

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О ЗЕМЛЕ

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ПРИБРЕЖНЫХ РОССЫПЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В СЕВЕРНЫХ МОРЯХ РОССИИ

© 2021 г. Г. А. Миловский^а, *, В. Т. Ишмухаметова^а, А. Д. Апарин^а

^аНаучный геоинформационный центр РАН, Москва, Россия

*E-mail: oregas@mail.ru

Поступила в редакцию 26.10.2020 г.

Для оценки возможностей многозональной космической съемки высокого разрешения при поисках прибрежных россыпей и месторождений углеводородов в северных морях России использованы данные с российских аппаратов КФА-1000 и Ресурс-П (геотон). Эта космическая съемка с разрешением на местности от 5 до 1 метра позволяет проводить исследования в масштабе от 1 : 25000 до 1 : 5000 и открывает новые возможности для поисков полезных ископаемых в прибрежной зоне, так как позволяет выявлять структурные элементы, контролирующие расположение прибрежных россыпей и залежей углеводородов.

Ключевые слова: космическая съемка высокого разрешения, геолого-геофизические данные, поисковые признаки, прибрежные россыпи, месторождения углеводородов

DOI: 10.31857/S0205961421060063

ВВЕДЕНИЕ

Космическая съемка высокого разрешения практически не применяется при поисках месторождений углеводородов и россыпей, локализованных в прибрежной акватории арктических морей России. Это обусловлено объективными причинами: наличием снежно-ледяного покрова, сохраняющегося в прибрежной зоне большую часть года, метеорологическими условиями, затрудняющими получение качественных снимков, а также сложностью последующей разработки выявленных месторождений. В последнее время наблюдается усиление интереса российских нефтегазовых компаний к восточному сектору российской Арктики, вместе с тем, исследованиям береговой линии на наличие такого недооцененного источника золота как прибрежно-морские россыпи не уделяется должного внимания. Космическая съемка с разрешением на местности от 5 до 1 метра позволяет в масштабе 1 : 25000–1 : 5000 по морфологическим особенностям рельефа и растительности прибрежной зоны выявлять структурные элементы, контролирующие расположение россыпей и залежей углеводородов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

С учетом низкой геологической изученности прилегающей к морю Лаптевых территории

оценка перспектив ее нефтеносности будет значительно точнее при использовании методов дистанционного зондирования, обладающих большой обзорностью и генерализующим эффектом. Исследование прибрежной зоны и акватории моря Лаптевых показало, что путем синтеза изображений в различных спектральных каналах можно изучать особенности рельефа и структурные элементы, как трассирующиеся на материковой части, так и развитые в пределах шельфовой зоны (рис. 1). В результате дешифрирования с учетом всего комплекса космических и геолого-геофизических данных выявлена субширотная зона тектонических нарушений запад–северо-западного простирания, осложненная ортогональными разломами северо-восточного направления. Использованные в качестве эталонов месторождения и проявления углеводородов тяготеют к овоидной структуре диаметром около 30 км, расположенной в зоне влияния субширотной зоны дислокаций, и осложненной дизъюнктивами северо-восточного простирания. Подобные овоидные структуры по космическим данным были выявлены в акватории Хатангского залива и к юго-востоку от озера Портнягино. В эстуарии реки Хатанга, в р-не полуострова Хара-Тумус, дистанционными методами исследовано строение акватории (рис. 2) и выявлен перспективный на наличие залежей углеводородов участок Прибрежный: 73°43′–73°53′ с.ш.; 109°20′–109°55′ в.д. Крупная овоидная зонально-концентрическая структура с соотношением

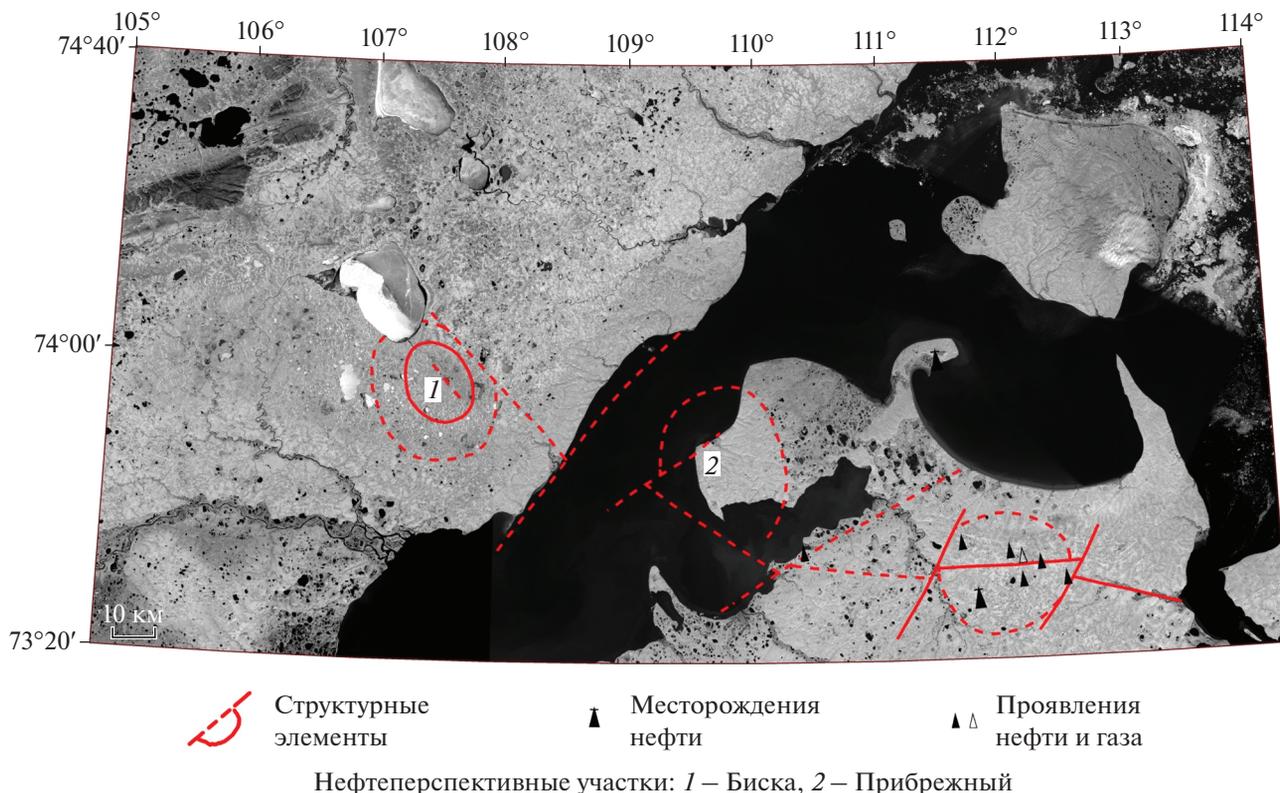


Рис. 1. Результаты космодешифрования нефтеконтролирующих структур в эстуарии р. Хатанга на площади S-48-XVI-XVIII, XXII-XXIV, S-49-XIII-XXIV.

длинной и короткой осей 38 и 28 км, соответственно, выявлена на площади между оз. Портнягино и побережьем Хатангского залива. Эта структура частично деформирована разломом северо-западного простирания и по комплексу геолого-геофизических и космических данных может рассматриваться как потенциально нефтеносная. В пределах этой структуры установлены три вида последовательно сформированных локальных разломов: субмеридионального, северо-западного и северо-восточного простирания. Характерной особенностью овоидной структуры является наличие наложенных кольцевых структур диаметром 4–6 км, формирование которых происходило последовательно с северо-востока на юго-запад. Природа этих структур, вероятно, обусловлена формированием соляных куполов в девонских отложениях, развитых на данной площади. В пределах исследуемой овоидной структуры наиболее перспективным является сложенный аптскими терригенными отложениями участок Биска: 73°58'–74°02' с.ш.; 107°30'–107°40' в.д.

Дешифрирование многозональной космической съемки с разрешением 1 м позволяет проводить одновременное прогнозирование различных видов полезных ископаемых на исследуемой площади. На территории, прилегающей к морю Лап-

тевых, отмечены находки алмазов (рис. 3) в шлиховых пробах из современных русловых, пойменных и террасовых отложений, а также в шлиховых пробах из древних отложений триасового возраста. В работах компании АЛРОСА (Фолисевич, 2000) отмечается связь современных шлиховых ореолов минералов-спутников алмаза с их более древними коллекторами, сформированными в прибрежно-морских условиях. Установленные в пределах кряжа Прончищева россыпные проявления алмазов позволяют рассматривать примыкающую к кряжу Прончищева акваторию моря Лаптевых в качестве перспективной на наличие россыпей алмазов. Для сравнения отметим, что известные прибрежно-морские россыпи атлантического побережья Африки отличаются хорошей сортностью и высоким качеством алмазов.

Преобладающая часть запасов и прогнозных ресурсов золота шельфовых зон России сосредоточена в Арктике (Иванова, 1998). Потенциал золотоносности шельфовых зон связан, главным образом, с Таймыро-Североземельской золото-россыпной провинцией, охватывающей о. Большевик и северную часть п-ова Таймыр. На рис. 4, 5 представлены результаты геологической съемки юго-восточной части острова Большевик и материалы космической съемки высокого разреше-

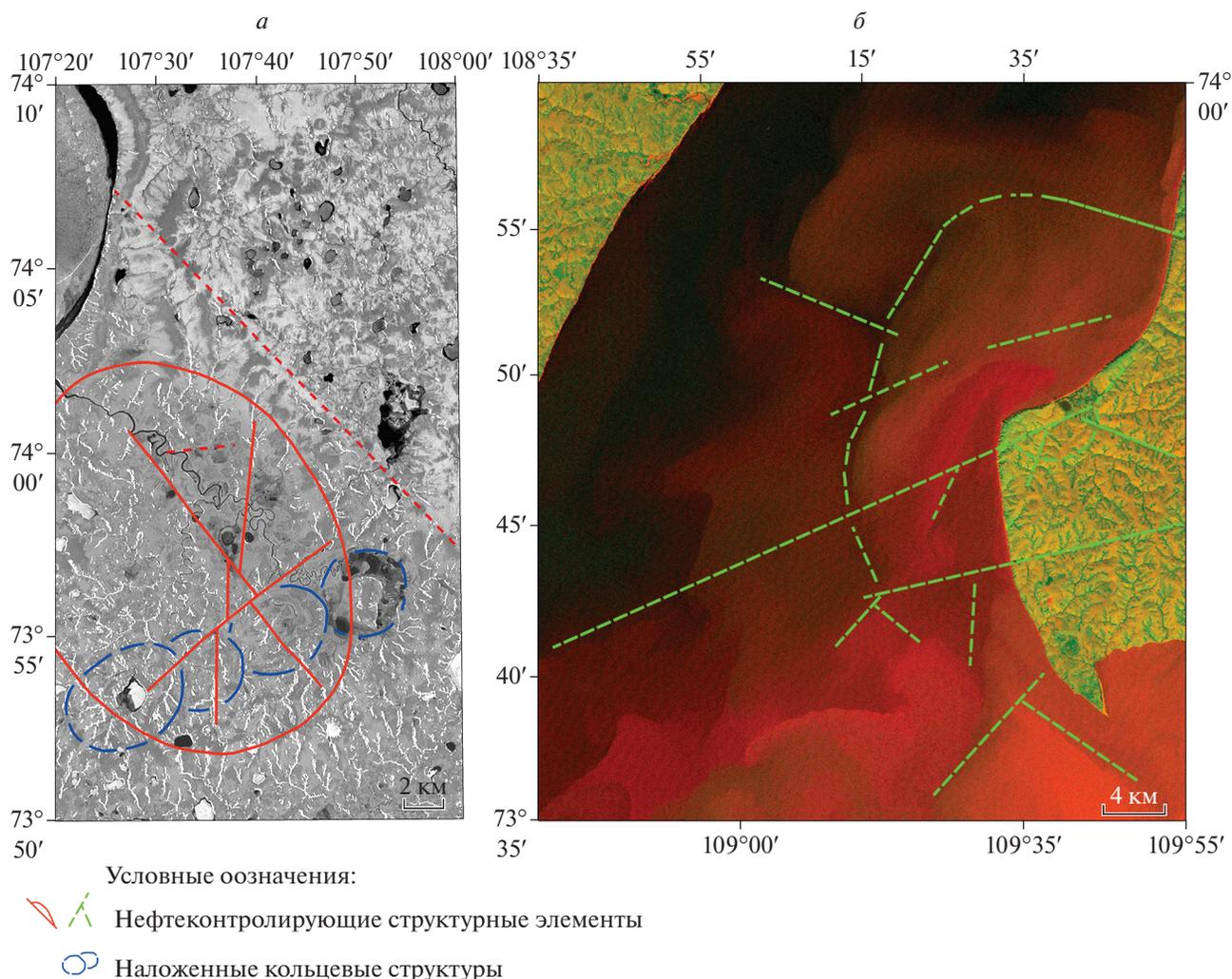


Рис. 2. Результаты космодешифрирования участков: а – Биска, б – Прибрежный.

ния на данную площадь. В результате космодешифрирования отчетливо диагностируются доминирующие на изучаемой площади взбросы и сбросы север-северо-восточного и субмеридионального простирания. При дешифрировании материалов съемки Ресурс-П установлено, что основные структурные элементы осложнены многочисленными непротяженными сдвигами. Распределение последних подчинено следующей закономерности: сдвиги северо-восточного простирания доминируют в северо-восточной части исследуемой площади, а сдвиги северо-западного простирания находятся в западной и южной ее части. Разграничение областей преобладания северо-западных и северо-восточных сдвигов проходит примерно по линии меридиана 104 град 30 мин восточной долготы. Здесь же наблюдается максимальная плотность дизъюнктивов всех азимутальных направлений. В западной части площади доминируют отложения сложнинской толщи, а

в восточной части преобладает голышевская толща. Проявления коренного золота тяготеют к участкам пересечения региональных север-северо-восточных разломов и осложняющих их сдвигов как северо-восточного, так и северо-западного простирания. На Таймыро-Североземельской площади имеются лицензионные участки, на которых ведутся геолого-разведочные работы и добыча золота.

На мелководном шельфе Чукотского моря известны россыпи золота, локализованные в прибрежной полосе от р. Рывеем до р. Амгуэма. На россыпном месторождении Рывеем было добыто около 250 тонн золота. Отсутствие богатых коренных источников уникальных Рывеемских россыпей предполагает либо их эродированность, либо наличие еще не выявленных коренных источников. Космическая съемка высокого разрешения Ресурс-П (геотон) использована для выявления структурных факторов, контролирующих про-

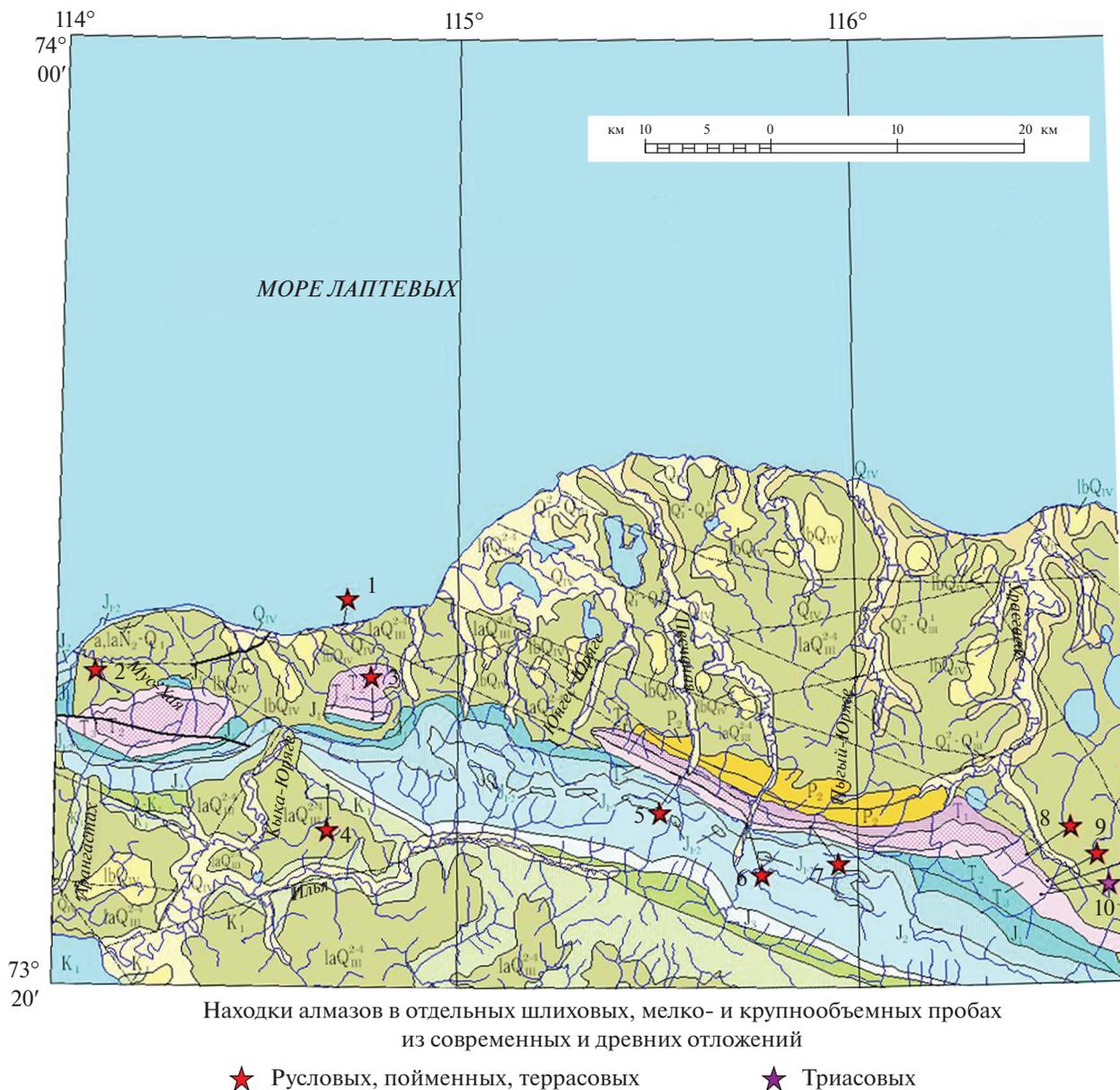


Рис. 3. Карта алмазоносности S-50-XIX, XX, XXI (по материалам РГФ отчет № 476859 Фолисевич М.Я., 2000).

странственную локализацию прибрежных россыпей. К этим факторам относятся минерализованные зоны тектонических нарушений вдоль которых развивались линейные коры выветривания, являвшиеся вероятными источниками питания россыпей, а также малоамплитудные неотектонические движения отдельных блоковых морфоструктур, которые определяли условия образования россыпей в древних долинах (Агибалов, 2019).

На месторождении Рывеем локализация россыпей определяется разломом восток-северо-восточного простирания, разделяющим исследуемую площадь на южную и северную части; северо-

ро-западными разломами, ограничивающими область выявленных россыпей; а также серией сдвигов, смещающих выше перечисленные структуры (рис. 6). В верховьях р. Рывеем рудопроявления коренного золота по материалам съемки Ресурс-П контролируются разломами северо-западного простирания и секущими их разрывными элементами северо-северо-восточного простирания. Золото-сульфидно-кварцевые рудопроявления Кувет-Рывеемской металлогенической зоны представлены сульфоантимонитовым и золото-теллуридно-висмутовым типами (Лоренц, 2019).

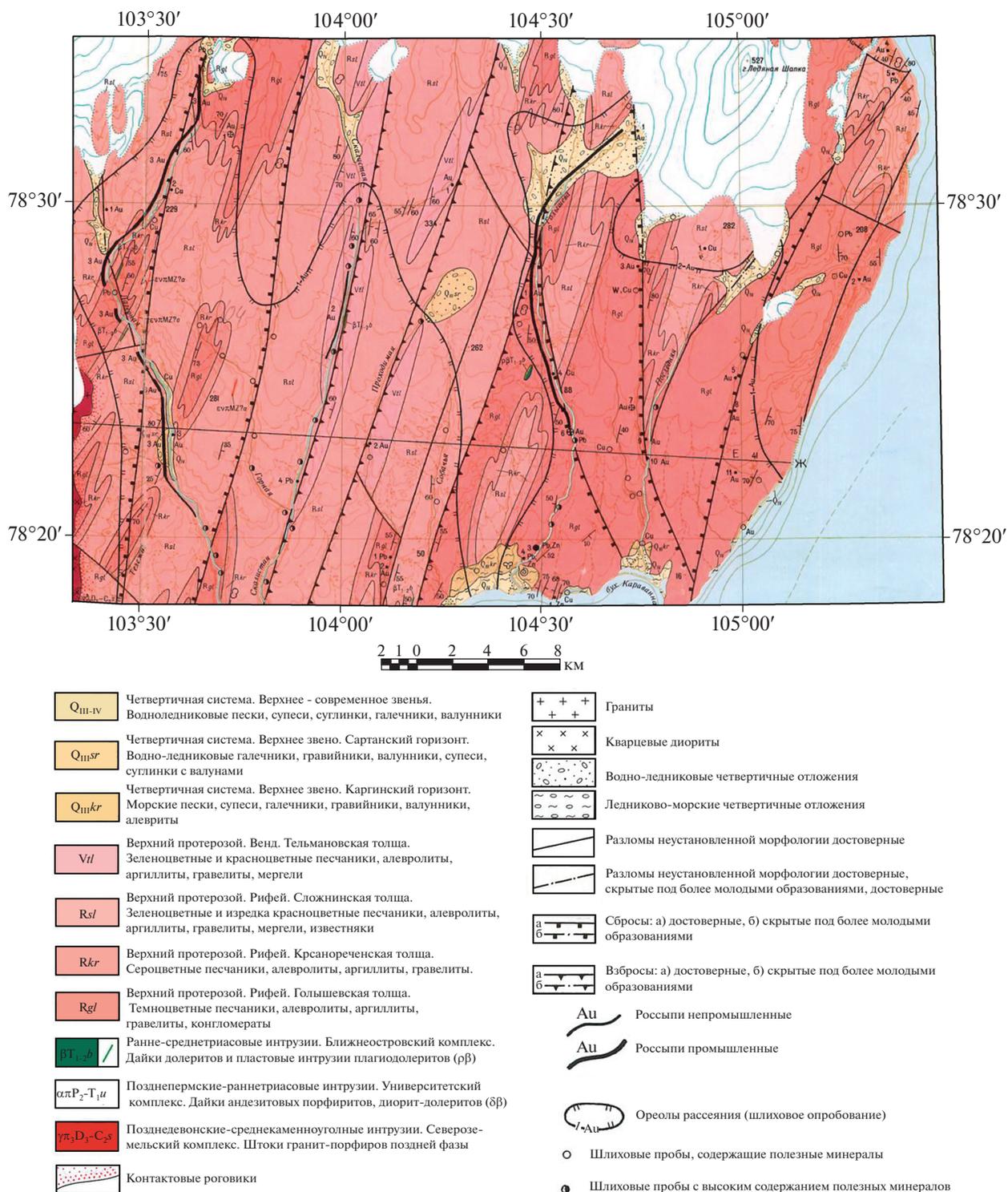


Рис. 4. Геологическая карта юго-восточной части о. Большевик.

В акватории Берингова моря россыпное золото добывается на Аляске в районе Нома. Вдоль береговой линии Чукотского полуострова также выявлены проявления россыпного золота, приуроченные к палеоруслу рек, расположенных на

мелководном шельфе. На карте полезных ископаемых (рис. 7) отмечены как ореолы рассеяния золота на морском шельфе, так и затопленные речные долины. Наибольший промышленный интерес могут представлять дельтовые россыпи

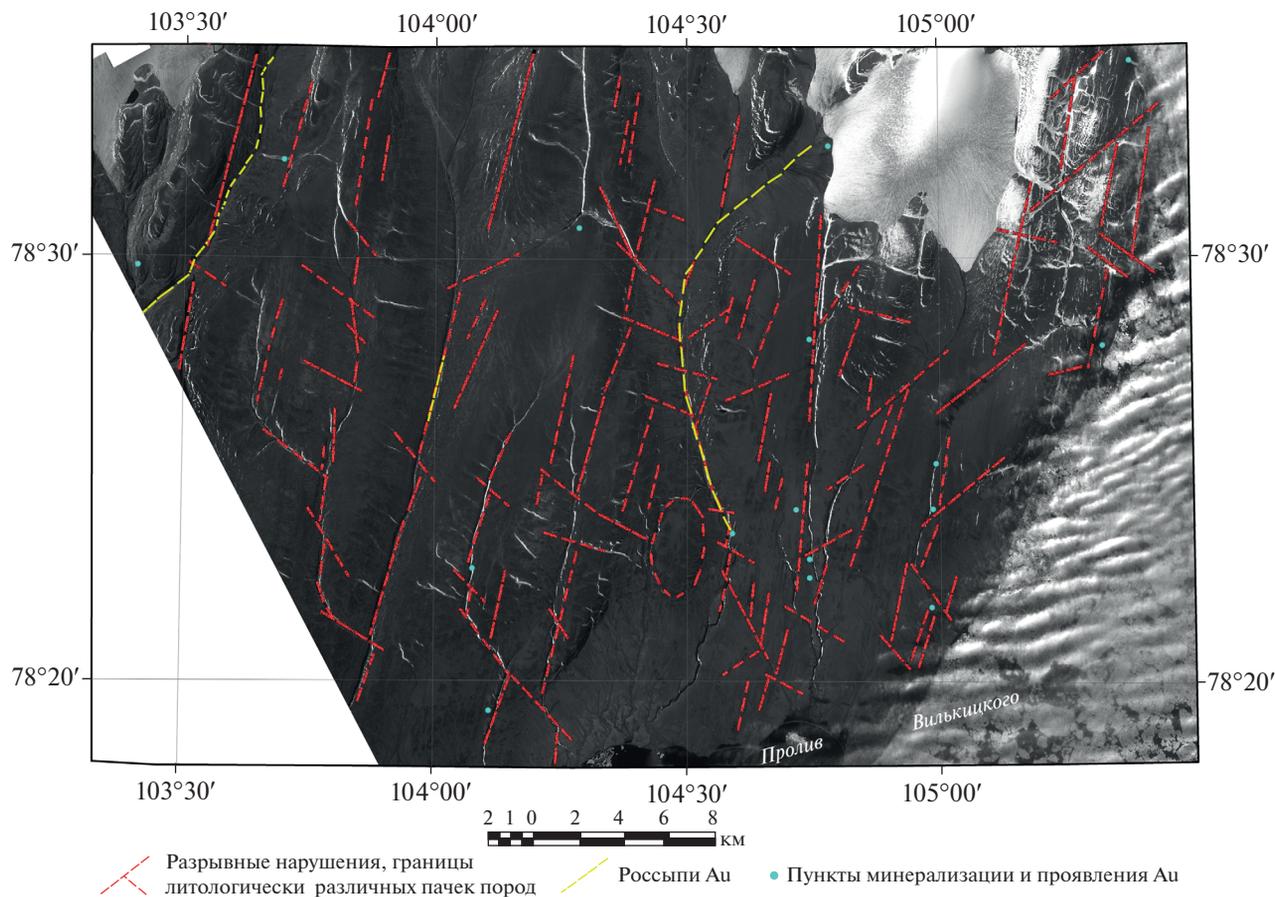


Рис. 5. Космическая съемка Ресурс-П (Геотон, № 1741_3) юго-восточной части о. Большевик.

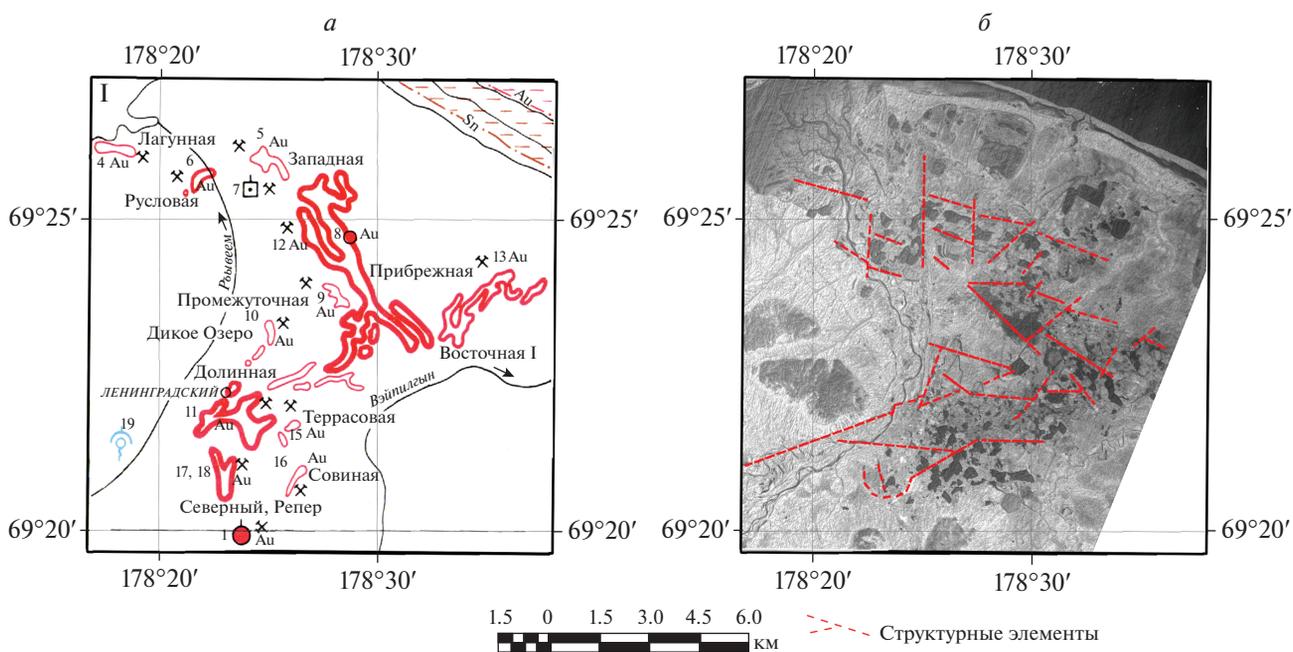


Рис. 6. Разрабатываемые прибрежные россыпи месторождения Рыбеем на карте (а) и на космическом снимке Ресурс-П (б).

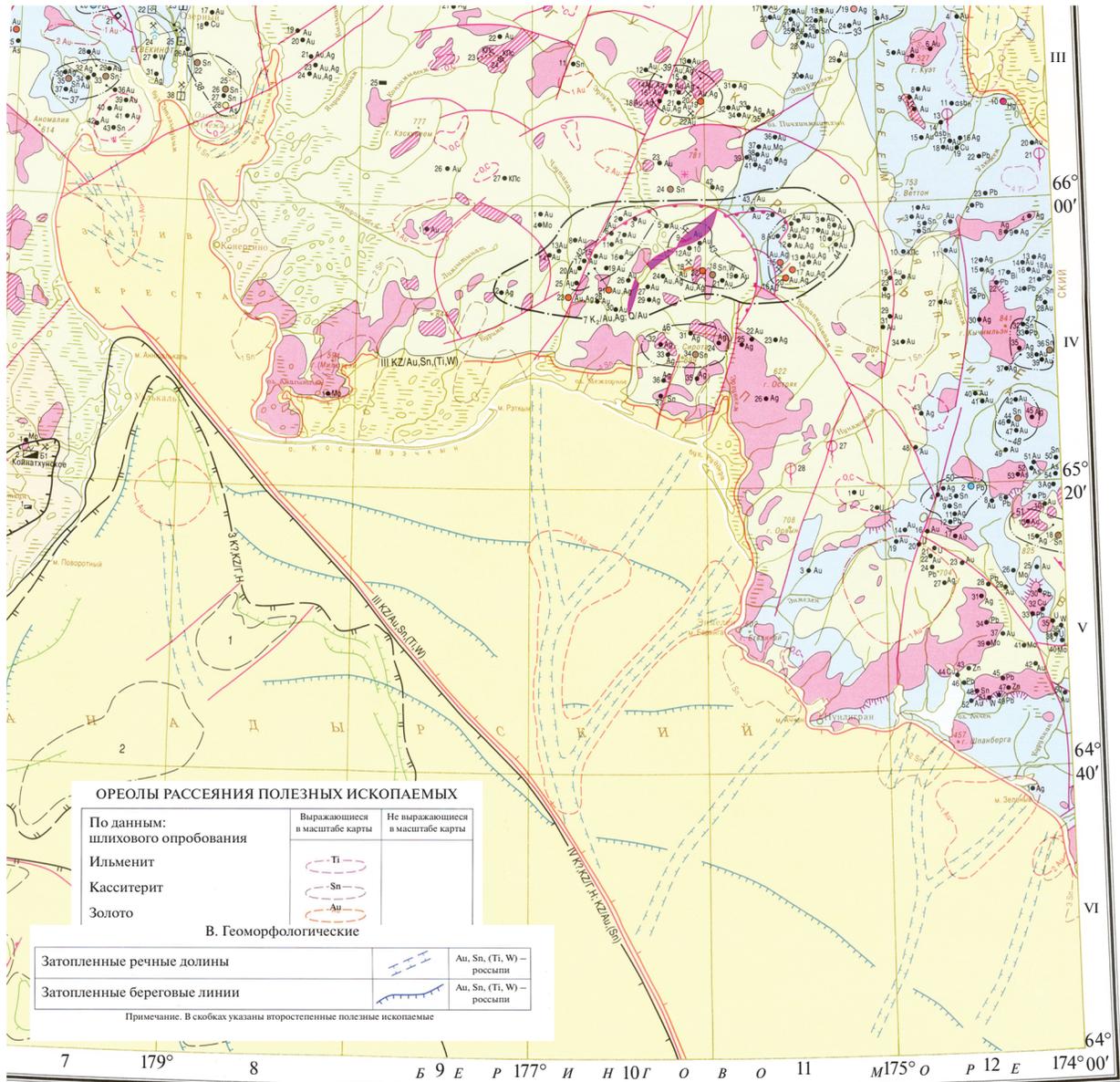


Рис. 7. Фрагмент карты полезных ископаемых Q-1 масштаба 1 : 100000.

рек Чеутакан, Эргувеем, Энмелен и их продолжения на мелководном шельфе. Источниками этих россыпей были многочисленные рудопроявления, сосредоточенные в среднем течении и верховьях этих водотоков. Золоторудные проявления локализуются среди меловых вулканогенных образований этелькуёмской (K_1et) и леурваамской (K_2lr) свит на участках площадного и линейного гидротермального изменения пород (пропилитизация, окварцевание, аргиллизация), особенно интенсивного в экзоконтакте субвулканических тел и в зонах сближенных разрывных нарушений (Государственная, 1983). Наиболее крупный ореол рассеяния золота охватывает бассейн верхнего

и среднего течения р. Эргувеем, золото установлено здесь в аллювиальных отложениях всех водотоков. На левобережье Эргувеема золотоносные кварцевые жилы достигают мощности до 1.5 м, зоны вторичных кварцитов имеют протяженность первые сотни метров. Неотектонические движения в прибрежной полосе, определяют позицию отдельных блоковых морфоструктур, на границах которых осуществлялась аккумуляция золотоносного материала. Новейшие тектонические деформации в ряде случаев фиксируются по результатам магнитометрической съемки, для их выявления также могут быть использованы данные съемки Ресурс-П. В качестве примера можно рас-

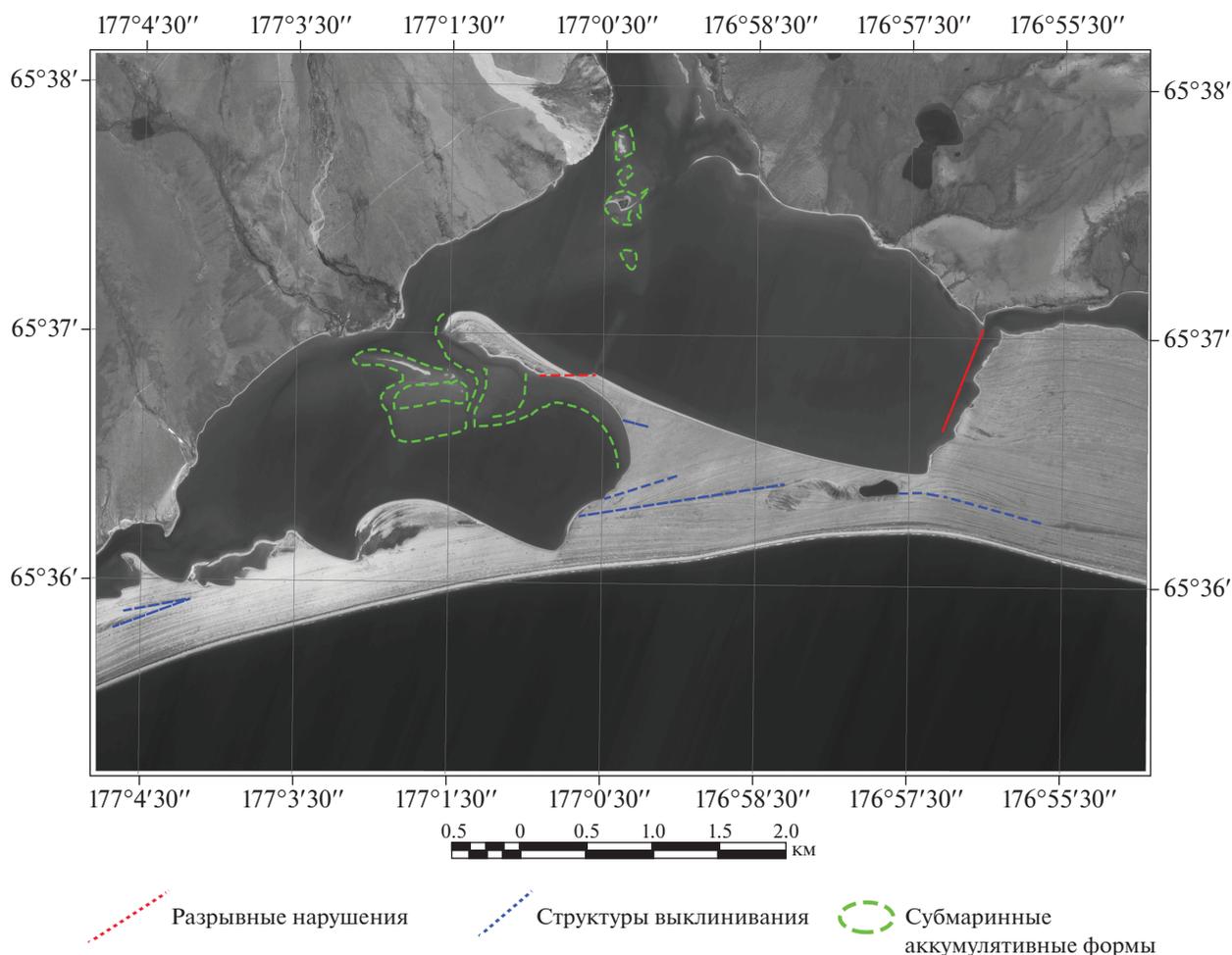


Рис. 8. Космическая съемка Ресурс-П (№1564_1, канал 21) в районе впадения реки Чеутакан в Анадырский залив.

смотреть приустьевую область р. Чеутакан (рис. 8). Дистанционными методами выявляются широтные подвижки, смещающие косовые отложения, выделяются субмаринные аккумулятивные формы, к которым могут быть приурочены литоральные россыпи. В восточной части акватории дешифрируется разрывное нарушение северо-восточного простирания, которое может быть следствием оползневых процессов. При подводных оползнях формируются, в частности, рудовмещающие зоны брекчирования. Устьевая часть р. Чеутакан отделена от моря крупным баром в пределах которого наибольший интерес представляют участки выклинивания отдельных горизонтов.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что многозональная космическая съемка высокого разрешения может эффективно применяться для исследования береговой линии на наличие прибрежно-морских россыпей – перспективного и

недооцененного источника золота, а также для выявления структур, фиксирующих залежи углеводородов в прибрежной полосе восточного сектора российской Арктики. Космическая съемка высокого разрешения позволяет выделить в прибрежной зоне кольцевые структуры, перспективные на наличие залежей углеводородов; выявить разрывные нарушения и морфоструктурные элементы, фиксирующие россыпеконцентрирующие аккумулятивные формы подводного рельефа; наметить участки заверочных работ для поисков прибрежных россыпей в районе впадения в Анадырский залив рек Чеутакан, Эргувеем и Энмелен. При максимальном увеличении можно наблюдать участки размыва отложений дельты прибрежными донными течениями на глубинах до 3 м и выявлять структуры, определяющие позицию русловых и дельтовых россыпей, которые в свою очередь являются источником питания прибрежно-морских россыпей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агибалов О.А.* Морфоструктурные и структурно-геоморфологические предпосылки формирования россыпей золота прибрежных арктических равнин Чукотки // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов IX Международной научно-практической конференции (17–19 апреля 2019 г., Москва, ФГБУ “ЦНИГРИ”). М.: ЦНИГРИ. 2019. С. 60–62.
- Государственная геологическая карта СССР. М. 1 : 200000. Серия Чукотская. Объяснительная записка. Лист Q-1-XV, XVI. Мингео СССР. М., 1983.
- Иванова А.М., Ушаков В.И.* Минерально-сырьевой потенциал шельфовых зон России. Твердые полезные ископаемые // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. № 5. 1998. С. 6–12.
- Лоренц Д.А.* Особенности вещественного состава золото-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых проявлений, локализованных в пределах мезозойских вулкано-плутонических поясов Чукотки, их использование в качестве критериев поиска и оценки золотого оруденения на примере золоторудных объектов Кувет-Рывеевской и Золотогорской металлогенических зон // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов IX Международной научно-практической конференции (17–19 апреля 2019 г., Москва, ФГБУ “ЦНИГРИ”). М.: ЦНИГРИ. 2019. С. 115–116.
- Фолисевич М.Я., Кирий А.Н., Литовская М.Д. и др.* Отчет о ревизионно-поисковых работах масштаба 1 : 500000 по оценке перспектив коренной алмазности Лено-Анабарского междуречья в 1995–1999 гг. (в 7-ми томах). Росгеолфонд. Инв. № 476859. Амакинская ГРЭ АК “АЛРОСА”, 2000.

Using High Resolution Space Survey in Searching For Coastal Springs and Deposits of Hydrocarbons in the Northern Seas of Russia

G. A. Milovsky¹, V. T. Ishmukhametova¹, and A. D. Aparin¹

¹Geographic Information Center RAS, Moscow, Russia

To assess the capabilities of high-resolution multispectral satellite imagery in the search for coastal placers and hydrocarbon deposits in the northern seas of Russia, data from the Russian KFA-1000 and Resurs-P (geotone) spacecraft were used. This satellite imagery with a terrain resolution of 5 to 1 m allows research on a scale of 1 : 25000 to 1 : 5000 and opens up new opportunities for prospecting for minerals in the coastal zone, as it allows identifying structural elements that control the location of coastal placers and hydrocarbon deposits.

Keywords: high-resolution satellite imagery, geological and geophysical data, prospecting signs, coastal placers, hydrocarbon deposits

REFERENCES

- Agibalov O.A.* Morfostrukturnye i strukturno-geomorfologicheskie predposylki formirovaniya rossypej zolota pribrezhnyh arkticheskikh ravnin Chukotki // Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, ocenki mestorozhdenijalmazov, blagorodnyh i cvetnyh metallov. Sbornik tezisev dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (17–19 aprelya 2019 g., Moskva, FGBU “CNIGRI”). M.: CNIGRI. 2019. S. 60–62. (In Russian)
- Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR. M. 1 : 200000. Seriya Chukotskaya. Ob"yasnitel'naya zapiska. List Q-1-XV, XVI. Mingeo SSSR. M., 1983. (In Russian)
- Ivanova A.M., Ushakov V.I.* Mineral'no-syr'evoy potencial shel'fovyyh zon Rossii. Tverdye poleznye iskopaemye // Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie. № 5. 1998. S. 6–12. (In Russian)
- Lorenz D.A.* Osobennosti veshchestvennogo sostava zoloto-kvarcevyh i zoloto-sul'fidno-kvarcevyh proyavlenij, lokalizovannyh v predelakh mezozojskikh vulkano-plutonicheskikh pojasov Chukotki, ih ispol'zovanie v kachestve kriteriev poiska i ocenki zolotogo orudneniya na primere zolotorudnyh ob"ektov Kuvet-Ryveemskoj i Zolotogorskoj metallogenicheskikh zon // Nauchno-metodicheskie osnovy prognoza, poiskov, ocenki mestorozhdenijalmazov, blagorodnyh i cvetnyh metallov. Sbornik tezisev dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (17–19 aprelya 2019 g., Moskva, FGBU “CNIGRI”). M.: CNIGRI. 2019. S. 115–116. (In Russian)
- Folisevich M.YA., Kirij A.N., Litovskaya M.D. et al.* Otchet o revizionno-poiskovyh rabotah masshtaba 1 : 500000 po ocenke perspektiv korennoj almazonosnosti Leno-Anabarskogo mezhdurech'ya v 1995–1999 gg. (v 7-mi tomah). Rosgeolfond. Inv. № 476859. Amakinskaya GREK “ALROSA”, 2000. (In Russian)