УДК 551.2;551.24

**В.Н. Воронов**
*ЗапСибНИИГГ[1]*
*заведующий лабораторией региональных геологических исследований*
*VoronovVN@zsniigg.ru*

**Ю.А. Цимбалюк**
*ЗапСибНИИГГ[1]*
*заместитель генерального директора по геологоразведке*
*CimbalukUA@zsniigg.ru*

**Г.Г. Кравченко**
*ЗапСибНИИГГ[1]*
*ведущий геолог лаборатории региональных геологических исследований*
*KravchenkoGG@zsniigg.ru*

# Разломно-блоковая геодинамика и тафрогенез доюрского мегакомплекса Нижнеобского сектора Западной Сибири

1. Западно–Сибирский научно–исследовательский институт геологии и геофизики. ЗапСибНИИГГ, Россия, 625000, Тюмень, ул.Республики, 48/4а.

*В результате комплексного геолого-геофизического исследования территории, охватывающей северные сегменты Северо-Сосьвинского Приуралья и Обско-Надымского междуречья, получены новые данные о разломно-блоковом строении доюрского основания рассматриваемого фрагмента геосинеклизы. Выявлены и протрассированы разрывные структуры глубинного заложения и оперяющие их системы разрывов более высокого порядка. Установлены области развития Уральской и Алтайской складчатых систем и характер их сочленения. На основании анализа и интерпретации материалов регионального сейсмопрофилирования закартированы поля развития тафрогенного комплекса пород раннего мезозоя*

**Ключевые слова:** гравиразведка; магниторазведка; сейсмопрофилирование; доюрское основание; палеозой; разломно–блоковое строение; латеральные сдвиги; тафрогенез; прогноз; нефтегазоносность

Важным аспектом тектоники являются разрывные дислокации, определяющие разломно-блоковое строение, а с ним напряженно-деформационное состояние верхней части земной коры и нефтегазоносность.

Согласно имеющимся сведениям, полученным в процессе многолетних и многоплановых исследованиях региона, главные его структурные элементы представляют собой системы блоков разных порядков, ограниченных или обусловленных разломами в фунда-

менте. Дифференциальное развитие блоков и контролирующих их разрывов в конечном счете определяют строение и развитие отрицательных структур – зон нефтегазообразования, и поднятий разных порядков – зон преимущественного нефтегазообразования. В этом проявляется косвенное, но вместе с тем существенное влияние дизъюнктивных структур на продуктивность.

Следует также отметить, что тектонические нарушения в земной коре оказывают влияние как на формирование ловушек углеводородов, так и на разрушение залежей нефти и газа. В ряде многих случаев наблюдается совместное проявление результатов тектонических процессов и скоплений углеводородов [6, 9].

Прямое влияние разрывных дислокаций на нефтегазоносность выражается в основном в том, что нарушения и их зоны создают благоприятные условия для формирования коллекторских свойств пород – как путей миграции и накопления флюидных систем. Существенная роль этого процесса принадлежит трещиноватости [4, 6]. Исходя из этого, на региональном этапе исследований актуальной задачей является разработка разломно-блоковой модели с прогнозом зон, благоприятных в отношении нефтегазоносности [9].

В процессе построения модели разрывной деструктивности рассматриваемой территории комплекс исследований включал анализ гравитационного и магнитного полей, материалы структурных построений, касающихся доюрской поверхности (ОГ «А»), и данные по новейшей тектонике. В последнее время при исследованиях доюрского основания в ЗапСибНИИГГ изучение и картирование разломов осуществляется на основе комплексного анализа имеющихся геолого-геофизических данных [10] в соответствии с современными методиками и в интерпретационных системах продукции *OMSYS*, *Oasis MONTAJ* в комплексе программ *GEOSOFT*. По этим разработкам выполнено районирование полей и построены карты дизъюнктивных дислокаций (градиентные линеаменты) по магниторазведочным и гравиразведочным данным (***рис. 1***), которые затем трансформированы в совмещенный их вариант. После такой обработки потенциальных полей проведен анализ полученного результата. В первую очередь рассматривались наиболее протяженные и согласующие между собой линеаменты, выделенные в полях $\Delta G$ и $\Delta T$, отражающие установленные ранее характерные для региона генеральные системы нарушений [3, 5, 6].

На завершающем этапе при обязательном участии геолога эти данные сопоставляются с особенностями как палеорельефа доюрской поверхности, так и дневного рельефа, а также с данными регионального сейсмопрофилирования и результатами интерпретации потенциальных полей. В случаях, если наблюдается хорошая их сходимость, появляется уверенность в выделении неотектонически активных разломов регионального ранга и глубинного заложения. При отсутствии двух-трех признаков линеамент обычно относится к разрывным структурам более высокого порядка и т.д.

При этом отметим, что, несмотря на внедрение в практику геолого-геофизических исследований автоматизированных интерпретационных систем, значительная часть исполнителей считает, и вполне обоснованно, что «никакой алгоритм трассирования разломов не может полностью заменить интерпретатора...» [А.С. Кашик и др., 2004]. В районах со сложной тектонической обстановкой только специалист может принять окончательное решение, руководствуясь имеющимся опытом, информацией о геологическом строении и тектоническом развитии исследуемой территории, данными бурения и материалами полного комплекса геофизических методов. Следует также указать, что сопоставление результатов интерпретации потенциальных полей с традиционным вариантом их анализа в комплексе с сейсмическими данными и космодешифрированием позволило установить соответствие в плане выявленных линеаментов, отождествляемых с разрывными дислокациями. Обычно наблюдается некоторое смещение относительно друг друга рассматриваемых отрезков нарушений, которое, как нам представляется, может быть вызвано не только человеческим фактором, но и обусловлено различным положением на дневной поверхности проекций плоскостей разломов [3, 6].

В результате выполненного комплекса исследований составлена карта разрывных дислокаций и блоковой структуры рассматриваемой территории (***рис. 1***), которая содержит полные данные интерпретации материалов регионального сейсмопрофилирования и ряд профилей по результатам площадных работ.

Линеаменты северо-восточной направленности наиболее характерны для Уральской складчатой системы и отражают ее линейно-блоковую структуру. В восточной части рассматриваемой территории, представленной в основании геосинеклизы герцинидами Алтайской складчатой системы [В.С. Бочкарев, 2001], генеральное направление линеа-

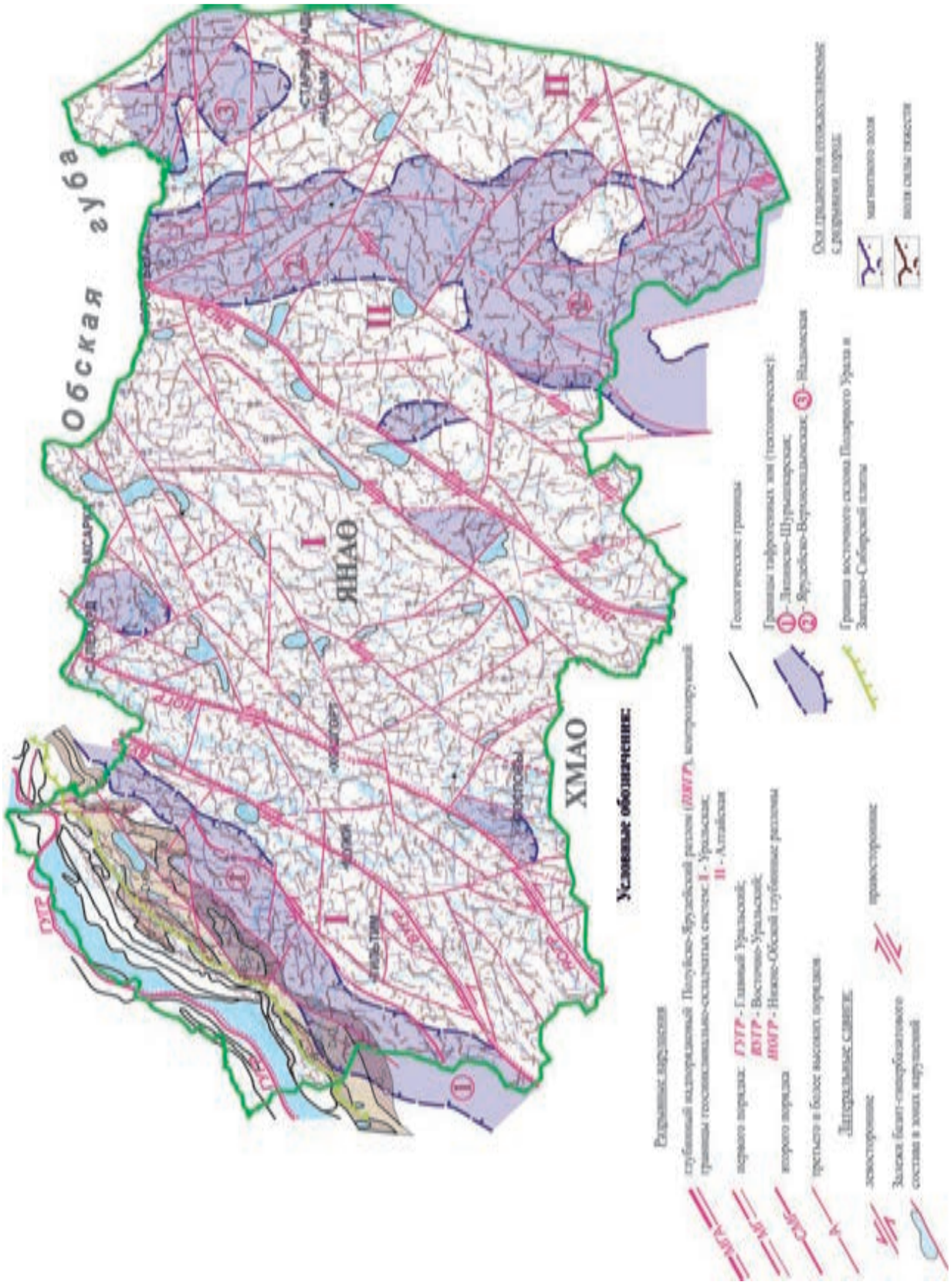


**Рис. 1.**
*Тектоническое районирование и разломно-блоковая модель Нижнеобской зоны*

ментов – северо-западное до субдолготного (***рис. 1***). Соотношение этих специфических блоков регионального ранга тектоническое и контролируется зоной Полуйского глубинного разлома северо-восточного направления. Описываемый линеамент трассируется цепочковидными залежами, вероятнее всего, базитового состава, уверенно выделяемыми в материалах аэромагнитных съемок по локальным магнитным максимумам линейного типа.

Плановое положение рассматриваемой зоны также отчетливо проявляется в материалах структурных построений, выполненных по доюрской поверхности [Ю.А. Цимбалюк и др., 2014]. Этому линеаменту соответствует резкая градиентная ступень в рельефе, разделяющая две контрастные области: западную – высокоприподнятую с отметками глубин поверхности – 680–725 м и устойчивой северо-восточной ориентировкой; восточную – глубокопогруженную с превалирующим субдолготным простиранием осей структурных элементов, ее осложняющих. Первая отвечает площадному развитию образований Уральской складчатой системы и хорошо согласуется со структурными ее особенностями, вторая отражает поле развития геосинклинальных комплексов Алтаид (***рис. 1***).

В пределах отмеченных региональных тектонических блоков устанавливается и несколько отличная по рисунку сеть разноранговых разрывных структур, принимающих участие в их разломно-блоковом строении. На этом этапе динамический анализ выявленных тектонических нарушений свидетельствует, что они являются преимущественно сбросо-сдвиговыми либо сдвиговыми структурами, что весьма характерно для региона в целом [А.И. Тимурзиев, 2013].

По результатам комплексирования геофизических материалов было выполнено построение разломно-блоковой модели Полуйской зоны с полным привлечением данных регионального сейсмопрофилирования. Выявленные в волновом поле разрывные дислокации в основной своей части хорошо согласуются с тектоническими нарушениями, установленными в процессе интерпретации гравимагнитных полей независимо от их ранга. В результате такое комплексирование позволило усилить позицию достоверности картирования тектонических нарушений и степень оценки напряженно-деформационных реконструкций.

По сейсмическим материалам разрывные структуры, за исключением Приуральской системы разломов, характеризующих ступенеобразное погружение Уральского складчатого сооружения под отложения платформенного чехла, как правило, являются малоамплитудными. Разломы вдоль Уралид представляются деформациями сбросо-сдвигового характера и нередко имеют амплитуду смещений, достигающую 0,5–1 км и более (***рис. 2*** «А», «Б»). При этом наблюдается резкая смена волновой картины вдоль плоскости сместителя, разделяющего хаотическую запись в складчатых образованиях и волновой вид рисунка заполняющего типа в породах тафрогенного и плитного комплексов [2, 4]. Разломы такого ранга обычно характеризуются наличием крупных зон тектонического рассланцевания, проявляющихся в волновом поле в виде серий сближенных параллельных субвертикальных отражений шириной до 3–4 км (***рис. 2*** «Б»).

Анализ результатов интерпретации данных сейсморазведки показывает, что наиболее однозначно фиксируемой тектонической формой является сброс или его антипод – взброс, которые определяются по нарушению регулярности сейсмической записи и смещению осей синфазности отраженных волн на временных разрезах [2]. Диагностика тектонических структур горизонтального перемещения носит более сложный характер. Тем не менее, удачные примеры распознавания такого рода тектонических форм по данным сейсморазведки имеются [А.И. Тимурзиев, 2013].

На рассматриваемой территории дизъюнктивные дислокации фиксируются как в верхней части фундамента, так и в низах платформенного чехла. Примеры их выделения представлены на следующих иллюстрациях (***рис. 3***, ***4***). Разломы, проникающие в осадочный чехол, быстро «затухают» в приподошвенном слое, не достигая среднеюрских отложений (сейсмический горизонт $T_3$). Дизъюнктивные нарушения на временных разрезах выделяются по следующим критериям:

– смещение осей синфазности отраженных волн;

– резкое ослабление амплитуд сейсмической записи;

– значительные изменения углов наклонов горизонтов с одновременным ослаблением амплитуд сейсмической записи в зоне тектонического нарушения;

– резкая смена характера сейсмической записи (например, амплитуды и интенсивности смятия складчатых образований и т.п.).

Дизъюнктивные нарушения, идентифицирующиеся наиболее уверенно и осложня-

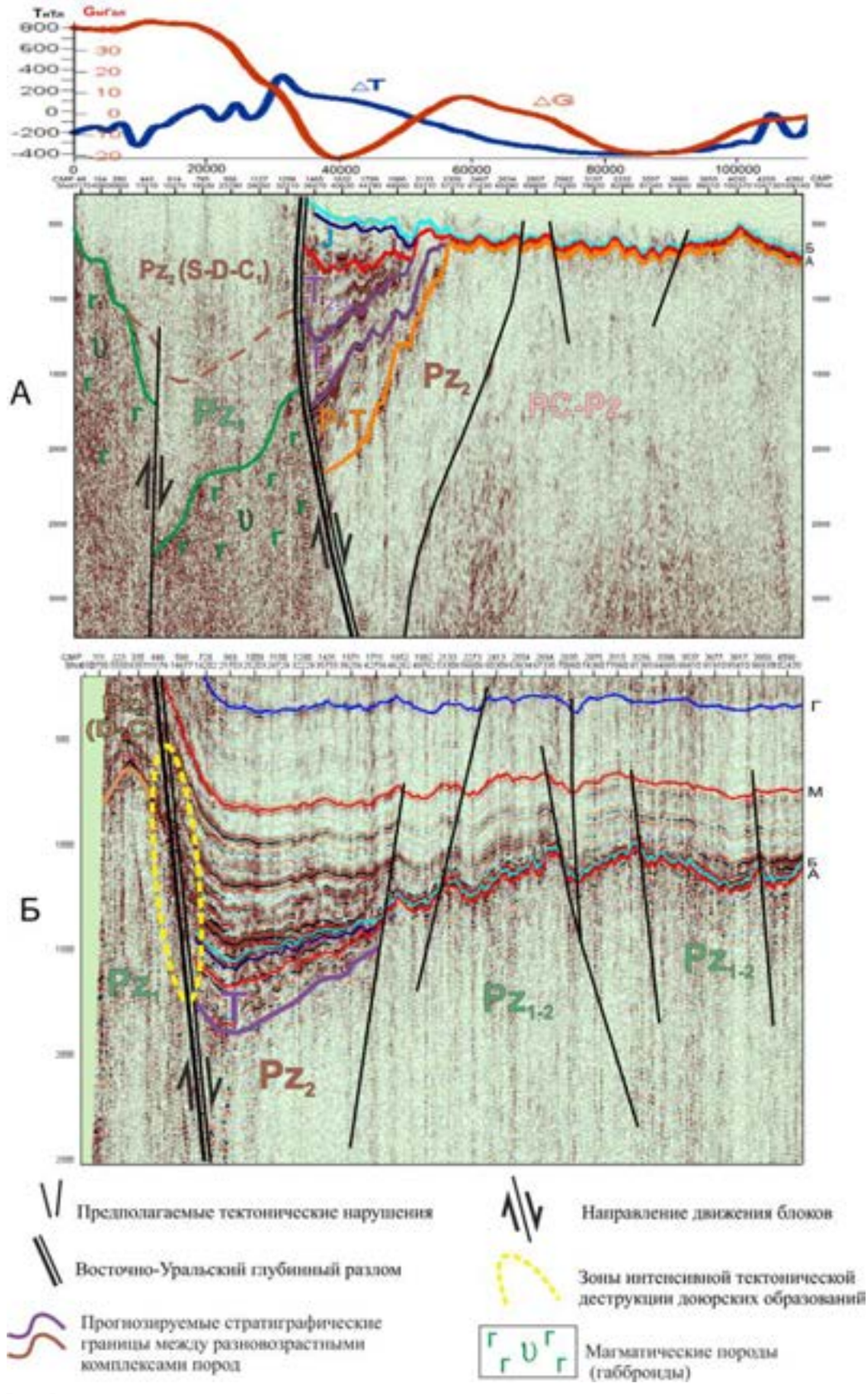


**Рис. 2.**
*Западные фрагменты временных сейсмических разрезов по региональным профилям (А – РП «Зап. Сибирь»; Б – РП-22) и результаты интерпретации*

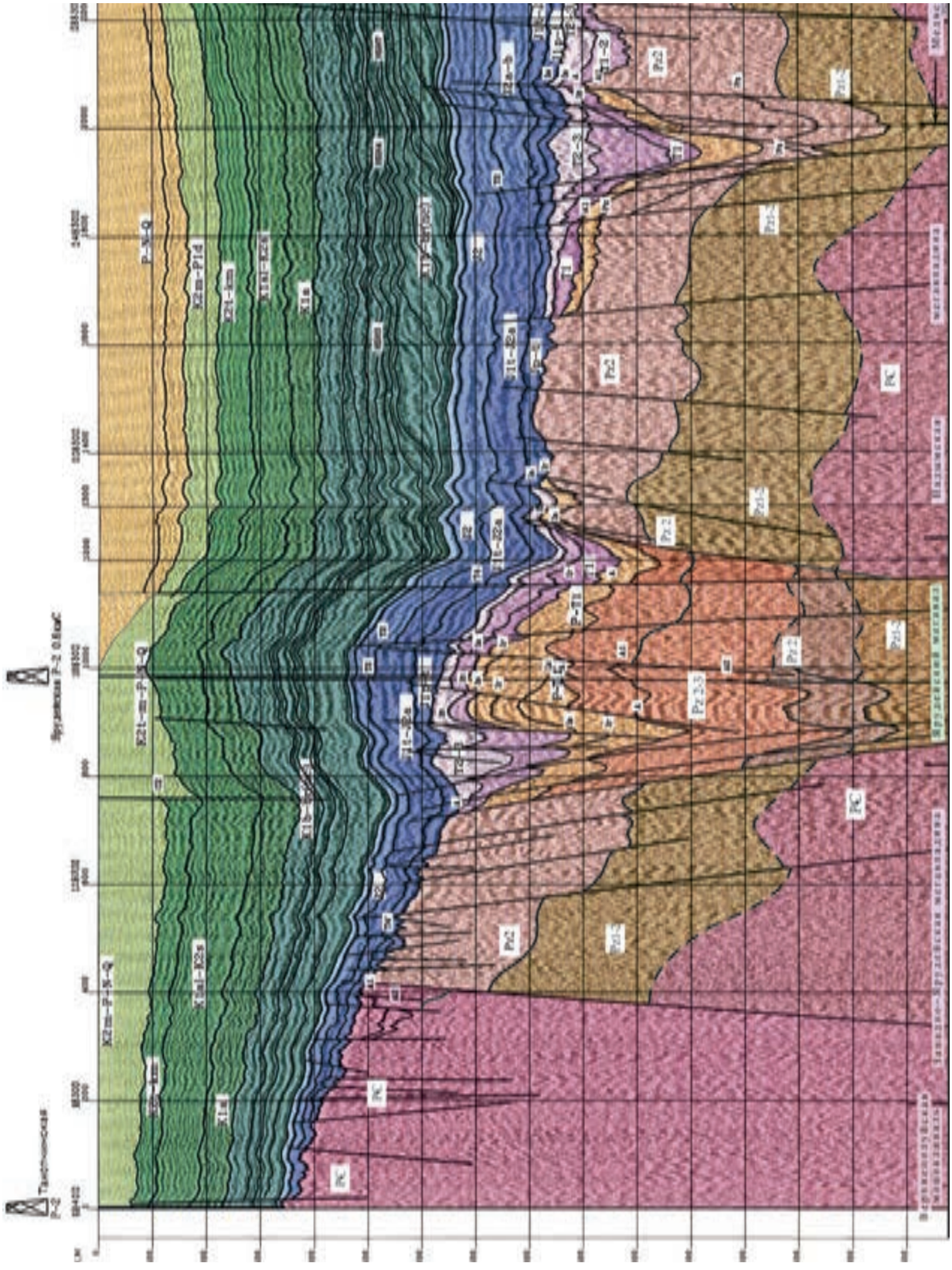

**Рис. 3.**
*Фрагмент сейсмогеологического разреза по РП-26. Характер дислоцированности доюрского и плитного комплексов (ЗапСибНИИГГ, 2000 г.)*

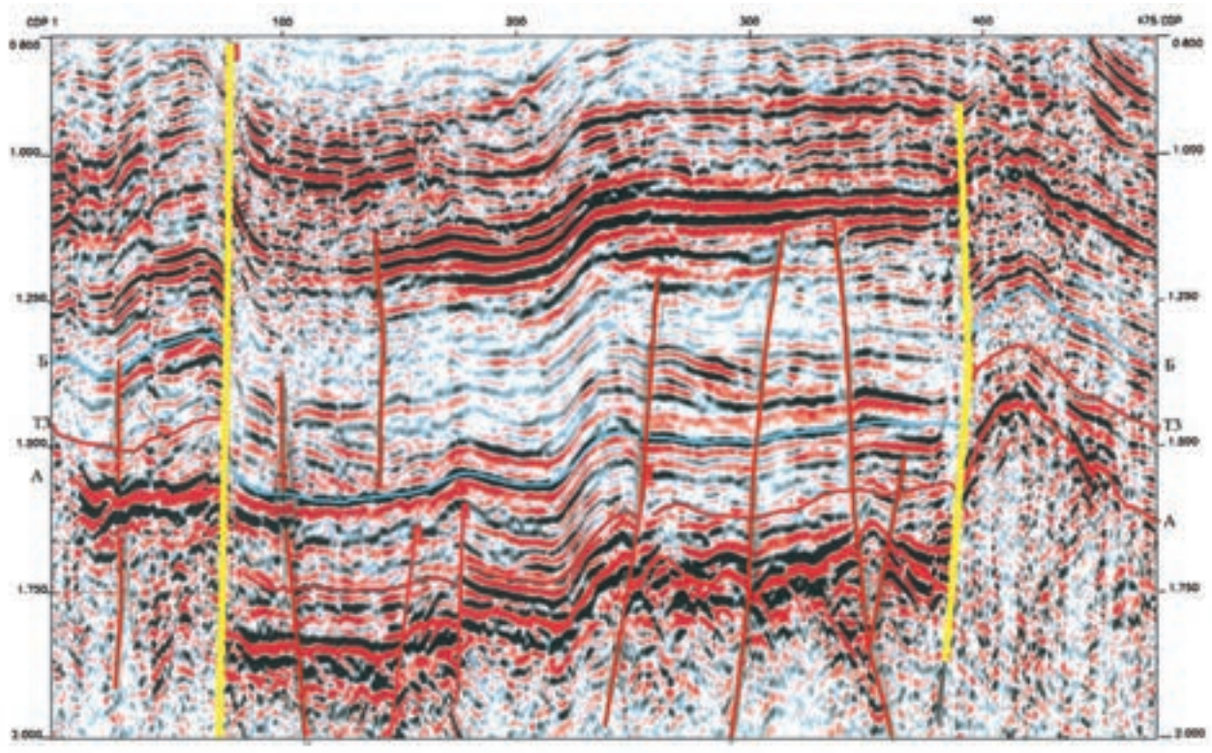

**Рис. 4.**
*Временной сейсмический разрез по профилю 21910060. Разломно-блоковая структура в волновой записи.*

ющие зону контакта чехол-фундамент, вынесены на карту по отражающему горизонту «А». Обращает внимание тот факт [2], что тектонические нарушения по волновой записи весьма сложно трассируются. В большинстве случаев они простираются на незначительные расстояния (2–4 км). Понятно, что даже при имеющейся достаточно плотной сети профилей проблема трассирования разломов попрежнему остается.

Из совместного анализа морфометрических особенностей кровли фундамента и местоположения дизъюнктивных нарушений следует, что последние приурочены к структурным неоднородностям доюрского рельефа. Линеаменты разрывного характера концентрируются преимущественно на участках перехода от однообразно-моноклинального характера доюрской поверхности к пилообразному ее эрозионно-тектоническому характеру (***рис. 3***).

При оценке разгрузки напряжений для Уралид превалирующая группа нарушений представлена левосторонними латеральными сдвигами, а в пределах Алтайской складчатости доминирующая сеть дислокаций характеризуется проявлением правостороних латеральных сдвигов (***рис. 1***).

В свете полученной информации при решении проблемы разломно-блокового строения рассматриваемого фрагмента региона представилось возможным получить новые данные о раннемезозойском тафрогенном этапе развития исследуемой территории [1]. Выполненная интерпретация материалов регионального профилирования, основывающаяся на известных критериях выделения в волновой записи вулканогенно-осадочных образований триаса [В.С. Бочкарев, Ю.Н. Федоров и др., 1991], позволила установить главные морфологические особенности развития тафрогенных зон и локальных участков их распространения (***рис. 1***), согласующиеся в целом с региональными данными [7].

В результате здесь впервые установлены две крупные регионального ранга полосовидные зоны (этого типа). В западной части исследуемой территории, по строению фундамента относящейся к Уралидам, это Приуральский или Ляпинско-Шурышкарский прогиб с типично Уральским простиранием, на востоке, в пределах развития Алтайского складчатого основания, картируется субдолготная Ярудейско-Верхненадымская тафрогенная зона. На севере (побережье Обской губы) фрагмент этой структуры известен как Ярудейский межгорный прогиб [Ю.А. Цимбалюк, 2005]. Южное продолжение этой структурно-формационной зоны в геологических

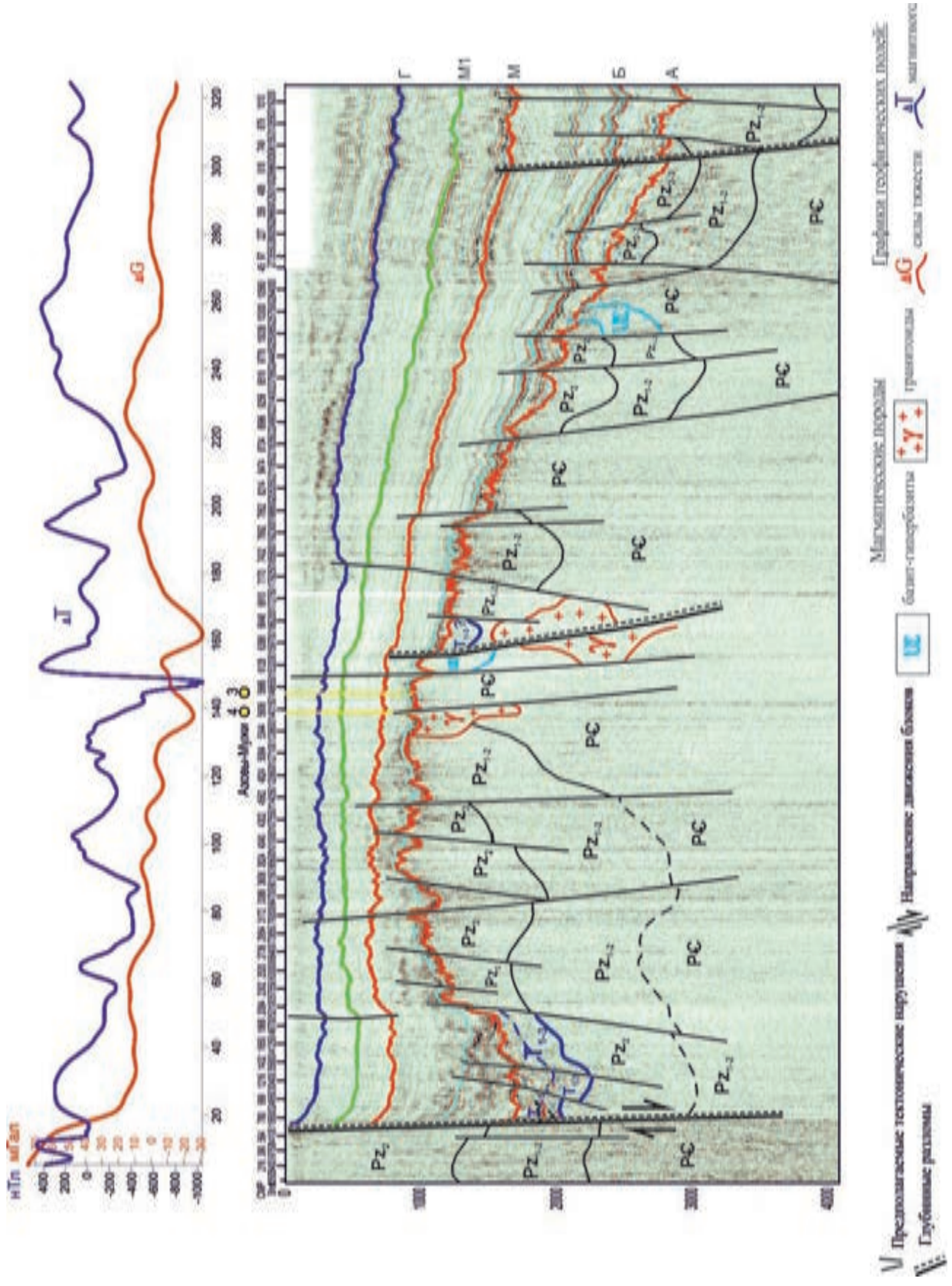


**Рис. 5.**
*Западный фрагмент сейсмогеологического разреза по РП-23. Эрозионно-тектонический характер доюрской поверхности*

построениях представляется впервые. В северо-восточном углу площади выделяется фрагмент тафрогенной зоны, предварительно названной нами Надымской (***рис. 1***).

Согласно имеющимся данным, первоочередной интерес для углубленного изучения представляют Ляпинско-Шурышкарская и Ярудейско-Верхненадымская зоны. Для первой характерно ассиметричное строение, при котором тектонически ограниченным, «срезанным», как правило, является западная половина прогиба, примыкающая к Уральскому горно-складчатому сооружению (***рис. 5***). Такая особенность строения описываемой СФЗ была рассмотрена в работе [В.К. Коркунов, В.Н. Воронов и др., 1998] по обобщению материалов регионального сейсмопрофилирования (РП – XIII, XIV, XV) на территории Сибирского Приуралья (в районе пос. Няксимволь, Усть-Манья и др). Аналогичная сейсмическая картина была отмечена, как в северных районах региона на территории, примыкающей к Щучьинскому выступу на РП – 48 [3], так и в самых южных участках региона [5].

В потенциальных полях этот специфический комплекс пород из-за сложного геологического строения не имеет четких признаков. В материалах гравиметрии это, как правило, переходные значения напряженности. Более определенную информацию дает магниторазведка, в материалах которой эта полосовидная зона характеризуется отрицательными значениями напряженности с устойчивым северо-восточным простиранием осей аномалий [3].

Аналогичный характер проявления в геофизических полях имеет и Ярудейско-Верхненадымская зона, отличаясь лишь ориентировкой полей в целом и расположением осей локальных аномалий, которые здесь имеют субдолготное направление.

В тектоническом отношении в структуре фундамента описываемый объект представляет собой межгорный прогиб, выполненный, вероятнее всего, преимущественно терригенным комплексом пород пермско-триасового возраста [1]. Главная особенность его строения заключается в инверсионном типе формирования, завершившегося сжатием и образованием на месте прогиба валообразного сооружения, унаследовано развивающегося в юрско-меловое время. Такая реконструкция геологического развития достаточно уверенно устанавливается при интерпретации (корреляции) волновой записи (***рис. 3***).

Описываемая структурно-формационная зона приурочена к области сочленения Уральской и Алтайской складчатых систем, располагаясь преимущественно на территории Алтаид, и характеризуется интенсивной напряженно-деформационной обстановкой. Сложная дислоцированность объекта, представленная складчатостью и разрывной тектоникой, затрагивает как доюрские образования, так и отложения плитного комплекса. В последних это проявляется в виде резких флексурных перегибов с углами падения до 50–70 м/км [В.И. Шпильман и др., 1998].

В заключение отметим, что для данной территории на основе комплексного анализа геолого-геофизической информации получены новые данные, касающиеся особенностей напряженно-деформационного характера верхней зоны земной коры и тафрогенного этапа развития.

В процессе создания разломно-блоковой модели установлено широкое развитие разноранговых разрывных дислокаций, представленных преимущественно структурами сбросо-сдвигового типа с амплитудами вертикальных смещений до 0,5–1 км, редко – более. Масштаб горизонтальных перемещений менее значительный и, вероятнее всего, составляет первые десятки, либо сотни метров. Среди них определены лево- и правосторонние латеральные сдвиги.

Реконструкция раннемезозойской геодинамики, отраженной в основном в материалах сейсмопрофилирования, позволила оценить масштабы этого процесса и закартировать контуры развития тафрогенного комплекса пород. При этом установлено, что в гравии магнитных полях описываемые образования в условиях геологического строения этой территории [3, 8] однозначного отражения не находят. Поэтому решающее слово остается за сейсморазведкой.

**Литература**

1. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П. Палеозой и триас Западной Сибири (комплексные исследования) // Геология и геофизика. СО РАН. 2003. Т. 44. № 1–2. С. 120–143.

2. Бочкарев В.С. Крупнейшие разломы Западно-Сибирского мегабассейна и его нефтегазоносности // Горные ведомости. 2009. № 1. С. 5–9.

3. Воронов В.Н., Коркунов В.К. Особенности сочленения Уральского складчатого пояса Пай-Хоя и структур фундамента Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. СО РАН. 2003. Т. 44. № 1–2.

4. Воронов В.Н., Цимбалюк Ю.А. Актуальные направления региональных исследований в Западной Сибири. Международная конференция геологов и геофизиков. Россия. ЕАГО. 2007. С. 1–3.
5. Воронов В.Н., Шпуров И.В. Напряженно-деформационное состояние земной коры Сургутского и Нижневартовского нефтегазоносных районов //Горные ведомости. 2015. № 6. С. 52–59.
6. Гаврилов В.П., Григорьянц Б.В. и др. Разломная геотектоника и нефтегазонакопления в земной коре //Отечественная геология. 1997. № 10.
7. Нестеров И.И. Палеозойские седиментационные бассейны Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции //Горные ведомости. 2004. № 7. С. 18–25.
8. Угрюмов А.Н., Воронов В.Н. К вопросу о стратиграфическом расчленении разреза фундамента Западно-Сибирской плиты по стволу Янгиюганской параметрической скважины //Горные ведомости. 2014. № 6. С. 34–50.
9. Шеин В.С., Клещев К.Л. Перспективы нефтегазоносности фундамента Западной Сибири. М.: ВНИГРИ. 2004. С. 213.
10. Чернов А.А. Применение потенциальных геофизических методов для выявления и картирования дизъюнктивных дислокаций //Вестник ЦКР Роснедра. 2010. № 5. С. 2–14.

**UDC 551.2;551.24**

**V.N. Voronov,** head of the laboratory of regional geological studies of ZapSibNIIGG[1], VoronovVN@zsniigg.ru
**U.A. Cimbaluk,** deputy CEO for exploration of ZapSibNIIGG[1], CimbalukUA@zsniigg.ru
**G.G. Kravchenko,** leading geologist of the laboratory of regional geological studies of ZapSibNIIGG[1], KravchenkoGG@zsniigg
1. West–Siberian Research Institute geology and geophysics. ZapSibNIIGG, 48/4a Respublika street, Tyumen, 625000, Russia.

# The fault-block geodynamic and extensional rifting pre-Jurassic mega-sequence of Nizhneobsky sector in Western Siberia

**Abstract.** As a result of complex geological and geophysical research area, covering by the northern segments of the North–Sosvinskiy Urals and the Ob and Nadym in–between rivers, get a new data on fault–block structure of the pre–Jurassic basement this fragment of geosyneclise. Educe and trace intratelluric failure structure and feather faulting of a higher order. Allocate the regions of the Ural and Altai fold systems and the nature of their contact. Based on the analysis and interpretation of materials of regional seismic profiling construct a map distributive province extensional rifting complex early Mesozoic rocks

**Keywords:** gravimetric; magnetic survey; seismic profiling; pre–Jurassic basement; Paleozoic; fault–block structure; lateral shifts; extensional rifting; forecast; petrogas

## References

1. Bochkarev V.S., Brekhuntsov A.M., Deshchenia N.P. Paleozoi i trias Zapadnoi Sibiri (kompleksnye issledovaniia) [Paleozoic and Triassic of West Siberia (integrated studies)]. *Geologiia i geofizika*, SO RAN, 2003, vol. 44, no. 1–2, pp. 120–143.
2. Bochkarev V.S. Krupneishie razlomy Zapadno-Sibirskogo megabasseina i ego neftegazonosnosti [The biggest faults of the West Siberian oil and gas potential and its megabasin]. *Gornye vedomosti*, 2009, no. 1, pp. 5–9.
3. Voronov V.N., Korkunov V.K. Osobennosti sochleneniia Ural'skogo skladchatogo poiasa Pai-Khoia i struktur fundamenta Zapadno-Sibirskoi plity [Features articulation of the Ural fold belt Pai-Khoi structures and basement of the West Siberian Plate]. *Geologiia i geofizika*, SO RAN, 2003, vol. 44, no. 1–2.
4. Voronov V.N., Tsimbaliuk Iu.A. *Aktual'nye napravleniia regional'nykh issledovanii v Zapadnoi Sibiri* [Topical areas of Regional Studies in Western Siberia]. Mezhdunarodnaia konferentsiia geologov i geofizikov. Rossiia, EAGO, 2007, pp. 1–3.
5. Voronov V.N., Shpurov I.V. Napriazhenno-deformatsionnoe sostoianie zemnoi kory Surgutskogo i Nizhnevartovskogo neftegazonosnykh raionov [Stress-strain state of the earth's crust of Surgut and Nizhnevartovsk oil and gas regions]. *Gornye vedomosti*, 2015, no. 6, pp. 52–59.
6. Gavrilov V.P., Grigor'iants B.V. i dr. Razlomnaia geotektonika i neftegazonakopleniia v zemnoi kore [Fracture Geotectonics and oil and gas accumulation in the Earth's crust]. *Otechestvennaia geologiia*, 1997, no. 10.
7. Nesterov I.I. Paleozoiskie sedimentatsionnye basseiny Zapadno-Sibirskoi neftegazonosnoi provintsii [Paleozoic sedimentary basins of the West Siberian oil and gas province]. *Gornye vedomosti,* 2004, no. 7, pp. 18–25.
8. Ugriumov A.N., Voronov V.N. K voprosu o stratigraficheskom raschlenenii razreza fundamenta Zapadno-Sibirskoi plity po stvolu Iangiiuganskoi parametricheskoi skvazhiny [On the issue of stratigraphy section basement of the West Siberian plate on the trunk Yangiyuganskoy parametric wells]. *Gornye vedomosti*, 2014, no. 6, pp. 34–50.
9. Shein V.S., Kleshchev K.L. *Perspektivy neftegazonosnosti fundamenta Zapadnoi Sibiri* [Prospects for oil and gas potential of Western Siberia foundation]. Moscow, VNIGRI Publ., 2004, 213 p.
10. Chernov A.A. Primenenie potentsial'nykh geofizicheskikh metodov dlia vyiavleniia i kartirovaniia diz"iunktivnykh dislokatsii [The use of the potential of geophysical methods for the detection and mapping of disjunctive dislocations]. *Vestnik TsKR Rosnedra*, 2010, no. 5, pp. 2–14.