

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ЗАДАЧАХ ПОИСКА И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Рис. 1. Динамика фактических объемов сейсморазведочных работ 2D на юге Тюменской области

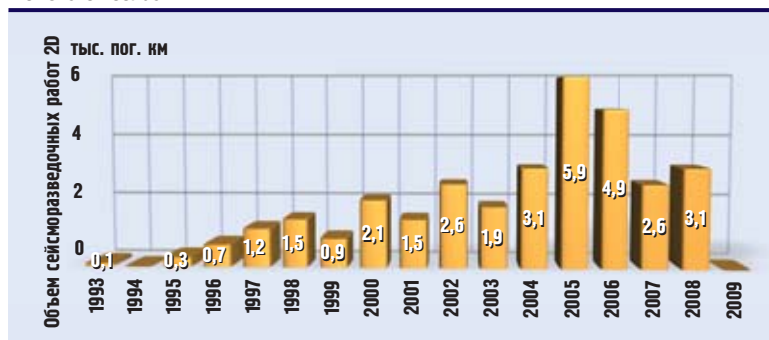


Рис. 2. Динамика фактических объемов поисково-разведочного бурения на юге Тюменской области

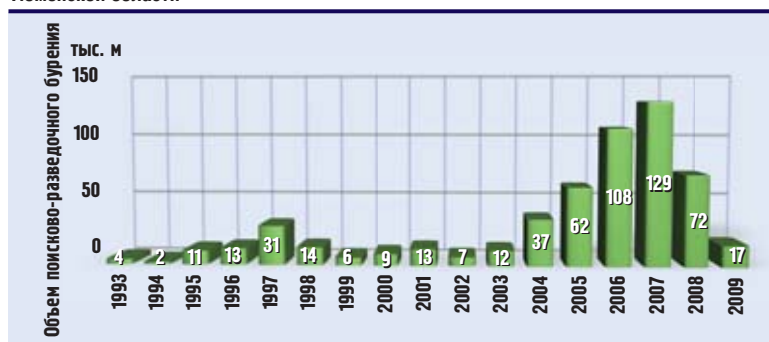
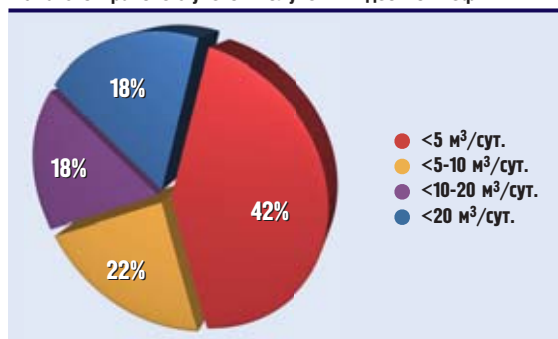


Рис. 3. Распределение фонда поисково-разведочных скважин в Уватском районе с учетом полученных дебитов нефти



Общезвестно, что сейсморазведка является одной из ключевых технологий процесса геологоразведки. Достоверность геологических построений, полученных в результате проведения сейсморазведки, напрямую определяет успешность поискового бурения. Поэтому один из основных векторов научно-технического прогресса в области сейсморазведки направлен на увеличение разрешенности сейсмических разрезов, возможности

прослеживания пластов, прогноза характера их насыщения и продуктивных характеристик. Особенно актуально это в настоящее время, когда перспективные поисковые объекты находятся в сложных геологических условиях, где традиционные методики обработки и интерпретации сейсмических исследований не позволяют решать поставленные задачи. К таковым относятся не только районы Восточной Сибири и дальневосточного шельфа с крайне осложненным геологическим разрезом, но и горизонты казалось бы хорошо изученных территорий Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. В первую очередь, это глубокозалегающие горизонты юрского и доюрского нефтегазоносных комплексов. В частности, по юрскому комплексу изученность бурением составляет 63%, в то время как степень разведанности ресурсов не превышает 27% (табл. 1). Еще хуже ситуация по доюрскому комплексу — до сих пор лишь 23% разведочных скважин вскрыли доюрский комплекс. Опоисковано лишь 3% ресурсов территории.

Применение традиционных технологий обработки и интерпретации сейсмических исследований в сложных геологических условиях неминуемо приводит к увеличению рисков и снижению эффективности поискового бурения и, как следствие, к снижению геологоразведочной активности в регионе. В качестве примера можно привести южные районы Тюменской области, где наиболее

перспективные горизонты представлены трудно интерпретируемыми в геологическом отношении среднеюрскими отложениями, в которых структурный фактор не имеет определяющего значения при выявлении залежей углеводородов. Такие залежи характеризуются, как правило, литологическим, стратиграфическим и тектоническим типом строения и расположены на крыльях и присводовых зонах структур. Отсутствие в арсенале недропользователей технологий, позволяющих это учитывать, привело к резкому снижению эффективности поисковых работ и, как следствие, к уменьшению объемов как сейсморазведки, так и поискового бурения (рис.1, рис.2).

Следующая проблема поисков месторождений углеводородов связана с качеством открываемых запасов. Как правило, в последние годы вновь открываемые месторождения характеризуются низкими фильтрационно-емкостными свойствами, большой зональной неоднородностью и низкой продуктивностью пластов. Так, в частности, на той же территории юга Тюменской области из открытых за последние пять лет месторождений нефти в 64% случаев дебит нефти не превышает 10 тонн в сутки (рис.3). Конечно, такая продуктивность открываемых месторождений ставит под сомнение их эффективную и рентабельную разработку. Поэтому немаловажным вопросом при подготовке стратегии геологоразведки и определении первоочередных направлений поискового бурения становится ранжирование территории по потенциальной продуктивности предполагаемых месторождений углеводородов.

Такая работа предполагает выбор объекта, перспективного на поиск нефти и газа, и оценку его потенциальных добывных возможностей. Это требует не только применения инновационных технологий сейсморазведки, позволяющих на основе атрибутного анализа прогнозировать характер насыщения пород-коллекторов, но и тщательного «обучения» этих атрибутов петрофизическими параметрами на разбуренных участках и месторожде-

Табл. 1. Состояние изученности геологического разреза Западной Сибири

Нефтегазоносный комплекс	Изученность бурением разреза ЗСНГП: доля скважин, вскрывших разрез, %	Степень разведанности ресурсов нефти: отношение запасов АВС <sub>1</sub> С <sub>2</sub> к НСР, %	Состояние возможностей сейсморазведки при решении геологических задач
Меловой	100	61	Арсенал полевых методик и обработки материалов в целом эффективен для решения широкого круга задач. Повышение точности геологического прогноза связывается с корректным учетом особенностей строения верхней части разреза.
Юрский	63	27	В связи со сложным строением ловушек углеводородов не всегда работает структурно-тектонический фактор. Требуется широкое применение специальных приемов обработки с привлечением арсенала атрибутного анализа.
Доюрский	23	3	Нет разработанных поисково-прогнозных критериев поиска углеводородов. Требуется применение усложненных систем наблюдений МОВ ОГТ, методик на преломленных волнах, специальной обработки материалов по принципиально новым алгоритмическо-программным комплексам (в том числе, Мультифокусинг).

Рис. 4. Что дают технологии Мультифокусинг и FDPi



Рис. 5. Пример переобработки 2D-сейсморазведки с использованием технологии Мультифокусинга (Восточные районы Курганской области)

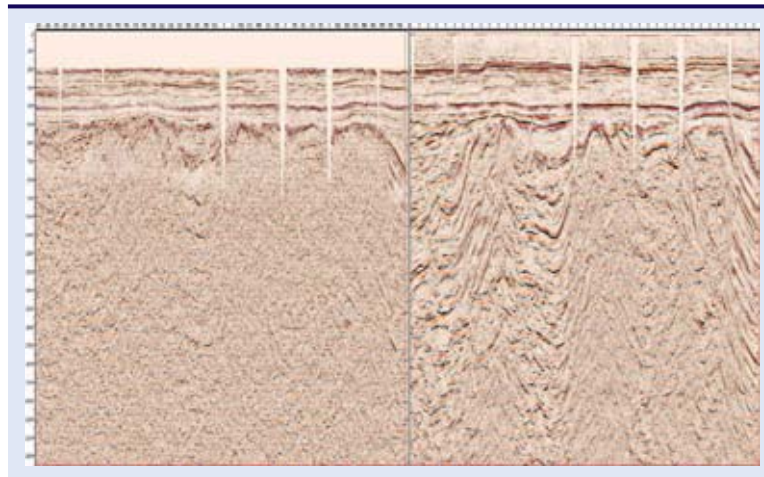


Рис. 6. Пример переобработки 3D-сейсмозаписи с использованием технологии Мультифокусинга (Урайский район)

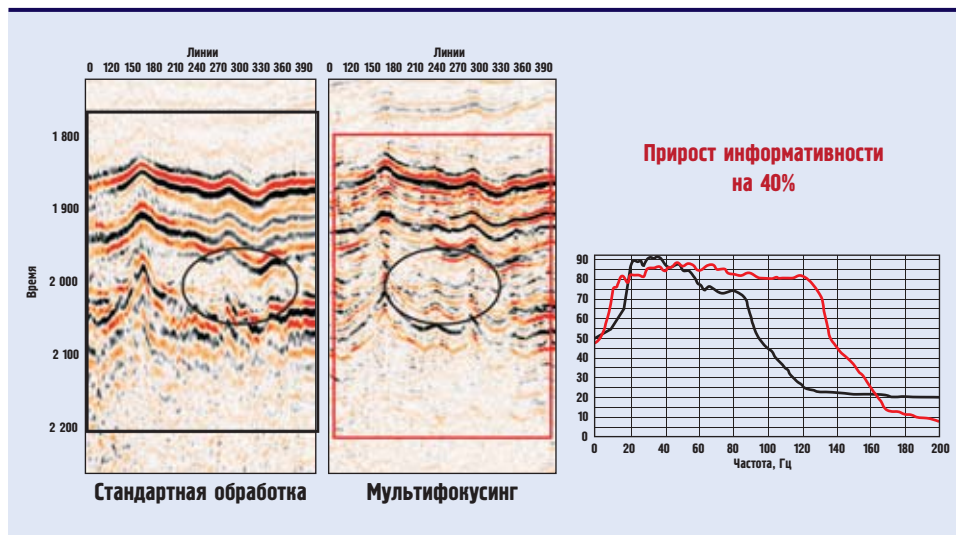
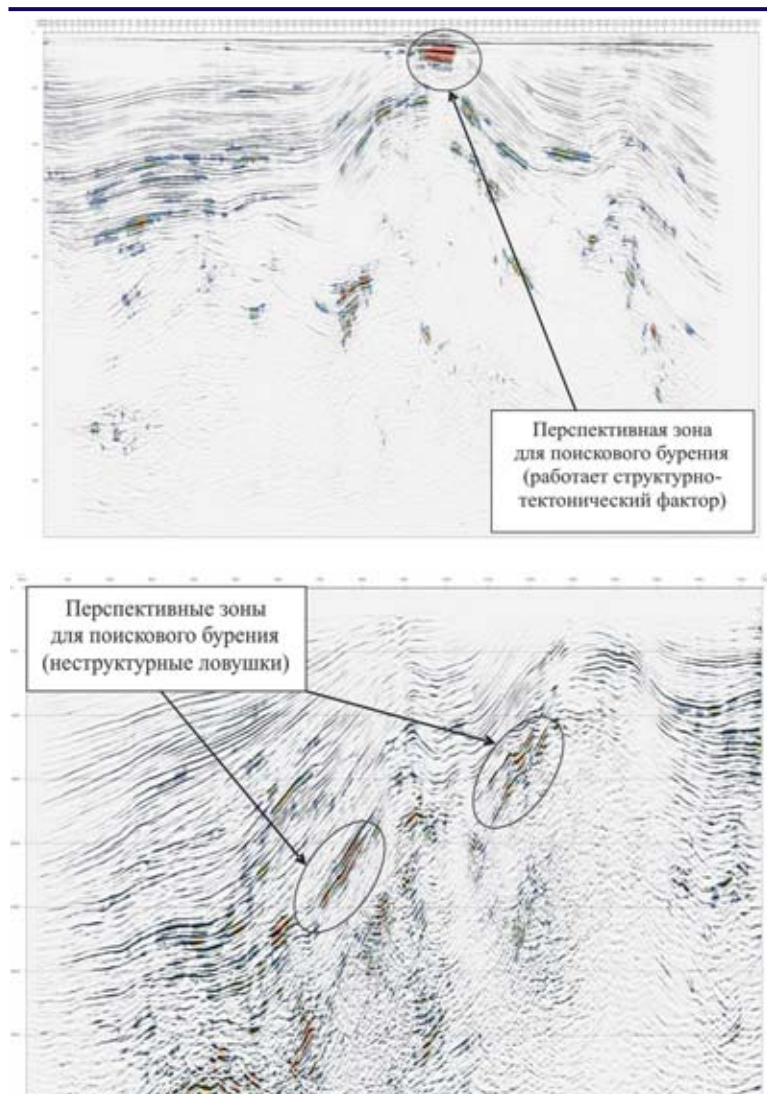


Рис. 7. Разрез после Мультифокусинга и миграции с наложенным НЧ атрибутом



ниях, находящихся в аналогичных геологических условиях.

Результатом такой работы должна стать стратегия геолого-разведки, которая нацелена на поиск месторождений, наиболее эффективных с позиции их дальнейшего освоения.

Дальнейшее применение сейсмозаписи — в вопросах нефтепромысловой геологии при геологическом моделировании, подсчете запасов и особенно разработке месторождений — в настоящее время ограничено лишь прогнозированием объемных характеристик залежи и положением ВНК и ГНК. До настоящего времени практически не востребуемыми являются появившиеся в последнее время возможности сейсмозаписи в решении ключевых задач геологического моделирования при подсчете запасов и разработке месторождений, а именно:

- прогнозирование геологической неоднородности и ФЕС коллекторов в межскважинном пространстве;
  - снижение неопределенности распространения зоны нефтегазонасыщения в неразбуренных участках залежи для более достоверного прогнозирования контура нефтеносности.
- Решение этих задач позволило бы, с одной стороны, существенно повысить достоверность геологических моделей, применяемых при подсчете запасов и проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений, а с другой — существенно снизило бы риски бурения эксплуатационных скважин в малоизученных и особо рискованных зонах продуктивных пластов месторождений.

Таким образом, применение инновационных методов в обработке и интерпретации данных сейсмозаписи может обеспечить как возможностей поиска, так и дальнейшего освоения месторождений, по сути, связав этот процесс в единое целое.

Одними из наиболее перспективных технологий, позволяющих это сделать, на наш взгляд, являются технологии Мультифокусинга и FDPI (рис.4).

В основе метода цифровой обработки Мультифокусинга (MF)

заложен новый подход к получению сейсмических разрезов.

Каждая результирующая трасса временного разреза в этом методе формируется за счет суммирования трасс, которые не обязательно принадлежат к одной ОГТ. Источники и приемники, соответствующие этим трассам, находятся около центральной точки в пределах некой достаточно протяженной зоны (супербазы). В эту зону может попасть множество общих глубинных точек и, соответственно, значительно большее количество трасс, предназначенных для суммирования, чем в традиционной методике. Поскольку в новом методе суммируемые трассы больше не принадлежат общей глубинной точке, потребовался более общий по сравнению со стандартным методом подход к расчету и вводу кинематических поправок. Кинематическая кор-

Рис. 8. Распределение низкочастотных сейсмических аномалий. Ай-Пимский лицензионный участок

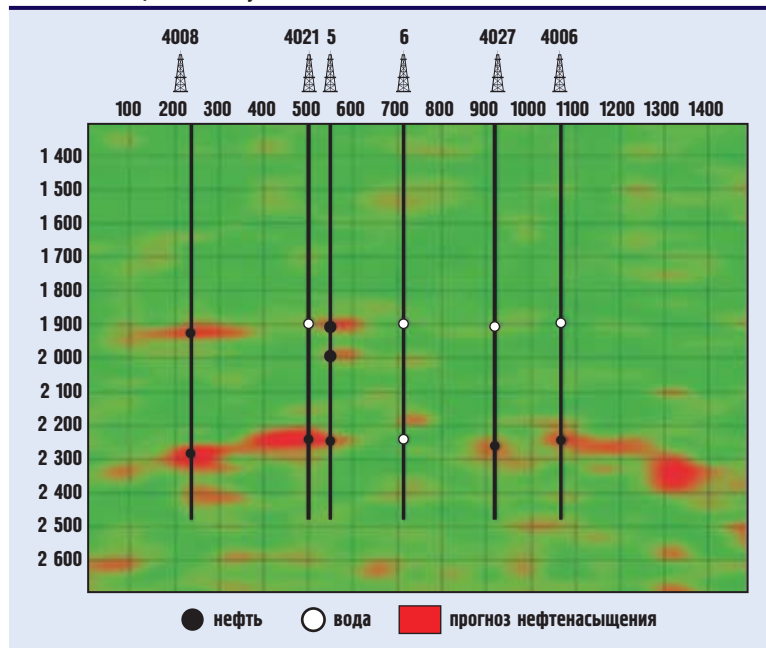


Рис. 9. Прогнозная схема эффективных толщин интервала Ю<sub>3-4</sub> совмещенная с контурами палеоканалов

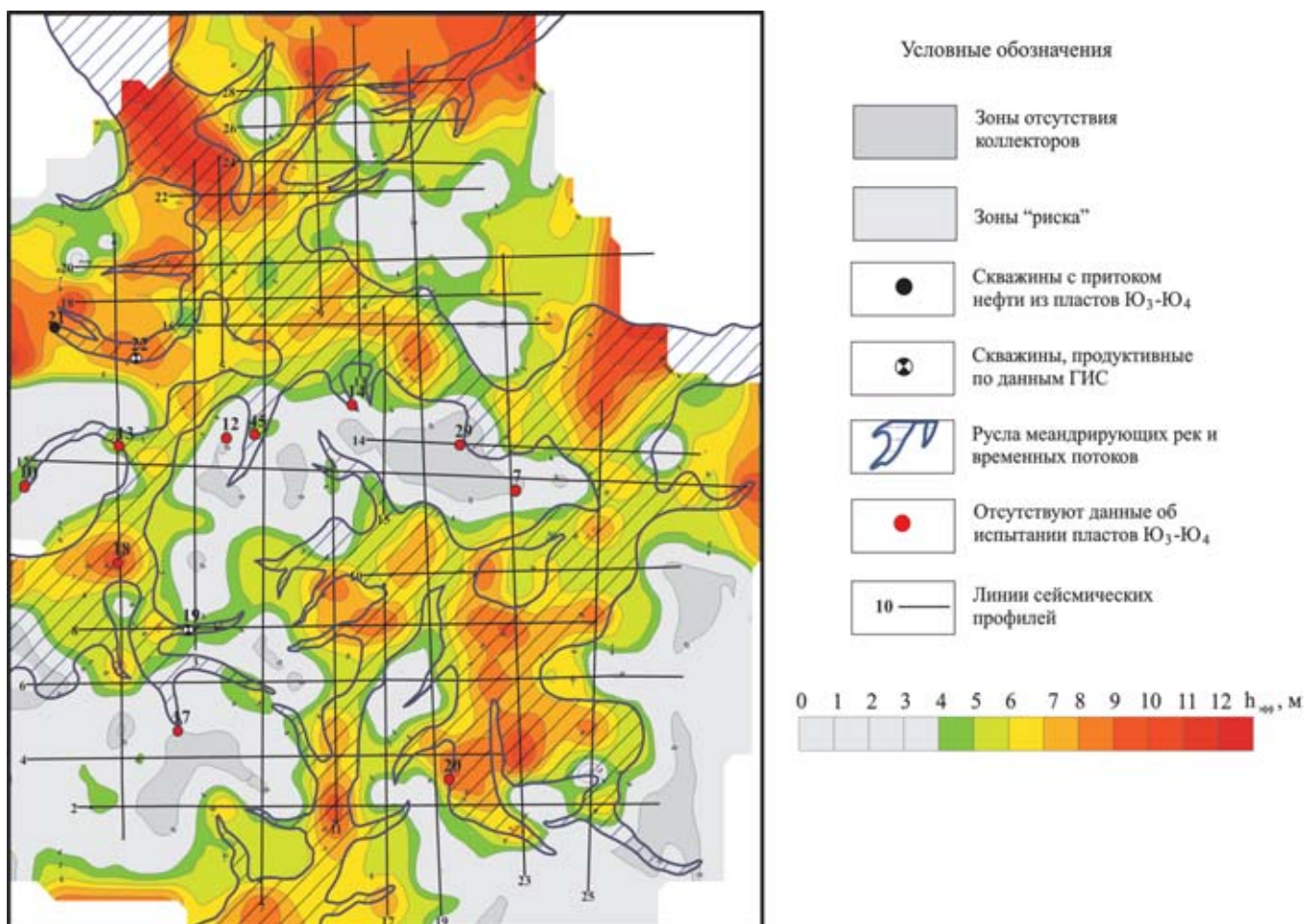


Табл. 2. Характеристика классов коллекторов

Классы	Наименование класса коллекторов	Проводимость ( $K_{прж}$ )	Фации
1	Высокая потенциальная продуктивность	17,38	Фуркирующих рек и конусов выноса
2	Средняя потенциальная продуктивность	11,96	Береговых валов и песков разливов речных пойм
3	Низкая потенциальная продуктивность	3,96	Русел меандрирующих рек и песков разливов речных пойм

рекция базируется на локальной сферической аппроксимации фронта волны вблизи поверхности и аппроксимации криволинейных отражающих границ.

За счет суммирования большого количества трасс, содержащих сигналы волн, отраженных от протяженных участков границ, Мультифокусинг позволяет существенно увеличить соотношение сигнал/помеха на временных разрезах (рис.5). В сложных районах с высоким уровнем помех и низ-

кой кратностью наблюдений он может оказаться единственным способом получения информации для геологической интерпретации. Кроме того, выделенные MF отражающие границы могут послужить основой для надежного построения скоростной модели среды с целью последующей миграции до и после суммирования.

Результаты применения технологии Мультифокусинг позволяют не только существенно повысить информативность сейсмо-

разведки в сложнопостроенных горизонтах (рис.5, 6), но и совместно с результатами FDPI успешно прогнозировать месторождения, находящиеся в сложных геологических условиях (рис.6, 7).

Направление, связанное с использованием особенностей распространения сейсмических волн в пористых средах и разработкой на их основе новых способов выделения и локализации зон распространения нефтегазонасыщенных коллекторов, активно развивается и в России, и за рубежом. В ФГУП «ЗапСибНИИГГ» работы в данном направлении ведутся с середины 1990-х годов. Получены решения, позволяющие развивать новые способы выделения пористых высокопроницаемых флюидонасыщенных

## Глубокоуважаемые коллеги!

Коллектив Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института (ВНИГНИ) поздравляет вас со знаменательной датой — 35-летием со дня основания Западно-Сибирского научно-исследовательского института геологии и геофизики (ФГУП «ЗапСибНИИГГ»).

За этот период институт вырос в крупный центр нефтяной геологии Западной Сибири — ведущий федерально-региональный институт на территории Тюменской области, призванный реализовывать государственную политику в области изучения и освоения минерально-сырьевой базы Западно-Сибирского региона.

Созданное по инициативе начальника Управления геофизических работ Мингео СССР В.В.Федынского и начальника Главтюменьгеологии Ю.Г.Эрвье Западно-Сибирское отделение ВНИИГеофизики (ЗапСибВНИИГГеофизика) в короткие сроки стало полигоном для разработки и адаптации к геолого-геофизическим условиям Западно-Сибирского региона новых геофизических методов и технологий. Научным руководителем большинства новых научно-технических разработок, а во многих случаях генератором новых идей был директор ЗапСибВНИИГГеофизики В.К.Монастырев.

Очередной этап деятельности (1986–2003 гг.) связан с созданием на базе ЗапСибВНИИГГеофизики научно-исследовательского института геофизических методов разведки — ЗапСибНИИГГеофизика, а с 1999 года ФГУП «ЗапСибНИИГГ». В это период получает импульс новое развитие работ, связанное с геолого-геофизическим обоснованием для создания региональных и детальных моделей геофизических объектов, разрабатываются для условий Западной Сибири основы применения сейсмостратиграфии.

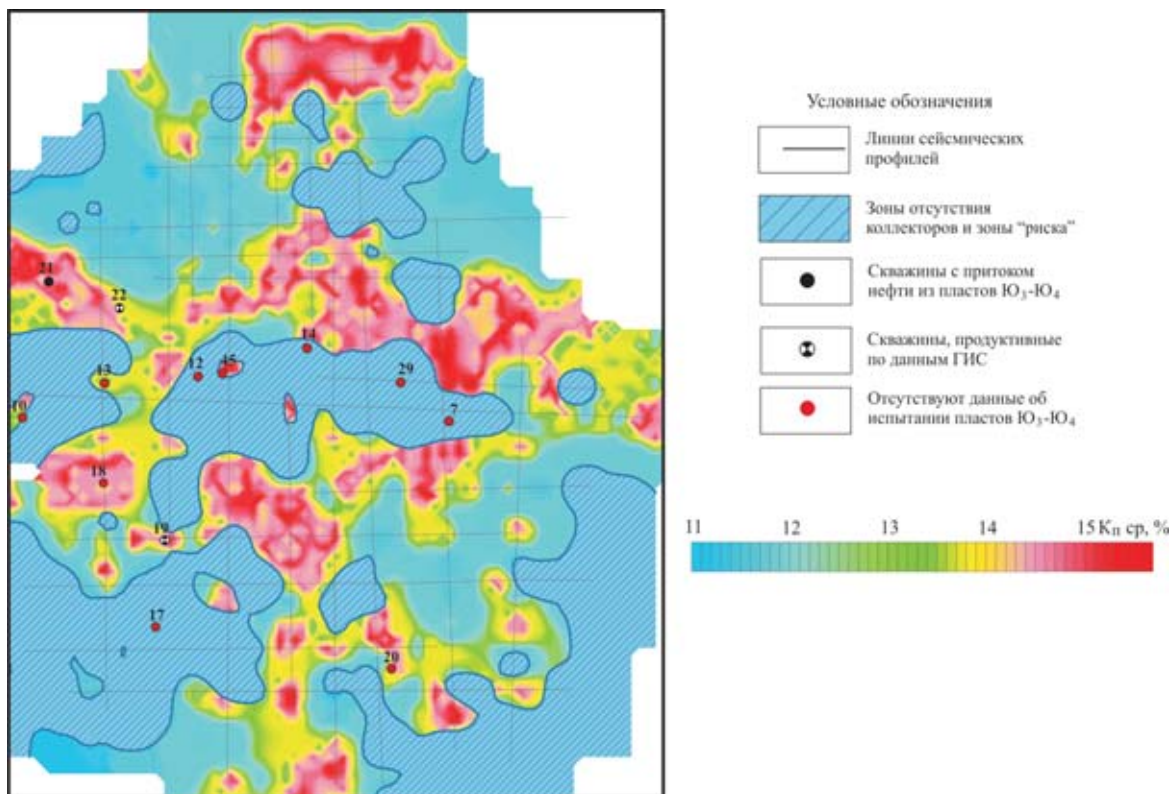
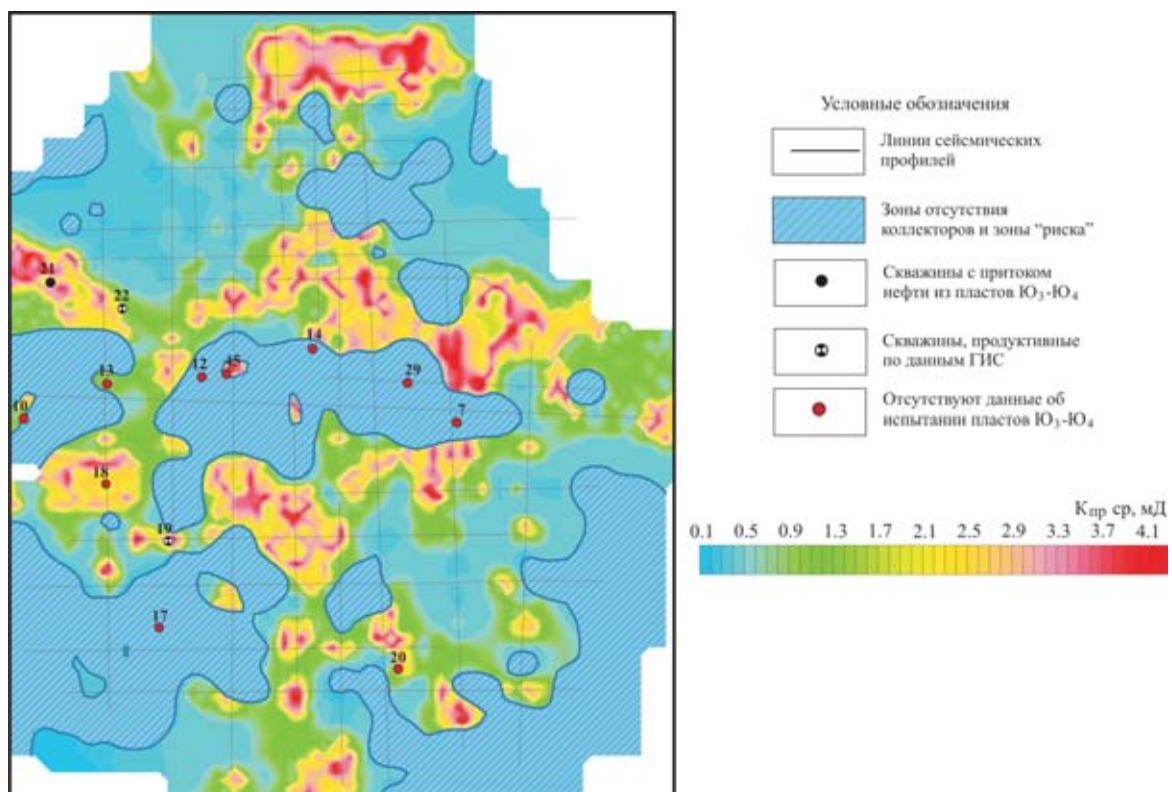
С приходом в 2004 году нового руководства существенно изменилось направление работ института и стратегия его дальнейшего развития. По южным районам Западной Сибири (Тюменская, Курганская, Омская, Томская и Новосибирская области) ЗапСибНИИГГ решает задачи по аналитическому сопровождению деятельности Федерального агентства по недропользованию. В том числе осуществляет мониторинг выполнения лицензионных соглашений, готовит программу геологического изучения недр и осуществляет оценку ресурсной базы территории. За последние годы ученые ЗапСибНИИГГ внесли огромный вклад в развитие инновационных технологий в обработке и интерпретации данных сейсморазведки. В институте был создан уникальный по своему содержанию банк геолого-геофизической информации о строении Западной Сибири.

В день тридцатипятилетнего юбилея желаем всем сотрудникам крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых научных свершений.

Генеральный директор ВНИГНИ

А.И. Варламов



Рис. 10. Прогнозная схема средних значений коэффициента пористости в коллекторах пластов Ю<sub>3-4</sub>Рис. 11. Прогнозная схема средних значений коэффициента проницаемости в коллекторах Ю<sub>3-4</sub>

коллекторов по сейсмическим данным — особенностям поведения отраженных сейсмических волн в низкочастотной области.

В основу методики заложен принцип, основывающийся на существовании взаимосвязи частотных изменений отраженных

волн с типом флюида и коллекторскими свойствами пласта. Такая связь выражается в аномальном перераспределении энергии отражения в низкочастотную область при наличии в пласте свободного флюида. Анализ сейсмических данных, позволяю-

щий выделять различия энергетических и фазовых характеристик низко- и высокочастотных составляющих отраженных сейсмических волн, предоставляет возможность сделать прогноз нефтегазоносности перспективных объектов (рис.8).

В качестве примера успешного использования комплексирования сейсмогеологических данных можно привести результаты исследования среднеюрских отложений ( $Ю_{3-4}$ ) на одной из площадей южной периферии ХМАО (рис.9).

В основе прогнозирования свойств коллектора и предполагаемого нефтегазонасыщения была использована методика интеграции сейсмической и скважинной информации. Результаты прогнозных расчетов показали хорошую сходимость данных, полученных после интерпретации ГИС и сейсмическими атрибутами. На основе кросслотов были получены прогнозные карты эффективных толщин ( $H_{эф}$ ) (рис.9), коэффициента пористости ( $K_p$ ) (рис.10), проницаемости ( $K_{пр}$ ) (рис.11) с высокими коэффициентами корреляции (0,8–0,9).

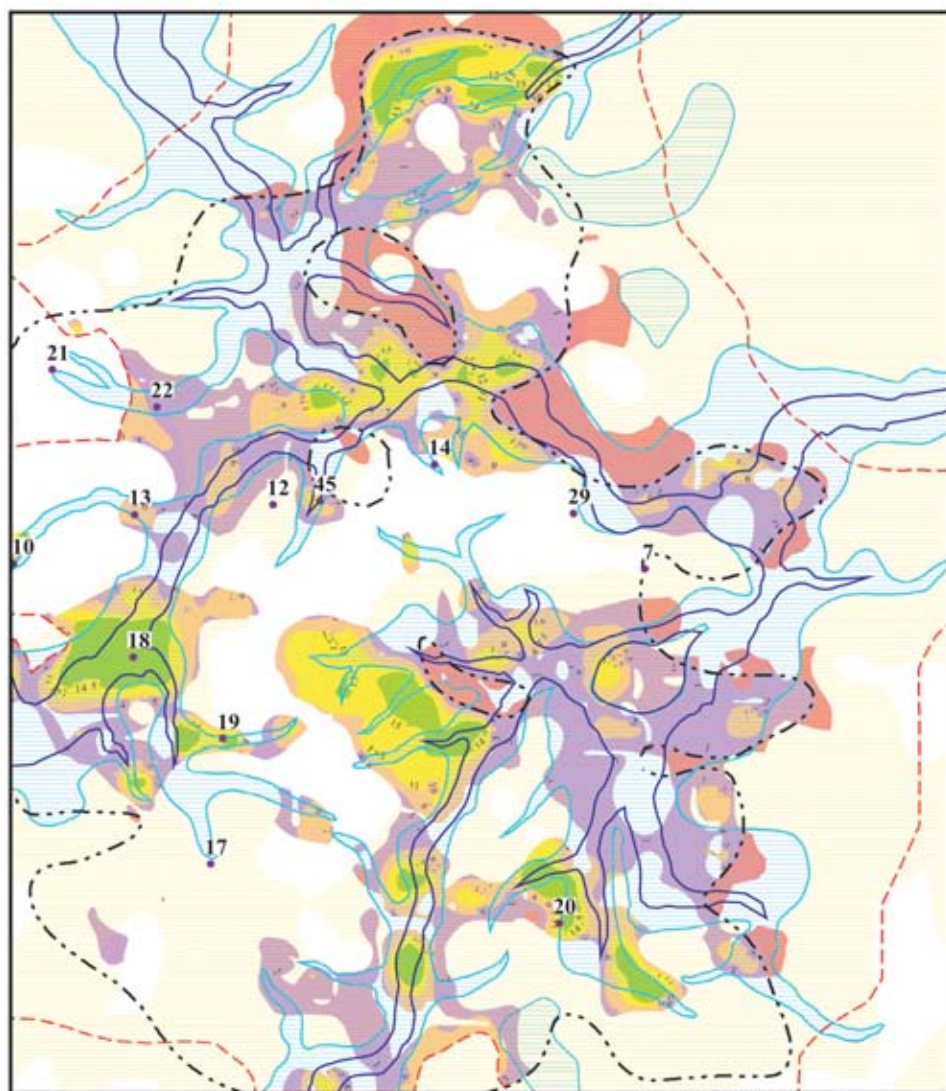
Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что зоны с улучшенными ФЕС приурочены в основном к транзитным зонам палеоканалов, своды же структур следует характеризовать как зоны риска.

Более углубленный анализ перспектив нефтегазоносности по уже выделенным на исследуемом участке зонам развития коллекторов пластов  $Ю_{3-4}$  с улучшенным ФЕС проводился на основе ранжирования площади по потенциальной продуктивности. В качестве критерия продуктивности использовалась карта проводимости коллекторов  $Ю_{3-4}$  —  $K_{пр}$  и  $K_{эф.н.н.}$  (рис.12).

По результатам изучения карты проводимости и лито-фациального анализа были выделены три класса коллекторов (рис.13), характеризующиеся разной степенью потенциальной продуктивности и ФЕС (табл.2).

При этом наиболее продуктивному первому классу коллектора соответствуют фации фурурирующих рек и конусов выноса. Кол-

Рис. 12. Карта проводимости пластов  $Ю_{3-4}$



Условные обозначения


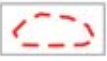
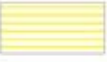



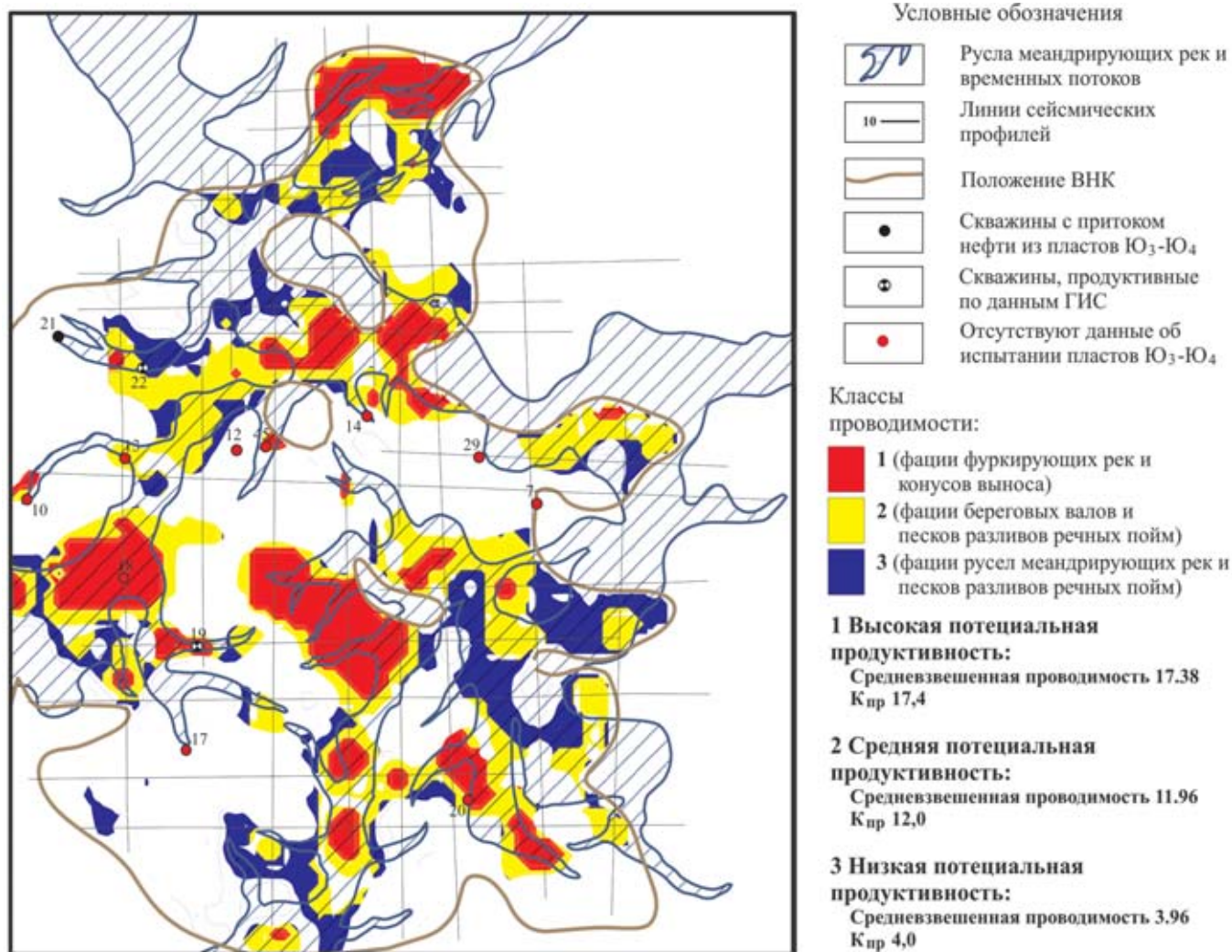
	Фации русел меандрирующих рек		Зоны отсутствия сейсмических данных
	Фации песков разливов речных пойм		Скважина и ее номер
	Фации пойменных озер и болот		Внутренний контур ВНК

Рис. 13. Ранжирование территории исследования по прогнозной потенциальной продуктивности среднеюрских пластов Ю<sub>3-4</sub>

лектора второго класса (средняя продуктивность) отнесены к фациям береговых валов и песков разливов речных пойм. Коллектора третьего класса — низкая продуктивность — приурочены к фациям русел меандрирующих рек и песков разливов речных пойм.

Таким образом, в итоге решена не только задача определения зон, перспективных с позиции нефтегазоносности, но и выполнено ранжирование перспективной территории по потенциальной продуктивности, что позволит в дальнейшем снизить риски как разведочного, так и эксплуатационного бурения и уже на поисково-разведочной стадии принимать обоснованные решения по стратегии освоения будущих месторождений. 📄

## Уважаемый Игорь Викторович!

С огромным удовольствием и от всего сердца поздравляем Ваш институт и всех его сотрудников со славным и внушительным Юбилеем!

Научные разработки и результаты их внедрения, осуществленные за 35-летний период в институте, внесли значительный вклад в развитие минерально-сырьевой базы Западной Сибири.

Высокий профессионализм сотрудников ФГУП «ЗапСибНИИГГ» широко известен геологической общественности России.

Желаю крепкого здоровья, успехов в нелегком научном труде и безаварийности на тех объектах, которые требуют нашего сопровождения.

С праздником!

Росприроднадзор, заместитель руководителя

В.В. Смолин

