

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

Расчет и обоснование параметров субрегулярной системы площадных
наблюдений 3D на примере участка Краснодарского края

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 501 группы направления подготовки
05.03.01 «Геология» геологического факультета

СГУ им. Н.Г.Чернышевского

Плотникова Николая Юрьевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2019

Введение. Актуальность темы исследования определяется тем, что большие и относительно неглубоко залегающие месторождения понемногу истощаются, а поиск и разработка новых нефтегазовых структур существенно сложнее по глубине, поверхностным условиям, геологическому строению. Важную роль при решении данных усложняющихся проблем играет сейсморазведка.

На этапе поисковых сейсмических исследований сегодня применяются как 2D, так и 3D технологии. По результатам 2D работ выдаются рекомендации на бурение поисковых скважин. Затем целесообразно проводить детальные сейсморазведочные работы 3D, результаты которых используются для детализации контуров месторождения и проектирования разработки, уточняются запасы. Недооценка необходимости проведения детальных сейсморазведочных работ в достаточном объеме на этом этапе может повлечь за собой серьезные экономические ошибки при планировании разработки месторождений.

В современном развитии технологии 3D обращает на себя внимание увеличение доли 3D в общих объемах сейсморазведки (все большее число нефтяных и газовых месторождений, вводимых в разработку, покрывается съемками 3D). Сфера применения сейсморазведки 3D в геологоразведочном процессе расширяется, если изначально 3D -сейсморазведка использовалась для уточнения запасов и оптимизации разработки уже эксплуатируемых месторождений, то теперь 3D, благодаря высокой информативности, все чаще применяется на поисковом этапе. За счет повышения производительности технических средств, совершенствования организации и технологии сбора данных снижается стоимость единицы объема съемки 3D.

Подобные тенденции развития трехмерных методик позволяют говорить о том, что их разработка и оптимизация особенно актуальна в настоящее время.

Целью настоящей бакалаврской работы являлось исследование результатов применения субрегулярной системы площадных наблюдений 3D

на примере учебного участка. При этом использованы материалы, которые были получены в период практики.

Для достижения указанной цели поставлены задачи:

1. Описать характеристику геолого – геофизических условий участка района работ.
2. Проанализировать кратко теоретические представления о системах наблюдения 3D.
3. Описать принципы определения оптимальных параметров и их расчета,
4. Изложить математическое обоснование и порядок расчета системы наблюдения.
5. Исследовать методику и результаты проведения работ по расчету субрегулярной системы 3D на примере учебной площади.

Основное содержание работы. Раздел 1 содержит описание административно-географического положения территория исследования. Исследования велись на равнине, с широко развитой системой гидротехнических сооружений (каналы, рисовые чеки и т.д.), при этом сельскохозяйственные угодья занимали большую часть территории съемки (порядка 70%). Колебания абсолютных отметок рельефа составляли от -1.5 м до +6.5 м.

Описываемая площадь покрыта сетью грунтовых дорог, пролегающих вдоль дамб и рисовых чеков. Именно геометрия этих дорог и дамб большей частью определила реальное расположение линий возбуждения колебаний и приема на местности.

Формирование осадочной толщи региона происходило в сложной палеогеологической обстановке, характеризующейся чередованием седиментационных и эрозионных этапов, о чем свидетельствуют часто наблюдаемые в разрезах перерывы и угловые несогласия. Длительные перерывы в осадконакоплении были в мезозойскую эру, на границе мела и

палеоцена, а в отдельных сейсмостратиграфических комплексах отмечаются и внутриформационные размывы.

В тектоническом отношении площадь расположена в пределах западной части северного борта Западно-Кубанского прогиба (ЗКП). В строении ЗКП выделяются три структурных этажа. Нижний структурный этаж представлен отложениями нижней и средней юры. Несогласно залегающий верхнеюрский терригенно-карбонатный комплекс отложений образует второй самостоятельный структурный этаж. В северной части площади отложения второго структурного этажа разбиты сетью разрывных нарушений северо-западного простирания. Наблюдением 3D предполагалось изучение и верхнего структурного этажа, сложенного меловыми и палеоген-неогеновыми отложениями. Вдоль борта прогиба прослеживаются зоны выклинивания (вверх по восстанию) отдельных толщ нижней и средней частей майкопской серии. В среднем миоцене тектоническая активность региона ослабевала. Вдоль северного борта ЗКП накапливались косослоистые фации бокового наращивания палеобассейна, мощность осадков в юго-западном направлении резко сокращается. В северной части площади работ вдоль зоны косослоистых фаций получили развитие разрывные нарушения сбросового характера, связанные с оползневыми явлениями в пластичных глинах верхнего Майкопа.

Разрывные нарушения преимущественно субширотного направления обусловили блоковое строение тортонского комплекса. В нефтегазоносном отношении перспективность площади работ обусловлена территориальным положением среди крупных газонефтяных районов. К востоку и северо-востоку от территории съемки расположены несколько газоконденсатных месторождений, приуроченных к нижнемеловым терригенным образованиям. Причем нефтегазопроявления на них наблюдались из отложений различного возраста, залегающих в интервале нижнего мела до понтических отложений.

Раздел 2 содержит описание теоретических **основ** систем наблюдения 3D. В настоящее время системы наблюдения 3D условно разделяют на 3 группы:

1. Регулярные площадные системы наблюдений.
2. Субрегулярные площадные системы.
3. Нерегулярные системы 3D.

Регулярные площадные системы наблюдений применяются в сравнительно благоприятных поверхностных условиях (степи, полупустынные участки суши, а идеальный вариант - акватории морей и океанов). В таких условиях равномерное распределение общих средних точек по участку исследования можно легко достигнуть, если имеется возможность размещения по площади работ линий источников и приемников по опять же равномерной двумерной сетке с фиксированным расстоянием между источниками и приемниками (например, по прямоугольной или квадратной сети). На данный момент регулярные площадные системы достаточно высокой сложности являются приоритетными в практике сейсморазведочных работ, поскольку именно они обеспечивают наиболее изометричную форму пространственных годографов, а также равномерное распределение азимутов подхода сейсмических лучей и спектров удалений источник - приемник в бинах (подробнее речь об этих параметрах пойдет ниже).

Нерегулярные системы наблюдений применяют в трудных физико-географических условиях проведения наземных полевых работ (горные условия, транзитные зоны суша - море, высокая урбанизация территории и т.п.). Для такого рода систем, очевидно, распределение вышеуказанных параметров существенно хуже. Кроме того, в пределах площади съемки, как правило, отмечаются значительные колебания поля кратности перекрытия.

Субрегулярные системы представляют собой нечто среднее между первым и третьим типами систем 3D. Очевидно, что при отсутствии возможности применения регулярной системы наблюдения, целесообразно проектировать субрегулярную систему 3D, поскольку она обеспечит

распределение основных параметров, в любом случае, лучше, чем при полностью нерегулярной системе наблюдения.

Применяются самые разнообразные расстановки 3D, характеризуемые разным взаиморасположением линий возбуждения и приемных линий, и которые получили свои названия из-за геометрических форм и фигур, образованных ЛВ и ЛП, если рассматривать их в плане. При проектировании обычно выбирают наиболее оптимальный вид расстановки исходя из специфики поверхностных условий - наличия имеющихся просек или дорог, например, при планировании 3D в тайге, наличия в контуре участка съемки болот, техногенных препятствий и т.п.

В разделе 3. даны определения основных понятий, используемых на всех этапах работ с данными 3D-сейсморазведки и показать основные принципы их расчета. Среди таковых:

блок; продольное направление, поперечное направление; полоса наблюдения; куб сейсмических данных; шаг пространственной дискретизации по поверхности и по глубине; размер бина; бининг; полномерные и неполномерные системы наблюдений; величина характеристического отношения A ; расстояние между линиями приема; кратность накопления ОСТ; единичная ячейка (клеткой); наибольший минимальный вынос X_{\min} ; величина максимального удаления источник возбуждения – приемник; дополнительная апертура (площадь) миграции; плотность пунктов возбуждения.

Раздел четвертый посвящен выбору и расчету параметров системы. Изначально, в зависимости от размеров и пропорций изучаемых объектов решается вопрос о шаге пространственной дискретизации по поверхности или расстоянии между пунктами приема на ЛП и пунктами возбуждения на ЛВ - δx и δy . Исходя из этого, шаг пространственной дискретизации по глубине может быть определен из соотношения:

$$\begin{cases} \sigma_x = \frac{\delta_x}{2} \\ \sigma_y = \frac{\delta_y}{2} \end{cases} \quad (1)$$

Затем, руководствуясь имеющимися техническими средствами (канальность сейсмостанции и наличие групп сейсмоприемников) определяется величина перекрытия по оси Y, обуславливаемая количеством линий приема в блоке:

$$N_y = W \quad (2)$$

и кратность по оси X, которая будет в дальнейшем обуславливаться шагом перекоммутации блоков по полосе или расстоянием между линиями возбуждения. Соответственно, суммарная кратность будет:

$$N_{xy} = N_x N_y \quad (3)$$

Подбираемое количество каналов в линиях приема должно удовлетворять двум условиям: обеспечивать необходимую кратность перекрытий N_x и быть кратным 12. Из него определяется общее число каналов в блоке:

$$Q = m_x W \quad (4)$$

Расстояние между линиями приема ΔY , как правило, выбирается в два раза больше глубины до первого целевого горизонта и кратным δ_y .

Расстояние между линиями возбуждения ΔX рассчитывается исходя из заданных величин m_x , δ_x , и N_x :

$$\Delta X = \frac{m_x \delta_x}{2N_x} \quad (5)$$

Наибольший минимальный вынос рассчитывается по формуле:

$$X_{min} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (6)$$

Этот параметр имеет довольно формальное значение и в дальнейшем для расчетов не требуется.

Затем рассчитывается число источников (пунктов возбуждения) на ЛВ в каждом блоке, необходимое для поддержания проектной кратности по оси Y:

$$m_y = \frac{2N_y \Delta X}{\delta_y} \quad (7)$$

По уже определенным параметрам рассчитывают величины максимальных удалений отдельно по осям X и Y:

$$X_{\max} = \frac{m_x - 1}{2} \delta_x \quad (8)$$

при условии, что линия возбуждения проходит через центры каждой линии приема, и:

$$Y_{\max} = \Delta Y \frac{W-1}{2} + \left(\frac{m_Y}{2} - 1 \right) \delta_Y + \frac{L}{2} \quad (9)$$

также при условии, что линии приема располагаются симметрично относительно центра линии возбуждения и L - величина окна на ЛВ, если оно, конечно, предусмотрено. По этим, данным рассчитывают максимальное удаление по обеим осям S_{\max} :

$$S_{\max} = \sqrt{X_{\max}^2 + Y_{\max}^2} \quad (10)$$

Величина S_{\max} должна быть сопоставима с глубиной до последнего целевого горизонта и не слишком превышать ее.

Затем из схемы набора кратности по оси X определяют, какое количество приборов можно сэкономить на крайних блоках полосы для дальнейшей перекоммутации, чтобы при этом не сместить контур полной кратности по этой оси.

После расчета основных параметров наступает следующий этап проектирования, осуществляемый на основании исходной информации о топографической основе участка с рельефом дневной поверхности; об объектах, препятствующих обработке регулярной сети 3D (водные объекты, лесные насаждения, сети дорог, сетевые сооружения, скважины, строения и сооружения); блоке приемной расстановки.

С помощью специализированных компьютерных программ выполняется коррекция расположения пунктов приема (ПП) и возбуждения (ПВ) с контролем поля кратности. В последующем по результатам проектирования с учетом всей полученной информации составляется сценарий обработки площади.

В пятом разделе описаны результаты работ. Приводятся некоторые специфические особенности расчета субрегулярной системы наблюдения 3D, которая применялась при обработке двух участков Учебной площади: участка 1 и участка 2. В отличие от регулярных площадных систем для субрегулярных не существует единого подхода для размещения линий возбуждения и приема по площади исследования, поскольку все это обуславливается исключительно поверхностными условиями.

Параметры площадной расстановки рассчитывались исходя из следующих положений:

1. Наличие 700-канальной телеметрической станции «Sercel-SN-388». Поэтому общее число активных каналов в блоке W не должно было превышать 700.

2. Количество групп сейсмоприемников позволяло осуществить полную размотку в пределах блока не более чем 4-6 приемных линий (в зависимости от числа каналов на каждой ЛП). На коммутацию (пассивные каналы) от них оставалась незначительная часть.

3. Исходя из горизонтальных размеров отдельных блоков, которые составляли первые сотни метров, шаг пространственной дискретизации по поверхности был выбран равным 50×50 метров, а по глубине, соответственно, 25×25 метров.

4. Общая кратность перекрытия N_{xy} была выбрана равной 24.

5. Максимально допустимое проседание кратности в пределах площади съемки не должно было быть меньше величины $N_{xy}=15$.

6. Глубина до нижнего целевого горизонта составляла 4000 метров, а глубина верхнего целевого горизонта в расчет не бралась, поскольку расстояние между приемными линиями выбиралось по другому.

Все остальные параметры либо задаются, либо рассчитываются таким образом, чтобы они удовлетворяли исходным.

Заключение. В сложных поверхностных условиях была синтезирована субрегулярная системы наблюдений 3D. Для отработки Учебной площади (53.0 км²) были рассчитаны параметры :

1	Плотность пунктов возбуждения	112ПВ/км ²
2	Шаг дискретизации по поверхности	50×50м
3	Шаг дискретизации по глубине	25×25м
4	Размер площадки бина	25×25 м
5	Кратность перекрытия по оси X	6
6	Кратность перекрытия по оси Y	4
7	Суммарная кратность	24
8	Количество каналов в линии приема	144
9	Количество линий приема	4
10	Количество каналов в блоке	576
11	Количество пунктов возбуждения в блоке	32-88 (преобладают 56
	- 64)	
12	Расстояние между пунктами приема	50 м
13	Расстояние между пунктами возбуждения	50 м
14	Окно в центре линии возбуждения	50 м
15	Расстояние между линиями приема	200 - 550 м
	(преобладают 350 м - 400 м)	
16	Расстояние между линиями возбуждения	250 - 800 м (преобладает
	600 м)	
17	Размер единичной клетки	250×200 м - 800×550 м
	(преобладают 600×350 м - 600×400 м)	
18	Наибольший минимальный вынос X_{mjn}	320 м - 1002 м
	(преобладают 695 м - 721м)	
19	Максимальное удаление по оси X	3575 м
20	Максимальное удаление по оси Y	1075 м- 3000м
	(преобладают 1975 м – 2175 м)	
21	Максимальное удаление по осям X, Y	3733 м - 4667 м
	(преобладают 4048 м - 4185 м)	
24	Суммарное количество пунктов возбуждения	5956