

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

Кафедра геофизики

**Определение подсчётных параметров продуктивных пластов
Мишаевского месторождения по данным ГИС
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 5 курса 531 группы
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
профиль «Геолого-геофизический сервис»
геологического факультета
Нуркова Артема Евгеньевича

Научный руководитель

Ассистент кафедры

подпись, дата

В.В. Тимофеев

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2025

Введение. Комплекс геофизических исследований определяется в зависимости от поставленных геологических задач, геолого-геофизической характеристики изучаемого разреза, степени его изученности и условий скважинных измерений. В интервалах залегания продуктивных пластов каротаж проводят в масштабе глубин 1:200, по всему разрезу скважин 1:500.

Для детальных геологических исследований, решения вопроса о наличии полезных ископаемых, а также для подсчетов их запасов бурят скважины, которые изучают с помощью геофизических методов исследования скважин (ГИС). ГИС необходимы также для надежной интерпретации результатов исследований полевыми геофизическими методами.

Эффективное решение геологических и технологических задач возможно только на основе комплексного применения геофизических методов, имеющих различную петрофизическую основу (электрических, радиоактивных, акустических и т. д.). Сходство задач и способов их решения для различных районов позволяет устанавливать типовые комплексы геофизических исследований скважин, пробуренных с целью поисков и разведки.

В бакалаврской работе объектом изучения является Мишаевское месторождение, где в процессе бурения скважин проводились геофизические исследования и определение подсчётных параметров продуктивных пластов Мишаевского месторождения и интерпретация геофизических данных.

Целью бакалаврской работы Определение подсчётных параметров продуктивных пластов Мишаевского месторождения по данным ГИС.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- собрать и проанализировать геолого-геофизические материалы, характеризующие геологическое строение и нефтеносность Мишаевского месторождения;
- рассмотреть теоретические основы проведения геофизических исследований;
- рассмотреть методы интерпретации геофизических исследований;

- изучить литолого-стратиграфический разрез по данным ГИС,
- выделить пласты коллекторы по данным интерпретации геофизических каротажей;
- определить коэффициенты пористости, проницаемости и нефтенасыщенности коллекторов по ГИС;
- определить характер насыщения пород-коллекторов по соотношению методов, основанных на исследовании керна и ГИС.

Бакалаврская работа состоит из 3 разделов: общие сведения об участке работ, геолого-геофизическая изученность, методика геофизических исследований, результаты интерпретации геофизических исследований, введения, заключения, списка использованных источников и 3 графических приложений.

Основное содержание работы: Мишаевское месторождение расположено в пределах Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа-Югры Тюменской области Российской Федерации.

Планомерное изучение геологического строения Среднего Приобья начато с конца 40-х годов. В период с 1947 по 1957 гг. геолого-геофизические исследования носили региональный характер: поиски крупных положительных структурно-тектонических элементов и выявление общих закономерностей в геологическом строении складчатого фундамента и района в целом.

Площадными сейсморазведочными работами методом отраженных волн (МОВ) масштаба 1:100000 (СП 13/65-66, 7/66-67 Ханты-Мансийского геофизического треста), направленными на уточнение тектонического строения северного и северо-западного склонов Нижневартовского свода, куда входит Мишаевское месторождение.

По материалам сейсмических работ МОГТ в 1986 г. выявлена и подготовлена Мишаевская структура.

Мишаевское месторождение открыто в 1998 г. поисковой скважиной 178П, пробуренной в северо-западной части Северо-Мишаевской структуры. В результате испытания получен приток нефти из пласта ЮВ₁¹.

Основными нефтесодержащими объектами и объектами эксплуатации являются залежи пластов группы Ач и ЮВ₁¹. Промышленная нефтеносность в пределах участка установлена также в продуктивных пластах БВ₃, ЮВ₀.

В геологическом строении Мишаевского месторождения принимают участие песчано-глинистые отложения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла подстилаемые эффузивно-осадочными, осадочными пермо-триасовыми породами и метаморфическими и изверженными породами палеозойского возраста.

Согласно тектонической карте мезозойско-кайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы Мишаевское месторождение расположено на стыке двух структур I порядка – Нижневартовского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы. Южная часть Мишаевского лицензионного участка находится в пределах Покачевского куполовидного поднятия, структуры II порядка, осложняющей северный склон Нижневартовского свода, а северная часть изучаемой территории захватывает южный борт Могулторского прогиба, небольшая юго-восточная часть участка располагается на территории Северо-Покачевской моноклинали - структуры II порядка, осложняющие юго-западную часть Северо-Вартовской мегатеррасы. По результатам сейсморазведочных работ в пределах Покачевского куполовидного поднятия и Северо-Вартовской мегатеррасы выявлены многочисленные структуры III и IV порядка.

Мишаевское месторождение относится к Нижневартовскому нефтегазоносному району Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

На Мишаевском месторождении залежи выявлены в васюганской свите горизонта ЮВ₁ (пласт ЮВ₁¹) и в литологических ловушках нижнего мела (Ач, БВ₃).

Пласт ЮВ₁¹ является основным объектом, в котором сосредоточены запасы Мишаевского месторождения. Залежь характеризуется сложным строением, проявляющимся в неравномерном распределении эффективных толщин, наклонных контактах и многочисленных зонах замещения,

осложняющих гидродинамическую связь между коллекторами, как в плане, так и по разрезу. По типу залежь относятся к пластово-сводовым, с литологическими и тектоническими экранами.

Пласт ЮВ₁¹ представлен песчаниками серыми, средне-мелкозернистыми, слюдистыми, пиритизированными. По материалам сейсморазведки 2Д и 3Д и бурению новых скважин, пласте ЮВ₁¹ выделяется как единая залежь с Северо-Покачевской залежью. Мишаевская часть этой залежи пласта ЮВ₁¹ разделена тектоническими нарушениями на три блока с различными отметками ВНК. Запасы оценены по категориям А, В₁, В₂.

Методика исследования. Результаты геофизических исследований и работ в скважинах являются одним из основных видов геологической документации скважин, бурящихся для поисков, разведки и добычи нефти и газа. Их применяют для решения геологических, технических и технологических задач, возникающих на всех этапах жизни скважины.

Геофизические исследования скважин (ГИС) месторождения проводятся с целью решения следующих геологических и технических задач:

- литологического и стратиграфического расчленения разреза, определения глубин залегания и толщин пластов;
- корреляции разрезов скважин с целью изучения строения месторождения, структуры геологических объектов, характера их фациальной изменчивости;
- выделения коллекторов нефти и газа, изучения особенностей распространения их по площади месторождения, оценки характера насыщения, коэффициентов пористости, нефтегазонасыщенности, проницаемости;
- контроля технического состояния скважин и проводимых в них работ (измерение диаметра скважин, кривизны, выделение интервалов притока и поглощения воды, затрубной циркуляции, определения качества цементирования колонны и мест ее повреждения).

В комплекс основных методов, применяемых по всему стволу скважины и выполняемых в масштабе 1:500, в интервалах залегания перспективной части с обязательным перекрытием всех перспективных интервалов в масштабе 1:200:

- стандартный каротаж (КС, ПС);
- боковое каротажное зондирование (6 зондов БКЗ + ПЗ);
- микрозондирование (МК);
- боковой каротаж (БК);
- микробоковой каротаж (БМК);
- индукционный каротаж (ИК);
- радиоактивный каротаж (НКТ, ГК);
- плотностной каротаж (ГГКП);
- акустический каротаж (ДТ);
- кавернометрия (ДС);
- микрокавернометрия (МДС);
- резистивиметрия;
- инклинометрия.

Геофизические исследования в скважине включают измерение, передачу, регистрацию и предварительную обработку информации. Для их осуществления служат наземные лаборатории, глубинные приборы и спуско-подъемное оборудование. Перед проведением ГИС бурение прекращают и буровой инструмент извлекают на поверхность. Глубинные приборы в этом случае соединяют со станцией специальным геофизическим кабелем, который служит для их транспортировки по стволу скважины, электропитания и передачи информации.

Геофизические измерительные станции служат для питания скважинной аппаратуры, контроля процесса каротажа, регистрации и предварительной обработки получаемой информации. Они позволяют проводить измерения всеми геофизическими методами. Запись диаграмм регистрируется в аналоговой и цифровой форме в компьютеризированной лаборатории

Выделение коллекторов и определение эффективных толщин производится

с использованием, установленных для них прямых и косвенных качественных признаков и количественных критериев.

Прямые качественные признаки движения флюидов в поровом пространстве коллектора обусловлены проникновением в пласты фильтрата промывочной жидкости (ПЖ). При разбуривании терригенных и карбонатных коллекторов на пресной глинистой ПЖ при достаточной репрессии на пласты признаками проникновения служат: наличие глинистой корки, наличие радиального градиента сопротивления по данным разноглубинных установок методов сопротивления (МЗ, БКЗ, БК, МБК, ИК), изменение показаний методов ГИС при проведении повторных временных исследований.

Косвенные качественные признаки коллекторов отражают присутствие, но не передвижение в породе свободных флюидов, т.е. по своим емкостным свойствам могут принадлежать к коллекторам. К таким признакам относятся: аномалии на кривой самопроизвольной поляризации (ПС), низкие показания на кривой гамма-метода.

Эффективность выделения коллекторов по качественным признакам существенно зависит от технологических и геологических факторов: репрессии на пласт, свойств ПЖ, интервала времени между разбуриванием и исследованием разреза, эффективной толщины коллекторов.

Выделение коллекторов по количественным критериям основано на отличии их ФЭС (k_n , $k_n.эф$, k_{np} и т.д.) от вмещающих пород при высокой достоверности оценки параметров по данным ГИС.

Важнейшей частью геологической информации является отбор керна и шлама в процессе бурения и его детальные лабораторные исследования. С их помощью изучают петрофизические, текстурно-структурные, фильтрационно-емкостные, петрографические и другие свойства пород. Петрофизические зависимости связывают лабораторные исследования керна и геофизические параметры пласта, получаемые при ГИС. Итогом является информация о литологии, пористости и характер насыщенности пласта.

Результаты исследований. На Мишаевском месторождении выполнен

комплекс промыслово-геофизических исследований по поисково-разведочным скважинам 137П, 141П, 145П, 150П, 178П, 179П, 181П, 183П, 184П, 113Р, 110Р, 201П, 105Р, 107Р.

Обработка и интерпретация данных ГИС выполнялась, в основном, с помощью автоматизированных систем «Solver» и «Геопоиск».

Проведенные геофизические исследования скважин на Мишаевском месторождении включали общие, детальные и специальные комплексы ГИС.

Общие исследования (стандартный и радиоактивный каротаж) выполнены в масштабе глубин 1:500 по всему разрезу скважин изучаемого месторождения.

Детальные исследования проведены в продуктивных интервалах разреза (пластов АВ₂, БВ₅, БВ₆, Ач₂ и ЮВ₁) в масштабе 1:200.

Проведена оценка ГИС для комплексной количественной интерпретации – выделение пластов-коллекторов, определение характера насыщения и подсчетных параметров (k_n , k_n , k_{np}).

Литологическое расчленение разреза, выделение коллекторов, установление и обоснование межфлюидных контактов, выделение эффективных толщин, определение характера насыщения и фильтрационно-емкостных параметров пород-коллекторов проводилось на основе комплексной интерпретации данных ГИС.

Выделение коллекторов на Мишаевском месторождении осуществлялось как по прямым качественным признакам, так и по количественным критериям. Выделенные интервалы коллекторов в скважинах, где проведены опробования, дали притоки пластовых флюидов, что подтверждает достоверность их выделения по материалам ГИС.

Определение исходных геофизических параметров для последующей литолого-петрофизической интерпретации материалов ГИС проводилось, в основном, с помощью автоматизированной системы «ГеоПоиск».

Наиболее используемыми для определения пластов-коллекторов и их ФЭС являются следующие геофизические параметры: удельное сопротивление пласта (ρ_n), относительный параметр потенциалов собственной поляризации

(α_{nc}) и т.д.

Для ачимовских пластов и ЮВ₁¹ в качестве «опорного» принимался слабоглинистый коллектор в интервале пласта БВ₆. Для пласта БВ₃ в качестве опорных пластов выбирались, как правило, наиболее чистые водоносные коллекторы с максимальной амплитудой ПС в интервале пластов БВ₁₋₂.

Определение коэффициента пористости коллекторов является основой для оценки коэффициента пористости по комплексу данных стационарных нейтронных методов служит палетка изображенная на рисунке 1, построенная по результатам определения средней величины k_n по керну в интервалах прослоев, в которых по ГИС определены нейтронная пористость (водородосодержание) W по НКТ и относительная амплитуда метода ПС- α_{nc} . Предварительно керн был привязан по глубинам к кривым ГИС.

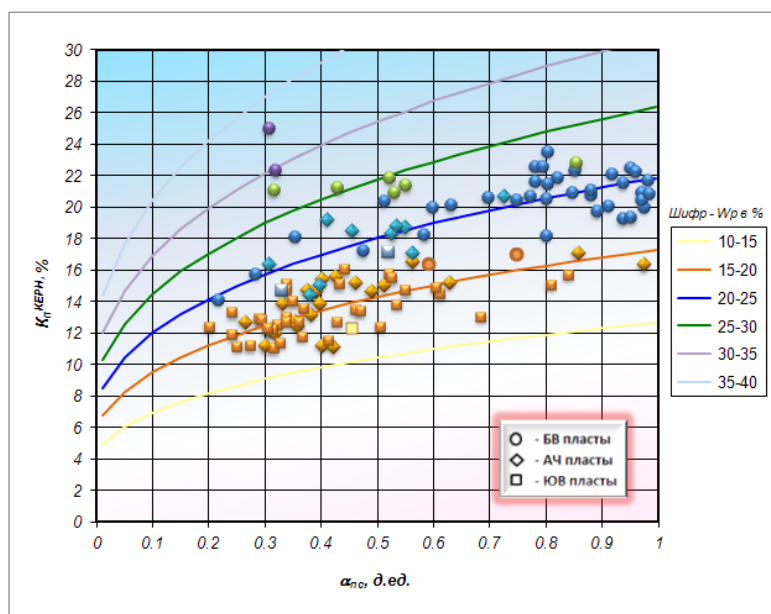


Рисунок 1 - Палетка для определения величины k_n по комплексу методов НК-ПС

Определение проницаемости коллекторов. В связи с тем, что запасы пласта ЮВ₁¹ и ачимовских отложений попадают под категорию трудноизвлекаемых запасов, то с учетом нового керна по скважине 110Р было проведено обоснование прямой зависимости $K_{пр}=f(K_p)$ для пласта ЮВ₁¹ и всех продуктивных пластов горизонта Ач-Ач₁, Ач₂², Ач₃.

Определение характера насыщенности и прогноз притока выполняется для

оценки характера насыщенности. Сопоставляются ρ_n с α_{nc} по опробованным интервалам с разным характером притока (нефть, нефть с водой, вода с нефтью).

Для пласта БВ₃ при сопротивлении более 5,2 Ом·м следует ожидать при испытании притоки безводной нефти или нефти с небольшим количеством воды, а при сопротивлении ниже 4,7 Ом·м вероятен приток воды. Интервал УЭС 4,7-5,2 Ом·м определяется как ожидаемый по смешанному притоку флюидов. По результатам сопоставления ρ_n – α_{nc} критическое сопротивление для коллекторов ачимовских отложений составляет $\rho_n \geq 6,5$ Ом·м для чистой нефти, а интервал ρ_n 6,2-6,5 Ом·м неоднозначен по характеру притока. Для пласта ЮВ₁¹ критическое сопротивление установлено на уровне 5-5,5 Ом·м, при УЭС ниже этого значения вероятен водонасыщенный приток.

Для пластов ачимовских отложений получается, что коллекторы с ρ_n больше 7,5-8,0 Ом·м должны отдавать при опробовании притоки безводной нефти и при УЭС пластов-коллекторов менее 6,7-5,7 Ом·м – притоки воды. Принятые критические величины ρ_n для ачимовских отложений несколько условны в связи с небольшим объемом опробований коллекторов этих отложений.

Определение ФЭС по данным керна. Основой для привязки керновых данных к диаграммному материалу комплекса ГИС является связь между коллекторскими свойствами и геофизическими параметрами ($\rho_p = f(K_p)$, $K_p = f(\Delta U_{сп})$, $K_{во} = f(\rho_k^{мпз} - \rho_k^{мгз})$, $K_{гл} = f(\Delta U_{сп})$ и др.), при этом учитывается и литологическое описание керна.

Особое внимание уделялось привязке керна к проницаемым прослоям. К породам-коллекторам были отнесены алевро-псаммиты с коллекторскими свойствами выше граничных значений “коллектор-неколлектор”, а именно для пласта БВ₁₀ при $K_p \geq 16,6$ %, $K_{пр} \geq 0,48 \cdot 10^{-3}$ мкм², $K_{во} \leq 74,1$ %, для ачимовской толщи при $K_p \geq 12,7$ %, $K_{пр} \geq 0,26 \cdot 10^{-3}$ мкм², $K_{во} \leq 71,8$ %, для пласта ЮВ₀-Ач при $K_p \geq 11,7$ %, $K_{пр} \geq 0,29 \cdot 10^{-3}$ мкм², $K_{во} \leq 74,8$ %, для пласта ЮВ₁ и ЮВ₂ при $K_p \geq 11,2$ %, $K_{пр} \geq 0,17 \cdot 10^{-3}$ мкм², $K_{во} \leq 75,1$ %.

Предельные и средние значения параметров, определяемых по данным керна Мишаевского месторождения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Предельные и средние значения параметров, определяемых по данным керна Мишаевского месторождения

Залежь, часть пласта	Пористость (Кп),%					Проницаемость (Кпр), 10^{-3} мкм ²					Остат.водонасыщ. (Кво),%				
	К-во скв.	К-во опр.	min	max	Средне- взвеш.	К-во скв.	К-во опр.	min	max	Средне- взвеш.	К-во скв.	К-во опр.	min	max	Средне- взвеш.
БВ₃															
В целом	1	11	11,4	23,4	19,80	1	11	0,7	147,2	28,9	1	8	30,2	64,8	47
БВ₇															
	1(110)	12	3,9	19,34	12,9	1(110)	12	0,01	18,56	2,12	1(110)	10	43,39	97,77	74,5
Ач₂¹															
В целом	1(113)	34	7,88	17,09	15,00	1(113)	134	0,02	2,08	0,39	1(113)	132	53,27	98,35	77,5
Ач₂²															
В целом	1	34	13,5	21,7	18,6	1	26	0,2	61,5	21,97	1	25	33,1	72,4	44,1
Ач₃															
В целом	4	25	11,5	21,2	16,00	4	27	0,2	28,14	5,51	4	15	37,3	83,4	52,1
ЮВ₀															
	1(110)	74	5,09	22,07	13,10	1(110)	72	0,01	5,83	0,59	1(110)	70	48,35	98,1	80,50
ЮВ₁¹															
В целом	7	84	11,2	18,3	13,7	6	56	0,19	133	8,89	7	80	38,9	75	58,0
	1(110)	43	1,74	18,24	12,9	1(110)	43	0,01	15,8	1,66	1(110)	39	46,07	99,63	68,4
	1(113)	19	2,61	15,74	10,1	1(113)	18	0,01	2,39	0,6	1(113)	15	52,99	97,63	79,7
ЮВ₂															
В целом	1(110)	36	1,69	13,2	10,1	1(110)	33	0,01	0,5	0,11	1(110)	31	84,12	98,4	94,9

Закключение. В бакалаврской работе изучен геологический разрез, тектоническое строение Мишаевского месторождения. Рассмотрена методика расчленения разреза, определения пластов-коллекторов - геофизическим каротажем. Рассмотрен комплекс геофизических исследований: стандартный каротаж (ПС. КС), РК (НГК+ГК), БК, ИК, МКЗ, БКЗ, АК, ДС проведенный в процессе бурения в скважинах Мишаевского месторождения.

В результате выполненной работы, в процессе бурения скважин Мишаевского месторождения, по данным геофизических исследований, определялся разрез скважин, были выделены продуктивные терригенные пласты васюганской свиты ЮВ₁¹, ачимовского комплекса Ач и ванденской свиты БВ₃. Характер насыщения пластов – нефть.