

Пространство пространств:  
Каспийский Диалог

Space of the Spaces: Caspian Dialogue /  
Raum der Räume: Kaspischen Dialogs

УДК 551.248(470.44/47)

Панина Л.В.\*,  
Зайцев В.А.\*\*



Л.В. Панина



В.А. Зайцев

## Неотектоника Северного Прикаспия

\*Панина Людмила Викторовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры динамической геологии Геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

**ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0003-3848-1308>

E-mail: [lyudmila-v-panina@j-spacetime.com](mailto:lyudmila-v-panina@j-spacetime.com); [panina53@mail.ru](mailto:panina53@mail.ru)

\*\*Зайцев Владимир Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник кафедры динамической геологии Геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

**ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-5460-6724>

E-mail: [vladimir-a-zaitsev@j-spacetime.com](mailto:vladimir-a-zaitsev@j-spacetime.com); [v.zaitsev@mail.ru](mailto:v.zaitsev@mail.ru)

Применение комплексных структурно-геоморфологических исследований, включавших визуальное дешифрирование разномасштабных топографических карт, а также анализ радарных космических изображений и их компьютерную обработку, позволило выявить в пределах Прикаспийской впадины новейшие поднятия и впадины, осложненные линейными элементами, многие из которых являются разрывными нарушениями. Новейшие дислокации во многом соответствуют структурам фундамента и осадочного чехла, а также обусловлены «соляной тектоникой». Существенное влияние на их формирование оказывают Уральский ороген и Скифская плита, втянутые на новейшем этапе в общее поднятие.

**Ключевые слова:** Северный Прикаспий; неотектоника; структурно-геоморфологический анализ; радарный снимок; линейный элемент; разрыв.

### Введение

Район исследования расположен на юго-востоке Русской плиты в пределах Прикаспийской впадины, которая входит в состав единой Каспийской мегавпадины, включающей также впадины Среднего и Южного Каспия. В тектоническом отношении она соответствует одноименной синеклизе Восточно-Европейской платформы — наиболее погруженной по фундаменту структуре. В геоморфологическом отношении Прикаспийская впадина традиционно называется Прикаспийской низменностью, которая испытывала отрицательные движения в течение всего фанерозоя. В современном рельефе — это слаборасчлененная низменная равнина с преобладающими абсолютными отметками менее 100 м вплоть до отрицательных значений -28 м, увеличивающимися к восточной периферии до 200 м и более в области Подуральского плато. На севере и северо-западе пограничными структурами являются новейшие поднятия, которые развиваются на склонах Волго-Уральской и Воронежской антеклиз, на западе и юго-западе — структуры Скифской плиты: Ергенинское поднятие и зона погружения вала Карпинского, на северо-западе — Приволжское поднятие. Северо-восточным обрамлением служит поднятие Общего Сырта, а восточным — структуры предгорного прогиба Уральского орогена. На юге низменность ограничена впадиной Каспийского моря.

Согласно последним исследованиям глубина залегания фундамента в Прикаспийской впадине достигает 22 км, а сам фундамент представляет собой серию блоков континентальной коры разного времени консолидации, отделенных друг от друга зонами долгоживущих разломов [Астраханский... 2008]. Наиболее древний возраст фундамента — архей-протерозойский, установлен в пределах Центрально-Прикаспийского блока, а южнее, в пределах Восточно-Прикаспийского геоблока фундамент более молодой — позднепротерозой — рифейский.

На тектонической карте фундамента [Международная карта... 2003] наиболее поднятой структурой (с глубиной залегания до -8 км) является Астраханско-Актюбинская система блоковых поднятий, которая приурочена к побережью Каспийского моря и далее следует вдоль восточной периферии Прикаспийской впадины. Наиболее погруженными являются Центрально-Прикаспийская депрессия и Сарпинский прогиб с глубинами залегания фундамента до -22 км. Мощный осадочный чехол, образовавшийся в течение длительного прогибания Прикаспия, сложен породами подсолевого палеозойско-раннепермского, соленосного кунгурского и надсолевого верхнепермско-кайнозойского комплексов. Эти породы образуют бескорневые складки, осложненные диапирами и разрывными нарушениями, нередко наследующими разломы фундамента.

ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

### Цели и методики исследований

Новейшее строение Прикаспийской впадины изучалось многими исследователями, среди которых отметим таких, как И.П. Герасимов, Ю.А. Мещеряков, В.С. Журавлев, Л.Б. Аристархова и др. Существуют карты неотектоники масштаба 1:5000000 под редакцией Н.И. Николаева и А.А. Наймарка 1979 г. издания [Карта новейшей тектоники... 1979] и А.Ф. Грачева, изданная в 1996 г. [Карта новейшей тектоники... 1996]. На этих мелкомасштабных картах многие дислокации Прикаспия не нашли своего отражения (рис. 1).

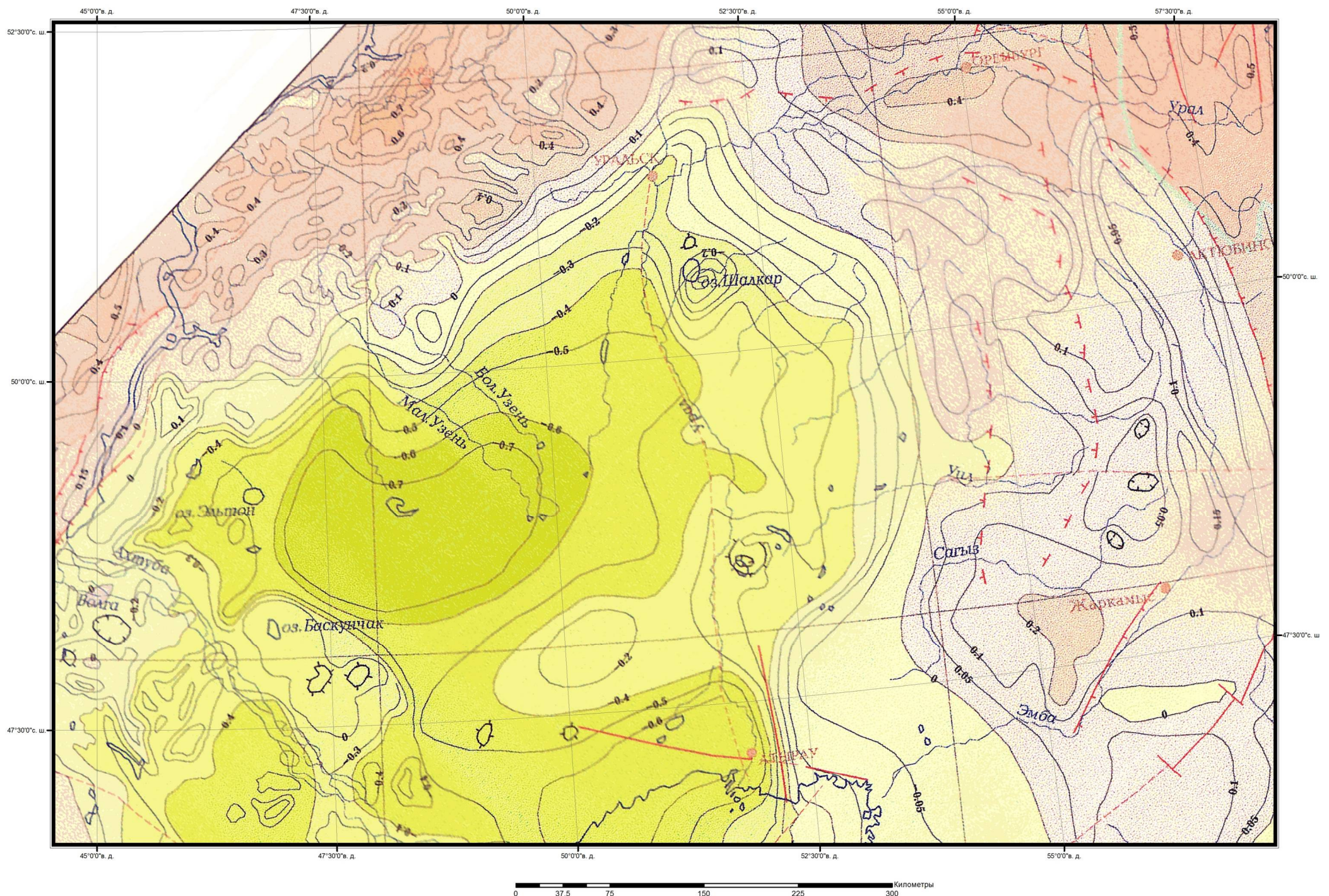


Рис. 1. Фрагмент карты новейшей тектоники Северной Евразии (ред. А.Ф. Грачев, 1996)

С появлением современных данных геолого-геофизических работ, материалов космических съемок, в частности радарных изображений, и методик их обработки, возникла необходимость проведения исследований, которые существенно расширяют представления о неотектонике района.

Проведение структурно-геоморфологического анализа в условиях равнинного, слабо расчлененного рельефа, всегда вызывает трудности. Для выявления развивающихся структур традиционно используются такие косвенные геоморфологические признаки, как: оконтуривание поднятий речными долинами и эрозионными понижениями, радиальный центробежный рисунок гидросети, изменение уклонов и превышений рельефа, сокращение площади озер и др., которые не всегда можно увидеть на топографических картах и на обычных спектрональных космических снимках. Применение радарных изображений существенно увеличивает информативность дешифрирования равнинного рельефа.

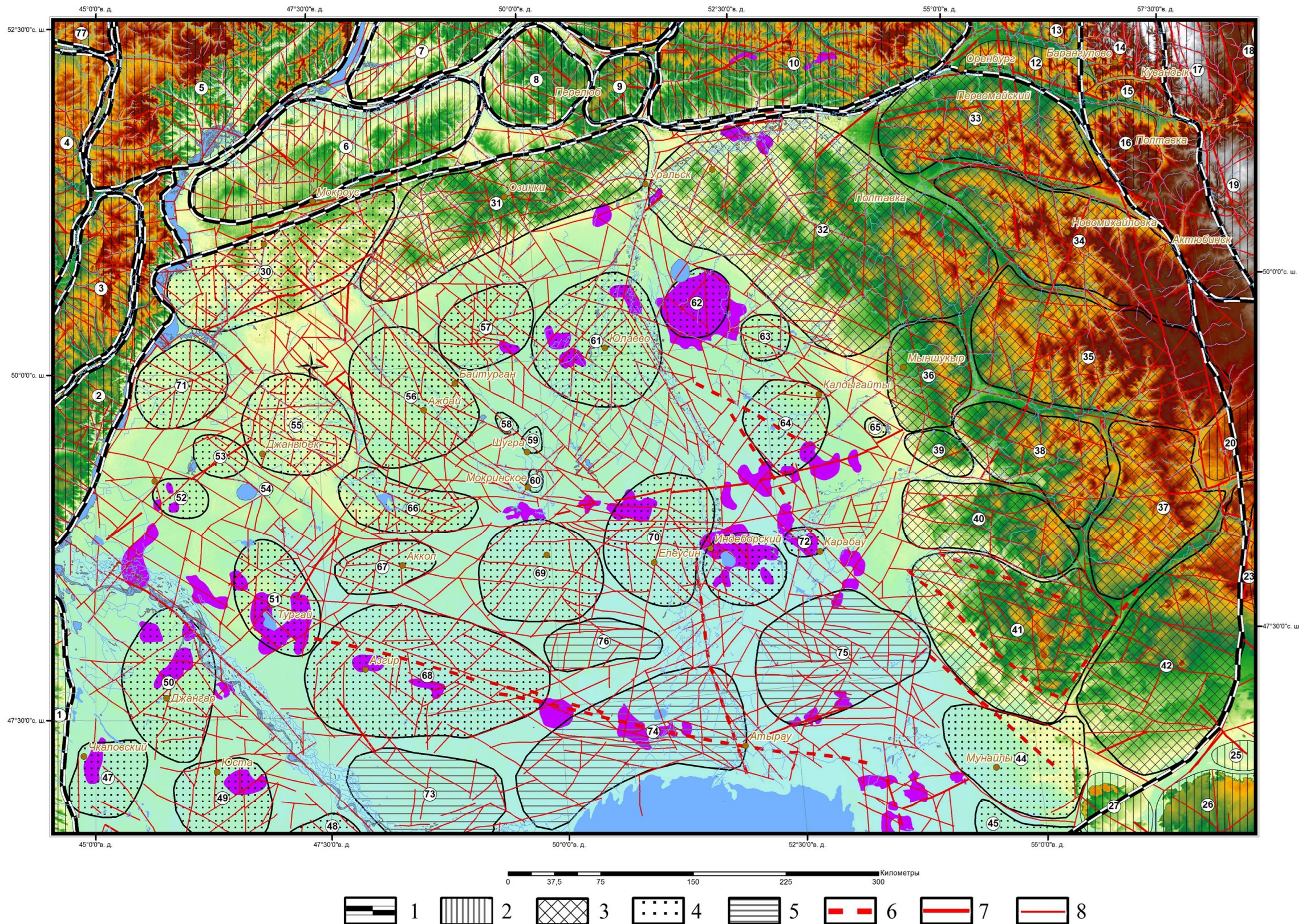
Компьютерная программа Global Mapper позволяет выделять по радарным изображениям эрозионную сеть, генерализация которой помогает лучше увидеть структуры, слабо выраженные в рельефе. Поэтому структурно-геоморфологическое дешифрирование топографических карт и спектрональных космоснимков Landsat7 дополнялось визуальным анализом детальных радарных изображений, позволяющих обнаруживать погребенные структуры в районах с отрицательными значениями абсолютных отметок рельефа. Особенно это касается центральной части Прикаспийской впадины, испытавшей за новейший этап (с олигоцена по ныне) существенное прогибание.

Была проведена также автоматизированная обработка радарных снимков ASTER GDEM с помощью программ LESSA и Global Mapper. Программа LESSA, разработанная А.А. Златопольским [Златопольский 1988], позволяет автоматически выявлять в виде так называемых штрихов линии водоразделов и долин, а также рассчитывать их статистические характеристики в скользящем окне. При этом можно вычислить общую плотность штрихов, плотность штрихов каждого направления, построить «розы-диаграммы» распределения штрихов по направлению, определить степень и направление вытянутости роз-диаграмм и другие параметры. Была построена схема линий вытянутости роз-диаграмм элементов рельефа с окном осреднения 135 км, которая в дальнейшем сравнивалась с результатами структурно-геоморфологического дешифрирования и дислокациями глубинных структурных планов, главным образом, поверхностью фундамента. Полученные в результате проведения таких комплексных структурно-геоморфологических исследований данные сопоставлялись с геолого-геофизическими материалами.

ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Неотектоника

Проведенные структурно-геоморфологические исследования позволили выявить в обрамлении Прикаспийской впадины серию новейших поднятий первого ранга, амплитуда которых колеблется от 150 до 400 м (рис. 2).



**Рис. 2.** Структурно-геоморфологическая схема Прикаспийской впадины и ее обрамления: **1** – границы структур первого ранга, **2–5** – новейшие поднятия: **2** – первого ранга, **3** – высокоамплитудные, **4** – малоамплитудные, **5** – погребенные; **6** – новейшие разломы, **7** – линеаменты, совпадающие с разломами фундамента, **8** – линеаменты. Цифрами обозначены новейшие поднятия: структуры обрамления Прикаспийской впадины: поднятия первого ранга: с запада: **1** – Ергенинское, **2** – Приволжское; с северо-запада: **3** – Доно-Медведицкое, **4** – Ртищевское, **5** – Саратовское, **6** – Мокроусское, **77** – Каменское; с севера: **7** – Сыртовское, **8** – Перелюбское, **9** – Росташинское, **10** – Сорочинское, **12** – Оренбургское, **13** – Назыкское; с северо-востока и востока: область Предуралья прогиба: **14** – Чебогаровское, **15** – Кувандыкское, **16** – Полтавское; область южной оконечности Урала: **17** – Новотроицкое, **18** – Ирендыкское, **19** – Алимбетовское; Примугоджарский склон Туранской плиты: **20** – Кумжарганское, **22** – Джурунское; с юго-востока: **23** – Шошкакольское; **25** – Актумсык, **26** – Донызтауское, **27** – Жельтаусское, **28** – Турушское, **29** – Коркольское. Поднятия в пределах Прикаспийской впадины: северный склон: **30** – Ахматовское, **31** – Озинкинское, **32** – Долинное, **33** – Первомайское; восточный склон: **34** – Новомихайловское, **35** – Ащикольское, **36** – Акшатаусское, **37** – Енбекское, **38** – Караулкельдинское, **39** – Соркольское, **40** – Коскольское; юго-восточный склон: **41** – Актолагайское; **42** – Жаркамыское, **44** – Мунайлинское, **45** – Опорное; западный и северо-западный склон: **47** – Чкаловское, **48** – Краснопесчаное, **49** – Юстинское, **50** – Джангарское, **51** – Тургайское, **52** – Октябрьское, **53** – Булхутинское, **54** – Эльтонское, **55** – Джаныбекское, **71** – Индерское; центральная часть: **56** – Ажбайское, **57** – Талдыкудукское, **58** – Сатыбалдыкское, **59** – Кожантайское, **60** – Мокринское, **61** – Юлаевское, **62** – Шалкарское, **63** – Булдыртинское, **64** – Калдыгайтинское, **65** – Камыскольское, **66** – Аралсорское, **67** – Аккольское, **68** – Азгирское, **69** – Кусаинское, **70** – Елеусинское, **72** – Карабау, **73** – Астраханское, **74** – Северо-Каспийское, **75** – Сагизское, **76** – Баксайское

Одни из них развиваются на молодых Скифской и Туранской плитах (Ергенинское, Донызтаусское, Турушское и др.); другие на склонах Воронежской и Волго-Уральской антеклиз древней Восточно-Европейской платформы (Приволжское, Мокроусское, Перелюбское, Сорочинское, Назыкское, Оренбургское), третьи образуют систему поднятий в пределах Предуралья прогиба (Чебогаровское, Кувандыкское, Полтавское). Эти поднятия отделяются друг от друга узкими впадинами, к которым приурочены долины крупных рек. Так, расположенное на северо-востоке Назыкское поднятие (**13**), граничит на востоке с Инкской предгорной впадиной, разрабатываемой долиной р. Инк. Оренбургское поднятие (**12**), расположенное на востоке, ограничено с севера и юга соответственно Сакмарской и Уральской приразломными впадинами [Наумов 1981]. В пределах этих структур первого ранга, испытывающих в целом тенденцию к воздыманию, выделяются частные дислокации.

## ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Сама Прикаспийская впадина также осложнена поднятиями разного ранга и разной амплитуды. Среди них выделяются высокоамплитудные с абсолютными отметками 100—250 м; малоамплитудные, альтитуды рельефа которых не более 100 м, и погребенные, не выраженные в рельефе. Высокоамплитудные поднятия приурочены к северной и восточной перифериям Прикаспийской впадины. Как правило, это несколько вытянутые в субширотном и субмеридиональном направлениях структуры, разделенные узкими долинообразными впадинами, соответствуют относительно приподнятым зонам фундамента: Астраханско-Актюбинской системе поднятий и Заволжско-Предуральской складчатой зоне на востоке и юго-востоке, а также Северо-Западной бортовой зоне на севере. Глубины залегания кровли фундамента здесь колеблются от -4 до -10 км. Важно отметить увеличение контуров новейших поднятий по сравнению с одноименными структурами фундамента (Ащикольское, Енбекское, Караулкельдинское).

Малоамплитудные (до 100 м) и погребенные поднятия приурочены к центральной западной и южной частям Прикаспийской впадины (**рис. 2**). Некоторые из них: Мунайлинское (44) и Опорное (45) расположены на юго-востоке. Поднятия, как правило, имеют изометричную форму, обусловленную, по-видимому, соляным диапиризмом. Среди них Чкаловское (47), Юстинское (49), Октябрьское (52), Булухтинское (53), Эльтонское (54), развивающиеся на западном и северо-западном склона Прикаспия; Юлаевское (61), Шалкарское (62), Булдыртинское (63), приуроченные к центральной части впадины.

Ажбайское (56), Талдыкудукское (57), Сатыбалдыкское (58), Кожантайское (59), Мокринское (60) и др. поднятия развиты в пределах наиболее погруженной по фундаменту (до -22 км) Центрально-Прикаспийской депрессии и являются обращенными структурами. По радарным изображениям на юге Прикаспийской впадины выявлена серия погребенных поднятий, которая в целом соответствует поднятиям фундамента Астраханско-Актюбинской системы. Расположенные здесь погребенные Астраханское (73), Северо-Каспийское (74) и Сагизское (75) поднятия являются отражением в рельефе положительных структур фундамента, залегающих на глубинах от -7,5 до -8 км. К ним приурочены соляные диапиры.

Проводилось дешифрирование и линеаментов, которые, как нам представляется, в большинстве случаев имеют тектоническую природу. Преобладающими простираниями линеаментов являются северо-западные, северо-восточные и субмеридиональные. Последние тяготеют к восточной части Прикаспия, так называемому Подуральскому плато. Сравнительно реже проявляются и субширотные направления, как это имеет место в южной и в центральной частях впадины. На востоке доминируют линеаменты субмеридионального простирания. Некоторые из них фрагментарно наследуют разломы фундамента и являются новейшими разломами, выделенными предыдущими исследователями: Азгирский, Жолдыбайский, Эмбенский и др. [Геология СССР 1970].

Сопоставление новейших структур с глубинными дислокациями указывает на достаточно хорошее их соответствие. Особенно это проявляется при корреляции соляных диапиров, пользующихся широким развитием в Прикаспии. Области солянокупольной тектоники нередко выражены в рельефе новейшими поднятиями, а отдельные диапиры маркируют протяженные линеаменты и новейшие разрывы. Соляными куполами подчеркивается новейший Азгирский разрыв, простирающийся в запад-северо-западном направлении на юге Прикаспийской впадины, а также многие северо-западные линеаменты, отчасти совпадающие с новейшими разрывами. Соляные купола приурочены и к системе протяженных линеаментов субширотного простирания в центральной части Прикаспия. Следует заметить, что эта система фрагментарно наследует глубинный разлом фундамента. Линеаменты северо-восточного простирания также маркируются соляными куполами, особенно на востоке района.

Наблюдается связь соляных диапиров и с новейшими поднятиями. Практически все высокоамплитудные новейшие поднятия восточной периферии Прикаспия, расположены в области развития солянокупольной тектоники. Некоторые из них частично наследуют положительные структуры фундамента, например, Ащикольское, Енбекское, Караулкельдинское, Коскольское. Непосредственно связаны с проявлением диапиризма и малоамплитудные поднятия в центральной части Прикаспия, которые являются обращенными структурами по отношению к фундаменту. Среди них Шалкарское, Юлаевское, Индерское, Сагизское, Эльтонское и др. (**рис. 2**).

Некоторые из выявленных поднятий прослеживаются на структурных картах глубоких горизонтов палеозойских комплексов (верхнедевонском, визейском, башкирском) на глубинах -5...-6 км и достаточно хорошо сопоставляются со структурами фундамента. Хорошая корреляция новейших дислокаций с более древними структурами, а именно с девонским комплексом, наблюдается в пределах северной части Прикаспийской впадины. Так, Долинное новейшее поднятие (32), расположенное на севере, наследует такие положительные структурные элементы поверхности девонских отложений, как Карповский структурный нос, Илецкий вал, Уральско-Кобландинскую зону поднятий.

Соотношения новейших поднятий с фундаментом разные. Как правило, наблюдается тенденция расширения контуров новейших поднятий по сравнению со структурами фундамента. Например, Сорочинское новейшее поднятие, обрамляющее Прикаспийскую впадину с севера, наследует Восточно-Оренбургский структурный выступ фундамента в северной части, а на юге представляет собой обращенную структуру по отношению к Бузулукской впадине. Сходную картину можно видеть на востоке Прикаспия, где выраженные в рельефе Ащикольское, Караулкельдинское и Коскольское поднятия с абсолютными отметками 325—100 м лишь в центральных частях отражают одноименные положительные структуры фундамента с отрицательными отметками 7—8 км. Хорошая корреляция новейших структур с фундаментом прослеживается на юге, где Астраханское и Северо-Каспийское погребенные поднятия являются прямым отражением одноименных дислокаций фундамента.

Частично соответствуют разломам фундамента и некоторые линеаменты. Особенно это хорошо прослеживается на периферии Прикаспийской впадины. Все направления линеаментов находят отражение в простираниях глубинных разломов. На востоке — это субмеридиональное, на юго-западе и западе — северо-западное, в центральной части — субширотное, на западе и северо-востоке проявляется северо-восточное простирание. Некоторые протяженные линеаменты фрагментарно частично совпадают с зонами разломов фундамента, установленными геофизическими методами, и являются границами крупных структурных единиц. Так, северная граница Прикаспийской впадины с Восточно-Европейской платформой проходит вдоль линеамента восток-северо-восточного простирания. Южнее, параллельно ему следует разлом фундамента, отделяющий крутой северный склон Прикаспийской впадины от более погруженной по фундаменту Волгоградско-Оренбургской системы моноклиналей, который имеет отражение в рельефе. Выражен в рельефе и разлом северо-западного простирания, отделяющий Прикаспийскую впадину от кряжа Карпинского на юго-западе.

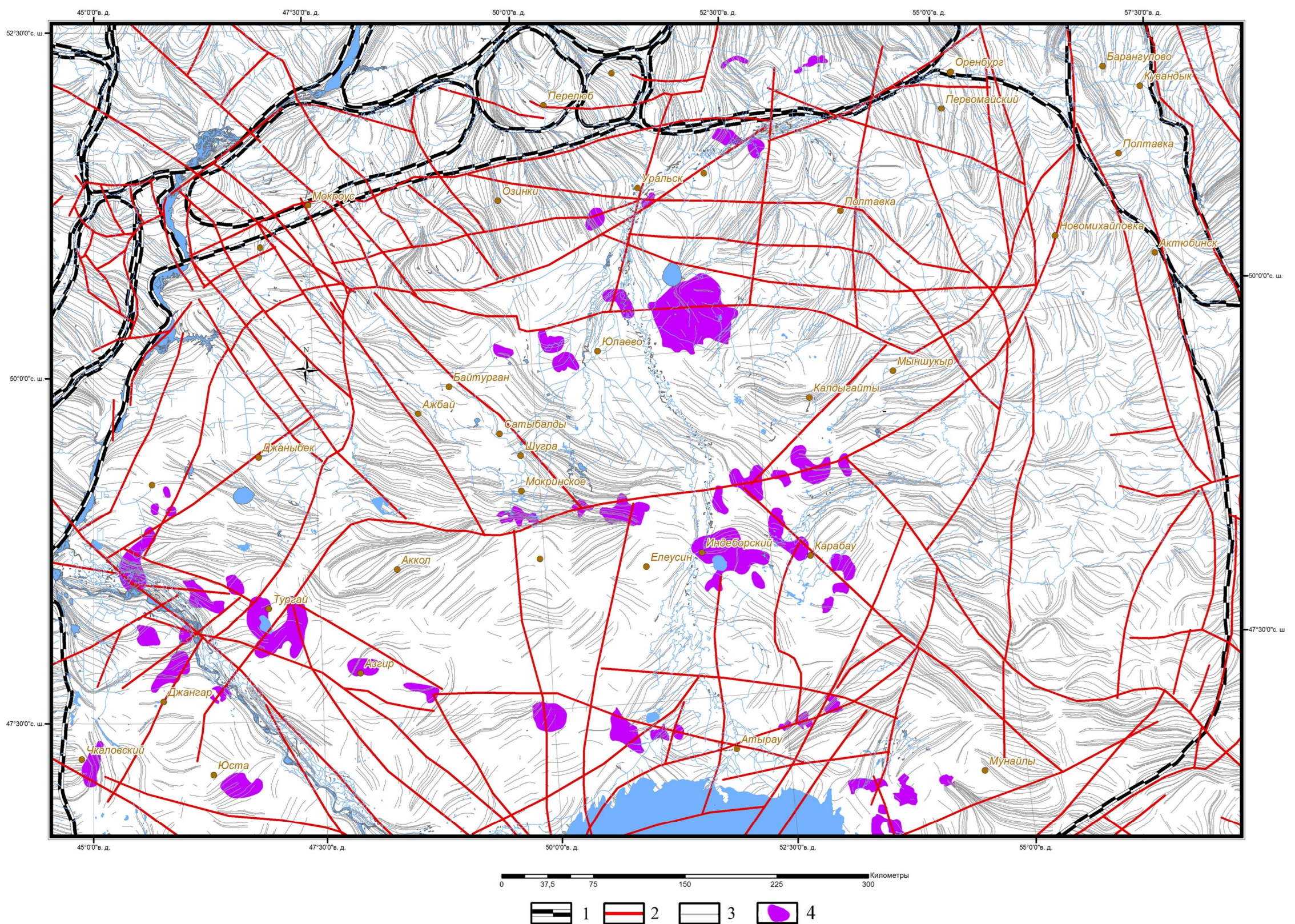
ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

К северо-востоку и параллельно ему дешифрируется протяженный линеамент, следующий вдоль участка долины реки Волги, фрагмент которого также является унаследованным от фундамента.

Долинами рек разрабатываются субмеридиональные разломы фундамента, отделяющие Прикаспийскую впадину от Предуральского прогиба и Примугоджарского склона Туранской плиты на востоке.

Результаты компьютерной обработки радарных изображений с использованием программы LESSA также показали хорошую корреляцию с данными визуального дешифрирования. Многие поднятия рельефа подчеркиваются линиями вытянутости, которые либо оконтуривают их, либо имеют радиально расходящийся рисунок. Эти признаки использовались для выявления малоамплитудных и погребенных структур, которые на обычных топографических картах и снимках дешифрируются с трудом (Мануйлинское, Астраханское, Северо-Каспийское и др.). Линии вытянутости следуют также вдоль протяженных линеаментов, выявленных визуально. На наличие линеамента может указывать изменение их простираний.

Наблюдается и хорошее соответствие между линиями вытянутости и структурными элементами фундамента: изогипсами, разломами. Линии вытянутости нередко следуют вдоль изогипс фундамента, резко изменяют простирания в зонах разломов. На картах фундамента [Международная тектоническая карта... 2003 и др.] хорошо видно, как линии вытянутости изменяют простирания в зонах разломов фундамента или следуют вдоль них (рис. 3).

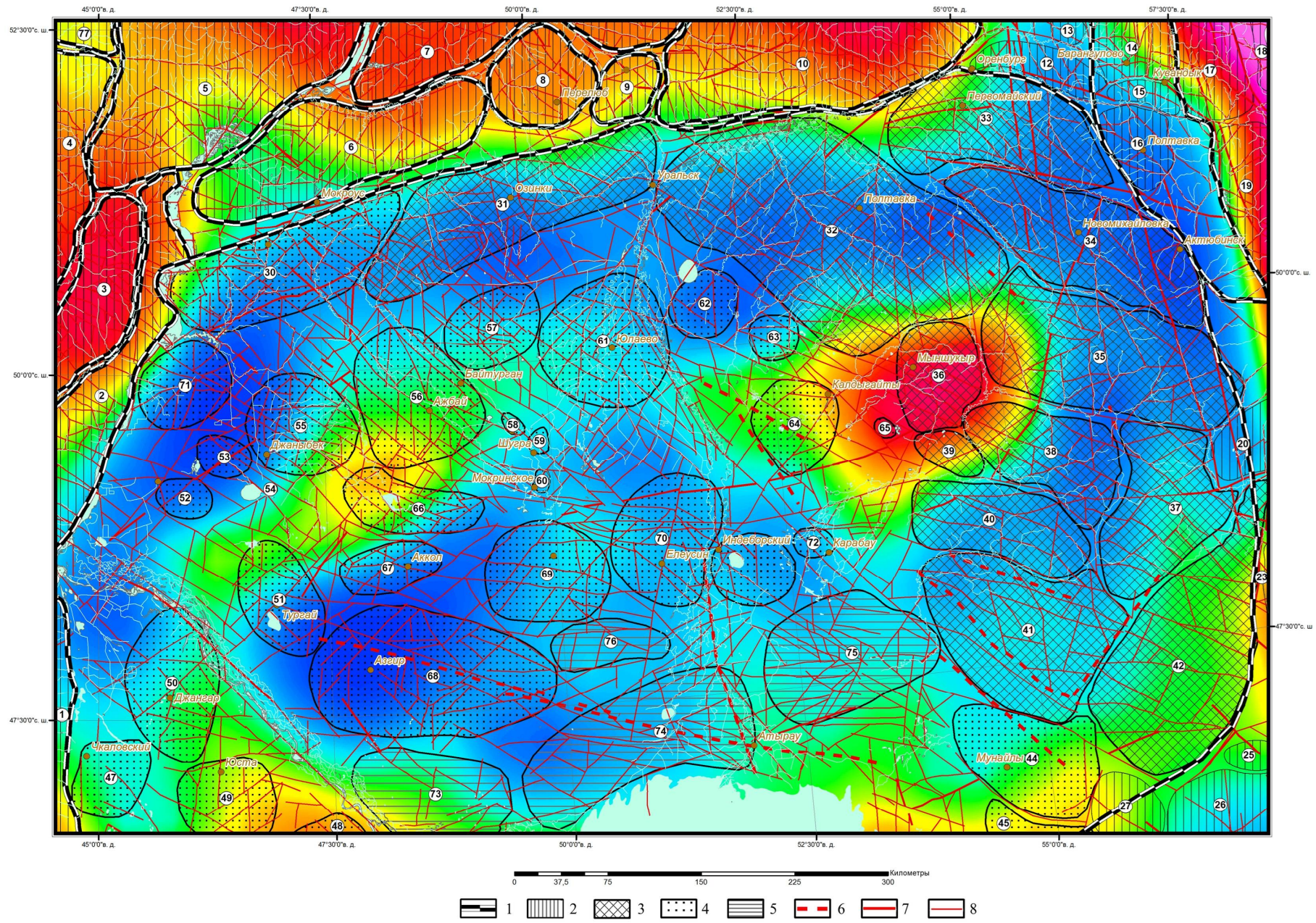


**Рис. 3.** Схема корреляции линий вытянутости роз-диаграмм с разломами фундамента:  
1 – границы структур первого ранга, 2 – разломы фундамента, 3 – линии вытянутости роз-диаграмм, 4 – соляные диапиры

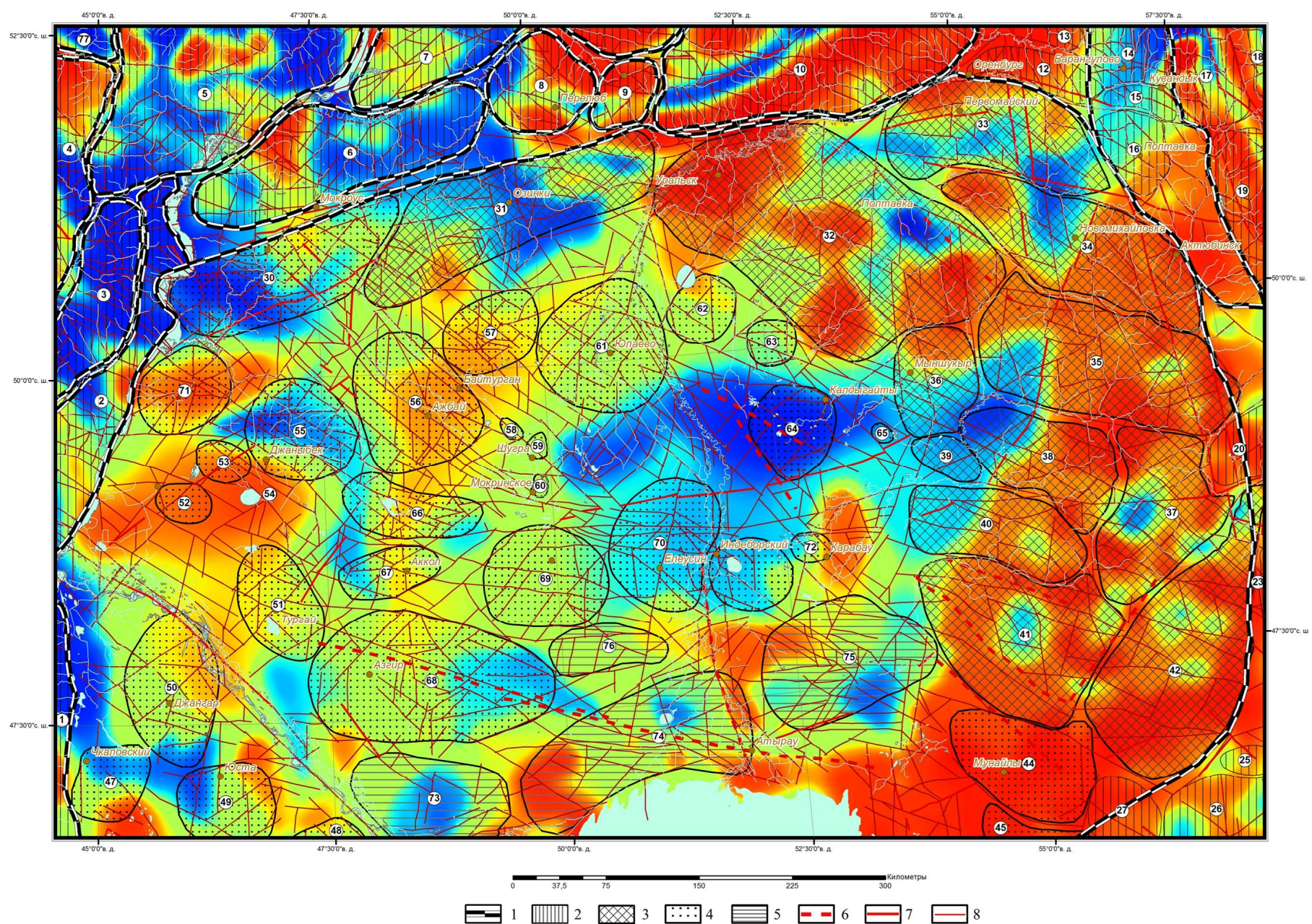
Наиболее крупные структуры фундамента, такие как ограничивающий с юго-запада Прикаспийскую впадину, кряж Карпинского подчеркивается линиями вытянутости северо-западного простирания. Отражаются в линиях вытянутости протяженные разломы фундамента северо-западного простирания, которые пересекают впадину на северо-западе, в области пограничной с древним Пачелмским авлакогеном. Одним из них является разлом, совпадающий с участком долины реки Волга. В пределах Астраханского свода, наиболее крупной структуры Прикаспия, линии вытянутости имеют радиально расходящийся рисунок, тем самым подчеркивая его [Панина, Зайцев 2011]. В конфигурациях линий вытянутости нашли отражение Северо-Каспийское, Караулкельдинское и др. поднятия фундамента. Резкие изменения простирания линий вытянутости в центральной части Прикаспийской впадины приурочены к зоне субширотного разлома, который отделяет Центрально-Прикаспийский прогиб фундамента от расположенной южнее Северо-Атырауской системы моноклиналей.

ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Сравнение с гравитационным и магнитным полями показало, что некоторые новейшие поднятия, протяженные линеаменты или их фрагменты находят отражение в магнитных и гравитационных аномалиях (рис. 4, 5).



**Рис. 4.** Сопоставление новейших структур с гравитационными аномалиями, полученными с помощью космического аппарата Grace. **1** – границы структур первого ранга, **2–5** – новейшие поднятия: **2** – первого ранга, **3** – высокоамплитудные, **4** – малоамплитудные, **5** – погрешенные; **6** – новейшие разломы, **7** – линеаменты, совпадающие с разломами фундамента, **8** – линеаменты



**Рис. 5.** Сопоставление новейших структур с магнитными аномалиями. Обозначения см. на рис. 4

### Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований во многом уточнена новейшая структура Северного Прикаспия. В целом, имеющая прямое соотношение с рельефом фундамента, Прикаспийская впадина осложнена частными поднятиями разного ранга и амплитуды, развивающимися на фоне соляного диапиризма, как правило, обусловленного тектоническими движениями блоков фундамента. Высокоамплитудные поднятия приурочены к восточной периферии Прикаспия, а малоамплитудные и погребенные положительные структуры развиты в центральной области, испытавшей длительное погружение.

Рост этих поднятий сопровождается образованием линеаментов, многие из которых являются плохо выраженными в рельефе разрывами, зонами трещиноватости, дробления пород и др., т.е. имеют тектоническую природу. Преобладающими простираниями линеаментов являются северо-западное, северо-восточное и субмеридиональное (главным образом, на востоке). Линеаменты северо-западного простирания пользуются развитием на юго-западе, северо-западе и западе района. Сравнительно реже встречаются линеаменты субширотного простирания, приуроченные главным образом, к центральной части впадины. Наиболее протяженные из них наследуют разломы фундамента и частично отражаются в гравитационных и магнитных аномалиях.

Выявленные новейшие структуры, по-разному коррелируются с глубинными дислокациями. Как правило, наблюдается частичное наследование поверхностными структурами древних комплексов. Особенно хорошее соответствие обнаруживается в периферических частях: в областях сопряжения с Уральским орогеном и Скифской плитой. Характерна тенденция разрастания новейших поднятий по сравнению с глубинными дислокациями.

Формирование новейших структур Прикаспийской впадины происходит под влиянием деформаций фундамента и окружающих ее Уральского орогена и Скифской плиты. Активизация этих крупных систем, начавшаяся, в позднем миоцене (предплиоценовая фаза) привела к формированию новейшего структурного плана Прикаспия. Особенно это ощущается на восточной периферии, где впадина граничит с Предуральским прогибом и его южным продолжением. Именно здесь расположены высокоамплитудные поднятия, которые испытывают устойчивое развитие, начиная с миоцена. Втянутая в поднятие в позднем миоцене и развивающаяся под воздействием Кавказского орогена, Скифская плита [Панина 2009; Зайцев, Панина 2011], особенно ее главная структура — вал Карпинского [Волож 1999], также оказывает влияние на развитие Прикаспия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Астраханский карбонатный массив: строение и нефтегазоносность / Под ред. Ю.А. Воложа, В.С. Парасыны. М.: Научный мир, 2008. 221 с.
2. Волож Ю.А. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. 1999. № 1. С. 28–44.
3. Геология СССР. Т. XXI: Западный Казахстан. Ч. 1: Геологическое описание. Кн. 2 / Ред. акад. А.В. Сидоренко. М.: Недра, 1970. 343 с.
4. Зайцев В.А., Панина Л.В. Неотектоника и геодинамика Скифской плиты // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2011. № 1. С. 3–7.
5. Златопольский А.А. Пакет прикладных программ выделения и анализа линейных элементов аэрокосмических изображений // Автоматизированный линеаментный анализ при структурно-геологических и металлогенических исследованиях. М.: Недра, 1988. С. 14–28.
6. Карта новейшей тектоники Северной Евразии. Масштаб 1: 5 000 000 / Ред. А.Ф. Грачев. М.: ОИФЗ РАН, 1996.
7. Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей. Масштаб 1: 5 000 000 / Гл. ред. Н.И. Николаев. М.: Мингео СССР, 1979.
8. Костенко Н.П. Геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. 383 с.
9. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления. Масштаб 1:2500000 / Ред. В.Е. Хаин, Н.А. Богданов. М.: Институт Литосферы окраинных и внутренних морей, 2003.
10. Наумов А.Д. Пенеплены. Их геологическое значение как особой генетической категории рельефа материков. Саратов: Саратовский университет, 1981. 404 с.
11. Новейшая тектоника и геодинамика. М.: Наука, 2006. 206 с.
12. Панина Л.В. Новейший структурный рисунок Скифской плиты // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2009. № 1. С. 23–31.
13. Панина Л.В. Формирование структуры центральной части Терско-Каспийского передового прогиба (Терско-Сунженская нефтегазоносная область) // Тектоника и формации Большого Кавказа. М.: Наука, 1988. С. 58–78.
14. Панина Л.В., Зайцев В.А. Рельеф северного Прикаспия как отражение деформаций фундамента // Теоретические проблемы современной геоморфологии. Теория и практика изучения геоморфологических систем: Материалы XXXI пленума геоморфологической комиссии РАН (5–9 октября 2011 г.). Астрахань: Техноград, 2011. С. 41–45.
15. Cook H.E., Zhemchuzinikov V.G., Buvtyshkin V.M., Golub L.Y., Gatovsky Y.A., Zorin A.Y. "Devonian and Carboniferous Passive-Margin Carbonate Platforms of Southern Kazakhstan: Summary of Depositional and Stratigraphic Models to Assist in the Exploration and Production of Coeval Giant Carbonate Platform Oil and Gas Fields in the North Caspian Basin, Western Kazakhstan." *Pangea: Global Environments and Resources, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 17*. Eds. B. Beauchamp and A. Embry. Calgary, Alberta, Canada: Canadian Society of Petroleum Geologists, 1994, pp. 363–381.

## ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

16. Cook H.E., Zhemchuzhnikov V.G., Zempolich W.G., Lehmann P.J., Alexeiev D.V., Zhaimina V.Ya., Zorin A.Ye. "Devonian and Carboniferous Carbonate Platform Facies in the Bolshoi Karatau, Southern Kazakhstan: Outcrop Analogs for Coeval Carbonate Oil and Gas Fields in the North Caspian Basin." *Oil and Gas of the Greater Caspian Area*. Eds. P.O. Yilmaz and G.H. Isaksen. Tulsa, Oklahoma: AAPG, 2007, pp. 159–163.
17. O'Hearn T., Elliott S., Samsonov A. "Karachaganak Field, Northern Pre-Caspian Basin, Northwestern Kazakhstan." *AAPG Memoir 78* (2003): 237–250.
18. Snyder W.S., Spinosa C., Davydov V.I., Belasky P. "Petroleum Geology of the Southern Pre-Uralian Foredeep with Reference to the Northeastern Pre-Caspian Basin." *International Geology Review* 36.5 (1994): 452–472.
19. Volozh Yu.A., Antipov M.P., Brunet M.F., Garagash I.A., Lobkovskii L.I., Cadet J.P. "Pre-Mesozoic Geodynamics of the Pre-caspian Basin (Kazakhstan)." *Sedimentary Geology* 156.1 (2003): 35–58.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11–2011:

Панина, Л. В., Зайцев, В. А. Неогеодиника Северного Прикаспия [Электронный ресурс] / Л.В. Панина, В.А. Зайцев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2016. — Т. 13. — Вып. 1. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov\_r\_e-ast13-1.2016.44.

## NEOTECTONICS OF THE NORTHERN PRE-CASPIAN

Lyudmila V. Panina, Sc.D. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Chair of Dynamic Geology, Geological Department of Lomonosov Moscow State University

**ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0003-3848-1308>

E-mail: lyudmila-v-panina@j-spacetime.com; panina53@mail.ru

Vladimir A. Zaitsev, Sc.D (Geology and Mineralogy), Leading Researcher, Chair of Dynamic Geology, Geological Department of Lomonosov Moscow State University

**ORCID ID** <https://orcid.org/0000-0002-5460-6724>

E-mail: vladimir-a-zaitsev@j-spacetime.com; v.zaitsev@mail.ru

Neotectonics plays an important role in the distribution of seismicity, oil and gas content, rock permeability. In this work, we represent some results of structural-geomorphological analysis of the Northern Pre-Caspian relief, including visual interpretation of different-scale topographic maps, as well as analysis and computer processing of radar satellite images using computer program LESSA.

Based on these results, we found recent uplifts and depressions complicated by lineaments, many of which are faults. The latest dislocations in many ways are correlated with the basement structures and sedimentary cover, as well as due to 'salt tectonics.' Thus, Pre-Caspian depression is complicated by partial elevations of different rank and amplitude, developing on the background of the salt diapirism usually caused by tectonic movements of the basement blocks. High-amplitude uplifts are confined to the eastern periphery of the Pre-Caspian, and the low-amplitude positive and buried structures are developed in the central region, experienced the long period of immersion region. Increase in these uplifts is accompanied by formation of lineaments, many of which are poorly expressed in the relief ruptures, fracture zones, rock crushing et al., i.e., are of tectonic origin. North-western, north-eastern and north-south lineaments (those ones are mainly in the east) are of predominant extension. Lineaments of northwestern extension have been developing in the south-west, north-west and west of the district. Lineaments of sublatitudinal confined mainly to the central part of the basin, are relatively rare. The most extensive of these inherit basement faults and are partly reflected in the gravity and magnetic anomalies.

The similarity between ancient and modern geodynamic processes allows us to propose that deformational processes in the crystalline basement play a significant role in the formation of the modern topography of the Northern Pre-Caspian. Ural Orogen and Scythian plate, inverted on the latest stage in the general elevation, have essential influence on the geodynamics of the investigated region.

**Keywords:** Northern Pre-Caspian; neotectonics; structural-geomorphological analysis; radar image; lineament; fault.

### References:

1. Academician Sidorenko A.V., ed. *Geology of the USSR. Volume XXI: Western Kazakhstan. Part 1: Geological Description*. Moscow: Nedra Publisher, 1970, book 2. 343 p. (In Russian).
2. Cook H.E., Zhemchuzhnikov V.G., Buvtyshkin V.M., Golub L.Yu., Gatovsky Yu.A., Zorin A.Yu. "Devonian and Carboniferous Passive-Margin Carbonate Platforms of Southern Kazakhstan: Summary of Depositional and Stratigraphic Models to Assist in the Exploration and Production of Coeval Giant Carbonate Platform Oil and Gas Fields in the North Caspian Basin, Western Kazakhstan." *Pangea: Global Environments and Resources, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 17*. Eds. B. Beauchamp and A. Embry. Calgary, Alberta, Canada: Canadian Society of Petroleum Geologists, 1994, pp. 363–381.



## ПАНИНА Л.В., ЗАЙЦЕВ В.А. НЕОТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

3. Cook H.E., Zhemchuzhnikov V.G., Zempolich W.G., Lehmann P.J., Alexeiev D.V., Zhaimina V.Ya., Zorin A.Ye. "Devonian and Carboniferous Carbonate Platform Facies in the Bolshoi Karatau, Southern Kazakhstan: Outcrop Analogs for Coeval Carbonate Oil and Gas Fields in the North Caspian Basin." *Oil and Gas of the Greater Caspian Area*. Eds. P.O. Yilmaz and G.H. Isaksen. Tulsa, Oklahoma: AAPG, 2007, pp. 159–163.
4. Grachev A.F., ed. *Map of Recent Tectonics of Northern Eurasia, Scale 1: 5.000.000*. Moscow: RAS Joint Institute of Physics of the Earth Publisher, 1996. (In Russian).
5. Khain V.E., Bogdanov N.A., eds. *International Tectonic Map of the Caspian Sea and Its Surroundings, Scale 1: 2.500.000*. Moscow: Institute of Lithosphere of Marginal Seas Publisher, 2003. (In Russian).
6. Kostenko N.P. *Geomorphology*. Moscow: Moscow University Publisher, 1999. 383 p. (In Russian).
7. Naumov A.D. *Penepains. Their Geological Significance as a Special Category of Genetic Continents Relief*. Saratov: Saratov University Publisher, 1981. 404 p. (In Russian).
8. Nikolaev N.I., ed. *Map of Recent Tectonics of the USSR and Adjacent Areas, Scale 1: 5.000.000*. Moscow: USSR Ministry of Geology Publisher, 1979. (In Russian).
9. O'Hearn T., Elliott S., Samsonov A. "Karachaganak Field, Northern Pre-Caspian Basin, Northwestern Kazakhstan." *AAPG Memoir* 78 (2003): 237–250.
10. Panina L.V. "Formation of Structure of the Central Part of the Terek-Caspian Advanced Deflection (Terek-Sunzha Oil and Gas Region)." *Tectonics and Formations of the Greater Caucasus*. Moscow: Nauka Publisher, 1988, pp. 58–78. (In Russian).
11. Panina L.V. "Recent Structural Pattern of the Scythian Plate." *Moscow University Geology Bulletin* 1 (2009): 23–31. (In Russian).
12. Panina L.V., Zaitsev V.A. "Relief of Northern Pre-Caspian as Reflection of the Foundation Deformations." *Theoretical Problems of Modern Geomorphology. Theory and Practice of Studying Geomorphological Systems: Proceedings of 31st Plenum of the Geomorphological Commission of Russian Academy of Sciences (5–9 October 2011)*. Astrakhan: Tekhnograd Publisher, 2011, pp. 41–45. (In Russian).
13. *Recent Tectonics and Geodynamics*. Moscow: Nauka Publisher, 2006, 206 p. (In Russian).
14. Snyder W.S., Spinosa C., Davydov V.I., Belasky P. "Petroleum Geology of the Southern Pre-Uralian Foredeep with Reference to the Northeastern Pre-Caspian Basin." *International Geology Review* 36.5 (1994): 452–472.
15. Volozh Yu.A. "Structure of the Karpinsky Ridge." *Geotectonics* 1 (1999): 28–44. (In Russian).
16. Volozh Yu.A., Antipov M.P., Brunet M.F., Garagash I.A., Lobkovskii L.I., Cadet J.P. "Pre-Mesozoic Geodynamics of the Pre-caspian Basin (Kazakhstan)." *Sedimentary Geology* 156.1 (2003): 35–58.
17. Volozh Yu.A., Parasyna V.S., eds. *Astrakhan Carbonate Massif: Structure and a Petrogas Presence*. Moscow: Nauchny mir Publisher, 2008. 221 p. (In Russian).
18. Zaitsev V.A., Panina L.V. "Neotectonics and Geodynamics of the Scythian Plate." *Moscow University Geology Bulletin* 11 (2011): 3–7. (In Russian).
19. Zlatopolsky A.A. "Application Package for Selection and Analysis of Aerospace Images Linear Elements." *Automated Lineament Analysis while Structural-Geological and Metallogenic Investigating*. Moscow: Nedra Publisher, 1988, pp. 14–28. (In Russian).

**Cite MLA 7:**

Panina, L. V., and V. A. Zaitsev. "Neotectonics of the Northern Pre-Caspian." *Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time* 13.1 (2016). Web. <2227-9490e-aprov\_r\_e-ast13-1.2016.44>. (In Russian).