

На правах рукописи



Потемкин Григорий Николаевич

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ
НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕВОНСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**

Специальность: 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина»

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук, профессор

Гутман Игорь Соломонович

Официальные оппоненты:

Пороскун Владимир Ильич, доктор геолого-минералогических наук, заместитель генерального директора по геоинформатике ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»;

Александров Андрей Артемович, кандидат геолого-минералогических наук, генеральный директор ОАО «Волжское отделение института геологии и разработки горючих ископаемых».

Ведущая организация – **Институт проблем нефти и газа Российской академии наук.**

Защита состоится «22» декабря 2015 года в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 212.00.02 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина» по адресу: г. Москва, Ленинский проспект д.65 корп.1, каб. 232

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина <http://www.gubkin.ru/diss2/>

Автореферат разослан « ___ » _____ 20__ года.

Ученый секретарь

Диссертационного совета

Милосердова Людмила Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция уже более 75 лет является одним из основных регионов добычи углеводородов в России. Продолжающееся несколько десятилетий снижение суммарных добываемых объемов нефти и газа в пределах провинции предопределяет необходимость обеспечения прироста сырьевой базы углеводородов.

Геологоразведочные работы начала XXI века оставляют повод для оптимизма, несмотря на то, что в Поволжье открываются, как правило, мелкие месторождения. С началом активной разведки и опытной эксплуатации залежей высоковязкой нефти в пермских отложениях, а также в связи с открытием высокодебитных залежей в девонских и каменноугольных карбонатах, начали раздаваться осторожные высказывания ученых о «втором рождении» Волго-Уральской провинции.

Одним из геологически сложных участков на юге провинции является зона сочленения крупных тектонических сооружений: Бузулукской впадины, Южно-Татарского, Жигулевско-Пугачевского сводов и Мелекесской впадины. Эта территория в административном отношении приурочена к Самарской области – региону с высокоразвитой инфраструктурой. Область относится к старейшим нефтегазодобывающим регионам страны. Стратиграфический диапазон, в котором выявлены промышленные залежи углеводородов, весьма широк: от девонских до пермских отложений. По современным оценкам, существенный вклад (около 30%) в начальные суммарные ресурсы области вносит девонский терригенный комплекс, в то же время доля его запасов не превышает 5%.

Регион характеризуется высокой степенью разведанности структурным, глубоким бурением и сейсморазведкой. Накоплен обширный фактический материал. Вместе с тем в связи со сложностью геологического строения остаются неясными многие аспекты строения, формирования и развития геологических объектов, понимание которых играет ключевую роль в дальнейшем проектировании геологоразведочных работ.

Все это предопределяет необходимость создания геологических региональных и локальных моделей нефтегазоносных объектов, обеспечивающих оптимизацию геологоразведочного процесса и повышение его информативности с применением современных средств обработки и интерпретации геолого-геофизических данных и, в первую очередь, корреляции разрезов скважин.

Ручные ее варианты при обработке накопленных массивов данных уже не могут обеспечить качественную основу для геологического изучения. Поэтому возрастает роль автоматизированной корреляции разрезов скважин, алгоритм которой реализован в программном комплексе AutoCorr.

Степень изученности темы исследования

Систематическое изучение геологического строения Самарской области с точки зрения ее нефтегазоносности ведет свою историю с 1928 г.

Вопросам геологического строения и нефтегазоносности девонского комплекса Самарского Поволжья, включая проблемы тектоники, литологии и стратиграфии, посвящены многочисленные научные труды, среди которых следует отметить работы И.М. Губкина, К.Б. Аширова, А.А. Бакирова, Р.Н. Валеева, А.А. Голова, В.И. Громеки, И.А. Денцкевича, В.А. Долицкого, С.С. Коноваленко, В.А. Лобова, В.П. Марковского, М.Ф. Мирчинка, О.М. Мкртчяна, В.Д. Наливкина, С.И. Новожиловой, Е.Г. Семеновой, Е.Я. Суровикова, В.Н. Тихого, В.И. Троепольского, А.А. Трофимука, Р.О. Хачатряна, Д.Ф. Шамова, С.С. Эллерна и многих других.

Неоценимый вклад в изучение осадочного чехла во взаимосвязи с кристаллическим фундаментом внесли А.А. Александров, В.В. Белоусов, С.В. Богданова, Р.Н. Валеев, Е.Д. Войтович, В.П. Гаврилов, Н.С. Гатиятуллин, И.С. Гутман, Л.З. Егорова, Е.Г. Журавлев, М.М. Килигина, В.А. Клубов, В.С. Князев, Т.А. Лапинская, И.А. Ларочкина, А.В. Лобусев, Е.В. Лозин, Р.Х. Муслимов, А.В. Постников, Б.С. Ситдииков, Н.П. Старков, В.П. Степанов, Б.А. Успенский, В.П. Флоренский, Н.С. Шатский, А.Г. Шашель, В.С. Шеин, О.А. Шнип и многие другие.

Несмотря на значительный объем исследований девонского терригенного комплекса на региональном и локальном уровнях, многие аспекты геологического строения остаются не до конца выясненными.

Цель работы состоит в уточнении региональной и локальных геологических моделей и оптимизации геологоразведочного процесса на основе выявленных особенностей геологического строения девонских терригенных отложений в пределах южной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (Самарская область).

В процессе исследования решались следующие **задачи**:

- геометризация региональных и локальных геологических объектов на основе корреляции разрезов скважин с применением программных средств автоматизации;
- выявление региональных особенностей залегания пород в геологическом разрезе;
- структурно-тектоническое моделирование поверхности кристаллического фундамента и отдельных стратиграфических подразделений осадочного чехла;
- типизация геологических разрезов на основе анализа морфологических, структурных, литологических и геолого-промысловых характеристик отложений;

- изучение отдельных локальных объектов с учетом региональных особенностей строения территории на основе комплексирования данных бурения, сейсмических и промысловых исследований;
- научное обоснование дальнейшего совершенствования геологоразведочных работ с целью оптимизации освоения нефтегазового потенциала региона.

Фактический материал

Исследование проводилось с использованием геофизических и промысловых данных более чем 2400 глубоких скважин различных площадей в пределах Самарской области. Также были использованы результаты интерпретации региональных и локальных сейсморазведочных работ, многочисленные фондовые материалы по геофизическим, литологическим, обзорным работам и другим исследованиям.

Методология и методы исследования

Методология изучения геологического строения девонского комплекса основана на автоматизированной корреляции разрезов скважин с помощью программы Autocorr с использованием апробированных методических приемов комплексирования скважинных данных с результатами сейсморазведки, исследованиями керна и геолого-промысловыми данными. Применены методы геологического моделирования на региональном и локальном уровнях, анализ карт толщин и структурных построений, математические методы обработки геолого-геофизических данных.

Научная новизна

1. Разработан и впервые реализован алгоритм региональной корреляции разрезов большого массива скважин в пределах нефтегазоносного региона с применением средств автоматизации. Предложен подход к обоснованию оптимального набора геофизических методов и параметров автоматической обработки при региональной корреляции.
2. На основе использования в полном объеме геолого-геофизических материалов более чем 2400 глубоких скважин и результатов современных региональных сейсморазведочных работ исследовано влияние блокового строения кристаллического фундамента на структуру эйфельско-нижнефранского осадочного комплекса.
3. Предложена новая схема типизации разрезов девонского терригенного комплекса с учетом тектонической приуроченности, стратиграфической полноты, литологической изменчивости и геологической неоднородности.

Практическая значимость

1. Проведена взаимная увязка разрезов всего фонда поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин региона и уточнено стратиграфическое расчленение девонских продуктивных отложений, составлен каталог стратиграфических отбивок по продуктивным пластам изучаемого интервала.

2. Уточнена структурно-тектоническая модель поверхности кристаллического фундамента с использованием данных бурения и результатов современной сейсморазведки. Показано, что формирование грабенообразных прогибов на отдельных участках началось с воробьевского времени и продолжалось в ардатовское, пашийское и тиманское время.

3. Разработана схема типизации разрезов девонского интервала, которая служит основой для уточнения поисково-разведочных критериев.

4. Построены карты регионального распространения основных продуктивных пластов, проведен анализ распределения коллекторских свойств, геологической неоднородности и промысловых характеристик пластов по разрезу и площади и проведена дифференциация территории по степени перспективности.

5. Результаты региональных исследований позволяют актуализировать сейсмогеологические модели локальных сложнопостроенных нефтегазоносных объектов, приуроченных к девонским грабенообразным прогибам.

Основные защищаемые положения

1. Разработанная методика многоступенчатой корреляции разрезов скважин обеспечивает высокую эффективность геолого-геофизической интерпретации при моделировании девонского (эйфельско-нижнефранского) терригенного комплекса исследуемого региона.

2. Актуализированная структурно-тектоническая модель поверхности фундамента и девонского комплекса позволила выявить и обосновать 7 основных типов геологических разрезов с присущими каждому определенными особенностями строения и нефтегазоносности.

3. Теоретически доказана связь особенностей геологического строения девонского терригенного комплекса с блоковыми движениями фундамента по разломам северо-восточной и северо-западной направленности и установлены периоды максимальной тектонической активности в течение среднедевонско-раннефранской эпохи.

4. На основе разработанных методических приемов комплексного геологического изучения на региональном и локальном уровнях с учетом типизации разрезов территория ранжирована по степени перспектив нефтегазоносности с целью оптимизации освоения нефтегазового потенциала девонского терригенного комплекса исследуемого региона.

Апробация работы

Полученные результаты работы поэтапно рассматривались на заседаниях секции «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» НТС ОАО «НК Роснефть» в 2011 году, НТС ОАО «Самаранефтегаз» ежегодно с 2011 по 2014 гг. По результатам рассмотрения было рекомендовано заинтересованным геологическим и проектным организациям (ОАО «СамараНИПИнефть», ОАО «Самаранефтегеофизика») использовать результаты работ при построении сейсмогеологических моделей на площадях со сложным строением.

Основные результаты были доложены на научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (Москва, 2012), XIX и XX Губкинских чтениях (Москва, 2011, 2013 гг.), научно-практической конференции «Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии: от скважины до магистральной трубы» (Сочи, 2014), научной конференции «Ломоносов» (Москва, 2015).

Основные методические приемы и результаты изучения разрезов Самарского региона с применением программного комплекса AutoCorr в виде отдельных глав вошли в «Методические указания к корреляции разрезов скважин в автоматическом и интерактивном режимах при геологическом моделировании сложнопостроенных нефтегазоносных объектов» (под редакцией И.С. Гутмана), одобренных Экспертно-техническим советом Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, содержит 137 страницы текста, включая 16 таблиц и 44 рисунка. Библиографический список содержит 134 наименования.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, профессору И.С. Гутману за всемерную поддержку и ценные советы. Автор благодарен заведующему кафедрой промышленной геологии нефти и газа профессору, д.г.-м.н. А.В. Лобусеву, профессору, д.г.-м.н. С.Б. Вагину, профессору, д.г.-м.н. В.П. Филиппову, профессору, д.г.-м.н. П.Н. Страхову, к.т.н. С.П. Папухину, И.Г. Кураповой, доценту, к.ф.-м.н. И.Ю. Балабану, доценту, к.г.-м.н. Г.П. Кузнецовой, доценту, к.ф.-м.н. В.М. Староверову, к.г.-м.н. С.А. Рудневу, Н.Р. Исянгуловой и всем сотрудникам кафедры промышленной геологии нефти и газа и университета.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Особенности геологического строения южной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (Самарская область)

Территория Самарского региона в целом характеризуется высокой степенью изученности геолого-геофизическими методами как регионального, так и локального масштаба.

Глубокое поисковое бурение в Самарской области было начато в 1932 г. Общее количество поисковых и разведочных скважин превышает 4130, проходка более 9500 тыс. м. Плотность поискового и разведочного бурения составляет около 13 км²/скв., на 1 км² приходится 177 м проходки. Наименее изученным является девонский терригенный комплекс (123 м/км²). С учетом эксплуатационного фонда общее количество глубоких скважин на территории превышает 11 тысяч. Скважины распределены по площади крайне неравномерно.

В пределах исследуемой территории геологический разрез представлен породами кристаллического фундамента, осадочными отложениями рифея, девонскими, каменноугольными, пермскими, мезозойскими и кайнозойскими породами. Осадочный чехол залегает на размытой поверхности кристаллического фундамента.

К настоящему времени благодаря комплексным геолого-геофизическим исследованиям и данным глубокого бурения выяснены основные черты геологического строения Самарской области. Исследуемый регион располагается в пределах крупной надпорядковой структуры – южного склона Волго-Уральской антеклизы и находится в зоне сочленения крупнейших сооружений юго-западной части Русской платформы: Жигулевско-Пугачевского и Южно-Татарского сводов, Бузулукской и Мелекесской впадин. Особое место занимает погребенная Волго-Сокская палеовпадина, которая расположена в центральной части области и ориентирована с юго-запада на северо-восток. В пределах области по поверхности фундамента выделяются протяженные и узкие отрицательные структуры, формирование которых связано с разломами. Такие структуры получили название девонских грабенообразных прогибов (ДГП). Характерной особенностью региона является наличие наложенных региональных структур – Муханово-Ероховского и Усть-Черемшанского прогибов Камско-Кинельской системы. Как отрицательные структуры они наиболее четко выражаются по кровле фаменских отложений.

На территории региона промышленные залежи нефти и газа приурочены к девонским, каменноугольным и пермским отложениям. Выделяется 8 нефтегазоносных комплексов (НГК). Девонский (эмско-нижнефранский) терригенный НГК представлен песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями и пластами известняков. Продуктивными являются

пласты песчаников тиманского, пашийского и воробьевского горизонтов, живетского и эйфельского ярусов.

Глава 2. Региональная корреляция разрезов скважин

На каждом из этапов геологоразведочных работ (ГРП) и в процессе разработки месторождений корреляция разрезов скважин должна учитывать как различия в объеме и качестве исходных данных, так и набор методов исследования, применяемых для комплексирования. Принято считать, что значимость корреляции возрастает с увеличением степени разбуренности территории, однако и на начальных стадиях изученности ее роль велика.

Типовые подходы к проведению региональных исследований предполагают использование редкой сети глубоких скважин (поисковых, опорных, параметрических) с наиболее полным комплексом исследований, включая ГИС, отбор керна, опробования. Это вполне оправдано для территорий, вступающих в активное освоение. В то же время, для регионов с высокой разведанностью указанная методика продолжает применяться, несмотря на большой накопленный объем данных по скважинам. Считается, что разведочные, а тем более эксплуатационные скважины в силу ограниченности комплекса ГИС, невысокого выноса керна или полного его отсутствия не могут обеспечить прирост достоверности и детальности исследований. Одной из причин такой не вполне обоснованной, но вынужденной отбраковки исходных данных является трудоемкость обработки больших массивов скважинной информации с применением традиционных методик. Ручная обработка накопленных массивов данных (в первую очередь, корреляция данных ГИС) уже не может обеспечить качественную основу для геологического изучения, что предопределяет необходимость применения автоматизированной корреляции разрезов скважин, алгоритм которой реализован в программном комплексе Autocorr – базовом для проведенных в диссертационной работе исследований.

В рамках данного раздела работы с целью разработки методики изучения разнородного и сложного геологического разреза рассмотрены два укрупненных интервала: девонский преимущественно терригенный (эйфельско-нижнефранский) и верхнедевонско-нижнекаменноугольный.

Для определения оптимального комплекса применительно к автокорреляции, а также с целью настройки параметров было проведено изучение тестового участка, эквивалентного региону по ряду ключевых характеристик, таких как плотность сети скважин и среднее расстояние между ними. Тестовый участок находится в центральной части региона и включает 53 глубокие скважины. По опыту работы в программе Autocorr известно, что общее количество используемых промыслово-геофизических кривых не должно превышать

четырёх, причем три метода (основных) в каждом варианте должны быть представлены в более чем 75% всего массива скважин, четвертый метод (вспомогательный) присутствует не менее чем в 25% скважин. Методы должны обладать достаточной разрешающей способностью и информативностью (на основе качественной оценки). Таким образом, в качестве основных могут использоваться методы собственных потенциалов (ПС), кажущегося сопротивления (КС), гамма-каротажа (ГК), нейтронного гамма-каротажа (НГК) и кавернометрии (ДС – диаметр скважины), в качестве дополнительных – все перечисленные, а также боковой (БК) и индукционный каротаж (ИК). Разрезы 53-х скважин были подвергнуты обработке с различными параметрами, после чего были определены показатели, анализ которых позволяет сделать выбор оптимальных настроек (таблица 1).

Для каждого интервала выбраны по три варианта настроек с той целью, чтобы оценить стабильность работы алгоритма. Качественный анализ результатов парной корреляции показал, что каждый из вариантов показывает сопоставимые результаты, т.е. для обработки может быть выбран любой набор параметров с минимальными значениями средней невязки (отмечены в таблице 1 полужирным шрифтом).

Таблица 1. Оценка качества автоматизированной корреляции разрезов скважин тестового участка

№ п/п	Методы ГИС и их относительные веса	Невязки, м			
		Верхнедевонско-нижне-каменноугольный интервал (D ₃ -C ₁)		Девонский интервал (D ₂₋₃)	
		Сред.	Макс.	Сред.	Макс.
1	ГК-0.9 НГК-0.75 ПЗ-0.5	10.5	35.7	3.5	17.5
2	ПС-0.9 ПЗ-0.75 НГК-0.5	5.9	38.4	7.5	35.4
3	ПЗ-0.9 НГК-0.75 ДС-0.5	1.4	43.0	4.5	21.5
4	ПС-0.9 ГК-0.75 НГК-0.5	4.9	106.5	9.5	39.6
5	ПЗ-0.9 ГК-0.75 НГК-0.5	0.82	14.4	6.6	27.5
6	ПС-0.9 ГК-0.75 ДС-0.5	6.1	92.9	8.1	36.4
7	НГК-0.9 ГК-0.75 ПЗ-0.5	10.9	34.8	3.7	25.0
8	ДС-0.9 ГК-0.75 НГК-0.5	10.5	35.4	3.8	36.0
9	ПЗ-0.9 ГК-0.8 НГК-0.7 ПС-0.5	23.0	113.2	5.6	35.7
10	ГК-0.9 НГК-0.8 ПЗ-0.7 ПС-0.5	3.1	35.2	6.2	35.7
11	ГК-0.9 НГК-0.8 ПЗ-0.7 БК-0.5	13.5	54.6	4.6	30.2
12	ГК-0.9 НГК-0.8 ПЗ-0.7 ДС-0.5	13.4	116.0	3.5	18.2
13	ПЗ-0.9 НГК-0.8 ГК-0.7 ИК-0.5	13.9	61.2	4.9	25.1
14	ДС-0.9 ГК-0.8 ПЗ-0.7 НГК-0.5	12.2	119.1	3.1	17.4

На основе результатов корреляции тестового участка был разработан алгоритм, позволяющий учесть различия интервалов разреза в литологическом составе и в разной степени освещенности интервалов методами ГИС.

Глава 3. Региональные особенности геологического строения и нефтегазоносности девонских отложений

Результаты региональной корреляции разрезов всего фонда скважин в комплексе с результатами сейсморазведки и кеновыми данными позволили актуализировать региональную геологическую модель ДТК.

На первом этапе для установления особенностей геологического строения региона использовался анализ корреляционных схем и анализ карт толщин.

Корреляционные схемы позволяют судить о морфологических особенностях строения разрезов в региональном плане, выявлять относительно стабильные блоки и трассировать их границы, которые в ДТК чаще всего сопряжены с границами тектонических сооружений и проявляются в виде разрывных нарушений разного порядка (рисунок 1).

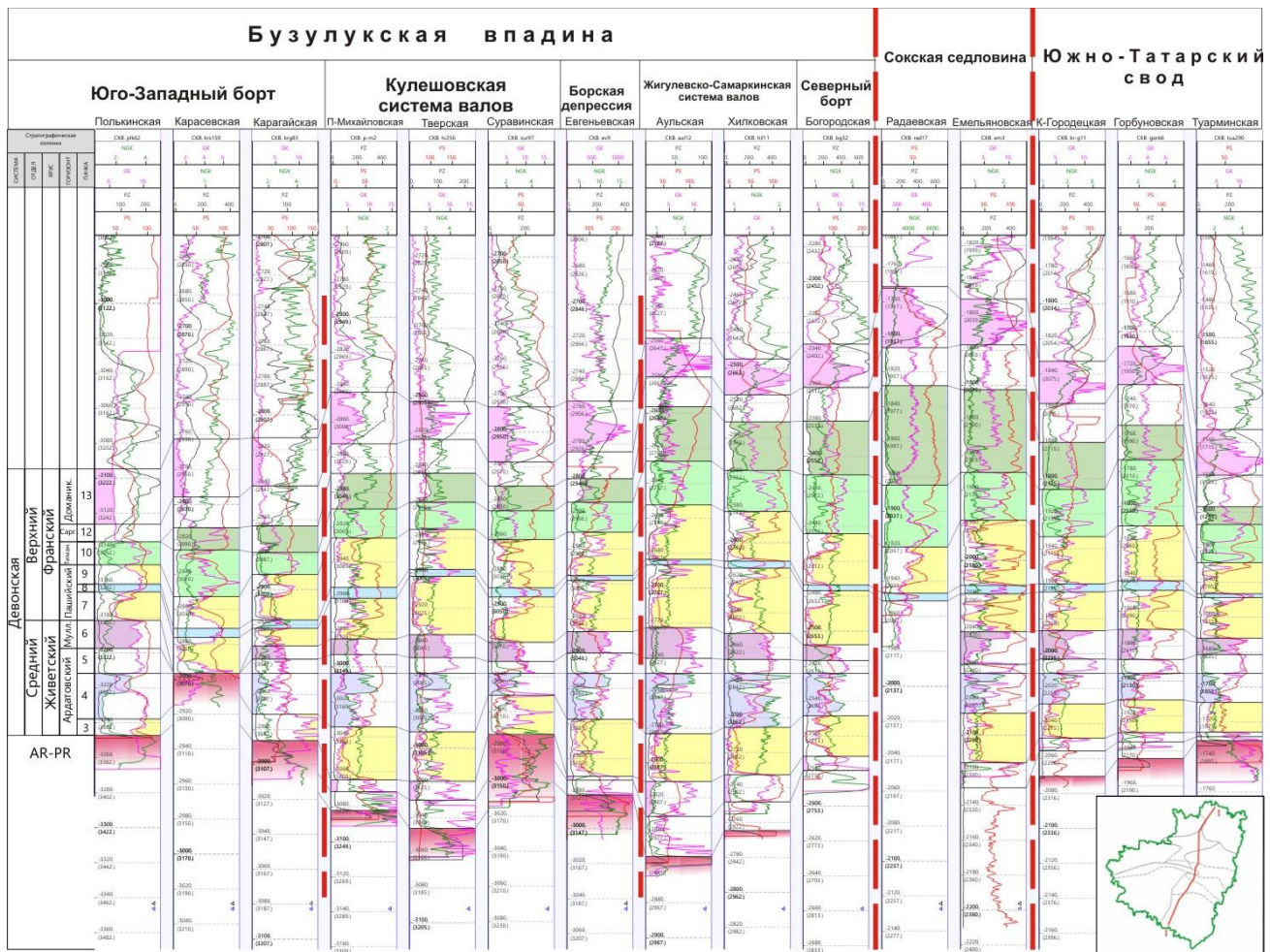


Рисунок 1 – Субмеридиональная корреляционная схема с нанесенными блоками.

Общая толщина девонского терригенного комплекса изменяется в весьма широком диапазоне. На карте общих толщин комплекса (рисунок 2) отчетливо выделяются вытянутые в северо-восточном направлении чередующиеся полосы увеличенных и сокращенных толщин. На юго-западе области, по направлению к центру Жигулевско-Пугачевского свода,

отложения девонского терригенного комплекса отсутствуют, в пределах Покровской, Ново-Киевской, Романовской, Красавской и других площадей на поверхности фундамента залегают франские карбонатные породы. Зона отсутствия терригенных отложений простирается на юго-запад от Покровской вершины Жигулевско-Пугачевского свода.

Для ярусов и горизонтов отмечается общая тенденция к северо-восточной направленности зон увеличенных толщин. В целом, толщины всех интервалов возрастают на юго-восток по направлению к Прикаспийской впадине. Несколько слабее эта тенденция проявляется для тиманского и саргаевского горизонтов. Эйфельские отложения в пределах изучаемой территории распространены не повсеместно. Они отсутствуют на западе области, а также на выступах кристаллического фундамента. Отчетливо прослеживается тенденция к увеличению толщины яруса на восток и юго-восток, что сопряжено с наличием более полных разрезов в стратиграфическом отношении. Фактически, только на востоке и юго-востоке территории эйфельский ярус может быть уверенно расчленен на бийский, клинцовский, мосоловский и чернойарский горизонты.

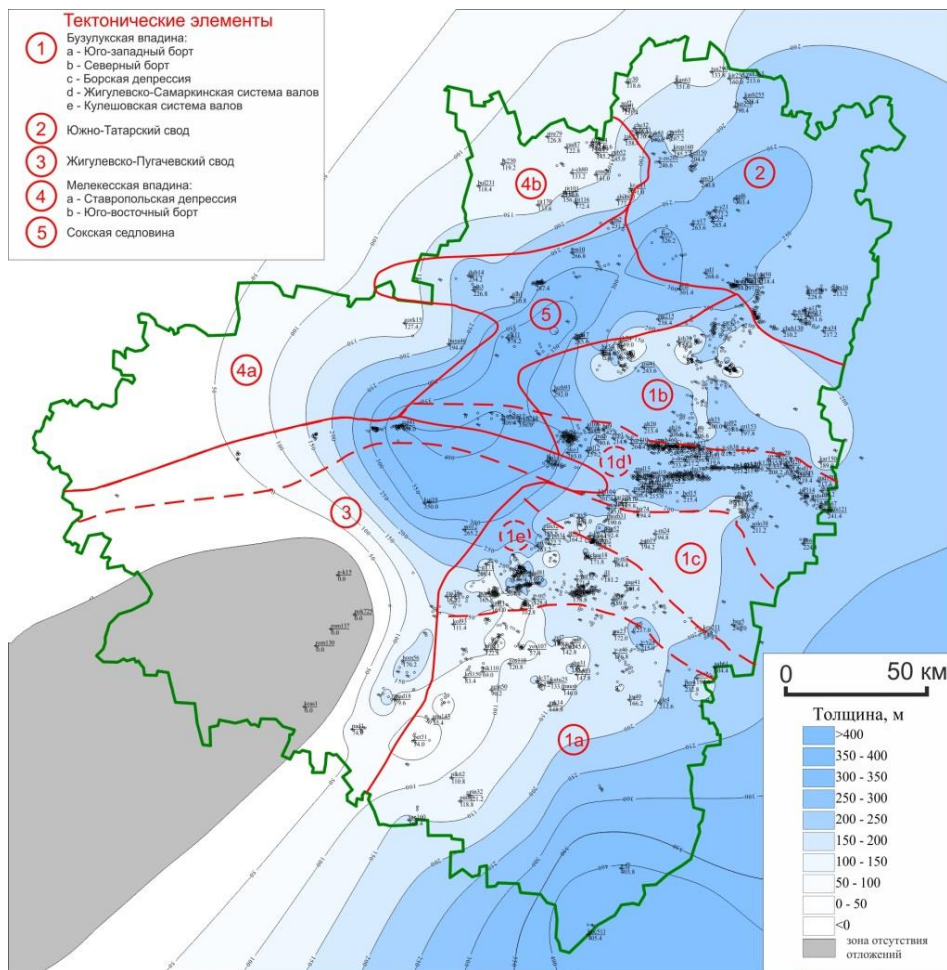


Рисунок 2 – Карта общих толщин девонского терригенного комплекса.

Характер изменения толщин воробьевского горизонта в общих чертах соответствует эйфельскому ярусу: наблюдается обширная зона отсутствия отложений на западе и юге

территории, локальные размывы в пределах Екатериновско-Сидоровского, Сологаевского и Никольско-Спиридоновского выступов фундамента. Указанные блоки, наряду с Любимовско-Кудиновской зоной, сохраняли свою активность вплоть до начала франского века: начиная с пашийского времени зона отсутствия отложений приурочена только к Покровской вершине Жигулевско-Пугачевского свода.

Первоочередной задачей при изучении региональных структурно-тектонических взаимоотношений кристаллического основания и осадочного чехла является построение карты поверхности фундамента. В качестве исходных данных использовались, во-первых, отбивки 903 скважин, вскрывших кровлю фундамента, и, во-вторых, фоновые материалы сейсморазведки по отдельным территориям Самарской области (2001-2013 гг.). Данные обеспечивают покрытие сейсморазведочными данными около 70% площади Самарской области, что, в целом, позволяет построить обоснованную модель поверхности фундамента (рисунок 3). При выделении разрывных нарушений использовались результаты исследований А.Г. Шашеля, А.П. Шиповского, А.А. Александрова и др. (1998) и материалы ВО ИГиРГИ.

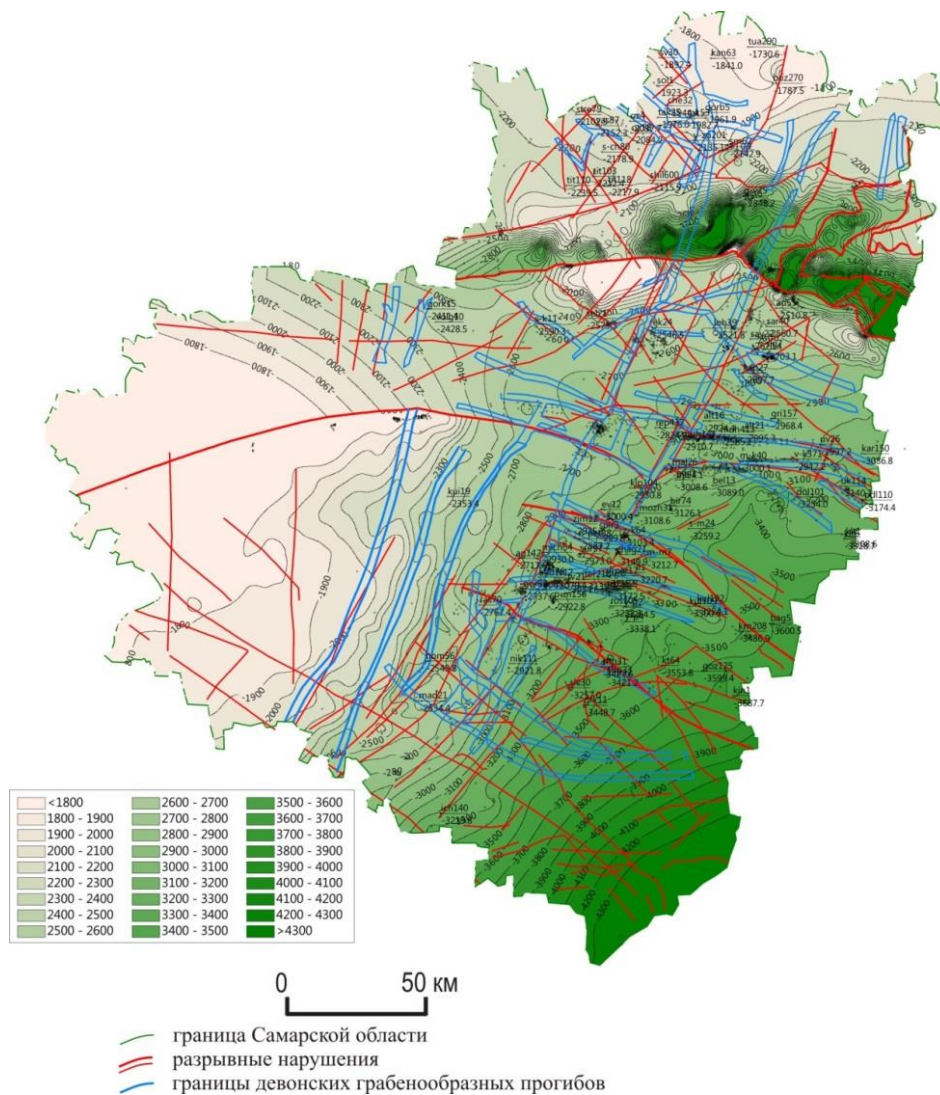


Рисунок 3 – Структурная карта поверхности кристаллического фундамента.

Глубинные разломы, имеющие древнее заложение, периодически активизировались, о чем свидетельствуют неоднократные интрузии основного состава, связанные с разломами и проявления динамометаморфизма и магматической деятельности в образцах керна глубоких скважин. Выделяются диагональные (северо-восточное и северо-западное) и ортогональные (субширотное и субмеридиональное) направления дислокаций.

Наиболее существенное влияние на формирование и строение девонских и каменноугольных отложений оказали разрывные нарушения диагональной системы. В процессе формирования ДТК главная роль принадлежала нарушениям северо-восточного простирания, что подтверждается именно такой ориентировкой изопахит на картах общих толщин практически всех пачек разреза, а также морфологией крупного погребенного геологического объекта – Волго-Сокской палеовпадины. В дальнейшем усилилось влияние системы разломов северо-западной направленности, контролировавшей зарождение в франкий век и формирование в фаменский, турнейский и визейский века Камско-Кинельской системы прогибов. Наряду с диагональной раздробленностью фундамента в период формирования локальных поднятий вновь возросла активность субширотной системы разломов, что подтверждается ориентировкой основных систем валов (Жигулевско-Самаркинской, Кулешовской).

Указанные тектонические процессы были приурочены к герцинскому тектоническому циклу, а именно к среднедевонско-раннефранской и позднедевонской тектоническим эпохам (И.А. Денцкевич, 1998).

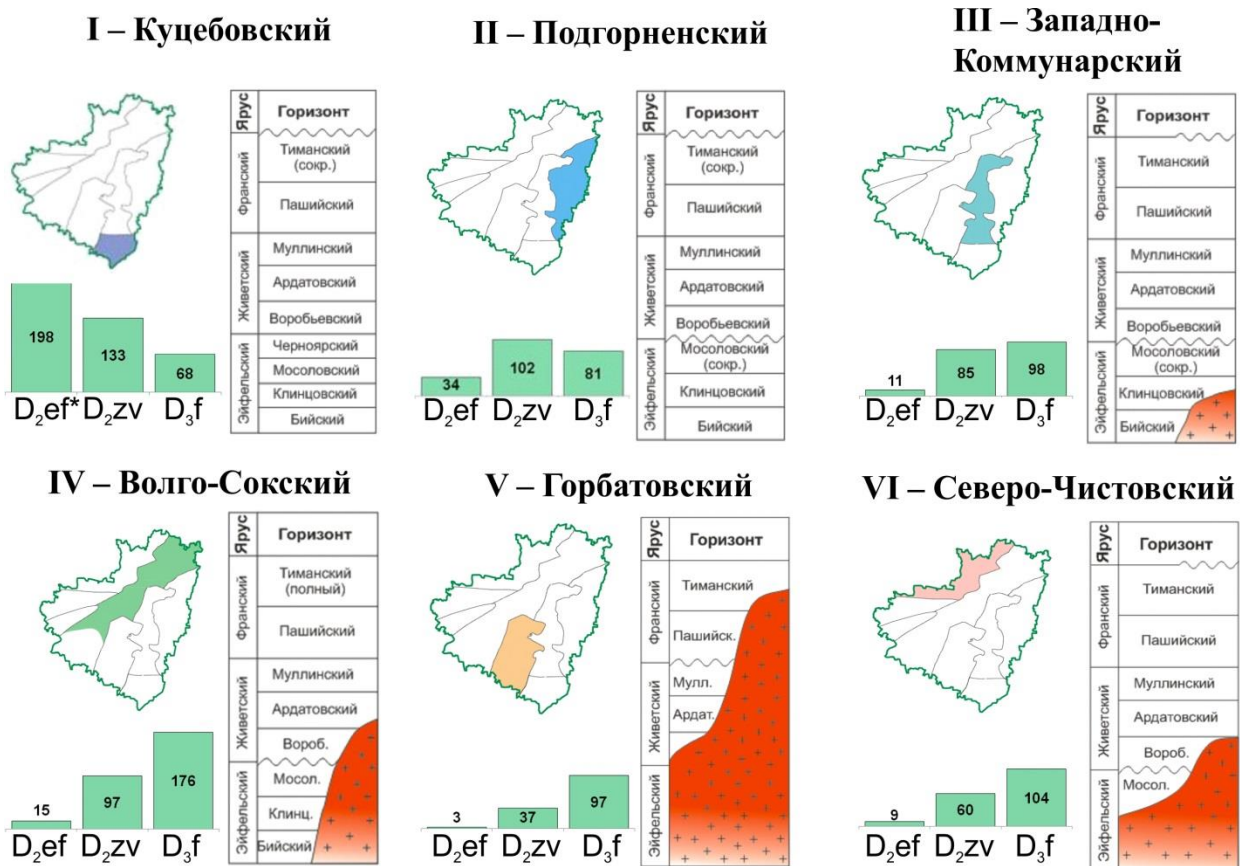
Наибольшая интенсивность тектонических подвижек зафиксирована в среднефранское время, что подтверждается преимущественно тиманским возрастом возникновения девонских грабенообразных прогибов, хотя на отдельных участках подобные процессы могли начаться и ранее. Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что формирование прогибов на отдельных участках началось уже с воробьевского времени и продолжалось в ардатовское, пашийское и тиманское время.

Девонский терригенный комплекс на территории Самарской области характеризуется достаточно высокой степенью литологической изменчивости. Е.Г. Семеновой и др. (2007) по стратиграфической полноте, литологическому составу, палеонтологической характеристике на основе литолого-палеонтологических исследований керна выделены и прослежены по площади 5 типов (12 подтипов) разрезов ДТК. Результаты изучения керновых материалов, обобщенные Е.Г. Семеновой, были использованы в диссертационной работе при обосновании типов разрезов. На основании проведенных исследований в пределах Самарского региона установлено наличие 7 основных типов разреза девонского

терригенного комплекса по особенностям геологического строения отложений, стратиграфической полноте, литологии (рисунок 4, таблица 2).

Характеристики VII (Сызранского) типа не приводятся из-за недостаточного количества скважин и неудовлетворительного качества каротажных материалов.

Типизация во многом корреспондируется со схемой ВО ИГиРГИ 2007 г., но предлагаемая схема основывается на более глубоком анализе распределения толщин, влияния тектоники и учитывает показатели неоднородности.



*гистограммы общих толщин (м):

D_{2ef} - эйфельский ярус; D_{2zv} - живетский ярус; D_{3f} - франский ярус

Рисунок 4 – Распространение типов разрезов, их стратиграфическая полнота и распределение общих толщин по ярусам.

Совместный анализ схемы распространения разрезов различных типов и структурно-тектонической схемы кристаллического фундамента (рисунок 5) позволил установить однозначную приуроченность границ зон к тектоническим нарушениям субрегионального и регионального уровней. Более того, северо-восточная ориентировка зон совпадает с господствовавшей в девонское время направленностью тектонической активности, приведшей к формированию северо-западной региональной системы разрывных нарушений (в том числе, грабенообразных прогибов).

Таблица 2. Типовые разрезы девонского терригенного комплекса и их характеристика.

Типовой разрез	Краткая характеристика литологических и структурно-морфологических особенностей	Продуктивные пласты
I – Куцебовский	Отмечаются максимальные толщины и стратиграфическая полнота эйфельских отложений, для которых характерно преобладание карбонатных пород. Доля карбонатов убывает выше по разрезу. В глинистых породах мосоловского горизонта (эйфельский ярус) отмечается битуминизация. Живетский ярус имеет наибольшие мощности, представлен стратиграфически полными разрезами. В подошве ардатовского горизонта прослеживается монолитный и выдержанный глинистый прослой. Интервалы пластов ДV', ДШ частично заглинизированы. Пласт ДI имеет преимущественно алевролитовый состав. В кровельной части тиманского горизонта установлен размыв, обусловивший сокращенную толщину горизонта.	ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ' ДIV ДV, ДV'
II – Подгорненский	Толщина эйфельских отложений сокращена вследствие отсутствия черноморских и, частично, мосоловских отложений. Живетские отложения представлены в полном объеме. Воробьевские отложения не выдержаны, хотя на некоторых площадях их толщина достигает 30 метров. Отмечается различная полнота пласта ДIV и некоторое сокращение толщин нижнеардатовских пород (пласт ДШ), тогда как для верхнеардатовских и муллинских пород толщины подчиняются общей тенденции к увеличению на восток области. Преимущественно алевролитовый и алевролитово-песчаный состав и неполный объем пашийского интервала. Толщина тиманского горизонта сокращена, местами отмечается карбонатный состав его верхней половины.	ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ' ДIV ДV, ДV'
III – Западно-Коммунарский	Сокращенный эйфельский ярус: глубина размыва мосоловского горизонта возрастает вплоть до полного его уничтожения в отдельных разрезах. Пласт ДIV воробьевского горизонта имеет неодинаковую полноту. Несколько увеличена толщина ардатовских отложений, которые характеризуются изменчивой карбонатностью. Пашийские пласты развиты повсеместно, толщины примерно соответствуют Куцебовскому типу. Для пластов ДШ и ДI характерна значительная толщина и преобладание песчаников. Нижнепашийский пласт ДII, в целом, имеет большую песчаность, чем пласт ДI. Тиманский горизонт представлен верхней и нижней пачками несколько увеличенной толщины.	Дк, Дк' ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ' ДIV ДV, ДV'
IV – Волго-Сокский	Существенным отличием от других типов разреза является увеличенная толщина всего изучаемого интервала и максимальные толщины тиманских отложений (до 250 м), преимущественно глинистых. Основной вклад в увеличение толщины тимана вносит верхняя пачка. Отмечается приуроченность зоны максимальных толщин к Волго-Сокской палеовпадине. В верхней части тиманского горизонта отмечается развитие фауны доманикового типа. В низах горизонта имеются пласты-коллекторы, сложенные песчаниками (пласт Дк) и алевролитами (пласт Дк'), а верхняя половина горизонта представлена глинами с прослоями карбонатов. Отложения пашийского, муллинского и ардатовского горизонта также имеют значительные толщины.	Д0, Д0' Дк, Дк' ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ' ДIV
V – Горбатовский	Стратиграфическая полнота разрезов изменчива и зависит от глубины размыва, который может приводить к полному отсутствию отложений терригенного девона. Эйфельские и воробьевские отложения не вскрыты практически повсеместно. Выше по разрезу зона отсутствия постепенно сокращается. В целом зона характеризуется небольшими толщинами верхнеживетских, пашийских и тиманских отложений, хотя размыв верхней части тиманского горизонта наблюдается только на локальных участках. В разрезах муллинского и воробьевского горизонтов глинисто-карбонатные породы замещаются алевролитами. Высокая степень литологической изменчивости характерна также для пашийских пластов (ДII и ДI).	Дк, Дк' ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ'
VI – Северо-Чистовский	Для разрезов этого типа свойственны небольшие толщины эйфельского, живетского ярусов, пашийского горизонта. Воробьевский горизонт выклинивается в западном направлении вплоть до полного отсутствия. Несмотря на сокращение толщин ардатовских и пашийских отложений, основные продуктивные пласты ДШ, ДII и ДI характеризуются высоким коэффициентом песчаности, что нередко приводит к слиянию пашийских пластов. В воробьевском и муллинском горизонтах карбонатно-глинистые отложения нередко замещены алевролитами. Толщины тиманского горизонта убывают на северо-запад и север от 100 до 30 м, отложения представлены терригенными породами с небольшими прослоями карбонатов, в низах горизонта отмечаются песчаные пласты-коллекторы (пласт Дк и Дк'), а верхняя часть представлена глинами.	Дк, Дк' ДI (ДI') ДII ДШ, ДШ' ДIV

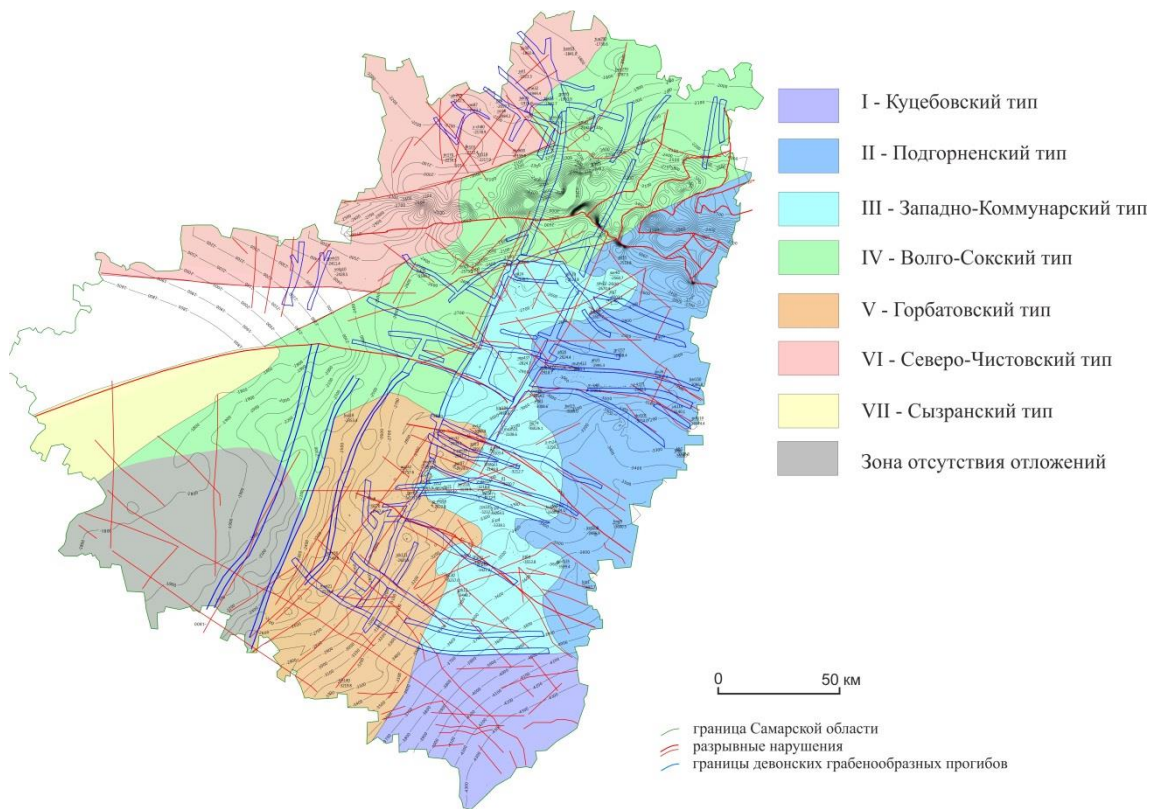


Рисунок 5 – Схема распространения типовых разрезов (на основе структурной карты поверхности фундамента).

Чтобы более полно охарактеризовать различия типов разреза ДТК, особенно с точки зрения наличия продуктивных пластов и распределения основных промыслово-геологических параметров, по группам продуктивных пластов был проведен анализ ряда показателей неоднородности, таких как средние эффективные и общие толщины, доля скважин, вскрывших коллектор, коэффициенты доли коллектора и расчлененности (таблица 3). Предлагаемая схема типизации разрезом находит отражение в промыслово-геологических особенностях интервалов ДТК, в показателях их неоднородности.

Кроме того, был проведен анализ средних значений проницаемости пласта, вязкости нефти в пластовых условиях, геологических запасов, коэффициентов извлечения нефти (КИН). При этом с помощью расчета доверительных интервалов установлено, что, несмотря на различия в средних величинах КИН, статистически значимые различия отсутствуют. При этом необходимо отметить, что большое значение в подобном анализе имеет объем выборки, который в рассматриваемом случае явно недостаточен (общее количество информативных объектов – 87).

Таблица 3. Параметры и показатели неоднородности продуктивных интервалов по типам разрезов девонского терригенного комплекса (длина цветowych полос пропорциональна величине оцениваемого параметра)

Тип разреза	Кол-во скв	Количество скв с РИГИС				Средняя общая толщина, м				Количество скважин, вскрывших коллектор				Доля скважин, вскрывших коллектор, %			
		Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ
I	8	5	5	5	4	10.1	56.8	28.5	223.1	1	5	4	4	20	100	80	100
II	757	580	547	381	213	27.7	54.9	26.1	53.3	215	505	254	156	37	92	67	73
III	828	713	654	471	244	38.1	59.6	27.4	24.2	256	575	281	80	36	88	60	33
IV	227	179	133	76	44	11.8	71	29.7	27.1	94	90	18	10	53	68	24	23
V	379	220	169	42	29	45.1	50	19.2	18.3	111	135	24	13	50	80	57	45
VI	88	68	51	40	33	70.4	42.9	17.2	16.7	21	31	15	10	31	61	38	30

Тип разреза	Средняя эффективная толщина по всем скважинам, м				Средняя эффективная толщина по скважинам, вскрывшим коллектор, м				Средний коэффициент доли коллектора, д.ед.				Средний коэффициент расчлененности,				Средняя пористость, д.ед.			
	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ	Дк, ДО	Дк, ДП	ДП, ДШ	ДШ, ДУ
I	0.6	23.6	3.4	26.1	2.8	23.6	4.3	26.1	0.28	0.42	0.15	0.12	1	2.5	2.3	7	0.112	н/д	н/д	н/д
II	1.2	14.8	10.6	8.8	3.3	15	15.9	12	0.12	0.29	0.61	0.23	1.9	5.9	3.3	4.7	0.216	0.160	0.145	0.181
III	4.1	19.3	8.9	1.3	5.9	21.9	14.8	3.9	0.15	0.37	0.54	0.16	2.7	7.9	4.7	2.7	0.180	0.150	0.148	0.174
IV	3.6	18.8	3.5	2	7.3	27.8	14.8	8.7	0.08	0.39	0.50	0.32	3	7	4.9	13	0.158	0.168	0.170	н/д
V	2.4	11.3	1.2	0.8	4.7	14.2	15.4	1.6	0.10	0.28	0.52	0.14	2.2	8.9	4.3	2.2	0.128	0.147	н/д	н/д
VI	2.2	13.7	5.1	0.7	7.3	22.5	13.5	2.2	0.10	0.52	0.78	0.13	4.8	3.9	2	1.4	н/д	н/д	н/д	н/д

Глава 4. Оптимизация освоения нефтегазового потенциала девонского терригенного комплекса

4.1. Уточнение геологического строения локальных нефтегазоносных объектов с учетом региональных особенностей

Изучение нефтегазоносной территории в региональном масштабе в любом случае должно быть ориентировано на постановку целей и выбор стратегии ГРП, что неизбежно приводит к локализации исследований, т.е. к последующему рассмотрению локальных участков и связанных с ними месторождений. Такой переход сопряжен, во-первых, с изменением специфики работ, типовых комплексов и методических приемов, и, во-вторых, с увеличением степени детализации. Сложности, возникающие при «перефокусировке» на локальные объекты зачастую приводят к потере взаимосвязи между уровнями изучения, что нередко побуждает исследователей вольно или невольно игнорировать некоторые результаты региональных работ. Тем не менее, переход к локальному масштабу следует проводить более аккуратно, поскольку многие результаты регионального этапа весьма ценны и их исключение кардинально сказывается на эффективности работ. В некоторых разделах ГРП, к примеру, относящихся к полевой геофизике, подобный эволюционный алгоритм развит в достаточной степени. Однако он практически не учитывается при обработке скважинных данных, в том числе корреляции разрезов, и особенно – в аспекте комплексирования геологической, геофизической и промысловой информации различного масштаба.

В рамках исследования на примере двух локальных объектов предлагается методологический подход, основанный на комплексировании разных видов геолого-геофизических данных и непосредственным образом учитывающий результаты региональных исследований.

Даже с использованием передовых методик не всегда по данным сейсмоки можно уверенно восстановить структурный каркас, а также выделить и протрассировать разломы. Ограниченная вертикальная разрешающая способность сейсмических методов проявляется даже при высоком качестве материала, не говоря о ситуациях, когда запись ухудшается вследствие влияния сложных поверхностных сейсмогеологических условий, разного рода помех и неоднородностей геологического разреза. Наиболее явно проблема проявляется в случае малоамплитудных тектонических нарушений.

Первый локальный объект расположен в пределах развития III (Западно-Коммунарского) типа разреза ДТК. На исследуемой площади разрез осложнен системой девонских грабенообразных прогибов. Модели девонских залежей характеризуются значительными (более 10 м) перепадами флюидалных контактов.

В четырех скважинах объекта по результатам корреляции и последующего анализа толщин выявлены признаки сбросовых дислокаций, чему способствовала, во-первых, достаточно плотная сетка скважин: в сводовой части среднее расстояние между скважинами около 200 м. Во-вторых, преобладание наклонных скважин (отход от вертикали 300-800 м) позволило «подсечь» субвертикальные нарушения. В результате разломы, выявленные по сейсмическим данным, были протрассированы через скважины, вскрывшие сбросы.

Комплексирование результатов сейсморазведки с результатами корреляции разрезов скважин позволило существенно уточнить геологическое строение продуктивных отложений. На рисунке 6 представлена скорректированная карта поверхности кристаллического фундамента. В таком варианте структура разделена разломами на несколько тектонических блоков.

Примечательно, что распределения толщин эйфельских, воробьевских, а также тиманских и саргаевских отложений имеют явную связь с выделенными блоками, т.е. тектонические движения проявлялись вплоть до начала доманиковского времени.

Анализ промысловых характеристик изучаемых залежей позволяет установить, что нарушения влияют на продуктивность скважин неоднозначно. В целом для скважин, вскрывших нарушения и расположенных в непосредственной близости от них, характерна более высокая обводненность и короткий безводный период.

В пределах основного объекта – пласта ДIII – система поддержания пластового давления организована через 9 лет после начала разработки (с 1997 года). Под закачку переведена скважина 100, однако приемистость скважины оказалось крайне низкой, и существенного эффекта закачка не оказывала. Такое явление можно объяснить

изолирующими свойствами разлома, т.к. скважина находится в непосредственной близости от него. Напротив, скважина 60, также вскрывающая разрывное нарушение, имеет приемистость более 400 м³/сут, что, вероятно, обусловлено улучшенными фильтрационными свойствами в приразломной зоне. При этом однозначно утверждать о влиянии скважины на выработку запасов пласта ДПШ нельзя, т.к. не исключено, что фильтрация осуществляется по вертикальным трещинам, и фронт воды латерально не распространяется.

Схема корреляции по линии скважин 97-64-114

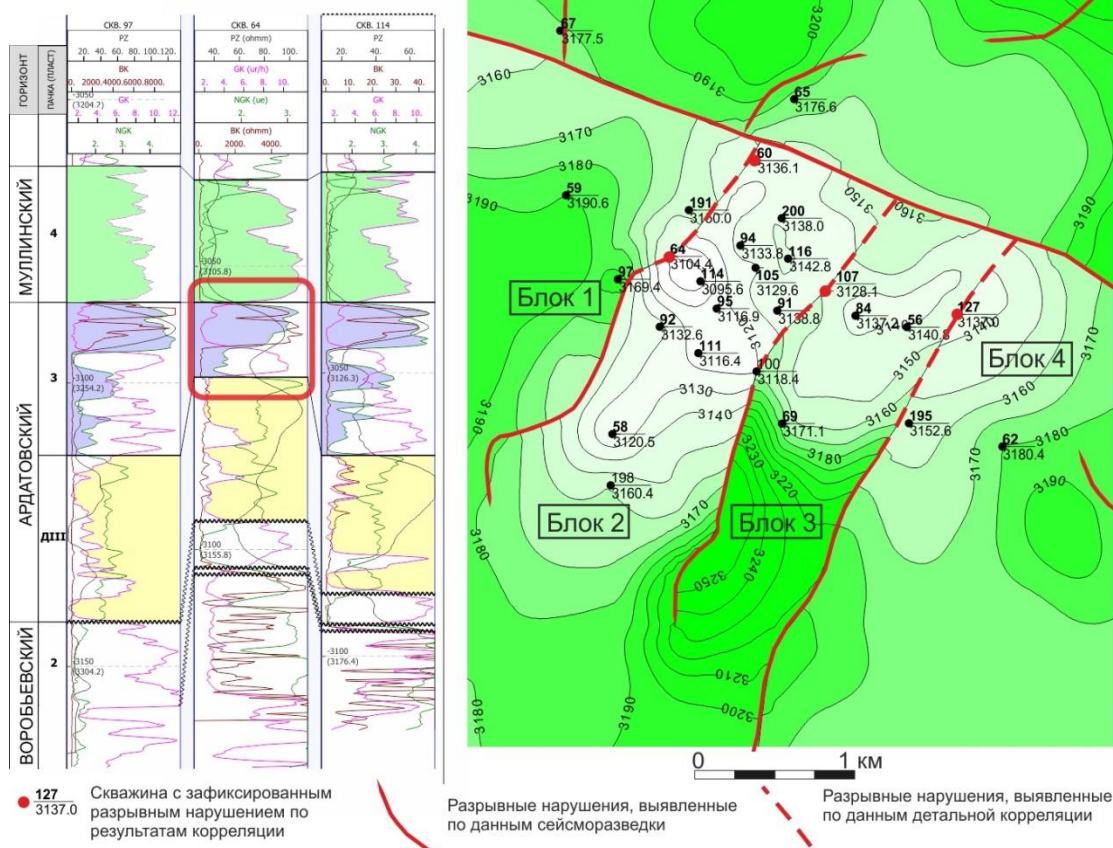


Рисунок 6 – Пример выявления разрывных нарушений и уточненная структурная карта поверхности кристаллического фундамента по одному из месторождений региона.

Таким образом, принимая во внимание всю сложность зон тектонических нарушений и дефицит специальных исследований, следует скорректировать систему разработки, отказавшись от использования в качестве нагнетательных скважин, вскрывающих разломы и находящихся в непосредственной близости от них. При этом эксплуатацию в таких скважинах следует осуществлять на более щадящих режимах, чтобы замедлить процесс обводнения по зонам опережающей трещиноватости.

4.2. Направления совершенствования поисково-разведочного процесса на территории Самарского региона

Нефтегазовый потенциал девонского терригенного комплекса Самарского региона весьма высок. В то же время сложность геологического строения, изменчивость

структурного плана вместе с недостаточной разведанностью ДТК обуславливают трудность его освоения.

Распределение открытых залежей и их запасов указывает на то, что восточная часть Самарской области более перспективна для поисков углеводородов. Преобладание здесь стратиграфически полных разрезов выражается в большем наборе продуктивных горизонтов, что наиболее существенно для эйфельско-воробьевских пластов.

По итогам районирования ДТК с учетом изучения неоднородности отложений, распределения запасов и некоторых промысловых характеристик установлено, что для низов комплекса (эйфельско-живетский интервал) перспективные территории находятся на востоке и юге Самарского региона (Куцебовский, Подгорненский и Западно-Коммунарский типы), где разрезы обладают наибольшей полнотой, высокими толщинами коллекторов, относительно низкой неоднородностью. На территориях с широким этажом нефтеносности следует ориентироваться на поиски пропущенных залежей структурного типа. При этом высокая разбуренность Бузулукской впадины не является основанием для категоричного отказа от работ в этих районах, т.к., во-первых, для Самарской области в целом характерны небольшие по размеру месторождения, и в таких районах возможны открытия мелких структурных залежей, ранее пропущенных по результатам структурного бурения или сейсморазведки устаревших модификаций.

Вместе с тем можно ожидать также ловушки неантиклинального типа, в первую очередь, тектонические и стратиграфические. Наиболее перспективным типом разреза (преимущественно по тиманско-пашийским объектам) в этом аспекте является Горбатовский, поскольку при удовлетворительных структурно-тектонических и морфологических особенностях прогнозируется развитие приконтактных, тектонических ловушек и структур облекания выступов фундамента.

Тиманские пласты в целом характеризуются худшей выдержанностью по латерали и вертикали, но их коллекторские свойства оцениваются как довольно высокие. Перспективы тиманских отложений связаны, в первую очередь, с Волго-Сокским типом разреза ДТК (вместе с периферийными зонами). На рисунке 7 приведены схемы районирования изучаемой территории по степени перспектив нефтегазоносности по группам пластов.

Ключевые мероприятия, направленные на совершенствование посково-разведочного процесса в Самарской области, следует связывать на региональном уровне с использованием расширенного массива геолого-геофизических данных, в первую очередь скважинных, поскольку регион обладает высокой степенью разбуренности. Эффективная обработка таких массивов данных невозможна без использования средств автоматизации. Вместе с тем необходимо комплексирование с результатами современной региональной сейсморазведки и других методов (дистанционных), что позволяет получить обоснованную региональную

модель, характеризующуюся качественно новым уровнем достоверности за счет использования практически полного объема скважинных данных.

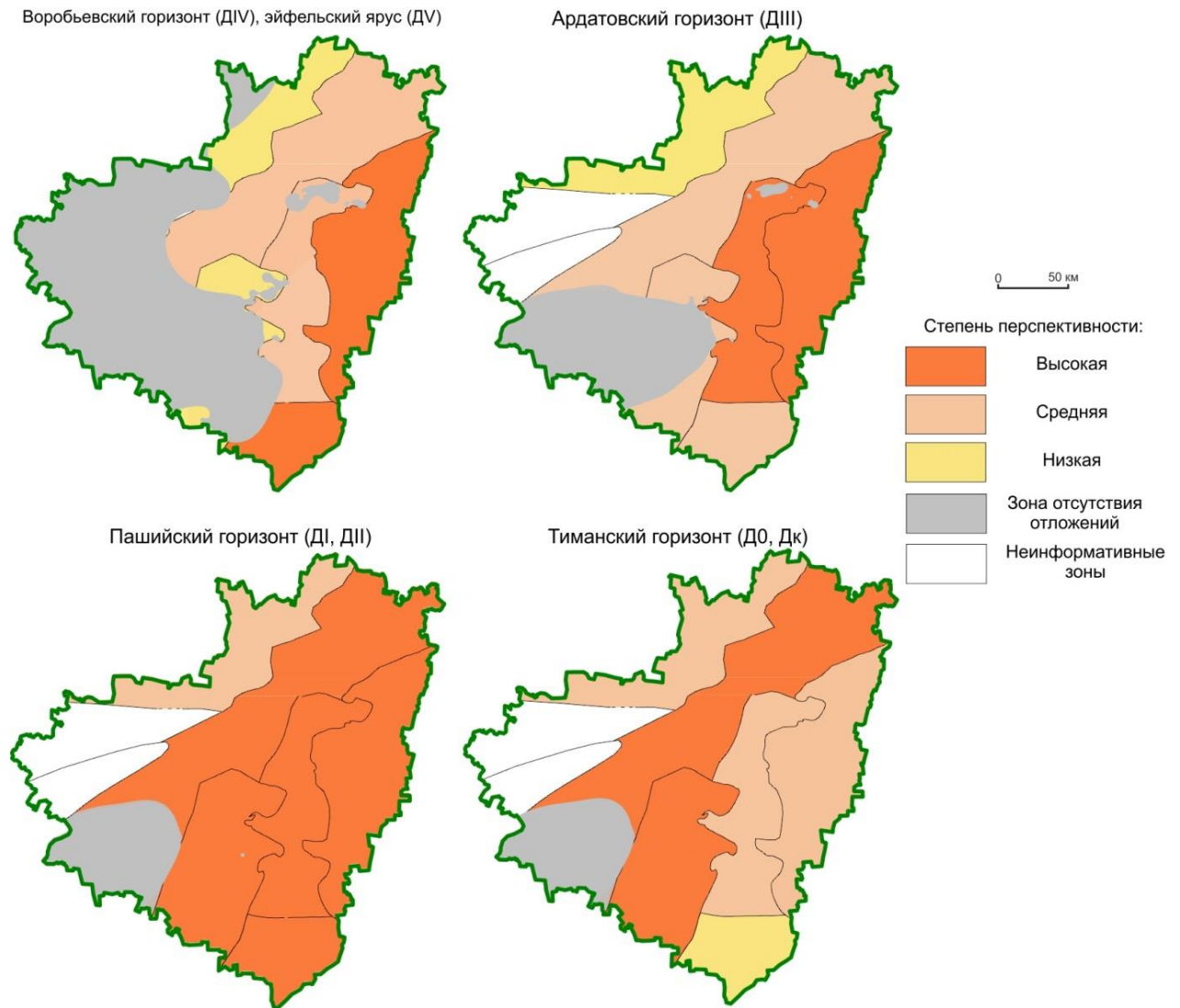


Рисунок 7 – Районирование изучаемой территории по степени перспективности (по горизонтам).

Особое внимание следует уделить процессу перехода на локальные объекты. В рамках данной стадии описанная выше региональная модель уже обладает достаточной детальностью, чтобы при локализации избежать кардинальных перестроений и уточнений. С привлечением данных локальной сейсморазведки (как правило, 3D), керновой, промысловой информации по результатам бурения новых скважин модель локального объекта детализируется, что в свою очередь, позволяет уточнить региональную модель и получить новую информацию о нефтегазоносной территории в целом. Таким образом, поддерживается теоретически обоснованная взаимосвязь между региональными и локальными исследованиями, что положительным образом сказывается как на оптимизации геологоразведочного процесса, так и, в конечном счете, на эффективности разработки месторождений.

Заключение

1. В рамках работы девонские терригенные (эйфельско-нижнефранские) отложения Самарского региона исследованы по данным более чем 2400 глубоких скважин с применением автоматизированной корреляции с учетом сейсмических и керновых данных.

2. Регион характеризуется высокой, но неравномерной геолого-геофизической изученностью, что особенно явно проявляется при рассмотрении глубокозалегающего и сложнопостроенного девонского терригенного комплекса, ресурсы которого разведаны слабо. С учетом обобщенных в работе характеристик по изученности комплекса предлагается методика, в основу которой положена автоматизированная многоступенчатая корреляция разрезов скважин по данным ГИС. Эффективность параметров оценивается по рассчитанным минимальным относительным невязкам корреляции. Многоступенчатый подход состоит в неоднократной обработке разрезов всех скважин региона с увеличением детализации от укрупненных этажей до пропластков. Каждый этап обработки подразумевает комплексирование корреляции разрезов скважин с различными видами геолого-геофизической информации, среди которых основное значение имеет сейсмическая информация (особенно на первичных этапах). С переходом к локальным объектам возрастает роль геолого-промысловых исследований залежей.

3. Проведена взаимная увязка разрезов фонда поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин региона и скорректировано расчленение девонских продуктивных отложений, что позволяет перейти к единой номенклатуре пластов по всему региону.

4. По результатам исследований уточнена структурно-тектоническая модель поверхности кристаллического фундамента и эйфельско-нижнефранского осадочного комплекса с учетом результатов региональных сейсморазведочных работ последних лет. Доказано, что ДТК обладает высокой степенью дезинтеграции, которая обусловлена многократными активизациями разломно-блоковых процессов разного масштаба как конседиментационного, так и постседиментационного характера. На формирование и строение девонских отложений основное влияние оказали диагональные системы разрывных нарушений.

5. По результатам комплексного изучения на основе корреляции разрезов скважин обосновано разделение разрезов девонского терригенного комплекса на 7 типов, различающихся по тектонической приуроченности, стратиграфической полноте, литологической изменчивости и геологической неоднородности. Каждому типу разреза присущи определенные особенности нефтеносности, что может быть использовано для выработки стратегии проведения геологоразведочных работ.

6. На основе уточнения региональной модели девонского терригенного комплекса намечены пути совершенствования геологоразведочных работ. К ним относятся

методические приемы автоматизированной обработки больших массивов геолого-геофизической информации и комплексной интерпретации данных для региона с высокой степенью разбуренности на основе корреляции разрезов скважин. Важными результатами работ является уточненная региональная модель ДТК во взаимосвязи со структурой кристаллического фундамента, а также выявленные особенности регионального строения и состава продуктивных пластов в свете предлагаемой схемы типизации разрезов комплекса.

7. Целостность унаследованного процесса геологического изучения недр нефтегазоносного региона продемонстрирована на примере отдельных локальных объектов. Работы, направленные на оптимизацию разработки таких объектов, должны учитывать структурно-тектонические особенности девонского комплекса. Результаты детализационных работ позволяют получить согласованные геологические модели залежей с четким пониманием их места в региональной структурно-тектонической модели региона. Выявленные особенности локальных объектов необходимо учитывать при геологическом моделировании и проектировании разработки нефтяных месторождений.

Основные опубликованные работы по теме диссертации

В изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Гутман И.С, **Потемкин Г.Н.**, Галиев Р.М., Папухин С.П. Литолого-тектоническая модель строения девонских терригенных отложений на территории Самарского региона // Нефтяное хозяйство, №4, 2015. – С. 21-25 (часть 1); Нефтяное хозяйство, №5, 2015. – С. 34-38 (часть 2).

2. Гутман И.С, **Потемкин Г.Н.**, Папухин С.П. Уточнение разломно-блоковой модели девонских отложений на основе комплексирования сейсмических данных и детальной корреляции разрезов скважин (на примере одного из месторождений Самарского региона) // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина, №4, 2013. – С. 23–38.

3. Гутман И.С, **Потемкин Г.Н.**, Волк Е.Ю., Папухин С.П. Особенности геологического строения нижнекаменноугольных отложений в пределах южной части Камско-Кинельской системы прогибов // Недропользование XXI век, №5, 2011. – С. 20–25. (часть 1); Недропользование XXI век, №6, 2011. – С. 28–32. (часть 2)

В других изданиях:

1. Гутман И.С., **Потемкин Г.Н.**, Папухин С.П. и др. Методические рекомендации к корреляции разрезов скважин/под редакцией Гутмана И.С. Раздел 1 (С. 5-7), Раздел 2.4 (С. 15-23), Раздел 3.2 (С. 47-62). М. Недра, 2013 г.

2. **Потемкин Г.Н.** Литолого-тектоническая модель девонского терригенного нефтегазоносного комплекса на территории Самарского региона // Материалы XXII международной молодежной научной конференции студентов, аспирантов и молодых

ученых «Ломоносов». [Электронный ресурс] - http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2015/data/6978/uid90088_report.pdf

3. Гутман И.С., Балабан И.Ю., Исянгулова Н.Р., **Потемкин Г.Н.** и др. Моделирование сложнопостроенных нефтегазоносных объектов на основе детальной корреляции разрезов скважин в автоматическом и интерактивном режимах // Нефть.Газ.Новации, №12, 2014. – С. 16-23.

4. Гутман И.С., **Потемкин Г.Н.**, Папухин С.П. Уточнение разломно-блоковой сейсмической модели девонских отложений на основе детальной корреляции разрезов скважин на примере одного из месторождений Самарского региона // Тезисы докладов XX Губкинских чтений «Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России», 2013. – С. 148–149.

5. Волк Е.Ю., **Потемкин Г.Н.** Особенности геологического строения нижнекаменноугольных отложений в пределах южной части Камско-Кинельской системы прогибов // Теоретические основы и технологии поисков и разведки нефти и газа, №3, 2012. – С. 27–30.

6. Гутман И.С., Балабан И.Ю., Исянгулова Н.Р., **Потемкин Г.Н.** и др. Моделирование сложнопостроенных нефтегазоносных объектов на основе детальной корреляции разрезов скважин в автоматическом и интерактивном режимах // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии от скважины до магистральной трубы-2014», Сочи, 2014. – С.28-37

7. **Потемкин Г.Н.** Особенности геологического строения верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений в пределах осевой части Камско-Кинельской системы прогибов // Тезисы докладов конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России», 2012. – С. 59.

8. **Потемкин Г.Н.** О природе клиноформного залегания ряда пластов в нижнекаменноугольных отложениях южной части Камско-Кинельской системы прогибов // Тезисы докладов 66-ой международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2012», 2012. – С. 73.

9. Волк Е.Ю., **Потемкин Г.Н.** Особенности геологического строения нижнекаменноугольных отложений в пределах Камско-Кинельской системы прогибов // Тезисы докладов XIX Губкинских чтений «Инновационные технологии прогноза, поисков, разведки и разработки скоплений УВ и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК», 2011. – С. 187–188.

10. **Потемкин Г.Н.** Особенности геологического строения отложений нижнего карбона в пределах южной части Камско-Кинельской системы прогибов // Тезисы докладов 65-ой международной научной студенческой конференции «Нефть и газ – 2011», 2011. – С. 23.