется при разработке месторождений в акваториях, в болотистых или сильно пересечённых местностях и в случаях, когда строительство буровых может нарушить условия охраны окружающей среды. Проектирование профиля скважины и контроль его соответствия фактическому являются крайне актуальными задачами бурения нефтяных и газовых скважин.

Настоящее учебно-методическое пособие направлено на формирование у обучающихся практических навыков интеллектуальной проводки скважин без выезда на буровую.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Проектирование наклонно направленных скважин сводится к выбору типа профиля (вертикальной и горизонтальной проекций), расчету траектории положения оси скважины в пространстве, выбору компоновок для реализации расчетного профиля и режима бурения [1].

В процессе бурения скважины, подверженные естественному искривлению, могут не выйти на нефтегазоносные слои и, следовательно, не выполнить своих проектных заданий. Но накопленный фактический материал по естественному искривлению позволил установить ряд общих закономерностей, учитывая которые буровики научились проходить скважины в строго заданном направлении. Такие скважины получили название наклонно-направленных. Искусственное отклонение – это направление ствола скважины в процессе бурения по определенному плану с доведением забоя до заданной точки.

Искусственное отклонение скважин подразделяется на наклонное, горизонтальное, многозабойное (разветвленно-наклонное, разветвленно-горизонтальное) и многоствольное (кустовое) бурение. Бурение этих скважин ускоряет освоение новых нефтяных и газовых месторождений, увеличивает нефтегазоотдачу пластов, снижает капиталовложения и уменьшает затраты дефицитных материалов [2]. Искусственное отклонение применяется в следующих случаях:

- 1) при вскрытии нефтяных и газовых пластов, залегающих под пологим сбросом или между двумя параллельными сбросами;
- 2) при отклонении ствола от сбросовой зоны (зоны разрыва) в направлении продуктивного горизонта;
- 3) при проходке стволов на нефтяные пласты, залегающие под соляными куполами, в связи с трудностью бурения через них;
- 4) при необходимости обхода зон обвалов и катастрофических поглощений промывочной жидкости;

5) при вскрытии продуктивных пластов, залегающих под дном океанов, морей, рек, озер, каналов и болот;

6) при проходке нескольких скважин на продуктивные пласты с отдельных буровых оснований и эстакад, расположенных в море или озере;

7) при проходке скважин на продуктивные пласты, расположенные под участками земли с сильно пересеченным рельефом местности (овраги, холмы, горы);

8) при необходимости ухода в сторону новым стволом, если невозможно ликвидировать аварию в скважине;

9) при забурировании второго ствола для взятия керна из продуктивного горизонта;

10) при необходимости бурения стволов в процессе тушения горящих фонтанов и ликвидации открытых выбросов;

11) при необходимости перебурирования нижней части ствола в эксплуатационной скважине;

12) при вскрытии продуктивного пласта под определенным углом для увеличения поверхности дренажа, а также в процессе многозабойного вскрытия пластов;

13) при кустовом бурении на равнинных площадях с целью снижения капитальных затрат на обустройство промысла и уменьшения сроков разбурирования месторождения;

14) при бурении с целью газификации строго по угольному пласту и с целью подземного выщелачивания.

В России искусственное отклонение скважин в нефтяном бурении в основном осуществляют забойными двигателями (турбобуром, винтовым двигателем и реже электробуром). В настоящее время применяют следующие основные способы искусственного отклонения скважин [2]. Использование закономерностей естественного искривления на данном месторождении (способ типовых трасс). В этом случае бурение проектируют и осуществляют на основе типовых трасс (профилей), построенных по фактическим данным

естественного искривления пробуренных скважин. Способ типовых трасс применим только на хорошо изученных месторождениях, при этом кривизной скважин не управляют, а лишь приспособляются к их естественному искривлению. Недостаток указанного способа – удорожание стоимости скважин вследствие увеличения объема бурения. Необходимо также для каждого месторождения по ранее пробуренным скважинам определять зоны повышенной интенсивности искривления и учитывать это при составлении соответствующего проектного профиля [2].

Большое значение в наклонно направленном бурении имеет правильный выбор формы оси скважины. Проекция оси скважины на вертикальную плоскость, проходящую через устье и проектную точку забоя, называется профилем, а на горизонтальную плоскость – планом скважины. Если скважину предполагается бурить без изменения азимута, форма оси скважины совпадает с профилем, который в данном случае считается плоским. Профиль скважины должен обеспечивать эксплуатацию скважины всеми современными методами и оборудованием достаточно долго и безаварийно. Причем забой скважины должен находиться в так называемом «круге допуска» [3].

Следовательно, профиль наклонно направленной скважины необходимо выбрать таким, чтобы при минимальных затратах времени и средств довести ее до проектной глубины без осложнений и аварий, обеспечив надлежащее качество для длительной и безаварийной эксплуатации.

Согласно рисункам 1 и 2 все наклонно направленные скважины имеют вертикальный участок и один или несколько участков набора зенитного угла. Кроме того, могут быть участки стабилизации и падения зенитного угла. Профили наклонно направленных скважин подразделяются на J- и S-образные [3].

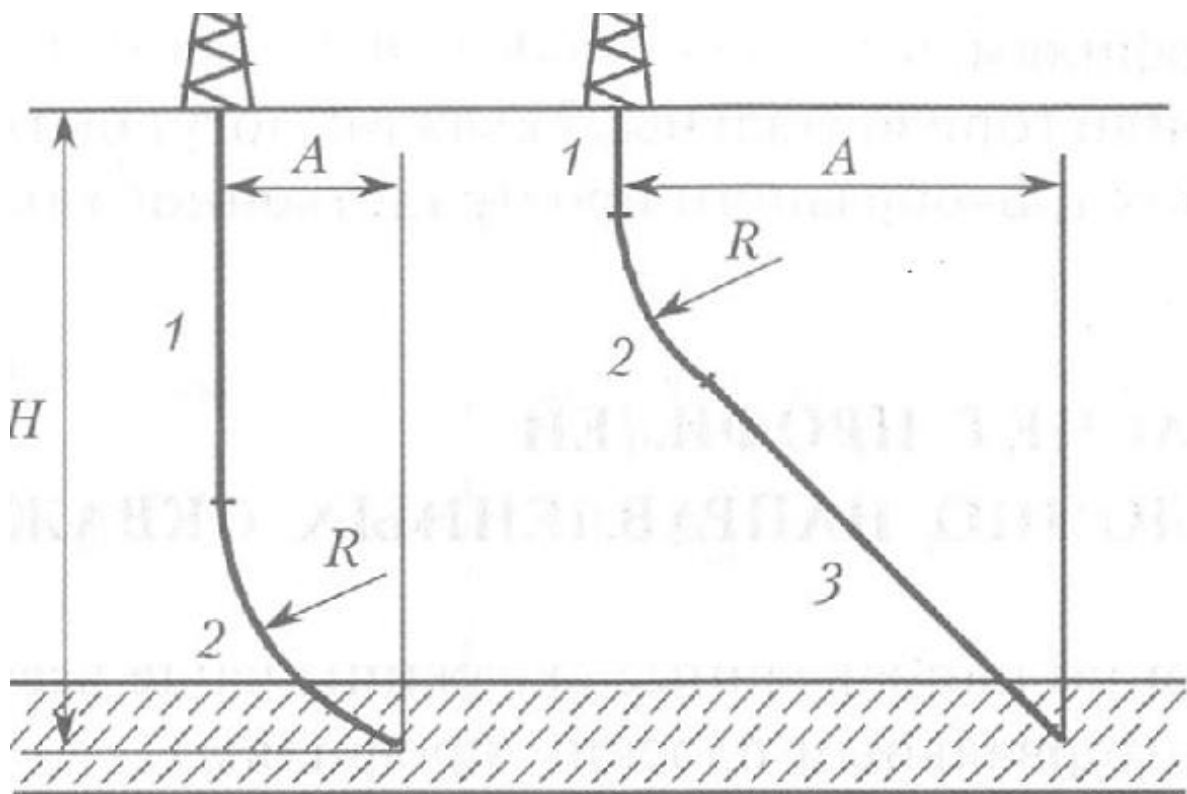


Рисунок 1 – Профиль наклонно-направленной скважины J-образного типа

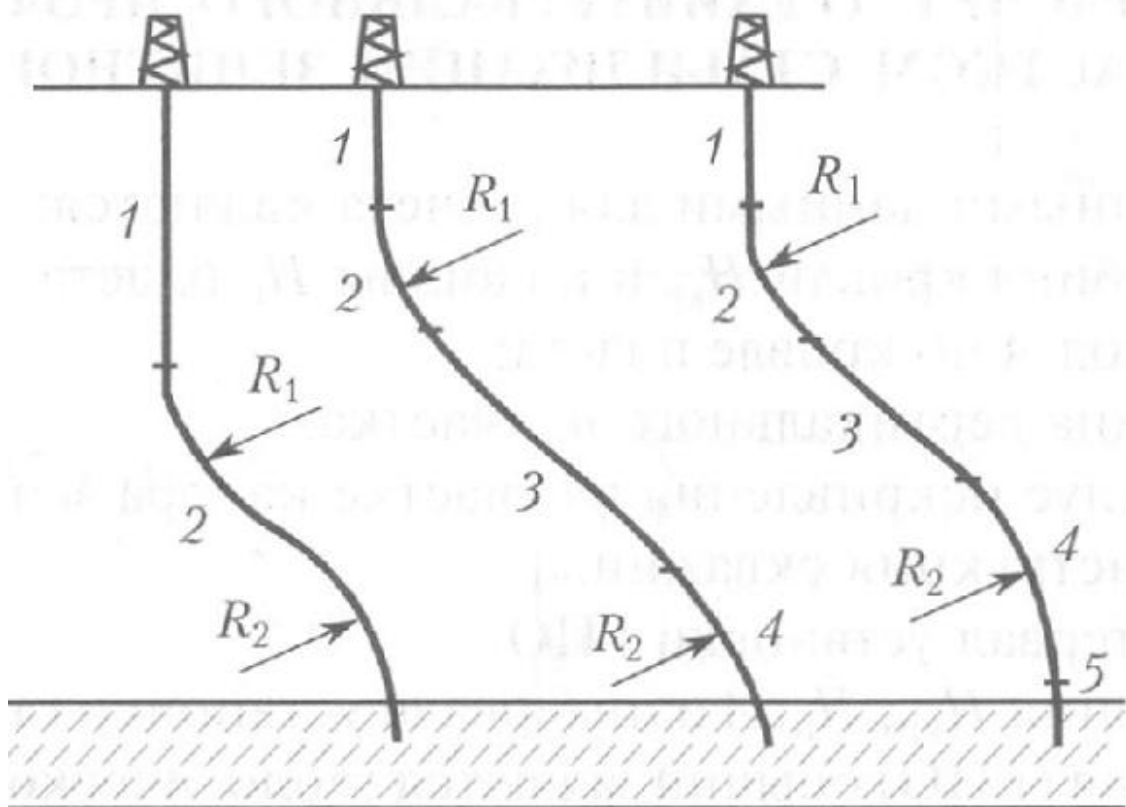


Рисунок 2 – Профиль наклонно-направленной скважины S-образного типа

Скважины с J-образным профилем при прочих равных условиях имеют меньшую длину ствола и меньшие значения зенитного угла. В таких скважинах меньшие усилия прижатия бурильных и обсадных колонн к стенкам скважины, меньшие силы трения при спуско-подъемных операциях.

Скважины S-образного профиля отличаются наличием участков падения зенитного угла. В отличие от скважины J-образного профиля у них большая длина ствола, большее значение максимального зенитного угла, большие силы сопротивления движению колонн труб при спуско-подъемных операциях и бурении. Однако у них меньшая величина зенитного угла в продуктивном пласте, что облегчает центрирование обсадных труб и тем самым способствует более высокому качеству разобщения пластов[3].

2. ВЫБОР ТИПА ПРОФИЛЯ СКВАЖИНЫ И КОМПОНОВКИ НИЗА БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Для начала работы выберите раздел «ВВЕДЕНИЕ» в меню виртуального тренажера «Интеллектуальная проводка скважин» так, как это показано на рисунке 3.

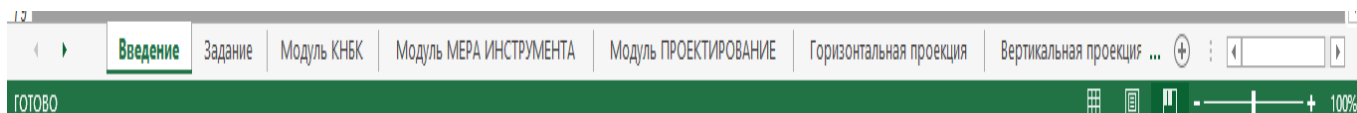


Рисунок 3 – Панель инструментов меню тренажера
«Интеллектуальная проводка скважин»

Заполните Ваши персональные данные в открывшемся окне модуля «ВВЕДЕНИЕ» так, как показано на рисунке 4.

The image shows a blue window titled 'ТРЕНАЖЕР "ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОВОДКА СКВАЖИН"'. Below the title is a button labeled 'ВВЕДИТЕ ВАШИ ДАННЫЕ'. The form contains several input fields: 'Фамилия:', 'Имя:', and 'Группа:' on the left, and 'Дата и время выполнения' on the right. Below these fields is a large text box with the following text: 'Приветствуем Вас!!! Предлагаем Вашему вниманию тренажер "ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОВОДКА СКВАЖИН", который позволит получить практические навыки наклонно-направленного бурения. Вам предстоит спроектировать профиль наклонно-направленной скважины, согласно выбранной компоновки низа бурильной компоновки с учетом количества бурильных свеч, однетрубок и глубиной захода ведущей трубы. ЖЕЛАЕМ УСПЕХОВ!'.

Рисунок 4 – Персональные данные для выполнения лабораторной работы

Исходные данные для выполнения лабораторной работы приведены в закладке «ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ» и представлены на рисунке 5.

Условия для выполнения	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Собрать КНБК для бурения скважины профилем:	J	S	J	S	J	J	S	J	J	S
Имеет ли скважина боковой ствол:	Имеет	Нет	Нет	Имеет	Нет	Нет	Имеет	Имеет	Нет	Нет
Глубина спуска инструмента (м):	1516	2312	2456	1313	2706	1445	899	1667	1717	1711
Интервал набора параметров (м):	2611	1601	1289	2111	2178	2611	1987	2478	784	1244
Проектная вертикальная глубина (м):	1500	300	300	1650	300	300	1490	1510	300	300
Максимальный зенитный угол (градус):	2770	2400	2400	2950	3000	2650	2400	2620	2610	2450
Максимальная интенсивность (градус/10м):	2307.5	2225.5	1635.5	1720.5	2425	1954	2094	2178	1944.5	1994
Длина интервала стабилизаций от (м):	90	35	90	50	90	90	40	90	90	50
Смещение забоя (м):	1.5	1.5	2	1.5	1	1	1.5	2.5	1	1.8
Азимут начала интервала набора параметров (градус):	250	1000	250	400	850	1000	100	200	500	1300
Рост значений азимута на (градус):	542.5	678.5	1158	627.5	1273	1302	955.5	1001.5	1268.5	1207
Длина интервала стабилизаций перед Т1 (м):	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Длина горизонтального участка (м):	70	80	90	70	80	90	70	80	90	80
	10	0	10	0	10	10	0	10	10	0
	100	0	0	100	0	0	100	100	0	0

Рисунок 5 – Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Заполните поля в модуле «ЗАДАНИЕ», согласно Вашему варианту так, как это показано на рисунке 6. Выберите тип профиля скважины и наличие бокового ствола. В случае отсутствия бокового ствола выбирается вкладка «НЕТ». Задания для модулей «МЕРА ИНСТРУМЕНТА» и «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СКВАЖИНЫ» заполняются исходя из заданного варианта.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРА "ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОВОДКА СКВАЖИН"		
Заполните поля в соответствии с выданным Вам вариантом.		
Задание для модуля КНБК:	ВАРИАНТ №	22
Собрать КНБК для бурения скважины профилем:	J - ОБРАЗНЫЙ	ВЫБЕРИТЕ ПРОФИЛЬ
Имеет ли скважина боковой ствол:		ВЫБЕРИТЕ ТИП СТВОЛА ОСНОВНОЙ - НЕ БОКОВОЙ - (ПРОБЕЛ)
Задание для модуля МЕРА ИНСТРУМЕНТА:	ВАРИАНТ №	22
Глубина спуска инструмента (м):	1900	ВВЕДИТЕ 3 ЗНАЧЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
	2300	
	1600	
Задание для модуля ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКВАЖИНЫ:	ВАРИАНТ №	22
Интервал набора параметров (м):	300	ВВЕДИТЕ 2 ЗНАЧЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
	2300	
Проектная вертикальная глубина (м):	1954	ВВЕДИТЕ 2 ЗНАЧЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Максимальный зенитный угол (градус):	70	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Максимальная интенсивность (градус/10м):	2	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Длина интервала стабилизаций от (м):	1000	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Смещение забоя (м):	1302	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Азимут начала интервала набора параметров (градус):	100	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Рост значений азимута на (градус):	70	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Длина интервала стабилизаций перед T1 (м):	10	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ
Длина горизонтального участка (м):	100	ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ВАРИАНТОМ

Рисунок 6 – Графический интерфейс модуля «ЗАДАНИЕ»

Для выбора компоновки низа бурильной колонны перейдите в модуль КНБК так, как это показано на рисунке 7.

ВЫБЕРИТЕ ЭЛЕМЕНТ КНБК	ВЫБЕРИТЕ ВНЕШНИЙ ДИАМЕТР	ВЫБЕРИТЕ ТИП РЕЗЬБЫ	ВЫБЕРИТЕ ДЛИНУ
НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ВНЕШНИЙ ДИАМЕТР (мм)	ТИП РЕЗЬБЫ	ДЛИНА (м)
ДОЛОТО	126,00	Нз-117	0,30
ВЗД	195,00	Мз-147 / Мз-117	10,00
ОБРАТНЫЙ КЛАПАН	195,00	Мз-147 / Нз-147	0,50
ТЕЛЕСИСТЕМА	172,00	Мз-147 / Нз-147	10,00
ПЕРЕВОДНИК	172,00	Мз-133 / Нз-147	0,50
СБТ	127,00	Мз-133 / Нз-133	остальные
ВСЕГО			21,30

Рисунок 7 – Графический интерфейс модуля «КНБК»

Сборка КНБК производится в следующей последовательности: долото, винтовой забойный двигатель, обратный клапан, телесистема, переводник, СБТ. Далее в соответствующих закладках выбираются внешний диаметр, тип резьбы и длина выбранного устройства. В результате выполнения данного задания будет получена длина всей компоновки низа бурильной колонны.

Далее необходимо открыть модуль «МЕРА ИНСТРУМЕНТА», интерфейс которого представлен на рисунке 8. Согласно выданному варианту заполняются значения трех глубин спуска инструмента.

**МОДУЛЬ
МЕРА ИНСТРУМЕНТА**

Длина квадрата		27,00 м	Длина КНБК		21,30 м	Расстояние от датчика до долота		12,70 м
Номер трубки	Длина трубки	Номер свечи	Длина всех труб	Длина всех труб + КНБК	Глубина долота с квадратом	Глубина замера		
1	12,00	1	12,00	34,30	61,30	46,00		
2	12,50		24,50	46,80	73,80	58,50		
3	12,00	2	36,50	58,80	85,80	70,50		
4	12,50		49,00	71,30	98,30	83,00		
5	12,00	3	61,00	83,30	110,30	95,00		
6	12,50		73,50	95,80	122,80	107,50		
7	12,00	4	85,50	107,80	134,80	119,50		
8	12,50		98,00	120,30	147,30	132,00		
9	12,00	5	110,00	132,30	159,30	144,00		
10	12,50		122,50	144,80	171,80	156,50		
11	12,00	6	134,50	156,80	183,80	168,50		
12	12,50		147,00	169,30	196,30	181,00		
13	12,00	7	159,00	181,30	208,30	193,00		
14	12,50		171,50	193,80	220,80	205,50		
15	12,00		183,50	205,80	232,80	217,50		

ИВАНОВ	ИВАН	БГБ-13-01	03.06.2014 21:35
--------	------	-----------	------------------

Согласно вашему варианту задания, Вам необходимо рассчитать спуск бурильного инструмента на забой:

1.	1987	МЕТРОВ
2.	2744	МЕТРОВ
3.	1750	МЕТРОВ

Напишите количество свеч, наличие одиночной трубы и длину захода квадрата на забой.

Страница 1

КОЛИЧЕСТВО СВЕЧ:	1.1.		ШТУК
	2.1.		
	3.1.		
НАЛИЧИЕ ТРУБЫ:	1.2.	НЕТ	
	2.2.	НЕТ	
	3.2.	НЕТ	
КВАДРАТ:	1.3.		МЕТРОВ
	2.3.		
	3.3.		

Рисунок 8 – Графический интерфейс модуля мера инструмента

Расчет количества необходимых свеч для бурения производится по формуле:

$$L_0 = L_3 - L_{\text{КНБК}}, \quad (1)$$

где L_0 – длина всех труб в колонне за вычетом длины КНБК;

L_3 – глубина спуска бурильного инструмента в соответствии с выданным вариантом;

$L_{\text{КНБК}}$ – общая длина компоновки низа бурильной колонны, рассчитанная ранее в модуле КНБК.

В столбце «Длина всех труб» выбираем ближайшее значение таким образом, чтобы L_0 было меньше табличного (L_T). Количество необходимых свечей выбирается из соответствующей строки столбца «Номер трубки».

Далее определяем длину недостающей части по формуле:

$$L_{\text{н.ч.}} = L_T - L_0: \quad (2)$$

1) если $L_{\text{н.ч.}} > 12$, то в поле «НАЛИЧИЕ ТРУБЫ» заполняется значение «ДА»;

2) если $L_{\text{н.ч.}} < 12$, то в поле «НАЛИЧИЕ ТРУБЫ» заполняется значение «НЕТ», а в поле «КВАДРАТ» записывается значение $L_{\text{н.ч.}}$.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

После выбора профиля скважины, подбора КНБК и расчета количества свеч в бурильной колонне необходимо открыть модуль «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТВОЛА», интерфейс которого представлен на рисунке 9.

Смещ.	900	Azпр	170	Hпроект	2100													
Длина по стволу	Угол	Азимут	X смещение	Z вертикаль	до круга на ближнюю кромку	до круга на центр	до круга на дальнюю кромку	Угол ближнюю кромку	угол на центр	Угол дальнюю кромку	Азимут на левую кромку	Азимут на центр	Азимут на правую кромку	До пласта	Интенсивность по зенитному углу, град/10м	Интенсивность по азимуту, град/10м	Пространственная интенсивность, град/10м	
890	7,6	129,5	9,09	889,44	840,95	890,95	940,95	34,79	36,35	37,86	167,34	170,56	173,77	1210,56	0,40	0,50	0,41	
900	8	130	10,13	899,35	839,92	889,92	939,92	34,97	36,55	38,06	167,40	170,62	173,83	1200,65	0,40	0,50	0,41	
910	8,4	130,5	11,23	909,25	838,84	888,84	938,84	35,16	36,74	38,25	167,45	170,68	173,89	1190,75	0,40	0,50	0,41	
920	8,8	131	12,38	919,14	837,69	887,69	937,69	35,35	36,93	38,45	167,51	170,74	173,96	1180,86	0,40	0,50	0,41	
930	9,2	131,5	13,60	929,01	836,48	886,48	936,48	35,54	37,13	38,65	167,57	170,80	174,03	1170,99	0,40	0,50	0,41	
940	9,6	132	14,89	938,88	835,21	885,21	935,21	35,73	37,32	38,85	167,63	170,87	174,10	1161,12	0,40	0,50	0,41	

Рисунок 9 – Модуль «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТВОЛА»

В данном модуле в соответствии с выданным заданием выбираются необходимые азимутальный и зенитный углы, обеспечивающие попадание в круг допуска.

Необходимо учесть, что J-образный профиль состоит из вертикального участка, участков набора и стабилизации зенитного угла, и горизонтального окончания.

S-образный профиль включает в себя вертикальный участок, участки набора зенитного угла, стабилизации (может отсутствовать) и падения зенитного угла.

Интенсивность увеличения зенитного угла может варьироваться от 0 до 2,5° на 10 метров, суммарная величина не должна превышать 90°. Азимут имеет первоначальное значение 100°, изменение может составлять от 0 до 90° (то есть величина регулируется в пределах от 100° до 190°).

На рисунках 10 и 11 представлены модули «ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ» и «ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ» соответственно.

Данные модули визуализируют процесс проводки ствола скважины от устья до забоя в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно. Красным цветом обозначена зона круга допуска.

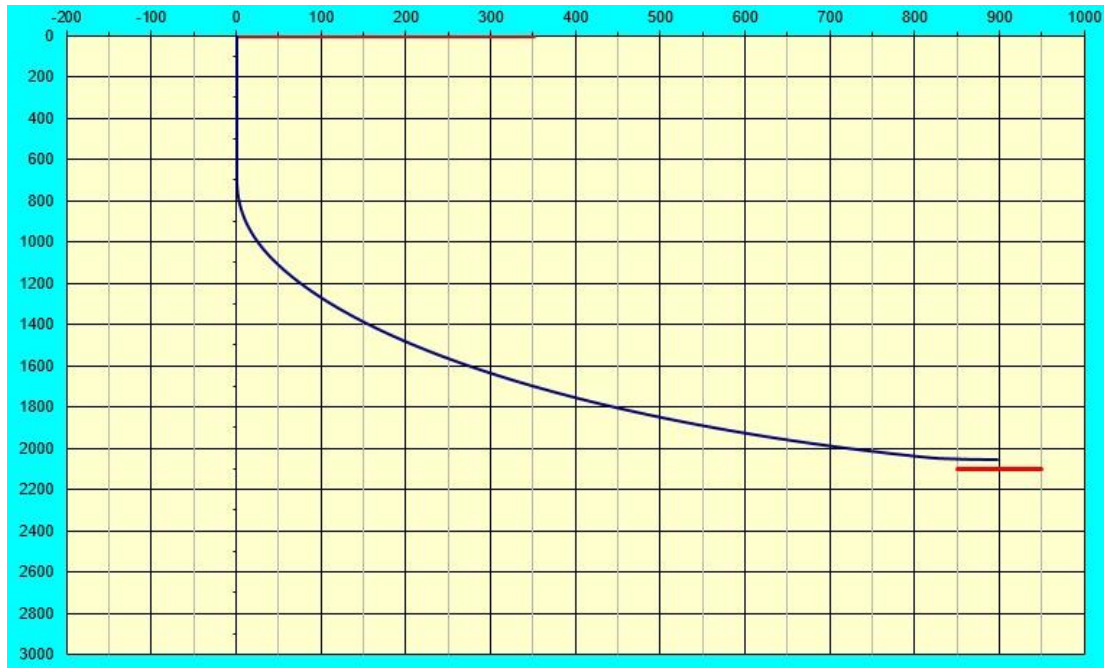


Рисунок 10 – Вертикальная проекция профиля ствола скважины

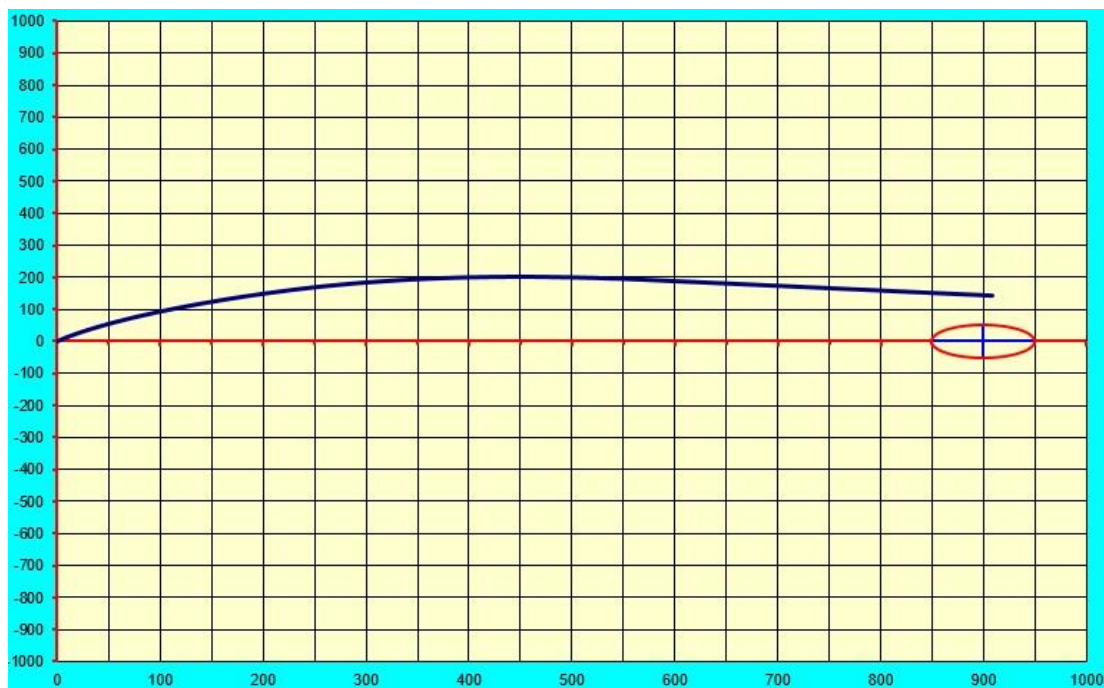


Рисунок 11 – Горизонтальная проекция профиля ствола скважины

Успешным проектированием профиля ствола скважины является попадание в круг допуска, что соответствует реальным производственным требованиям.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Выполнение работы заключается в подборе компоновки низа бурильной колонны, расчете меры инструмента и проектировании профиля ствола скважины.

Лабораторная работа выполняется на тренажере «Интеллектуальная проводка скважин» с применением ЭВМ.

Отчет оформляется на отдельных листах формата 297×210 мм, снабжается титульным листом и оглавлением. Листы сшиваются и нумеруются.

На титульном листе отчета ставятся дата и подпись магистранта, выполнившего лабораторную работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булатов, А.И. Справочник инженера по бурению: в 4 кн. Кн. 1. / А.И. Булатов, А.Г. Аветисов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1993. – 391с.
2. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: справочное издание / А.Г. Калинин [и др.]; УГНТУ. – М.: Недра, 1997. – 648 с.
3. Нефтегазовое дело: в 6 т. Т.2: Бурение нефтяных и газовых скважин / Ф. А. Агзамов [и др.]; ред. А.М. Шаммазов; УГНТУ, каф. БНГС, каф. НГПО. – СПб.: Недра, 2012. – 436 с.