

ДИНАМИЧЕСКИЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЁМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОРОД

Переволоцкая Янина Александровна, геофизик 2 категории, Производственное объединение «Белоруснефть», БелНИПИнефть, Республика Беларусь, 246003, г. Гомель, ул. Книжная, 15а, e-mail: Ya.Perevolockaya@beloil.by

Нефтеперспективные залежи на территории Припятского прогиба сосредоточены в его северной части и характеризуются сложным сейсмогеологическим строением. Наличие сети глубоких разломов, широкое развитие соляного тектогенеза (соляные валы, купола и криптодиапиры, блоковое строение кристаллического фундамента) осложняют интерпретацию данных, полученных в ходе сейморазведочных работ, в том числе – выявление структурных и неструктурных нефтяных ловушек и оценка их коллекторских свойств. Особенности геологического строения территории определяют выработку оптимальных методических подходов ко всем стадиям проведения сейморазведочных работ. Трёхмерные сейсмические работы, направленные на изучение свойств пород коллекторов на качественном уровне, особенно в сложных условиях Припятского прогиба, в настоящее время уже обладают рядом особых преимуществ: равномерность (получение сейсмической информации осуществляется равномерно со всех азимутальных направлений), высокая кратность, регистрация информации на максимальных удалениях. Достоверность обработки полученного сейсмического материала определяется применением специального графа, обеспечивающего не только минимальные искажения сейсмической записи, но и возможность получения сейсмического материала, пригодного для выполнения последующих процедур динамического анализа. В настоящее время особый интерес для сейсмической интерпретации представляет получение детальной информации о коллекторских свойствах перспективных пластов, прогноз свойств которых обуславливается комплексом результатов скважинных и сейсмических исследований. Следует отметить, что на данный момент качество сейсмической информации позволяет получать данные о петрофизических свойствах пород, что в свою очередь определяет возрастание интереса к существующим методам динамической интерпретации. Комплексный подход к анализу результатов методов динамической интерпретации сейсмических данных, применяемых при изучении сложностроенных месторождений Припятского прогиба, позволяет не только выявить аномальные и возможно перспективные объекты, но и определить их геологическую природу и дать более детальное представление о строении территории.

Ключевые слова: Припятский прогиб, динамический анализ, прогноз коллекторских свойств, нефтеперспективная залежь

DYNAMIC SEISMIC PREDICT PROPERTIES OF RESERVOIRS

Perevolockaya Yanina A., geophysicist of the 2nd category, Production Association “Belorusneft”, BelNIPIneft, 15a Knizhnaya St., Gomel, 246003, Republic of Belarus, e-mail: Ya.Perevolockaya@beloil.by

Oil-prospective deposits within the territory of the Pripjat Trough are concentrated in its northern part, they characterized by a complex seismic-geological structure. A deep fault network, the widespread development of salt tectogenesis (salt shafts, domes and cryptodiapirs, block structure of the crystalline basement) complicate the interpretation of data obtained during seismic surveys, including the identification of structural and non-structural oil traps and the assessment of their reservoir properties. Features of the geological structure of the territory determine the development of optimal methodological approaches to all stages of seismic exploration. Three-dimensional seismic works aimed at studying the properties of reservoir at a qualitative level, especially in complicated conditions of the Pripjat Trough, now have a number of special advantages: uniformity (obtaining seismic information is carried out uniformly from all azimuthal directions), high multiplicity, recording information at maximum offsets. The reliability of processing the obtained seismic material is determined by using a special graph that provides not only minimal distortion of the seismic record, but also the possibility to obtain seismic material suitable for the subsequent dynamic analysis procedures. Currently, a particular interest for the seismic interpretation is to obtain a detailed information about the reservoir properties of promising formations, the prediction of these properties is determined by the combined results of wells and seismic studies. It should be noted that now, the quality of seismic information allows obtaining the data of petrophysical properties of rocks, which in turn determines the growing interest to existing methods of dynamic interpretation. The comprehensive approach to the analysis of dynamic interpretation results of seismic data, used in the study of complex deposits of the Pripjat Trough allows not only identifying anomalous and possibly promising objects, but also to determine their geological nature and give a more detailed idea on the structure of the territory.

Keywords: Pripjat Trough, dynamic analysis, forecast of reservoir properties, productive oilfield

Начиная с момента установления нефтеносности Припятского прогиба, параллельно с разработкой нефтяных месторождений проводятся регулярные нефтепоисковые работы, прежде всего в недостаточно изученных частях структуры. Они включают широкий спектр геолого-геофизических исследований. Одним из ведущих методов в геолого-разведочном направлении является сейсморазведка, поскольку именно она позволяет получить наиболее детальную информацию о строении среды.

Материал, полученный в ходе 3D сейсморазведочных работ в условиях прогиба, позволяет изучать структурные особенности исследуемых площадей, тем самым получая более детальную информацию о строении территории в ходе проведения структурной интерпретации сейсмических данных.

В настоящее время особый интерес геологоразведочных работ вызывает изучение не только структурного плана, но также литологии пластов и их фильтрационно-емкостных свойств. Таким образом, при помощи применяемых новых программных модулей, используемых для изучения и описания свойств резервуара, на этапе сейсмической интерпретации осуществляется динамическая интерпретация.

Применение методов динамической интерпретации совместно с результатами исследований в скважинах позволяет осуществлять прогноз качественных и количественных изменений литолого-фациальных свойств в межскважинном пространстве, а также выделять зоны возможно перспективные с точки зрения нефтегазоносности.

Одним из ведущих методов динамического анализа является сейсмическая инверсия, основанная на физически и математически обоснованных алгоритмах, применяемых для прогнозирования распределения петрофизических параметров пластов в межскважинном пространстве. Сейсмическая инверсия относительно традиционных подходов к интерпретации сейсмических данных обладает большей вертикальной разрешённостью, тем самым создавая основу для более точного прогноза свойств горных пород [1].

В ходе выполнения процедуры сейсмической инверсии осуществляется решение обратной задачи. Выделяют два типа инверсии: акустическая и упругая, а также методы инверсионного преобразования – детерминистический и стохастический, при этом выбор типа и метода инверсии определяется геологическим заданием, полнотой геолого-геофизической информации, а также свойствами пород, слагающих разрез [1].

Результатом инверсии служат кубы упругих свойств, в общем случае – это Р-импеданс, S-импеданс, плотности, куб отношения скоростей (рис. 1) [2].

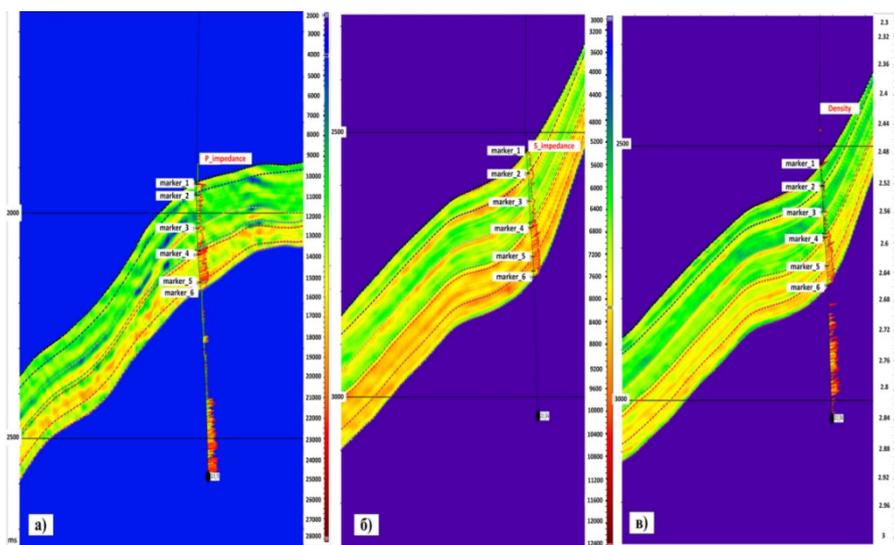


Рис. 1. Результат упругой инверсии на одном из месторождений Припятского прогиба, фрагмент разреза: а) акустического импеданса; б) упругого импеданса; в) плотности

В дальнейшем полученные результаты инверсии в комплексе с данными геофизических исследований скважин при благоприятных сейсмогеологических условиях и достоверных коэффициентах корреляции могут быть применены для прогноза фильтрационно-ёмкостных свойств резервуаров Припятского прогиба не только на качественном, но и на количественном уровне.

Опыт применения сейсмофациального анализа в мировой практике и в ходе проведения исследований по сейсмическим материалам прогиба позволяет выделить данный метод прогноза фильтрационно-ёмкостных свойств в межскважинном пространстве как один из информативных [3]. Сейсмофациальный анализ волнового поля по материалам сейсмических съёмок 3D на территории Припятского прогиба проводится по амплитудному кубу, мигрированному во временную область. Выделение сейсмических фаций (классов) осуществляется по форме сигнала с использованием технологии нейронных сетей (Neural Network Technology – NNT). Каждой сейсмической трассе присваивались номер и цвет класса сейсмофации, соответствующей ей в наибольшей степени (рис. 2) [4].

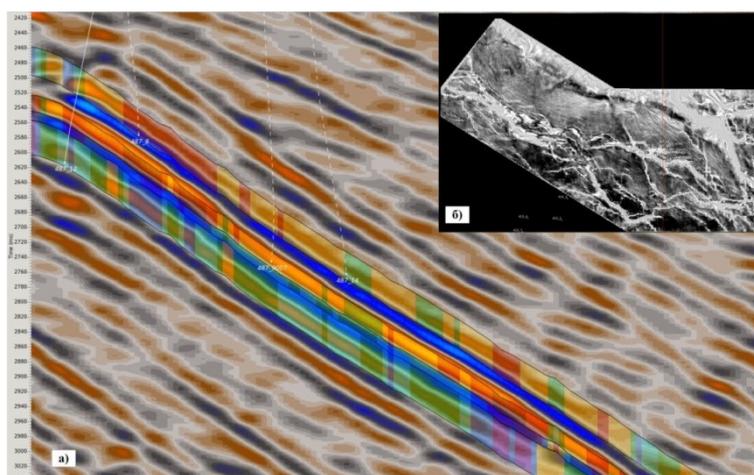


Рис. 2. Сейсмофациальный анализ одного из месторождений Припятского прогиба: а) фрагмент временного разреза с сейсмофациями пластов; б) погоризонтный срез

Последовательность действий для изучения целевых объектов на основе сейсмофациального анализа включает:

- корреляцию сейсмических горизонтов, приуроченных к кровле / подошве пластов;
- создание блока стратиграфических (пропорциональных), параллельных кровле / подошве пласта срезов, их визуальной оценки на предмет выделения локальных неоднородностей (аномалий), которые могут представлять геологический интерес;
- выделение временного интервала, содержащего объект исследования;
- построение карт сейсмофаций.

Карты сейсмических фаций, построение которых контролируется кривыми корреляции и кросс-плотами, в комплексе с данными геофизического исследования скважин (ГИС) позволяют сделать вывод о характере распространения литологических фаций на исследуемой территории. В результате сейсмофациального анализа выделяются зоны для каждого изучаемого интервала, характеризующиеся схожей волновой картиной [5].

Из-за сложности геологических условий Припятского прогиба требуется детальный подход к изучению сейсмической волновой картины, как с целью выявления возможных локальных объектов, так и прогнозирования фильтрационно-ёмкостных свойств.

Применение технологии спектральной декомпозиции позволяет не только выделить структурные нарушения, но и определить возможные перспективные места с точки зрения поисков углеводородов. С помощью преобразований Габора

или Габора – Морли в переведённом в спектральную область кубе (разрезе) выделяются «частотные срезы» заданных диапазонов частот, подобные горизонтальным срезам временного куба [4].

Методика предполагает изучение цветовых оттенков сейсмических изображений (метод RGB (red, green, blue) – аддитивная цветовая модель, состоящая из трёх цветов), которые могут быть интерпретированы следующим образом [6]:

- низкочастотные аномалии при классических коллекторах ассоциируются с углеводородонасыщением, так как высокочастотная составляющая внутри резервуара подавляется;
- спектральная декомпозиция позволяет разделять амплитудные изменения по частоте, тем самым проследить истинное распределение акустических свойств резервуаров, что может быть интерпретировано как латеральные литологические замещения;
- высокочастотная составляющая метода может быть использована для выделения тонких пластов, невидимых на традиционных временных разрезах, имеющих ширину спектра от 10 до 60–80 Гц (рис. 3).

Результаты спектральной декомпозиции применяются на этапе комплексной интерпретации сейсмических данных и данных ГИС [7], а также на этапе расчёта прогнозных петрофизических параметров, эффективных толщин и других характеристик пластов. По кубам, рассчитанным в узких диапазонах частот, во временных интервалах всех изучаемых пластов, с учётом их толщины рассчитываются карты атрибутов, которые визуализируются и интерпретируются при помощи RGB-смешивания. Волновая картина в каждой точке анализируется исходя из преобладания той или иной компоненты цвета, отвечающей за частотную составляющую [6].

Использование атрибутного анализа на площадях Припятского прогиба является одним из ведущих методов прогнозирования свойств в межскважинном пространстве. В ходе анализа сейсмических атрибутов осуществляется как выделение зон в межскважинном пространстве, обладающих улучшенными коллекторскими свойствами, так и прогноз подсчётных параметров (эффективных толщин, пористости, песчаности) [7].

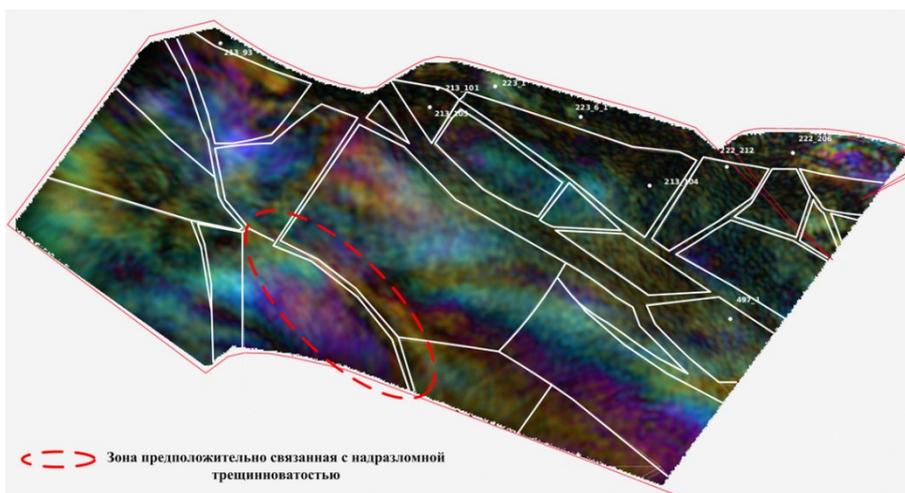


Рис. 3. Пример выделения аномальной зоны, связанной с надразломной трещиноватостью, на картах спектральной декомпозиции на одной из площадей Припятского прогиба

Основной способ изучения петрофизических характеристик пластов предусматривает поиск связи между отдельными параметрами пласта и атрибутами сейсмической записи, однако данный подход не всегда позволяет установить достоверные связи и дать им физическое обоснование [1]. Достоверность применения атрибутного

анализа повышается при использовании нескольких атрибутов, комплексном анализе результатов динамических исследований и промыслово-геофизических данных.

Прогноз зон распространения эффективных толщин коллекторов в межскважинном пространстве на площадях Припятского прогиба включает в себя следующие этапы:

- проводится анализ изменения эффективных толщин пластов в скважинах;
- по сейсмическим данным рассчитываются карты сейсмических атрибутов в перспективных интервалах;
- проводится анализ корреляционных связей сейсмических атрибутов и эффективных толщин;
- осуществляется совместный визуально-качественный анализ полученных карт сейсмических атрибутов и принципиальных геологических моделей прогнозируемого параметра пласта по данным ГИС с целью отбора наиболее оптимальных карт атрибутов для проведения дальнейшего статистического анализа;
- для пластов с достоверными коэффициентами корреляции между атрибутами и прогнозируемыми параметрами прогноз фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) выполняется на основе уравнений регрессии;
- на окончательной стадии работ карты прогнозных параметров увязываются со скважинами.

Применение атрибутного анализа позволяет получать дополнительную информацию о геологическом строении пласта, тем самым минимизируя риски поисково-разведочного бурения.

На этапе выполнения сейсмогеологического моделирования осуществляется прогноз фильтрационно-ёмкостных свойств резервуаров – стандартно, общей пористости и коэффициента глинистости.

На одной из площадей Припятского прогиба в качестве эксперимента, помимо стандартных моделируемых параметров, были рассчитаны прогнозные модели осреднённого параметра хрупкости и хрупкости на основе модуля Юнга [8].

Технология метода использует сейсмические данные в качестве трендов для предсказания прогнозных параметров.

Традиционно, количественный прогноз ФЕС резервуаров выполняется на основе установленных корреляционных связей акустического импеданса (полученного в ходе сейсмической инверсии) и прогнозируемых петрофизических параметров.

Существующая на данный момент тенденция в сейсморазведочных работах заключается в возрастании объёмов работ в районах со сложным сейсмогеологическим строением, в которых помимо изучения структурного фактора большое внимание уделяется изучению петрофизических особенностей геологического разреза. Особый интерес представляет прогноз фильтрационно-ёмкостных свойств зон геологического разреза, предположительно являющихся нефтеперспективными. К ним можно отнести зоны литологических и литолого-фациальных замещений, зоны выклинивания, рифогенные образования и другие геологические особенности.

Направленность сейсморазведочных работ на изучение сложностроенных геологических сред, как с точки зрения структурного объекта, так и изучения его качественных свойств (пористость, флюидонасыщенность, трещиноватость) [9] влечёт за собой и изменение программ / средств / подходов в технологии как полевых работ, так и обработки и интерпретации сейсмических данных.

Анализ вариаций амплитуд с удалением является одним из самых важных сейсмических инструментов изучения литологического состава изучаемых отложений [10]. Технология AVO-анализа или AVO-инверсии наряду с методами сейсмической инверсии, многокомпонентной сейсморазведки и сейсмомониторинга, основана на изучении природы образования волн и эффекта изменения их амплитуд. Данные методы представляют собой решение обратной динамической задачи, позволяющей дать информацию о распределении коллекторских свойств в межскважинном пространстве [11].

Основная цель AVO-анализа – получение информации из сейсмической записи, которая в первую очередь характеризовала бы свойства пород, поэтому одним

из немаловажных факторов получения качественного результата этого метода является проведение предварительного анализа сейсмического материала, которое в значительной степени влияет на получение качественного результата [12]. В то же время методические сложности выполнения AVO-анализа на материалах Припятского прогиба заключаются в первую очередь в том, что концепция данного анализа разработана для однородной горизонтально-слоистой среды [13], в случае же работ на сложнопостроенных месторождениях изучаемой территории, помимо учёта особенностей её строения, необходимо учитывать ряд осложняющих факторов (расположение источников и приёмников, корректность применённого графа обработки).

Несмотря на то, что теория метода базируется на изучении терригенных коллекторов, для которых не только разработаны основные теоретические аспекты, но и набрана большая статистика [14], технология AVO-анализа достаточно широко применяется в условиях карбонатных коллекторов Припятского прогиба, при этом следует отметить, что особый интерес представляют AVO-атрибуты, рассчитанные по сейсмограммам.

Ранее анализ сейсмического материала, полученного на карбонатных коллекторах, основывался в большинстве своём на интерпретации суммарных кубов сейсмических данных, однако информация по суммарному кубу обычно недостаточно для установления свойств карбонатных коллекторов. Поэтому особый интерес к проведению анализа зависимости амплитуды отражения от удаления на карбонатных коллекторах представляет детальное изучение сейсмограмм, которые в отличие от суммарных кубов обладают «физичностью», т. е. сохраняют первичную информацию об амплитудных аномалиях, которые, в частности, могут быть ассоциированы с наличием углеводородов [15].

Изучение разрезов AVO-атрибутов, а также карт, построенных в целевых интервалах, позволяет выделять возможные перспективные зоны. Анализ карт пары атрибутов, рассчитанной по сейсмическим материалам на одной из площадей Припятского прогиба, представленной на рисунке 4, экстрагированных в интервале целевого горизонта, позволяет локализовать AVO-аномалии, которые согласуются с прогнозным контуром распространения залежи. В свою очередь, AVO-аномалии не распространяются в южном направлении в прогнозном контуре водонасыщенных пород [16].

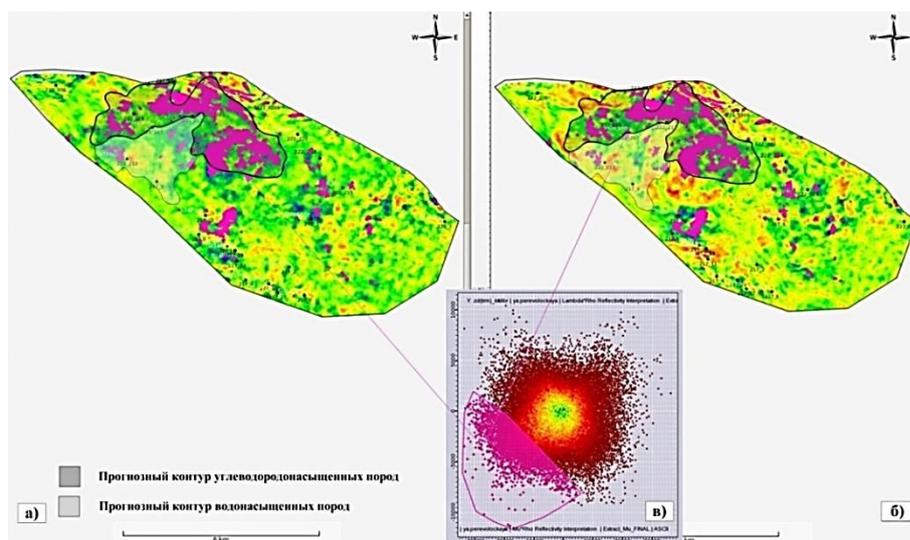


Рис. 4. Результаты AVO-анализа: а) фрагмент карты AVO-атрибута Λ *Rho Reflectivity; б) фрагмент карты AVO-атрибута μ *Rho Reflectivity; в) кроссплот между картами атрибутов. Одно из месторождений Припятского прогиба

Характер, выделяемых аномалий осуществляется построением кросс-плотов между соответствующими атрибутивными парами карт, выделяемые аномалии могут

быть обусловлены отличными от окружающих пород свойствами, поэтому для проведения AVO-анализа на площади необходимо наличие достаточного количества скважин, которые имели бы в своём разрезе породы-коллекторы с различными свойствами или их отсутствие. Специфика AVO-аномалий определяется для каждого конкретного месторождения отдельно, поскольку геологические условия по площадям Припятского прогиба имеют отличия.

В условиях сложнопостроенных карбонатных коллекторов Припятского прогиба AVO-анализ стоит рассматривать как метод, результаты которого несут дополнительную достоверную информацию о продуктивных свойствах пластов. Этот анализ позволяет выявить и картировать зоны, характеризующиеся аномальными по отношению к фоновым значениям для коллекторов в условиях Припятского прогиба, и дополнить прогноз нефтегазоносности, выполненный по данным общепринятой интерпретации [17].

Выводы:

1. На площадях Припятского прогиба прогноз фильтрационно-ёмкостных свойств осуществляется практически всеми современными методами динамической интерпретации сейсмических данных (сейсмическая инверсия, сейсмофациальный анализ, атрибутный анализ, спектральная декомпозиция, AVO-анализ). Применение комплексного подхода к использованию методов динамической интерпретации и скважинной информации позволяет детализировать разрез и минимизировать риски поисково-разведочного бурения.

2. Одним из дополнительных методов прогноза свойств пород в межскважинном пространстве является AVO-анализ. Эта технология получила широкое развитие в мировой практике в процессе обнаружения, разведки и разработки газовых и нефтяных месторождений, так как позволяет проводить определение литологии и вида насыщенности коллекторов, для чего существуют физические предпосылки [18]. Анализ является качественным методом, позволяющим дополнить прогноз ФЕС по сейсмическим данным, главным образом, для терригенных коллекторов. Следует акцентировать, что ряд оснований и положительных примеров позволяет рекомендовать проведение AVO-анализа не только в терригенных, но и в карбонатных отложениях на площадях Припятского прогиба.

Список литературы

1. Левянт, В. Б. Методические рекомендации по использованию данных сейморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернового типа / В. Б. Левянт. – Москва : ЦГЭ, 2010. – 249 с.
2. Янивец, Р. Б. Использование нейросетевых алгоритмов при прогнозе петрофизических свойств тонкослоистого разреза по данным сейморазведки и ГИС (на примере ачимовских отложений месторождения в ЯНАО) / Р. Б. Янивец, О. А. Соколовская, Л. В. Лапина, Н. В. Холманских // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – № 7 – С. 40–54.
3. Топычканова, Е. Б. Роль сейсмофациального анализа при выявлении литологических залежей неокома по данным пространственной съемки 3D / Е. Б. Топычканова, А. В. Матаев // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 9. – С. 87–89.
4. Малярова, Т. Н. Сейсмофациальный анализ как универсальное средство понимания строения / Т. Н. Малярова // Технологии сейморазведки. – 2007. – № 2 – С. 79–87.
5. Крылов, Д. Н. Особенности проведения сейсмофациального анализа по данным оптимизированной статистической фильтрации площадных характеристик отраженных волн / Д. Н. Крылов, С. М. Кучера, Л. А. Наумова, В. В. Рыбальченко // Геология нефти и газа. – 2013. – № 1 – С. 59–61.
6. Никульников, А. Ю. Применение спектральной декомпозиции сейсмической записи с целью картирования тонких стратиграфических элементов осадочных пород / А. Ю. Никульников // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – № 11. – С. 30–34.
7. Сафонов, А. С. Поиск неантиклинальных ловушек углеводородов методами сейморазведки / А. С. Сафонов, О. О. Кондратьева, О. В. Федотова. – Москва : Научный мир, 2011. – 512 с.
8. Переволоцкая, Я. А. Прогноз механических свойств горных пород на основе комплексного использования сейсмических и скважинных данных на примере межсолевых отложений

- Южно-Речицкой площади Припятского прогиба / Я. А. Переволоцкая, О. И. Смян, А. П. Шкрабов // *Літасфера*. – 2018. – № 2 (49) – С. 127–137.
9. Бондарев, В.И. Основы обработки и интерпретации данных сейсморазведки / В. И. Бондарев. – Екатеринбург : Уральский горный гос. ун-т, 2001. – 194 с.
 10. Castanga, J. P. Recent advanced in seismic lithologic analysis / J. P. Castagna // *Geophysics*. – 2001. – Vol. 66. – P. 42–46.
 11. Ампилов, Ю. П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. / Ю. П. Ампилов. – Москва : Спектр, 2008. – 384 с.
 12. Ross, C. P. Seismic offset balancing / C. P. Ross, P. L. Beale // *Geophysics*. – 1994. – Vol. 59. – P. 93–101.
 13. Воскресенский, Ю. Н. Полевая геофизика: / Ю. Н. Воскресенский. – Москва : Недра, 2010. – 479 с.
 14. Li, Y. Recent Advances in Application of AVO to Carbonate Reservoirs / Y. Li, B. Goodway, J. Downton // *CSEG RECORDER*. – March, 2003. – P. 36–40.
 15. Переволоцкая, Я. А. Алгоритм обработки сейсмического материала для проведения динамического анализа с целью изучения карбонатных коллекторов Припятского прогиба / Я. А. Переволоцкая, Ю. А. Чебурахин, А. С. Конюшенко // *Літасфера*. – 2018. – № 1 (48) – С. 30–37.
 16. Переволоцкая, Я. А. Применение AVO-анализа для оценки межсолевого комплекса Красносельского месторождения Припятского прогиба / Я. А. Переволоцкая, А. П. Шкрабов // *Літасфера*. – 2017. – № 1 (46) – С. 129–134.
 17. Конюшенко, А. С. Опробывание AVO-анализа, акустической и упругой инверсий для прогнозирования петрофизических свойств пород на примере Оземлинского и Южно-Оземлинского месторождений Припятского прогиба / А. С. Конюшенко // *Літасфера*. – 2012. – № 2 (37). – С. 112–120.
 18. Zhang, H. A review of AVO analysis / H. Zhang, R. James Brown // *CREWES Research Report*. – 2001. – Vol. 13. – P. 357–380.

References

1. Levyant, V. B. *Guidelines on the using transformations of seismic data to calculate hydrocarbons in carbonate reservoirs with porosity of fissure-cavern type*. Moscow, TsGE Publ., 2010, 249 p.
2. Yanevits, R. B., Sokolovskaya, O. A., Lapina, L. V., Kholmanskikh, N. V. Use of neural network algorithms when predicting petrophysical properties of the thin-layer section according to seismic survey and well-logging data (on the example of Achimov deposits of a field in the Yamal-Nenets Autonomous District (YNAO)). *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*, 2017, no. 7, pp. 40–54.
3. Топычканова Е. В., Матаев А. В. Role of seismic-facial analysis in an exploration of neocomian lithological deposits on 3D spatial survey. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil industry], 2011, no. 9, pp. 87–89.
4. Malyarova, T. N. Seismofacial analysis as universal mean of understanding of a structure. *Technologies of seismic exploration*, 2007, no. 2, pp. 79–87.
5. Krylov, D. N., Kucherya, M. S., Naumova, L. A., Rybalchenko, V. V. Distinctive features of seismic attributes of facial analysis based on optimized surface statistic filtration. *Oil and gas geology*, 2013, no. 1, pp. 59–61.
6. Nikulnikov, A. Yu. Application of spectral decomposition of seismic record to map fine stratigraphic elements of sedimentary rocks. *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*, 2012, no. 11, pp. 30–34.
7. Safonov, A. S., Kondratieva, O. O., Fedotova, O. V. *Seismic data analysis of non-anticlinal hydrocarbon traps*. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2011, 512 p.
8. Peravalotskaya, Y. A., Smeyan, V. I., Shkrabau, A. P. The forecast of mechanical properties of rocks based on the complex use of seismic and well data on the example of intersalt deposits of the South-Rechitsa oil field of the Pripjat Trough. *Lithosphere*, 2018, no. 2 (49), pp. 127–137.
9. Bondarev, V. I. *Basics of processing and interpretation of seismic data*. Yekaterinburg, Ural Mining State University Publ., 2001, 194 p.
10. Castanga, J. P. Recent advanced in seismic lithologic analysis. *Geophysics*, 2001, vol. 66, pp. 42–46.
11. Ampilov, Yu. P. *From seismic interpretation to the modeling and estimation of oil and gas fields*. Moscow, Spektr Publ., 2008, 384 p.
12. Ross, C. P., Beale, P. L. Seismic offset balancing. *Geophysics*, 1994, vol. 59, pp. 93–101.
13. Voskresenskiy, Yu. N. *Field Geophysical Exploration*. Moscow, Nedra Publ, 2010, 479 p.
14. Li, Y., Goodway, B., Downton, J. Recent Advances in Application of AVO to Carbonate Reservoirs. *CSEG RECORDER*, March, 2003, pp. 36–40.

15. Peravalotskaya, Ya. A., Cheburakhin, Yu. A., Konyushenko, A. S. The algorithm for processing of seismic data for carrying out of dynamic analysis with the purpose of studying carbonate reservoirs of the Pripyat Trough. *Lithosphere*, 2018, no. 1 (48), pp. 30–37.

16. Peravalotskaya, Ya. A., Shkrabau, A. P. The application of AVO-analysis for estimation of the intersalt complex of Krasnoselskoe field of Pripyat Trough. *Lithosphere*, 2017, no. 1 (46), pp. 129–134.

17. Konyushenko, A. S. Testing of AVO-analysis, acoustic and elastic inversion for forecasting the rock petrophysical properties at the Ozemlya and Southern Ozemlya deposits of the Pripyat Trough taken as examples. *Lithosphere*, 2012, no. 2 (37), pp. 112–120.

18. Zhang, H., Brown, R. J. A review of AVO analysis. *CREWES Research Report*, 2001, vol. 13, pp. 357–380.

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ НИЖНЕГО ТРИАСА ЗАПАДА СКИФСКОЙ ПЛИТЫ¹

Чаицкий Виктор Павлович, кандидат геолого-минералогических наук, Кубанский государственный университет, Российская Федерация, 350049, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: geoskubsu@mail.ru

Пинчук Татьяна Николаевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Кубанский государственный университет, Российская Федерация, 350049, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail geoskubsu@mail.ru

Попков Василий Иванович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, Кубанский государственный университет, Российская Федерация, 350049, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: geoskubsu@mail.ru

Попков Иван Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Кубанский государственный университет, Российская Федерация, 350049, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: iv-popkov@mail.ru

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что в основании мезозойского разреза запада Скифской плиты на значительных пространствах залегает грубообломочная красноцветная и (или) пёстроцветная толща континентальных отложений, в формационном отношении отвечающая комплексу верхних моласс – продукта разрушения эпигерцинских складчатых сооружений. Её наличие установлено в пределах Азово-Кавказской структурно-фациальной зоны при отсутствии в Иркиевско-Ладовской. Возраст отложений предполагается как индский. Предлагается данный комплекс пород объединить в качестве леушковской свиты по названию одноименной площади, где скважинами вскрыт наиболее представительный разрез отложений.

Ключевые слова: нижний триас, верхняя моласса, формация, свита.

CONTINENTAL DEPOSITS LOWER TRIASSIC WEST OF THE SCYTHIAN PLATE

Chaetskiy Victor P., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Kuban State University, 149 Stavropolskaya St., Krasnodar, 350049, Russian Federation, e-mail: geoskubsu@mail.ru

Pinchuk Tatyana N., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Kuban State University, 149 Stavropolskaya St., Krasnodar, 350049, Russian Federation, e-mail: geoskubsu@mail.ru

Popkov Vasily I., D. Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Kuban State University, 149 Stavropolskaya St., Krasnodar, 350049, Russian Federation, e-mail: geoskubsu@mail.ru

Popkov Ivan V., Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Kuban State University, 149 Stavropolskaya St., Krasnodar, 350049, Russian Federation, e-mail: iv-popkov@mail.ru

Studies have shown that at the base of the Mesozoic section West of the Scythian plate on a large scale lies a coarse-grained red beds and (or) variegated thickness of continental deposits, in formation with respect to meeting the set top molasses product destruction eigenzinnig folded structures. Its presence is established within Azov-Caucasian structural-facies zone in the absence of

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 19-45-230005 p_a (This work was supported by the Russian Federal Property Fund and the Administration of the Krasnodar Territory, project 19-45-230005 r_a).