

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

Кафедра геофизики

«Выделение нефтепродуктивных терригенных коллекторов меловых и
юрских отложений на Рождественском месторождении (Западная Сибирь) по
данным геофизических исследований скважины №729»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 Геология
профиль «Нефтегазовая геофизика»
геологического ф-та
Алексеева Вячеслава Владиславовича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

Б.А. Головин

Зав. кафедры

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.В. Волкова

Саратов 2025

Введение. При выделении пластов-коллекторов важное место занимают геофизические исследования скважин (ГИС), по данным которых осуществляется выделение нефтесодержания пород в геологическом разрезе, а также определяется характер их насыщения и рассчитываются фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС).

На Известинском участке недр, Рождественском месторождении выделены высокие дебиты углеводородов, связанные с отложениями верхнеюрскими, васюганской и баженовской свит, берриаского яруса (ачимовская толща), валанжинского и сеноманского ярусов нижнего и верхнего мела.

Цель данной работы заключается в изучении комплекса ГИС, проводимого в скважинах Рождественского месторождения и определении пластов – коллекторов, а также определение фильтрационно-емкостных характеристик по данным ГИС.

Для этого были поставлены следующие **задачи**:

- изучить геолого-геофизическую характеристику Рождественского месторождения;
- охарактеризовать методы проведения ГИС на Рождественском месторождении;
- описать методику определения коллекторских свойств пластов – коллекторов по комплексу ГИС в скважине №729 Рождественского месторождения;
- выделить пласты – коллекторы определить их фильтрационных емкостных свойства ГИС в скважине №729 Рождественского месторождения.

В первом разделе описана краткая геологическая характеристика Рождественского месторождения Известинского участка недр. В этом разделе отражается административное расположение и геолого – геофизическая изученность территории (подраздел 1.1), литолого – стратиграфическая характеристика (подраздел 1.2), тектонические сведения (подраздел 1.3) и нефтегазоносность (подраздел 1.4) района исследований.

Во втором разделе описана методика работ по данным ГИС, и комплексная интерпретации ГИС. Здесь рассматривается комплекс ГИС, проводимый на 729 скважине Рождественского месторождения (подраздел 2.1), комплексная интерпретация ГИС (подраздел 2.2), выделение коллекторов (подраздел 2.2.1), определение удельного сопротивления по данным БК и ИК (подраздел 2.2.2), определение коэффициента пористости по АК (подраздел 2.2.3), определение коэффициента глинистости по ГК (подраздел 2.2.4), определение коэффициента пористости по ГГКП (подраздел 2.2.5), определение коэффициента пористости по НГК (подраздел 2.2.6), определение коэффициента нефтегазонасыщенности (подраздел 2.2.7).

Третий раздел «Результаты исследований», описывается комплексная интерпретацией пород – коллекторов по данным ГИС, фильтрационно-емкостные характеристики, а также способ определения нефтенасыщенности.

В заключении подводится итог поставленных задач.

Основное содержание работы. Геолого – геофизическая характеристика района работ. В административном отношении Известинском участок расположено западнее г. Губкинский. Известинский участок входит в юго-западную часть крупной Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которая характеризуется высокой степенью нефтегазообеспеченности и значительной изученностью в геолого-геофизическом отношении. Территориально участок расположен в пределах Пур-Тазовского нефтегазоносного района, одного из наиболее перспективных по запасам углеводородов в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).

В геологическом строении принимают участие осадочные образования палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста.

В региональном тектоническом плане Известинский участок, как и Восточно-Известинское месторождение расположен на северо-западном склоне Северного свода (Северного крупного вала).

Известинское месторождение нефти и газа находится в Надым- Пурской нефтегазоносной области, в пределах которой залежи углеводородов

выявлены от васюганской и баженовской свит, Юрской системы до сеноманского яруса меловой системы. На Известинское месторождении промышленное скопление углеводородов связаны с отложениями верхнеюрскими, васюганской и баженовской свит, берриаского яруса (ачимовская толща), валанжинского и сеноманского ярусов нижнего и верхнего мела.

Притоки нефти по результатам скважинного опробывания были получены из пластов Ю0 (баженовская свита), Ю1 (васюганская свита), Ю2 (кровля тюменовской свиты). Продуктивный горизонт БП11 представлен чередованием песчано-алеврито-глинистых пород и характеризуется сложным строением.

Раздел второй «Методика исследования». Данный раздел содержит следующие подразделы: комплекс ГИС, проводимый в скважинах; комплексная интерпретация данных ГИС; выделение коллекторов; определение удельного сопротивления по данным БК и ИК; определение коэффициента пористости по АК; определение коэффициента глинистости по ГК; определение коэффициента пористости по ГГКП; определение коэффициента пористости по НГК; определение коэффициента нефтенасыщенности. В соответствии с ними созданы подразделы бакалаврской работы, описанные ранее.

В ходе полевых работ в вертикальных и наклонных скважинах был применён стандартный промыслово-геофизический комплекс, включающий методы кавернометрии, кажущегося сопротивления, бокового и индукционного каротажа, гамма-гамма и акустических исследований, а также радиоактивного каротажа. Для скважины 729 использовался аппаратурно-методический комплекс (АМК) «Горизонт», адаптированный для условий бурения с отклонением ствола. Применялись как автономные скважинные приборы, так и телеметрические системы (MWD/LWD).

Выделялись следующие ключевые направления интерпретации данных:

- Выделение коллекторов: коллекторы определялись как по прямым (качественным) признакам — изменению диаметра скважины, градиентам сопротивления, показаниям микрозондов — так и по количественным критериям.
- Определение параметров коллекторов: удельное сопротивление определялось по данным бокового и индукционного каротажа с учётом влияния зоны проникновения и геометрии зондов; пористость рассчитывалась на основании акустического метода (по интервальному времени) и гамма-гамма плотностного каротажа; глинистость определялась по данным гамма-каротажа с использованием эталонных горизонтов и формулы Ларионова; нефтенасыщенность рассчитывалась по методу Арчи, с учётом коэффициента водонасыщенности и удельного сопротивления.

Третий раздел **«Результаты исследований»**. Выделение коллекторов в разрезе скважины №729 проводилось на основании комплексной интерпретации данных ГИС.

Для выделения коллекторов, как в терригенном, так и в карбонатном пластах использовались диаграммы БК, ИК, ГК, ГГКП, ННК, АК.

Для выделения коллекторов в разрезе скважины №729 использовали прямые качественные признаки коллекторов.

БП 10_1 (3327.6-3458.0 м.) четко выделяются два коллектора на каротажных диаграммах РК (ГК, ННК), ИК между глинами. Литология отложений обоих пластов — средне сцементированный песчаник. Пласты коллекторы: первый пласт 3436.7-3438.5 м и второй 3439.9-3442.8 м отделены друг от друга слоем карбонатных структур мощностью 1.5 метра. Оба выделенных пласта представлены песчаником и песчаником с карбонатным цементом.

В пласте Ю1 (J2k-J3tt) выделены коллекторы 3-5 в соответствии с нумерацией таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Пласты – коллектора в скважине №729

№ п/п	Возраст отложений	Глубина относительная, м		Литотип отложений
1	K1b-v (БП10_1)	3436.7	3438.5	Песчаник
2		3439.9	3442.8	
3	J2k-J3tt (Ю1)	3599.8	3600.3	Песчаник уплотненный
4		3605.0	3607.7	Песчаник с глинистыми прослоями
5		3607.7	3612.0	Песчаник
6	J2bt (Ю2)	3643.8	3645.5	Песчаник
7	J2bt (Ю2)	3654.0	3655.3	Песчаник
8	J2 (Ю4-9)	3817.4	3818.3	Песчаник глинистый
9		3818.9	3819.8	
10		3822.7	3824.7	Песчаник
11		3882.1	3884.5	Песчаник уплотненный
12		3895.8	3899.4	
13		3901.3	3902.1	Песчаник уплотненный
14		3902.8	3903.6	
15		3908.9	3910.3	Песчаник
16		3912.9	3915.3	
17		3916.5	3917.0	Песчаник уплотненный
18		3917.7	3919.5	

Продолжение таблица 3.1

№ п/п	Возраст отложений	Глубина относительная, м		Литотип отложений
19	J ₂ (Ю4-9)	3920.2	3921.2	Песчаник глинистый
20		3925.2	3927.7	Песчаник
21		3929.5	3930.6	Песчаник глинистый

Коллектор 3 представлен уплотненным песчаником, коллектор 4 песчаником с прослоями глин, коллектор 5. Можно было объединить коллекторы 4 и 5, однако различие литологии четко выделяется по данным ГИС, в том числе ГК.

Также были выделены 2 коллектора пласта Ю2 (J2bt) и 14 коллекторов пласта Ю4-9 (J2), которые были представлены терригенными породами. Покрышками выступали глины, а также карбонатные породы.

Выявленные коллекторы на стадии выделения были занесены в таблицу 3.1, в которой описана основная информация о них.

Принятые значения коэффициента глинистости были определены в результате интерпретации каротажной диаграммы ГК.

Определенные коэффициенты глинистости меньше 20, кроме коллектора 4 со значением – 22,3. Оптимальным для продуктивных песчаников считается уровень глинистости не выше 0,20. Следовательно все выделенные в данной работе коллектора можно считать оптимальными по глинистости для продуктивных терригенных коллекторов.

Были определены коэффициенты пористости. Принятыми значениями коэффициента пористости были определенные по ГГКП. Существенным

преимуществом ГГКП по сравнению с другими видами ГИС является слабое влияние глинистости пород.

Сопротивление по данным БК и ИК примерно совпали для всех коллекторов, однако принятым было выбрано сопротивление по ИК. ИК позволяет добиться высокой точности результатов измерения в породах с малым удельным сопротивлением (менее 10 Ом·м), но имеет ограничения при исследовании пород удельного сопротивления свыше 200 Ом·м. В нашем случае коллектора малого сопротивления менее 16 Ом·м.

Были рассчитаны параметры нефтенасыщенности и водонасыщенности. Коллекторы 1-5, 7 пластов БП10_1, Ю1 и Ю2 по данным фильтрационно-ёмкостных свойств насыщены нефтью, так как коэффициент нефтенасыщенности больше 50%, а также есть информация о хороших дебитах по данным пластам на других скважинах данного месторождения. Коллектор 6 (3643.8-3645.5) Ю2 насыщен нефтью с водой. Его коэффициент нефтенасыщенности 46%. Коллекторы 8-21 предположительно насыщены продуктом-нефтью. Однако для более точного вывода по насыщению данных коллекторов необходима информация о насыщенности данных пластов по другим скважинам данного месторождения. В таком случае можно будет сделать вывод о насыщенности нефтью коллекторов 8-21.

В результате интерпретации комплекса геофизических исследований по скважине №729 были выделены перспективные пласты-коллекторы, представленные в таблице 3.1. С учетом совокупности фильтрационно-ёмкостных свойств, коэффициентов глинистости, пористости, сопротивления и расчетной нефтенасыщенности, для проведения последующих промысловых испытаний рекомендуется обратить внимание на коллекторы 1–5 и 7 пластов БП10_1, Ю1 и Ю2, в которых коэффициент нефтенасыщенности превышает 50%, что подтверждается также результатами испытаний аналогичных пластов на близлежащих скважинах. Коллектор 6 пласта Ю2 может быть

отнесён к зоне смешанной насыщенности (нефть + вода), что требует дополнительной оценки. Для коллекторов 8–21 пласта Ю4-9 предварительно предполагается нефтенасыщенность, однако подтверждение этого требует привлечения анализов кернa и испытаний в других скважинах Рождественского месторождения. Фильтрационно-емкостные характеристики и характер насыщения по терригенным коллекторам меловых и юрских отложений были внесены в таблицу 3.2. Таким образом, сформирован перечень коллекторов, целесообразных для первоочередного испытания и дальнейшего включения в программу разработки месторождения.

Таблица 3.2 – Заключение по комплексу промыслово-геофизических методов исследуемой скважины №729

№ п/п	Возраст	Интервал в м	h _{пл} /h _{эф}	Литология	ρ _п Ом*м		K _п %		K _{гл} %		K _в / K _{нг}	Насыщение
					БК ИК	ρ _п пр.	K _п АК K _п ГГКП K _п НГК	K _п пр.	K _{гл} ГК	K _{гл} пр.		
1	K ₁ b-v (БП10_1)	3436.7-3438.5	1,8/1,8	Песчаник	15 15	15	18,4 18,09 19,4	18,1	12,1	12,1	45/55	Нефть
2	K ₁ b-v (БП10_1)	3439.9-3442.8	1,9/1,9	Песчаник	15 23	23	20 19,7 21,9	19,7	9,52	9,52	33/67	Нефть
3	J ₂ k-J ₃ tt (Ю1)	3599.8-3600.3	0,5/0,5	Песчаник уплотненный	13 12	12	16,6 16,9 17,7	16,9	7,9	7,9	34/66	Нефть
4	J ₂ k-J ₃ tt (Ю1)	3605.0-3607.7	2,7/2,7	Песчаник с глинами	6 6	6	12,7 18,7 17,5	18,7	22,3	22,3	37/63	Нефть
5	J ₂ k-J ₃ tt (Ю1)	3607.7-3612.0	4,3/4,3	Песчаник	10 9	9	17 19,6 19,5	19,6	11,3	11,3	33/67	Нефть
6	J ₂ bt (Ю2)	3643.8-3645.5	1,7/1,7	Песчаник	5 5	5	16 15,3 23,4	15,3	14,4	14,4	54/46	Нефть + Вода
7	J ₂ bt (Ю2)	3654.0-3655.3	1,3/1,3	Песчаник	6 5	5	15,2 17,5 17,5	17,5	12,3	12,3	41/59	Нефть
8	J ₂ (Ю4-9)	3817.4-3818.3	0,9/0,9	Песчаник глинистый	9 8	8	12,8 13,8 14,1	13,8	12,6	12,6	50/50	Возможный продукт
9	J ₂ (Ю4-9)	3818.9-3819.8	0,9/0,9	Песчаник глинистый	8 7	7	12,7 14,4 17,6	14,4	12,8	12,8	47/53	Возможный продукт
10	J ₂ (Ю4-9)	3822.7-3824.7	2/2	Песчаник	9 7	7	13,9 15 18,9	15	7,8	7,8	49/51	Возможный продукт
11	J ₂ (Ю4-9)	3882.1-3884.5	2,4/2,4	Песчаник уплотненный	10 8	8	12,6 13,9 16,1	13,9	12,3	12,3	49/51	Возможный продукт
12	J ₂ (Ю4-9)	3895.8-3899.4	3,6/3,6	Песчаник уплотненный	8 7	7	13,2 15,6 15,4	15,6	7,5	7,5	45/55	Возможный продукт

Продолжение таблицы 3.2

№ п/п	Возраст	Интервал в м	h _{пл} /h _{эф}	Литология	ρ _п Ом*м		K _п %		K _{гл} %		K _в / K _{нг}	Насыщение
					БК ИК	ρ _п пр.	K _п АК K _п ГГКП K _п НГК	K _п пр.	K _{гл} ГК	K _{гл} пр.		
13	J ₂ (Ю4-9)	3901.3-3902.1	0,8/0,8	Песчаник уплотненный	8 10	8	13,3 13,5 16,8	13,5	13,9	13,9	51/49	Возможный продукт
14	J ₂ (Ю4-9)	3902.8-3903.6	0,8/0,8	Песчаник уплотненный	7 9	9	12,8 13,4 16,7	13,4	14,4	14,4	48/52	Возможный продукт
15	J ₂ (Ю4-9)	3908.9-3910.3	1,4/1,4	Песчаник	12 9	9	11,5 12,3 17	12,3	8,9	8,9	48/52	Возможный продукт
16	J ₂ (Ю4-9)	3912.9-3915.3	2,4/2,4	Песчаник	8 8	8	12,9 14,1 17,2	14,1	11,4	11,4	48/52	Возможный продукт
17	J ₂ (Ю4-9)	3916.5-3917.0	0,5/0,5	Песчаник уплотненный	14 14	14	11,6 16,4 15,3	16,4	12,5	12,5	32/68	Возможный продукт
18	J ₂ (Ю4-9)	3917.7-3919.5	1,8/1,8	Песчаник уплотненный	8 8	8	14,8 12,1 14,8	12,1	4,4	4,4	57/43	Возможный продукт
19	J ₂ (Ю4-9)	3920.2-3921.2	1/1	Песчаник глинистый	12 11	11	12,9 16,1 18,1	16,1	16	16	43/57	Возможный продукт
20	J ₂ (Ю4-9)	3925.2-3927.7	2,5/2,5	Песчаник	8 8	8	12,8 17,8 18,8	17,8	6,8	6,8	38/62	Возможный продукт
21	J ₂ (Ю4-9)	3929.5-3930.6	1,1/1,1	Песчаник глинистый	6 6	6	14,5 14,3 18	14,3	15,3	15,3	50/50	Возможный продукт

Заключение. В ходе выполнения бакалаврской выпускной квалификационной работы была проведена комплексная интерпретация данных геофизических исследований скважины №729, расположенной на Рождественском нефтяном месторождении в пределах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основной целью исследования являлось выделение нефтепродуктивных терригенных коллекторов в разрезе изучаемой скважины и определение фильтрационно-емкостных характеристик на основании анализа результатов промыслово-геофизических методов.

Объектом исследования выступали отложения мезозойского возраста, преимущественно представленные терригенной толщей, характерной для нефтегазоносных комплексов Западной Сибири. В процессе работы были проанализированы кривые основных геофизических методов каротажа, описанных в пункте «Комплекс ГИС, проводимый в скважинах». Выполнена качественная и количественная интерпретация диаграмм с целью расчета пористости, водонасыщенности, нефтенасыщенности и выделения нефтепродуктивных интервалов.

На основе анализа комплекса геофизических данных были надежно идентифицированы интервалы развития песчано-алевритовых пород, обладающих повышенными фильтрационно-емкостными характеристиками. Особое внимание было уделено выделению нефтенасыщенных толщ, оценке коэффициента пористости (K_p), коэффициента нефтенасыщенности (K_n) и эффективной толщины коллекторов. По результатам интерпретации выделены продуктивные горизонты, приуроченные к юрским и меловым отложениям.

Проведённый анализ подтвердил, что скважина №729 вскрывает потенциально продуктивные терригенные коллекторы, обладающие промышленным интересом и подтверждающие нефтегазоносность исследуемого участка.

В дальнейшем при сравнение полученных результатов с геолого-геофизической информацией по соседним скважинам позволит повысить достоверность интерпретации и уточнить положение продуктивных интервалов в разрезе. Данные могут использованы для корреляции по диаграммам ГИС с соседними скважинами.

Таким образом, результаты выполненной работы обеспечивают надежную основу для последующего геологического моделирования, уточнения параметров залежей и планирования дальнейших этапов разработки Рождественского месторождения. Интерпретированные данные могут быть использованы для оптимизации бурения, повышения эффективности вскрытия продуктивных пластов и оценки начальных геологических запасов углеводородов.