

Sb, Ba, Ta, W, Bi, S, Si, Al, P, Y, U, Th, Sc, Ga, Ge, Br, Mg) в одном режиме без применения вакуумного насоса или инертного газа при анализе на легкие (S, Si, Al, P) элементы. РЛП-21Т – это: дрейфовый полупроводниковый детектор (SDD) площадью около 25 мм<sup>2</sup> и толщиной 300–500 микрон (охлаждение – термохолодильник Пельтье); рентгеновская трубка VF-50J Rh (50 Вт) фирмы Varian Medical Systems (США); экспозиция измерений 120 сек; облучение кюветы с пробой – сверху; турель на 9 кювет. Детектор обеспечивает разрешение 150 эВ по линии 5,9 кэВ при загрузке 100 кГц. Мишень из теллура. Для повышения чувствительности в области легких элементов применяется дополнительная мишень. Специальной подготовки проб не требуется: материал пробы насыпается в кювету и уплотняется пластиной из стекла. РЛП-21Т поставляется с методикой III категории, сертифицированной в ОА «Национальный центр экспертизы и сертификации» Республики Казахстан (свидетельство №25–2012, срок действия до 25.06.2017г). Пределы обнаружения серебра и кадмия (критерий 3σ) составляют 0,78 (определено на государственном стандартном образце ГСО–3029 с содержанием серебра 2,1 г/т) и 0,93 г/т (ГСО–4022 ДВГ с содержанием кадмия 5,0 г/т). Сейчас на предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс» интенсивно используются 16 спектрометров РЛП-21Т различных модификаций и 2 спектрометра РЛП-21 (радионуклид Am-241, жидкий азот). Часть имеющего парка спектрометров РЛП-21Т будет заменена новыми спектрометрами РЛП-21Т.

### ВЛИЯНИЯ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ МЕРЗЛОТЫ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ ИСТОРИЮ НЕФТЕМАТЕРИНСКОЙ НИЖНЕЮРСКОЙ ТОГУРСКОЙ СВИТЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Искоркина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

**Введение.** В нашей работе [1] исследовалось влияние *векового хода температур на поверхности Земли*, а также неоплейстоценовой мерзлоты на термическую историю и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовских отложений на юго-востоке Западной Сибири. Получена оценка существенного влияния векового хода температур и мерзлоты на степень реализации генерационного потенциала баженовской свиты, формирующей залежи углеводородов нижнемеловых и верхнеюрских нефтегазоносных комплексов (НГК) юго-востока Западной Сибири [2].

*Цель наших исследований* – оценить влияние неоплейстоценовой толщи мерзлоты на геотермический режим тогурских отложений юго-востока Западной Сибири, формирующих залежи углеводородов нижнеюрских и доюрских НГК.

**Постановка задачи.** Моделирование палеогеотемпературных условий для тогурских отложений выполнено для осадочного разреза глубокой скважины Северо-Фестивальная 1. Генерационный потенциал тогурских отложений в пределах этой территории обусловлен высоким содержанием гумусо-сапропелевого типа, достаточно высоким содержанием Сорг (до 10 %) и региональной катагенетической преобразованностью на уровне градаций МК<sub>1</sub><sup>2</sup>–МК<sub>2</sub>. Свита выклинивается на положительных структурах, над выступами кристаллического фундамента [3]. На Северо-Фестивальном месторождении, расположенном в северо-восточном борту Нюрольской мегавпадины, залежи УВ связаны в основном с средне-нижнеюрскими коллекторами (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика разреза скважины Северо-Фестивальная 1**

Характеристики	Значение
Забой, м	3270
Отложения на забое (свита)	Палеозой (PZ)
Подошва нижнеюрских отложений, м	3234
Кровля тогурской свиты, м	3165
Мощность тогурской свиты, м	30
Кровля баженовской свиты, м	2705
Мощность баженовской свиты, м	23
Мощность палеогеновых отложений, м	534
Мощность неогеновых отложений, м	-
Мощность четвертичных отложений, м	35
Результаты испытаний (свита; пласт; тип флюида; дебит, м <sup>3</sup> /сут.)	Баженовская+васюганская (Ю <sub>1</sub> ); сухо, нефтепроявление в керне. Тюменская; Ю <sub>13-15</sub> ; нефть; 2,57. Тюменская; Ю <sub>13-14</sub> ; нефть; 0,28. Урманская; Ю <sub>16</sub> ; нефть; 0,13. Урманская+палеозой; Ю <sub>16</sub> +PZ; нефть, газ; 1,54; 890. Палеозой; PZ; газ; 410.
Измеренные пластовые температуры (свита; глубина замера; температура, °С)	Тюменская; 3130 м; 118. Тюменская; 3145 м; 123.
«Измеренные» температуры по ОСВ (свита; глубина отбора; (R <sub>вр</sub> <sup>0</sup> ); температура, °С)	Урманская; 3232м; (0,83); 124.

Оценка выполняется на основе анализа variability результатов палеотемпературных реконструкций для двух вариантов, в каждом из которых по три допущения. Первый вариант *предполагает мощность мерзлоты до 300 метров [4]*. Второй вариант *предполагает мощность мерзлоты до 1000 метров [5]*. Допущения: 1) учет векового хода температур на поверхности Земли и толщи мерзлоты; 2) учет векового хода, без учета толщи мерзлоты; 3) без учета векового хода температур и толщи мерзлоты.

Восстановление термической истории тогурской свиты выполнено на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования. Применен метод палеотемпературного моделирования, основанный на численном решении уравнения теплопроводности горизонтально-слоистого твердого тела с подвижной верхней границей [6].

*В первом варианте* мы приняли мощность толщи мерзлоты 300 метров. Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется, начиная с 240 тыс. лет назад, «мгновенной» (по меркам геологического времени, за 1,5+3,0 тыс. лет) заменой «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлых пород со своими теплофизическими характеристиками - теплопроводность, температуропроводность [7]. Затем эта толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 179 тыс. лет. Далее, «мгновенно» (1,5 + 3,0 тыс. лет) толща вечной мерзлоты заменяется «нормальными» осадочными отложениями, а затем существует «нормальный» осадочный чехол до настоящего времени, в последние 52 тыс. лет.

*Во втором варианте* мы взяли мощность мерзлоты в 1000 метров, и все выполнялось аналогично первому варианту. Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется так же как и для предыдущего варианта, начиная с 240 тыс. лет назад. Замена «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлоты осуществлялась по геологическому времени за 5,0 + 3,0 тыс. лет. После этого толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 206 тыс. лет, затем вечная мерзлота (за 5,0 +3,0 тыс. лет) заменяется «нормальными» осадочными отложениями, и далее существует современный разрез 21 тыс. лет.

Основным критерием адекватности и предпочтительности результатов для двух вариантов и трех допущений выступает лучшая согласованность максимума расчетных геотемператур с «наблюденными» температурами «максимального палеотермометра» – с температурами, определенными по отражательной способности витринита (ОСВ). В качестве второго основного критерия принята степень согласованности очагов интенсивной генерации УВ, выделяемых по геотемпературному критерию, с установленной геологоразведкой нефтегазонасыщенностью недр.

**Результаты.** В случае учета палеоклимата, как «невязки» решений обратных задач, так и сходимости с «максимальным палеотермометром» близки к оптимальным и примерно равноценны (табл. 1). Таким образом, сопоставление измеренных и расчетных геотемператур позволяет заключить, что по критерию «невязки» результаты допущений 1 и 2 приемлемы и равноценны. Учет векового хода температур и неоплейстоценовой мерзлоты мощностью до 300 м позволяет вполне корректно восстановить термическую историю тогурских отложений. Наличие в результатах (при учете палеоклимата) палеоочагов интенсивной генерации тогурской нефти хорошо объясняет вскрытую скважиной Северо-Фестивальная 1 залежь нефти в нижнеюрских отложениях (табл. 2).

**Таблица 2.**  
**Сопоставление измеренных и расчетных геотемператур в скважине Северо-Фестивальная 1**

Глубина, м	Измеренные («наблюденные») температуры , °С	Способ измерения	Вариант 1, °С		Вариант 2, °С		Вариант 3, °С		Вариант 4, °С	
			Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница	Расчетные температуры	Разница
3130	118	Пластовые	117	-1	119	+1	124	+6	114	-4
3145	123	Пластовые	118	-5	119	-4	124	+1	114	-8
3232	124	По ОСВ	130	+6	128	+4	117	-7	137	+13
Среднеквадратическое отклонение («невязка»), °С			±4		±3		±5		±9	

Ранее были проведены аналогичные исследования по оценке палеоклимата на геотермический режим и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовской свиты Лугинецкого месторождения (Томская область), на примере разреза скважины Лугинецкая 183. На Лугинецком месторождении при учете толщи мерзлоты и векового хода температур (мощность мерзлоты 300 метров), тепловой поток увеличился на 1.4 мВт/м<sup>2</sup> по отношению к расчетному значению теплового потока без учета мерзлоты. При учете толщи мерзлоты мощностью 1000 метров получаем крайне высокое значение теплового потока, что мало согласуется с экспериментальными данными для этого района. Кроме того, «невязка» наблюдаемых и расчетных геотемператур при толще мерзлоты мощностью 1000 метров достигает 12 °С, что является неприемлемым результатом, свидетельствующем о неадекватности параметрического описания модели седиментации.

**Заключение.** И на Северо-Фестивальном и на Лугинецком месторождениях Томской области, при учете векового хода температур и толщи неоплейстоценовой мерзлоты, получаем наиболее «богатую» термическую историю материнских отложений.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00080*

## Литература

1. Iskorkina A., Isaev V. and Terre D. Assessment of Mesozoic-Kainozoic climate impact on oil-source rock potential (West Siberia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012023 <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/27/1/012023/pdf>
2. Конторович А.Э., Фомин А.Н., Красавчиков В.О., Истомин А.В. Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 11 – С. 1191–1200.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
4. Ефименко С.В., Бадина М.В., Ефименко В.Н. К обоснованию территориального распространения границы I-II дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестник ТГАСУ. – 2013. - № 4. – С. 295–303.
5. Павлов А.В., Гравис Г.Ф. Вечная мерзлота и современный климат // Природа. – 2000. – № 4. – С. 10-18.
6. Isaev V.I., Fomin A.N. Loki of generation of bazhenov- and togur-type oils in the southern Nyurof'ka megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2006. – Vol. 47. – No. 6. – pp.734-745.
7. Иванов Н.С., Гаврильев Р.И. Теплофизические свойства мерзлых горных пород. – М.: Наука, 1965. – 74с.

### ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАТУХАНИЯ НА ВРЕМЕННОМ РАЗРЕЗЕ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРАЦИИ В СКОЛЬЗЯЩЕМ ОКНЕ

**А.А. Ислямова**

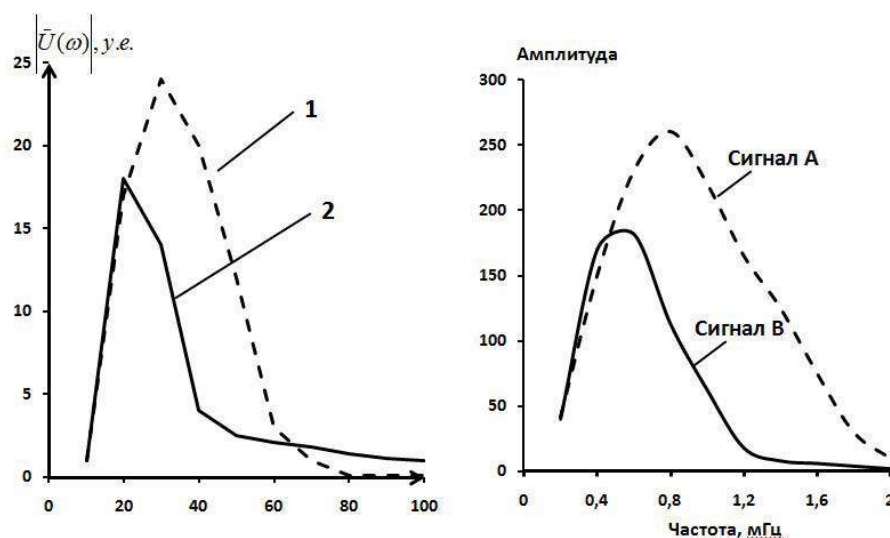
Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

При освоении залежей нефти со сложно построенными и карбонатными коллекторами дебиты добывающих скважин во многом определяются не структурным фактором, а трещиноватостью/пористостью коллекторов. Эти свойства коллекторов зачастую проявляются на временном разрезе в виде значительного затухания сейсмического сигнала. Ранее нами был предложен спектральный метод анализа в скользящем окне временных разрезов для выделения трещиноватых зон [1, 2], были проведены расчеты дифракции сейсмического поля на отдельной поре и на ансамбле пор [3]. В настоящей работе показано, что трещиноватость или пористость коллектора может приводить к качественно одинаковому поведению амплитудных спектров отраженного сигнала. Это легло в основу построения полосно-заграждающего фильтра, который опробован на спектрах Прони и Фурье применительно к реальному разрезу одного из месторождений Томской области.

Анализ амплитудных спектров выполнялся на основе данных конечноразностных расчетов прямых задач механики твердого тела для трещиноватых тел [4] и на результатах лабораторного эксперимента, выполненного Грегори и опубликованного в работе [5]. В процессе обработки результатов численного моделирования были вычислены спектры для волны до достижения ею пористого слоя и для волны в пористом слое.

Ненормированные спектры, полученные в лабораторном эксперименте и в численном расчете, приведены на рис. 1 а и б. Их сравнение показывает, что спектр волны, отраженной от пористой области, резко теряет часть высоких частот и уверенно отличается от спектра волны в сплошной среде.



**Рис. 1, а - ненормированные спектры падающей(1) и отраженной (2) волн для слоя с порами, б - рис. 22 из работы [5]; спектры падающего (А) и отраженного от образца песчаника (В) сигналов.**