



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМОСНИМКОВ, ЦИФРОВЫХ И ТЕНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПРИ РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ НЕОТЕКТониКИ, ПРОГНОЗА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ И ПОИСКОВ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СИБИРИ)

А. П. Хилько*

Для изучения новейших дизъюнктивных и пликативных деформаций радиолокационные снимки и цифровые модели рельефа используются при выделении систем трещиноватости, определении «современной» активизации блоков и разрывных нарушений, выявлении зон растяжений и сжатий, оценке горизонтальных и вертикальных смещений по разломам и др. Радиолокационная съемка характеризуется высокой проникающей способностью, что позволяет фиксировать коренные породы, залегающие под рыхлыми образованиями. Это весьма актуально, например, при поисках коренных источников алмазов. Получаемая относительная гипсометрия рельефа по этому виду съемки или по стереопарам мультиспектральных снимков дополнительно несет информацию о тектонических режимах гидросети, сдвиговых деформациях, наличии террас и уступов и т. д.

Ключевые слова: радиолокационные снимки, теневые модели рельефа, сдвиги, разломы, линеаменты, новейшие деформации, нефтегазоносность, кимберлитовые тела.

SATELLITE IMAGES, DIGITAL AND SHADOW ELEVATION MODELS USED IN SOLVING PROBLEMS OF NEOTECTONICS, FORECASTING OF OIL AND GAS POTENTIALITY AND PROSPECTING FOR KIMBERLITE BODIES (BY THE EXAMPLE OF PARTICULAR AREAS IN SIBERIA)

A. P. Khilko

To study recent disjunctive and plicative deformations, radar images and digital elevation models are used in identifying fracture systems, determining “modern” activation of blocks and rupture dislocations, revealing compression-tension zones, estimating horizontal and vertical fault displacements and so on. Radar mapping is characterized by effective penetration, which allows bedrocks underlying loose formations to be stated. It is extremely of current interest, for example, in searching for primary diamond sources. The relative relief hypsometry derived from this type of survey or from stereopairs of multispectral photographs carries more information about tectonic regimes of driangle system, shift deformations, terraces and benches.

Key words: radar images, shadow elevation models, displacements, faults, lineaments, recent deformations, oil and gas potentiality, kimberlite bodies.

Интенсивное развитие космической аппаратуры и, соответственно, получаемых материалов в настоящее время позволяет на новом технологическом уровне использовать их при решении обширного круга геологических задач. Это в первую очередь относится к тектонике во всех ее проявлениях (районирование, разломы, их кинематика, надвиги, новейшие пликативные и дизъюнктивные деформации и др.), с которой связаны в той или иной степени нефтегазоносность отложений, формирование кимберлитовых трубок, рудных узлов и т. д.

Материалы дешифрирования космоснимков различного типа и цифровые модели рельефа (ЦМР, или DEM – Digital Elevation Model), а также данные по замерам ориентированной трещиноватости в керне скважин и временных срезов сейсмических кубов 3D наиболее информативны на нефтегазопроисковой и разведочной стадиях работ. При этом данные дешифрирования матери-

алов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) применяются для прогноза систем трещиноватости с целью оценки фильтрационно-емкостных свойств отложений, определения «современной» активизации блоков и разрывных нарушений, выявления зон растяжений и закрытых систем разломов (областей сжатий), изучения новейшей тектоники, геодинамики и оценки горизонтальных и вертикальных смещений по разломам и т. д.

Изучение зон повышенной трещиноватости и других структурных элементов по обнажениям горных пород и линеаментному анализу на основе космоснимков различного типа является важным фактором для обнаружения кимберлитоконтролирующих разломов и, следовательно, способствует локальному прогнозу трубок, содержащих кимберлитовые тела. Дополнительное привлечение материалов радиолокационной съемки, проникающая способность которой при сухих грунтах достигает первых десятков метров [5], позволяет не учитывать не только облачность, но и залесен-

* ФГУП «СНИИГГиМС», Новосибирск



ность, а также элювиально-делювиальные отложения, развитые по различным рыхлым отложениям. Кроме этого, при соответствующем масштабе подобной съемки возможно выделение погребенных структур, в том числе кимберлитовых тел, перекрытых, как правило, чехлом рыхлых отложений, что значительно затрудняет их обнаружение обычными наземными методами.

В последние годы автор при изучении новейших деформаций на эталонных месторождениях и нефтегазоперспективных площадях Восточной и Западной Сибири использовал результаты дешифрирования многозональных (ASTER, Landsat) и радарных (со спутника ERS-1,2) космоснимков и данных, полученных в ходе полета Space Shuttle в феврале 2000 г. (SRTM – Shuttle Radar Tomography Mission).

Эти работы показали в первую очередь прямую зависимость между обновлением или формированием в постпалеогеновый этап крупных сбросо-сдвиговых, взбросо-надвиговых и других систем и сопутствующих им трещинных зон, выявляемых по материалам ДЗЗ, и нефтегазоносностью отложений, в том числе дебитами разведочных скважин.

Далее на примере отдельных площадей и видов работ, которые включают изучение новейших (неотектонических) деформаций, приводятся результаты этих исследований.

Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение структурно-литологического типа с известным положением контура нефтегазоносности находится на юго-восточном борту Непского свода Сибирской платформы. Продуктивные пласты здесь – песчаники ярактинской пачки, залегающие на глубине 2500–2650 м.

Изучение новейших дизъюнктивных и пликативных деформаций месторождения включало полевые исследования трещиноватости и дислокаций горных пород в естественных обнажениях и карьерах (рис. 1). В результате выяснена значительная тектоническая нарушенность отложений нижнего палеозоя и выявлена система надвиговых зон, входящая в Предбайкало-Патомский надвиговый пояс [4].

Комплексное дешифрирование многозональных космоснимков и теневых моделей рельефа (данные SRTM) подтвердило полевые наблюдения и определило систему надвиговых пластин и сдвигов, а также широкое развитие линеаментов разного порядка. Полевые замеры трещиноватости позволили обнаружить их преобладающее азимутальное направление (120–140°), по которому составлена карта плотности линеаментов с нанесенным на нее контуром месторождения (рис. 2). Видно, что максимальная интенсивность трещиноватости наблюдается по периферии месторождения и почти в точности повторяет его контуры.

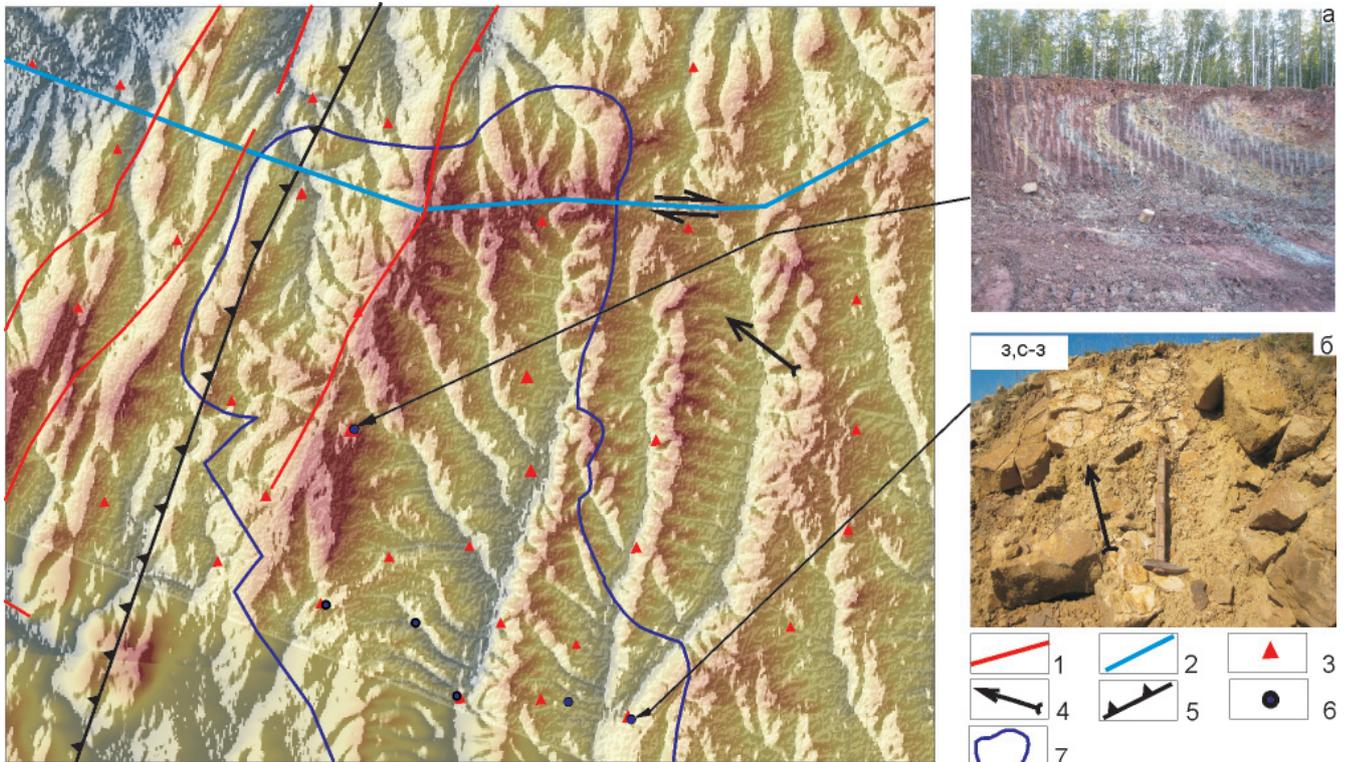


Рис. 1. Синтезированный снимок в радиодиапазоне (SRTM30) (Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение, Восточная Сибирь): а – опрокинутые складки в отложениях нижнего палеозоя в передовой зоне Предбайкальско-Патомского надвигового пояса; б – зеркала скольжения в переходной зоне надвига

1 – разломы, выделенные по геологическим данным, активизированные в постпалеогеновое время; 2 – линия сдвига; 3 – скважины глубокого бурения; 4 – направление движения надвига; 5 – передовая (фронтальная) зона надвига; 6 – точки наблюдения горных пород в карьерах; 7 – контур месторождения

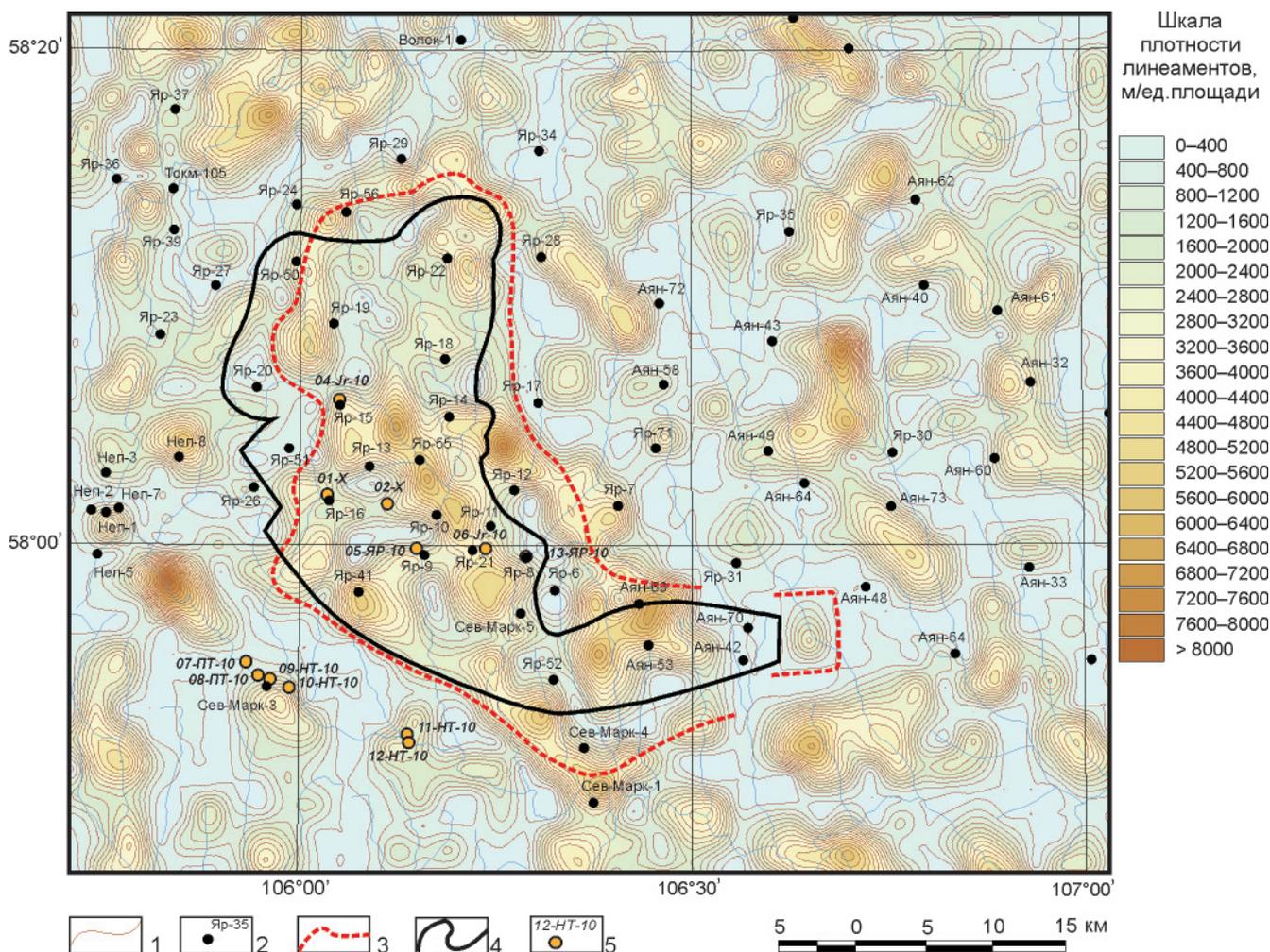


Рис. 2. Плотность линеаментов с азимутальным направлением 120–140°

1 – изолинии плотности линеаментов; 2 – скважины; 3 – контур Ярактинского месторождения по данным новейших дизъюнктивных деформаций (анализу поверхностной трещиноватости горных пород и линеаментного анализа по космоснимкам); 4 – Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение; 5 – полигоны замеров трещиноватости горных пород

Детальный анализ теневых моделей рельефа с различным азимутальным освещением и полевых наблюдений показал, что характер тектонического контроля Ярактинского месторождения очень сложный. Фронтальная часть одной из пластин надвигового пояса располагается в западной его периферии, и ее выраженность в современном рельефе говорит о том, что процесс надвига продолжается и в «современную» геологическую эпоху. В пространстве она ограничена с севера крупным сбросо-сдвигом, который и контролирует в большей степени северный контур месторождения, с юга – сдвигом с правосторонним типом смещения. По наблюдениям в карьерах надвиг зафиксирован по наличию зеркал скольжения, опрокинутых складок, зон деструкции и т. д. (см. рис. 1а, 1б). Надвиг осложнен системой пластин, что подтверждается данными бурения, по которым в отдельных скважинах (например, скв. Яр-20) фиксируется сдвиг и даже стравивание разрезов горных пород. Этот Предбайкало-Патомский надвиговой пояс формирует сдвиговые деформации, способствующие образованию зон сжатия и растяжения.

В центральной зоне месторождения в западном и северо-западном направлении можно определить еще один крупный левосторонний сбросо-сдвиг с опущенным юго-западным крылом, разделяющий водонефтяную и нефтяную зоны месторождения. Здесь, как и на участке газонефтяного и газового контактов, выделяется система новейших флексурных перегибов, связанная, вероятно, со взбросо-сбросовыми деформациями. Такие структуры ограничивают юго-восточный мыс месторождения (образованный именно вследствие левостороннего сдвига) и наблюдаются на восточном и северном его контурах. Наиболее крупным и контрастным из них, совпадающим с линеаментными и, вероятнее всего, тектоническими (разрывными) нарушениями, в плане отвечают резкие сокращения мощностей ярактинской пачки венд-нижнекембрийского возраста.

Степень насыщенности разреза горных пород трапповыми интрузиями отражается в поверхностных условиях в виде повышенной или пониженной плотности линеаментов и фиксируется протяженными флексурными зонами на участках резкого сокращения их мощностей. Прежде всего



это относится к участкам, расположенным за контуром месторождения (между скв. Ая-60 и скв. Ая-42, Ая-61 и Ая-34), где наблюдается сокращение мощности траппов. В линеаментном поле месторождения в виде повышенной плотности разломов отражается северная часть мощного траппового тела (район скв. Яр-8), а кроме того, наблюдается резкое сокращение толщины траппов, которому отвечают контур месторождения и система крупных линеаментов и новейших флексур.

В палеофациальном плане также наблюдается изменение литологических разностей пород в зависимости от наличия крупных тектонических зон нарушений. Северная граница, разделяющая смену литофаций с различной песчанитостью отложений (20–60 %), совпадает с крупной линеаментной зоной, которой отвечает система новейших флексурных перегибов. Подобная связь лито-

фаций и линеаментных систем, характеризующихся не только протяженностью, но и аномальной плотностью линеаментов, отмечена и на других участках.

Карта новейшей тектоники Ярактинского месторождения создавалась в программе Grid-Builder-GridMaster с использованием модуля Neotektonika к программе ArcView GIS, составленного в СНИИГГиМСе (рис. 3). Данная программа позволяет при построении карты учитывать в автоматическом режиме те разломы, флексурные перегибы и сдвиговые деформации, которые проявляются на дневной поверхности и, соответственно, фиксируются на космических снимках различного типа, и в первую очередь на радиолокационных. В качестве матричных слоев использовались интенсивность развития гидросети, плотность линеаментов, а также материалы по инс-

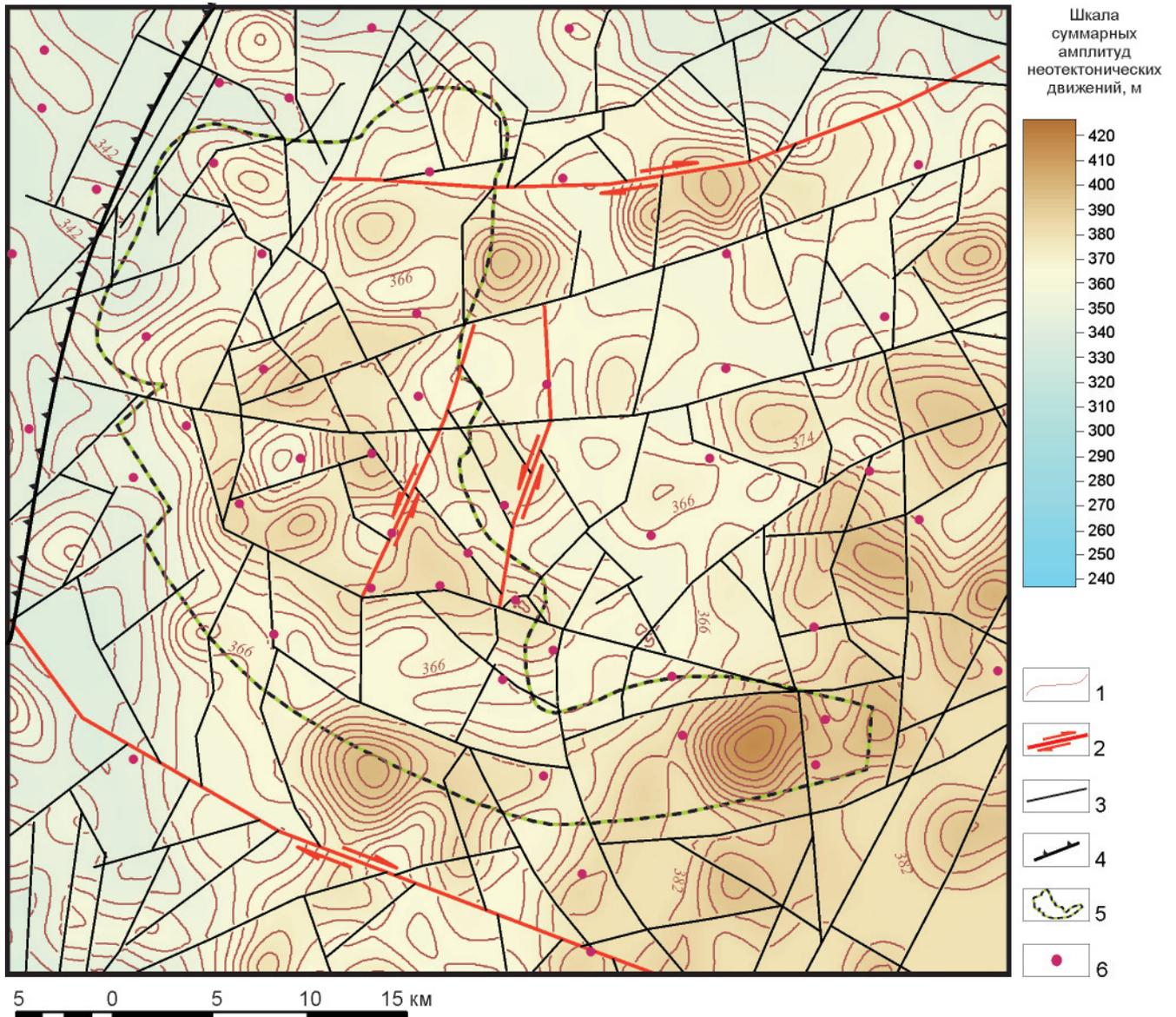


Рис. 3. Карта новейшей тектоники Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения

1 – изолинии суммарных амплитуд неотектонических движений, м; 2 – крупные зоны сдвигов; 3 – разломы, выделенные по радиолокационным снимкам; 4 – передовая зона Прибайкало-Патомского надвигового пояса; 5 – контур Ярактинского месторождения; 6 – скважины глубокого бурения



трументальным измерениям современных вертикальных скоростей, по которым ясно выделяется северо-западный склон Непско-Ботуобинской антеклизы, куда входит и Непский свод [1]. За основу репера, по которому высчитывались региональные вертикальные амплитуды неотектонических движений, взята карта рельефа разновозрастных поверхностей выравнивания [2].

Рассматриваемая площадь характеризуется не только значительными сбросо-сдвиговыми деформациями, но и дифференцированными новейшими вертикальными движениями. Наиболее ярко в неотектоническом плане выражены центральная и южная области месторождения, где амплитуды поднятий более 400 м. Западный его склон ограничен передовой зоной Предбайкало-Патомского надвигового пояса. На неотектонической схеме он выражен в виде флексурного изгиба. Все это указывает на «современные» деформации различного типа и порядка в пределах всей зоны месторождения и, несомненно, играет определенную роль в подновлении залежей УВ, а возможно и их переформировании.

Результаты поисковых газогеохимических работ по сорбированным подпочвенными отложениями УВ-газам, проведенных сотрудниками СНИИГГиМСа на Ярактинском месторождении, показали, что ореолы их аномально повышенных содержаний приурочены в основном к фронтальной части надвиговой пластины и к субширотному левостороннему сдвигу. При этом в большей степени они тяготеют именно к фронтальным зонам надвиговых пластин или нарушениям, их ограничивающим. Существование плоскостей скольжения подтверждается полевыми наблюдениями на рассматриваемой площади. В придорожных карьерах и естественных обнажениях горных пород выявлены участки деструкции, опрокинутые складки, надвиги, характеризующиеся широким развитием зеркал скольжения. Более того, фронтальные зоны и тектонические нарушения, их ограничивающие, вероятнее всего, служат не столько зонами разгрузки как таковыми, сколько экраном, который способствует интенсивной газовой эманации, происходящей не по плоскостям скольжения, а по более мелким нарушениям, сопровождающим такие зоны, причем, как правило, со стороны новейших депрессий.

Следует отметить, что на участках, где наблюдались тектонически нарушенные и сильно измененные (ожелезненные, каолинизированные и пр.) отложения нижнего палеозоя, расположены кусты эксплуатационных скважин, где ведется интенсивная добыча нефти (скв. Яр-15, Яр-8 и др.). Кроме того, по результатам геохимической съемки в районах этих скважин концентрации сорбированных газов имеют фоновые или близкие к ним значения. Отсюда напрашивается вывод, что при хорошей покрывке в разрезе (в нашем случае это соленосные отложения) наличие дислоциро-

ванных пород и новейших или обновленных в неотектонический этап дислокаций, фиксируемых по материалам ДЗЗ, является благоприятным фактором обнаружения залежи на глубине (при прочих равных условиях).

Ярактинское месторождение в большой степени контролируется сдвиговыми и надвиговыми зонами и крупными разломами. Коллекторские свойства отложений и их разделение по типам залежей зависят не только от литолого-фациальных условий, но и в значительной мере от тектонических, что практически не учитывается в геологических моделях месторождения.

Региональный неотектонический анализ района исследований показывает, что Ярактинское месторождение располагается в пределах первой структурной ступени активизированного в новейший тектонический этап западного склона Непско-Ботуобинской антеклизы. Контрастность неотектонических движений и разнообразие их типов (этому способствует Непская зона складок, наиболее дифференцированные части которой ограничивают месторождение с запада) сформировали систему новейших унаследованных впадин и поднятий. Их анализ и полевые замеры трещиноватости горных пород позволяют уже на предварительной стадии выделить участки, где можно ожидать высокие дебиты нефти и газа: прежде всего это зона новейших поднятий, расположенная в центральной части месторождения и протягивающаяся вдоль его восточной границы, и зона аномально повышенной трещиноватости, выделяемая южнее скв. Яр-15. При дальнейшей эксплуатации месторождения необходимо обратить особое внимание на контрастное новейшее поднятие в приустьевой части р. Яракта: здесь возможен значительный прирост запасов, поскольку поднятие находится в основном за контуром месторождения.

Берямбинское газовое месторождение располагается в пределах Ковинского выступа Ангарской зоны складок, к западу от Ярактинской площади. Эта структура ярко выражена в рельефе, что прекрасно иллюстрируется теневыми моделями, составленными по радиолокационным снимкам (рис. 4). Характер долины р. Ангара и ее форма, повторяющая в плане контуры Берямбинского поднятия, говорят о том, что они взаимосвязаны и структура была активизирована в неотектонический этап, к началу которого в раннем – среднем олигоцене и заложены долины основных рек региона. Об этом свидетельствует и почти полное отсутствие аллювиальных террас на рассматриваемом отрезке реки, кроме самых низких и поймы.

Активизация данной структуры в олигоцене, а также инверсия в неогене и плейстоцене западной сводовой части Берямбинского поднятия (на это указывает накопление рыхлых неогеновых песчано-алевритистых отложений мощностью до 15–20 м, содержащих галечный материал), несом-

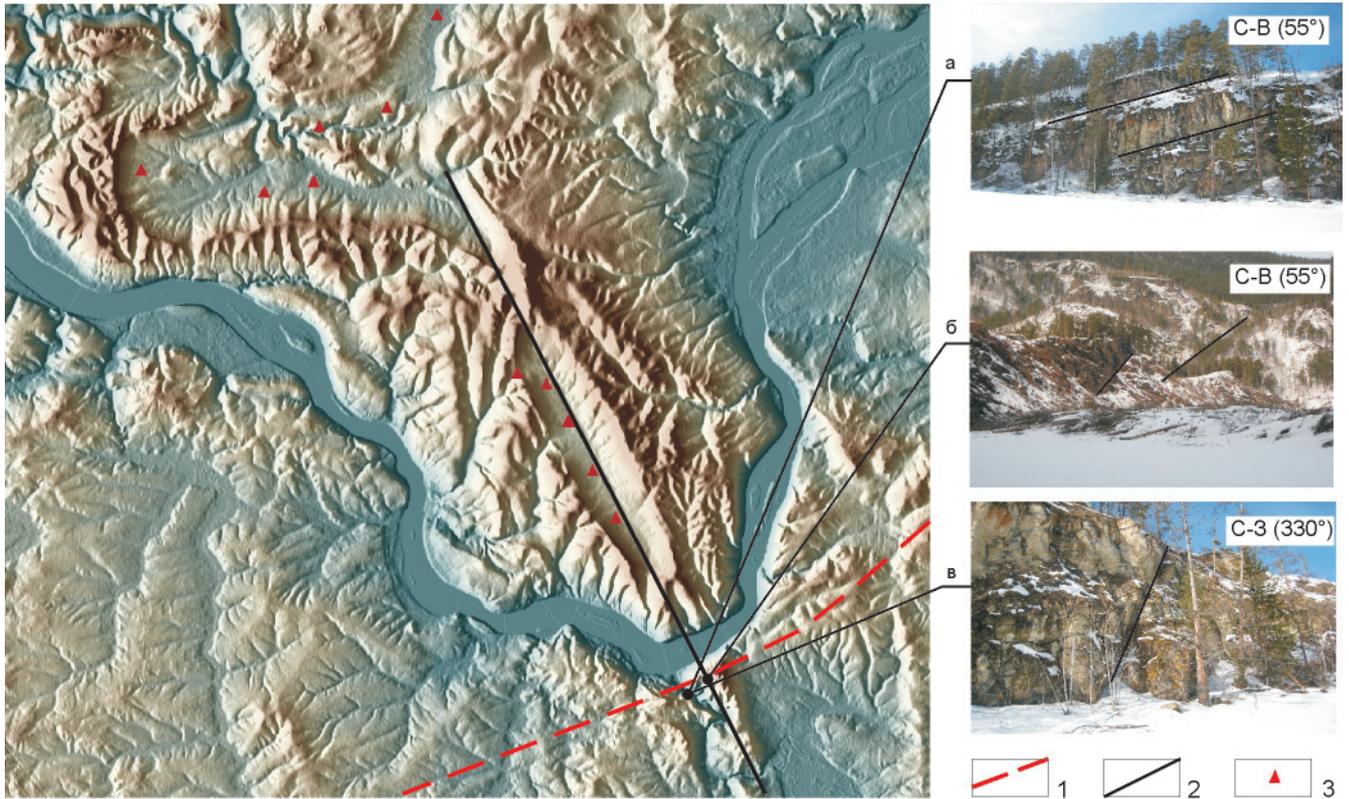
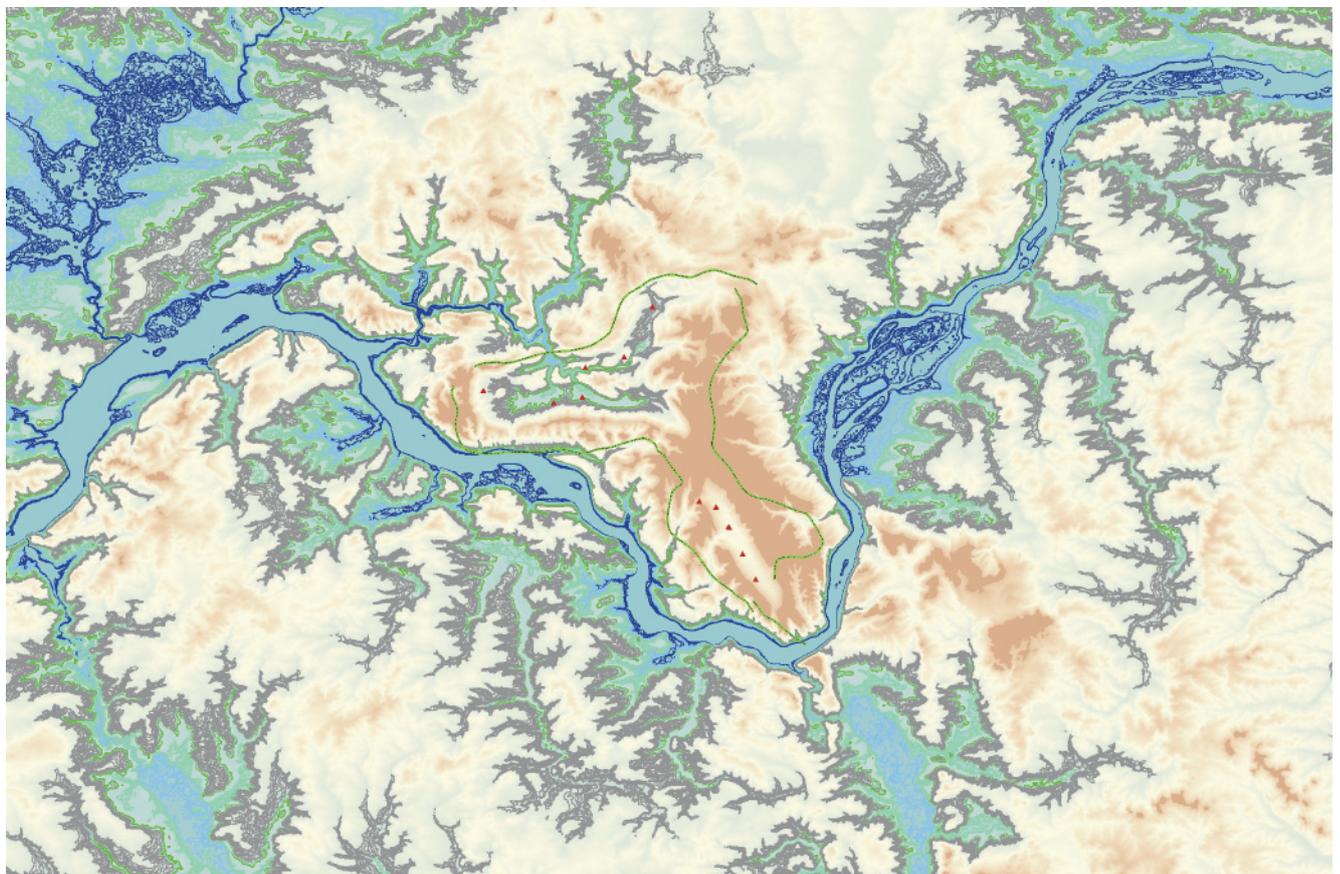


Рис. 4. Теневая модель (азимут 270°) Ковинского выступа (Сибирская платформа): сброс в отложениях нижнего палеозоя (а) и пластовой интрузии долеритов нижнего триаса (б), региональный сдвиг (в)
Сдвиги: 1 – левосторонний, 2 – правосторонний; 3 – скважины глубокого бурения



Изолинии низких уровней рельефа — 0 — 1 — 2 — 3 — 4 Бeryамбинская площадь (Бeryамбинское и Ковинское поднятия)

Рис. 5. Гипсометрическая схема Ковинского выступа по данным радиолокационной съемки (SRTM30)



ненно, отрицательно отразились и на перспективах нефтегазоносности. Следует подчеркнуть, что активный подъем Ковинского поднятия и окраинных частей Беряmbинской структуры в верхнеолигоцен-четвертичное время сопровождался в среднем – верхнем плейстоцене относительным опусканием значительных участков, расположенных по границам Ковинского выступа. На гипсометрической схеме выделяются зоны развития пойм и низких надпойменных аллювиальных террас в долинах рек (рис. 5), расположенных почти по всему периметру выступа и в присводовой части Беряmbинского поднятия. Бесспорно, «молодой» возраст этих неотектонических отрицательных элементов или активизация заложенных ранее впадин в позднем плейстоцене (например, Кежемской впадины) могут указывать на отток флюидов УВ на незначительные расстояния, в том числе и в сторону Ковинского выступа.

Основные тектонические нарушения в пределах рассматриваемой площади – серия крупных сбросов и сбросо(взбросо)-сдвигов, выделяемых как по геолого-геофизическим данным, так и на основе дистанционных материалов.

Региональный сбросо-сдвиг, протягивающийся через осевую зону Ковинского поднятия, фиксируется и в обнажениях горных пород на правом берегу р. Ангара, в приустьевой части р. Кова (см. рис. 4в). Здесь по отложениям нижнего палеозоя и в зоне их контакта с пластовой интрузией долеритов нижнего триаса величина сброса северо-восточного крыла составляет не менее 40–50 м. При этом выходящие на дневную поверхность долериты образуют седловину шириной около 30 м среди песчано-карбонатных отложений, что может указывать на «современное» отрицательное развитие этого тектонического элемента. На этом же отрезке р. Кова в обнажениях долеритов и образованиях нижнего – среднего ордовика фиксируется крупный сброс северо-восточного простирания с амплитудой не менее 30 м, который автором ранее был выделен по дистанционным материалам как правосторонний сдвиг (см. рис. 4а, 4б). Опущенное юго-восточное крыло сброса выделяется на гипсометрической схеме как обширная область развития низких пойменных террас, ограниченная с севера сбросом (см. рис. 5). В месте пересечения указанных региональных нарушений сбросо-сдвиг северо-восточного направления ограничивает область развития линеаментов, связанных с ростом Ковинского поднятия.

При дешифрировании космических снимков на этой площади были оконтурены более мелкие дизъюнктивные системы разных направлений, относящиеся по возрасту к кайнозойским или возрожденным в кайнозое. По теневым моделям радарных снимков на изучаемой территории выделяется несколько разнонаправленных зон с высокой плотностью линеаментов преиму-

щественной ориентировки 50–60° и 110°. По этим данным в программе ArcView GIS с использованием модуля Neotektonika составлена схема развития предполагаемых трещинных коллекторов Беряmbинской площади (рис. 6). На основании этой схемы с использованием линеаментного анализа основное развитие коллекторов предполагается в восточной и северо-западной частях исследуемой площади.

Необходимо отметить, что при количественной оценке трещинных коллекторов (но не нефтегазоносности в целом) по всему разрезу максимальные зоны трещиноватости в отложениях следует ожидать в центральных участках выделенных прогнозных зон. Кроме того, данная методика полностью не учитывает историю их развития в неотектонический этап. На участках с развитием трещинных коллекторов, расположенных в пределах локальных новейших опусканий, в скважинах следует ожидать в основном притоки воды.

Следует подчеркнуть, что по результатам полевых работ к северу от скв. Бр-4 в устье руч. Огноля (левого притока р. Беряmbа) в отложениях нижнего палеозоя в придорожных карьерах зафиксирована крупная зона деструкции шириной более 500 м (см. рис. 6). Этой области отвечает аномально повышенная плотность линеаментов. Подобные зоны выявлены и на Ярактинской площади, где в них ведется интенсивная кустовая добыча нефти (скв. Яр-15, Яр-8). И здесь, с учетом комплекса геофизических данных и расположения в пределах восточной присводовой части Беряmbинского поднятия, можно рекомендовать бурение поисково-разведочной скважины.

По результатам анализа дистанционных материалов на Беряmbинской площади возможно формирование трещинных и трещинно-кавернозных коллекторов и структурно-литологических тектонически ограниченных ловушек УВ на значительных территориях не только в пределах центральной сводовой части Ковинской структуры, но и в большей степени на ее склонах и на северо-востоке Беряmbинского поднятия.

Структурно-тектонические факторы контроля кимберлитовых тел, с которыми связывают зоны повышенной трещиноватости и которые, как правило, сопровождают крупные глубинные разломы, применяются при поисках алмазов. Такие зоны периодически обновлялись в определенные тектонические эпохи, последняя из которых приходится на постпалеогеновое время, включая плейстоценовый и современный периоды. В последнем случае для месторождений алмазов Западной Якутии характерен пример по данным современных вертикальных скоростей, полученных на основании инструментальных измерений [3]: подавляющее их большинство расположено в крупных градиентных зонах перепада вертикальных движений со скоростями от –12 до +10 мм/год и выше. Этим же структурам, в какой-то степени изометричным

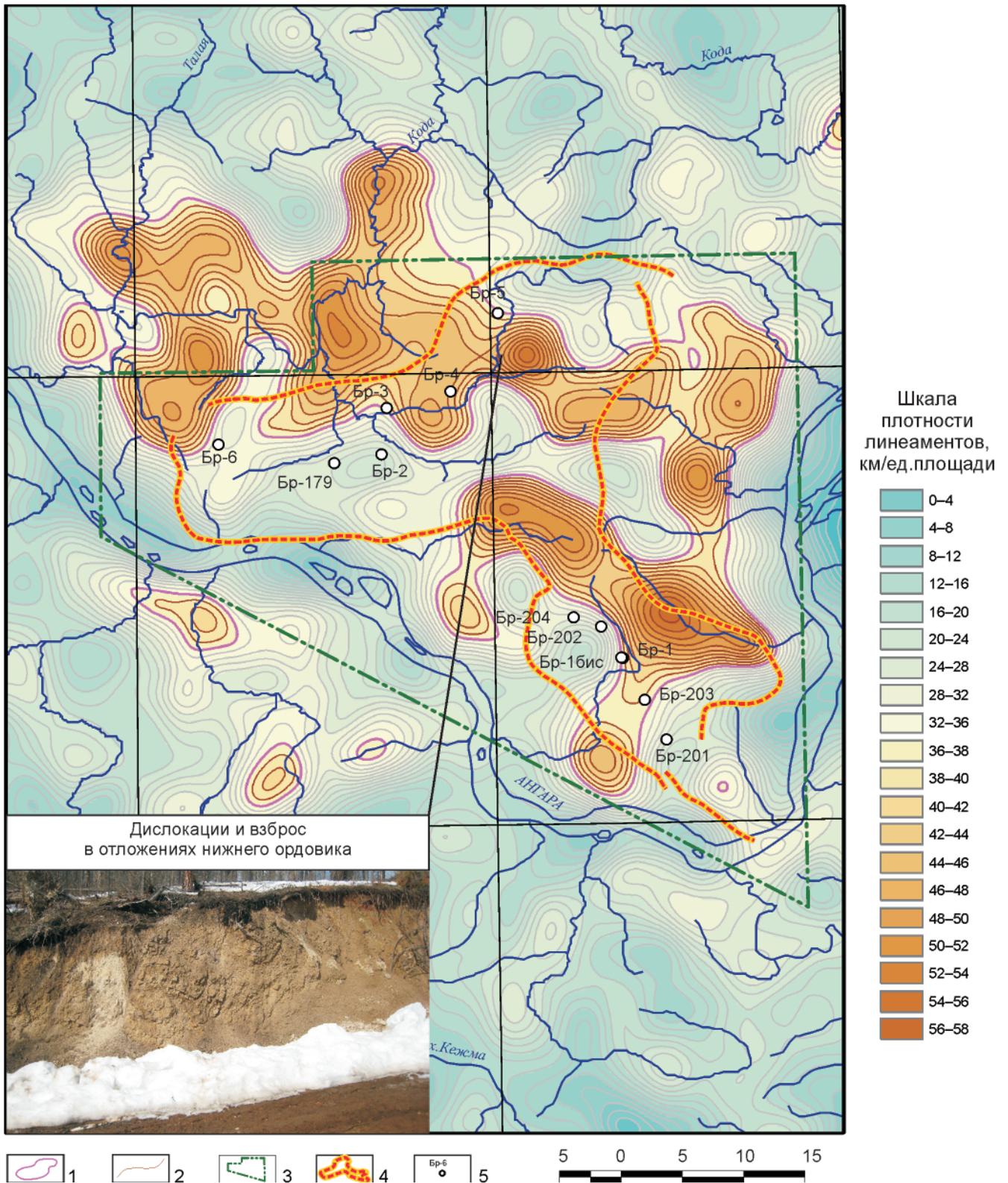


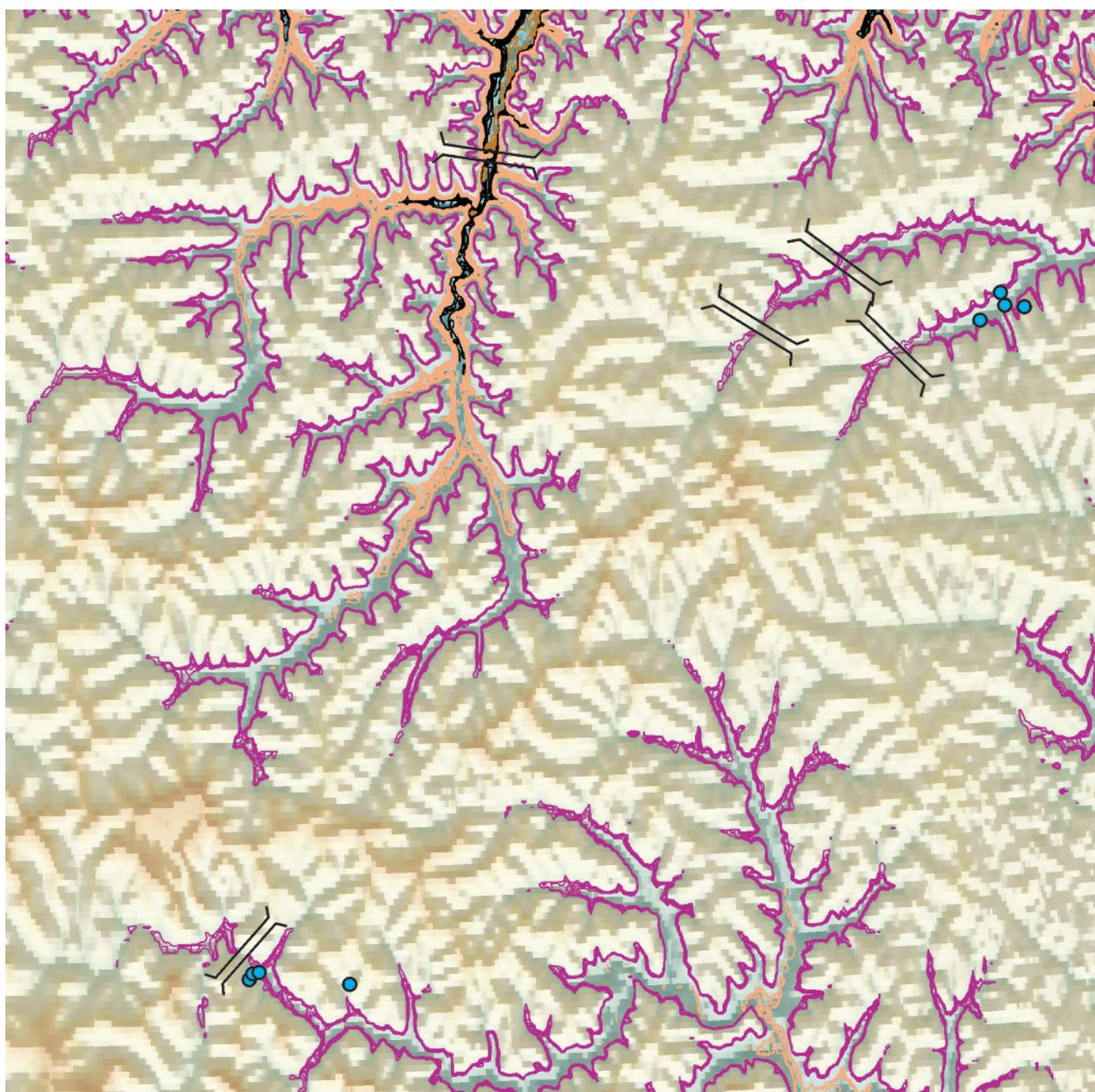
Рис. 6. Схема развития предполагаемых трещинных коллекторов (Беряамбинская площадь)

1 – предполагаемые участки развития трещинных коллекторов; 2 – изолинии плотности линеаментов; 3 – граница лицензионного участка; 4 – контур Беряамбинского поднятия по кровле тэтэрской свиты; 5 – скважины глубокого бурения

в плане, отвечают соответствующие неотектонические элементы.

Известно, что речная сеть, особенно в областях, где на дневную поверхность выходят литологически однородные породы, тесно связана с тектоническими нарушениями различного типа.

Автор попытался по радиолокационным снимкам выделить в пределах долин рек тектонические «пережимы», связанные с крупными глубинными разломами (рис. 7). С такими зонами можно соотнести не только коренные источники алмазов, но и россыпные, накопление которых вероятно ниже



Изолинии низких уровней рельефа — 0 — 1 — 2 — 3



1



2

Рис. 7. Гипсометрическая схема нижних уровней рельефа западной части Якутии (R-49,50), совмещенная с теневой моделью радиолокационного снимка

1 – коренные и россыпные месторождения алмазов; 2 – основные тектонические «пережимы» долин рек

по реке в аллювии террас или в погребенных террасах (палеодолинах).

Установленные по геологическим данным тектонические дислокации и фиксируемые на радиолокационных снимках линеаменты, отвечающие им в плане, указывают на их взаимосвязь. Это служит основанием для привлечения материалов ДЗЗ при выявлении зон повышенной трещиноватости горных пород, обусловленной новейшими деформациями земной коры. Особенно это относится к областям дифференцированных неотектонических движений – склонам крупных

структур, надвиговым поясам, тектоническим выступам и др.

Крупные надвиговые или сбросо(взбросо)-сдвиговые системы сопровождаются более мелкими нарушениями различного типа. Плотность линеаментов этих зон, выявленных по космоснимкам и ЦМР, служит признаком вероятного формирования на глубине трещинных коллекторов, а их расположение в плане позволяет разделять сдвиги по типам и, соответственно, выделять зоны растяжений или сжатий. Привлечение материалов по новейшим вертикальным деформациям



с учетом разрывных нарушений даст возможность разграничить зоны вероятного накопления нефтяной или газонефтяной и преобладающей водной составляющих на площадях с известной нефтегазоносностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колмогоров, В. Г. Кинематика земной поверхности Западной Сибири по результатам инструментальных методов [Текст] / В. Г. Колмогоров // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38, № 9. – С. 1538–1548.

2. **Новейшая** тектоника нефтегазоносных областей Сибири [Текст]. – М. : Недра, 1981. – С. 47–51.

3. **Процессы** формирования рельефа Сибири [Текст]. – Новосибирск : Наука, 1987. – С. 113–121.

4. **Сметанин, А. В.** Предбайкало-Патомский надвиговый пояс [Электронный ресурс] / А. В. Сметанин // Геология нефти и газа. – 2000. – № 1 ; <http://geolib.narod.ru/Journals/OilGasGeo/2000/01/Stat/02/stat02.html>.

5. **Трофимов, Д. М.** Возможности и результаты практического использования спутниковой радиолокационной съемки и интерферометрии при геолого-разведочных работах на нефть и газ [Электронный ресурс] / Д. М. Трофимов, Д. Б. Никольский, А. И. Захаров ; ИРЭ РАН // <http://www.sovzond.ru/about/publications/543/4063.html>.

© А. П. Хилько, 2011



<http://www.sniiggims.ru>
 Тел. (383) 221-49-47
 (383) 222-53-24
 Факс (383) 222-72-86
 E-mail: tgm@sniiggims.ru

**Поисково-оценочные исследования
 с телеметрической аппаратурой
 серии «ИМПУЛЬС»**

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья 630091, Новосибирск, Красный пр., 67
 Геофизическое предприятие «Сибгеотех» 630099, Новосибирск, ул. Потанинская, 6а, оф. 101



<http://www.sibgeotech.ru>
 Тел. (383) 292-42-77
 E-mail: sibgeotech@ngs.ru
tgm@online.nsk.ru

