

Р.Х. Сунгатуллин, М.И. Хазиев  
 РГГП «Татарстангеология», Казань  
 tatgeo@telebit.ru, geol@kzn.ru

# СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Геодинамические системы (статья 2\*)

«... идею системности имеет смысл рассматривать не как порождение преходящей моды, а как явление, развитие которого влетено в историю человеческой мысли...» (Л. фон Бергманн)

В последние годы резко возрос объем информации по тектонике и геодинамике Восточно-Европейской платформы, что связано с новыми данными, полученными при проведении глубокого бурения, геофизических (сейсмическая томография, магнито- и гравиметрические методы), геохимических (изотопных) исследований, интерпретации аэрокосмической информации. Были установлены: а) чешуйчато-надвиговое строение фундамента платформы; б) взаимообусловленность новейшей тектоники и развития фундамента; в) зоны сейсмической и флюидной активности, связанные с мантийными конвективными (термохимическими) потоками. Все это предопределило смену представлений о тектонической стабильности платформенных территорий воззрениями о достаточно интенсивных и разнообразных геодинамических процессах, отвечающих за перестройку древнего и современного рельефа, особенности седиментации, формирование и размещение полезных ископаемых, оказывающих влияние на антропогенную инфраструктуру.

Взаимодействие различных геодинамических процессов с позиций системного подхода рассмотрено на примере северо-восточной части Республики Татарстан (центральная часть Волго-Уральской антеклизы Восточно-Европейской платформы). Здесь выделяются два структурных этажа: нижний (кристаллический фундамент) и верхний (осадочный чехол). Современные структурные соотношения фундамента и осадочного чехла отвечают суммарному взаимодействию тектонических и седиментационных процессов всей геологической истории – от архея до четвертичного периода

да включительно. Можно вспомнить слова В.В. Белоусова, что «мы должны рассматривать Землю как единый, цельный «механизм». Формирование структуры земной коры, несомненно, теснейшим образом связано с процессами, протекающими на больших глубинах, и, изолируя последние для особого изучения, мы лишаем себя возможности полностью понять то, что наблюдается в земной коре, так как нельзя хорошо понять часть, не изучив целого».

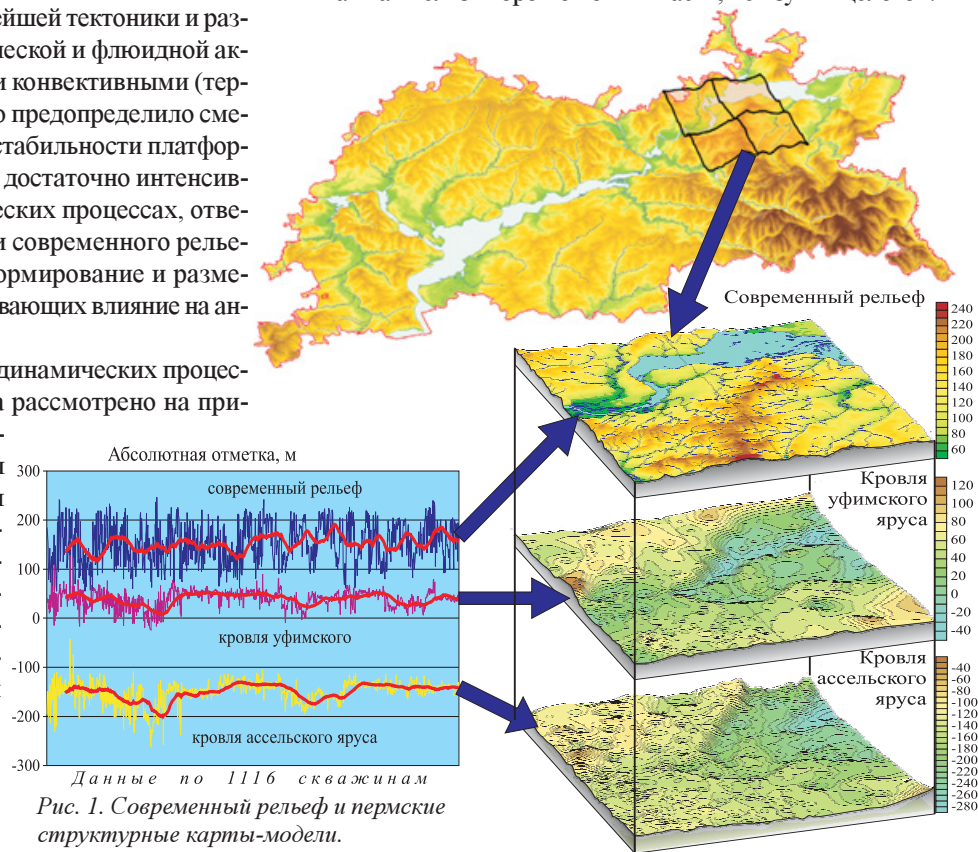


Рис. 1. Современный рельеф и пермские структурные карты-модели.

Структурные поверхности (кровля)	фундамент (AR-PR)	кыновский горизонт (D <sub>3</sub> )	тульский горизонт (C <sub>1</sub> )	верейский горизонт (C <sub>2</sub> )	карбон (C <sub>3</sub> )	ассельский ярус (P <sub>1</sub> )	уфимский ярус (P <sub>2</sub> )
фундамент (AR-PR)	1	0,96	0,78	0,81	0,85	0,78	0,84
тиманский (кыновский) горизонт (D <sub>3</sub> )	0,96	1	0,82	0,85	0,81	0,75	0,80
тульский горизонт (C <sub>1</sub> )	0,78	0,82	1	0,95	0,84	0,77	0,71
верейский горизонт (C <sub>2</sub> )	0,81	0,85	0,95	1	0,89	0,78	0,79
карбон (C <sub>3</sub> )	0,85	0,81	0,84	0,89	1	0,82	0,81
ассельский ярус (P <sub>1</sub> )	0,78	0,75	0,77	0,78	0,82	1	0,83
уфимский ярус (P <sub>2</sub> )	0,84	0,80	0,71	0,79	0,81	0,83	1

Табл. Коэффициенты парной корреляции между структурными поверхностями фундамента и палеозойского осадочного чехла.

\* продолжаем публикацию цикла статей Сунгатуллина Р.Х. с соавторами, посвященного системному подходу при изучении геологического пространства.

Крупные выступы фундамента исследованного района отражаются в осадочном чехле положительными тектоническими структурами: Северо- и Южно-Татарским сводами. Последние разделены Сарайлинским прогибом, совпадающим с направлением простираения Прикамского глубинного разлома. Результатами воздействия Прикамского разлома на осадочный чехол являются: 1) параллельное расположение разлома и сводовых структур; 2) проявление новейшей сейсмоактивности; 3) широкое поле развития неогеновых пород. Вместе с тем, данные результаты не являются однозначными и однонаправленными, а подчиняются, по-видимому, более сложным закономерностям, связанным с геодинамическими процессами в фундаменте и тектогенезом в покровном чехле.

Анализ тектонического облика и геодинамики основывается на компьютерных картах-моделях, построенных с помощью программы Surfer по данным глубоких, структурных и картировочных скважин. Создание компьютерного варианта карт современного и древнего рельефа обусловлено необходимостью объективной (независимой) оценки структурных поверхностей. Сопоставление структурных карт, выполненных разными авторами в традиционном («ручном») варианте, показал большую долю субъективизма при проведении изолиний. Поэтому мы остановились на компьютерном варианте структурных карт-моделей, наиболее адекватно отражающих геологическое строение как по точности проведения изолиний, так и по объективности анализа всей базы данных. Кроме того, компьютерная модель позволяет получать численные значения по определенной сетке (грид-сетка), которые в дальнейшем анализируются статистическими методами.

Количество прямых (непосредственных) значений для отдельных стратиграфических уровней данной площади варьировало от 239 (кровля каменноугольных отложений) до 597 (кровля ассельского яруса). Для корректного проведения изолиний в приграничных областях учтены значения структурных карт сопредельных площадей. В обобщенном варианте грид-сетки для всех поверхностей использовано 10 значений на 1 км<sup>2</sup> площади. Структурные модели изучены по кровле фундамента, маркирующим горизонтам осадочного чехла и цифровой топографической карте (Рис. 1). Применение методов математической статистики выявило высокие положительные коэффициенты корреляции между поверхностями фундамента и палеозойского осадочного чехла (таблица), что, наряду с асимметричной формой поднятий, подтверждает отнесение элементов региона к нормальным структурам приразломного подтипа тектонического типа (Войтович, Гатиятуллин, 1998).

Неотектонический (неоген-четвертичный) этап развития характеризуется заложением достаточно глубоких

Рис. 2. Речная сеть кайнозойской эры.

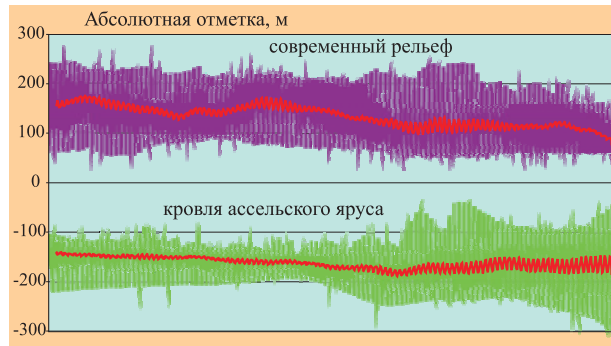
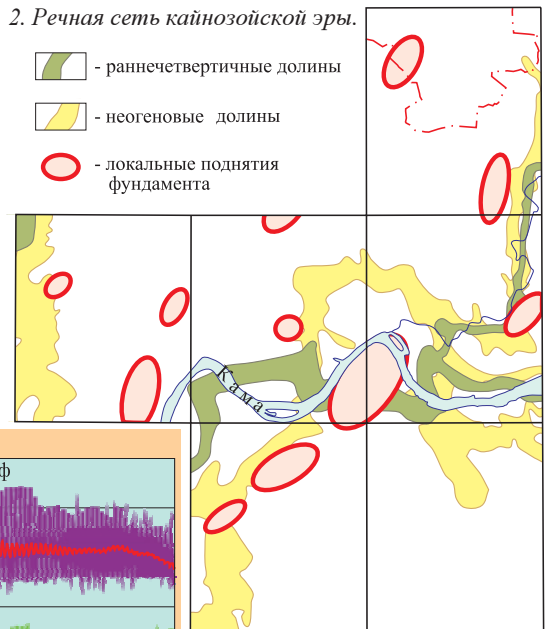


Рис. 3. Сопоставление кровли ассельского яруса и современного рельефа. Грид-сетка (14944 значения),  $R=+0,01$ ; красный цвет - тренд линейной фильтрации.

(более 200 м) переуглублений и формированием палео-, пра- и современных долин рек, многократной перестройкой речной сети (Рис. 2), наличием нескольких террас, развитием древних оползней.

Все это свидетельствует о прерывисто-непрерывном тектоническом процессе в неоген-четвертичное время. Периоды относительно быстрых поднятий привели к формированию разновозрастных переуглублений, а опускания площадей сопровождались (и сопровождаются) интенсивным осадконакоплением в речных долинах, в понижениях рельефа на склонах и приводораздельных частях.

Палеодолина Камы приурочена к прогибам древнего рельефа, обусловленным Прикамским разломом. Ранее Б.В. Селивановский (1944) отмечал, что современные русла рек Тойма и Вятка расположены в центральных зонах антиклинальных структур, фиксируя ослабленные трещиноватые зоны в их сводовой части. Подобные факты говорят об унаследованности тектонического развития территории от докембрия до настоящего времени и интенсивных геодинамических процессах в области крупных положительных структур.

Совместный анализ палеомодели пермского периода и современного рельефа показал отсутствие связи между данными структурными поверхностями. Парный коэффициент корреляции составил  $R=+0,01$ , что свидетельствует о несовпадении областей неотектонических движений с более древними структурами (Рис. 3). Такой же вывод следует из анализа карт разности поверхностей, углов наклона и азимутов простирания склонов (Рис. 4, 5),

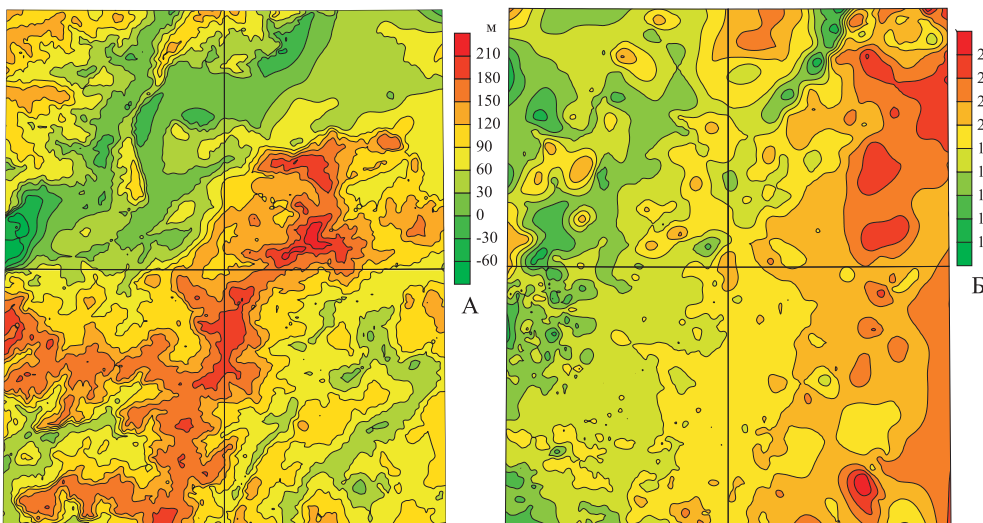


Рис. 4. Карты разности поверхностей: современного рельефа и уфимского яруса (А), уфимского и ассельского ярусов (Б).



наглядно представляющих расхождение между современным и палеорельефом. Очевидно, это связано с существенной и неоднократной перестройкой структурного плана площади за счет интенсивных геодинамических процессов с конца пермского периода по настоящее время. Дополнительным подтверждением данного факта для исследуемой площади служат наличие мелкой складчатости, разрывных нарушений типа сбросов, трещиноватости и проявлений оползневых процессов (Рис. 6, 7). Причиной последних, возможно, явились древние землетрясения, приуроченные к зоне Прикамского разлома.

Приведенные факты свидетельствуют, что в геологической истории региона существовали и существуют отдельные периоды тектонической активизации, что подтверждается современными землетрясениями, которые регистрировались здесь в конце 80-х годов прошлого века (Кавеев и др., 1997). По мнению некоторых авторов (Бабак, Макаров, 1994), восточную часть Русской платформы можно отнести к областям мегатрещиноватости, вызванной пересечением различных разломов. Такие области фиксируются битуминизацией, оглеением, пиритизацией отложений верхней части осадочного чехла и формированием благороднометалльных, халькофильных, ртутных геохимических аномалий.

Основываясь на наличии вышеперечисленных признаков в верхнепермских и кайнозойских отложениях северо-востока РТ (Сунгатуллин, 2001; Soungatoulline et al., 2002), нельзя исключать возможность структурного контроля миграции углеводородов, цветных и благородных металлов. Причем, геодинамические процессы альпийского этапа (формирование палео- и праврезов по древним разломам, сейсмическая активность, оползневые процессы и др.), возможно, выступают как «создателями», так и «разрушителями» минеральных скоплений, созданных в докайнозойский период.

Интенсификация антропогенной деятельности обусловила деструктивные процессы в природной среде мест обитания человека. Исследование геодинамических процессов может существенно повлиять на оценку степени безопасности антропогенных объектов. До недавнего времени ава-

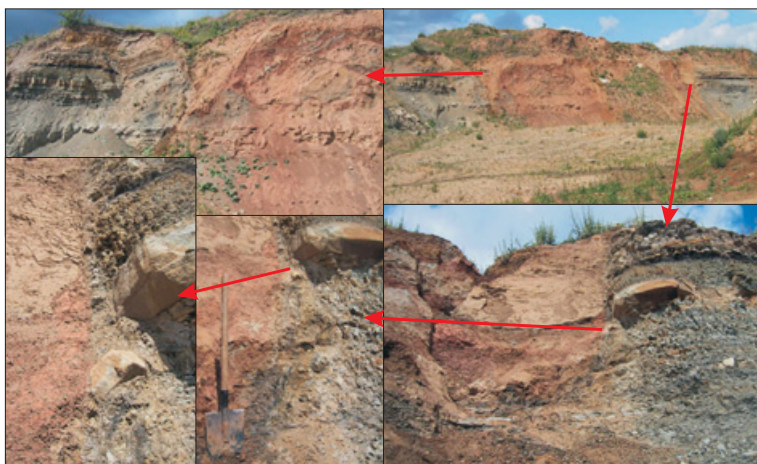


Рис. 6. Древний оползень (Элеваторный карьер, г. Наб. Челны).

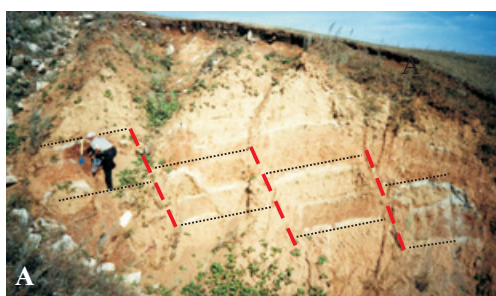


Рис. 7. Сбросы (А) и микроскладка (Б) в верхнеказанских отложениях.



рии технических сооружений на платформенных территориях не рассматривались в зависимости от тектонического строения и геодинамических движений.

Однако последние исследования (Гласко, Ранцман, 1995) выявили приуроченность наибольшего числа тяжелых аварий (разрывы газо- и нефтегазопроводов, обрушение крупных зданий, нарушение железнодорожного полотна и т.п.) к зонам активизации современных тектонических движений – морфоструктурным узлам.

Учитывая сложное строение фундамента и осадочного чехла, неоднократные периоды тектонической активности, геохимические аномалии, древние, современные и техногенные землетрясения, северо-восточную часть РТ можно отнести к подобным морфоструктурам. Данный вывод подтверждается пространственной связью тектонического строения и размещения антропогенных объектов (Рис. 8). Принимая во внимание развитую промышленную и городскую инфраструктуры исследуемой территории, предлагается проведение здесь специализированных исследований по прогнозу и предупреждению землетрясений и аварий, обусловленных геодинамическими причинами (геодинамический мониторинг).

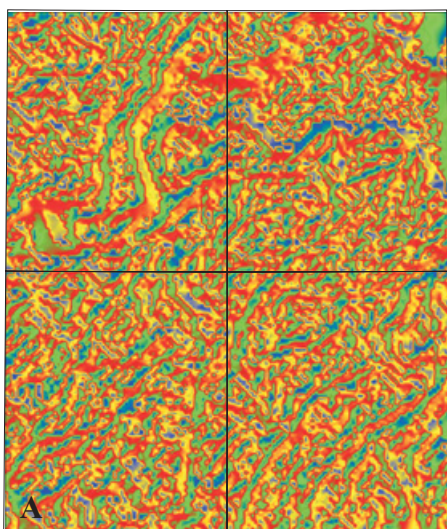


Рис. 5. Азимуты простираения склонов: современного рельефа (А) и кровли ассельского яруса (Б).

