УДК 550.834.3(571.1)

О РОЛИ ИМПАКТНЫХ СОБЫТИЙ В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЫ (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА КАРСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ)

Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. – Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

Аннотация. Рассмотрены локальные особенности геофизических полей, геологии, гидрогеологии, тектонического районирования консолидированной коры, расположенные в полосе предполагаемых импактных событий. Обоснована гипотеза о возможном влиянии внешних источников, огромных по массе и энергии объектов (геоблем), на геодинамическую активность верхней части литосферы. Импактные воздействия приводят к возникновению крупных плотностных неоднородностей и последующему этапу геодинамических преобразований за счет ротационного механизма, связанного с вращением Земли.

Глубинное строение земной коры и верхов верхней мантии, импактное событие, гипотеза о геодинамическом развитии геологической коры, Карская астроблема.

ON ROLE OF IMPACT EVENTS IN THE CREATION OF MODERN TECTONIC STRUCTURE OF THE CONSOLIDATED CRUST (ON EXAMPLE OF THE KARA ASTROBLEM AREA)

Druzhinin V.S., Nachapkin N.I., Osipov V.Yu. – Institute of Geophysics UB of RAS, Yekaterinburg

Abstract. Local features of geophysical fields, geology, hydrogeology, tectonic zoning of the consolidated crust located in the zone of supposed impact events are considered. The hypothesis on possible influence of external sources, huge by mass and energy of objects (geoblem), on geodynamic activity of the upper part of the lithosphere is substantiated. Impact actions lead to appearance of large density inhomogeneities and the subsequent stage of geodynamic transformations due to rotational mechanism associated with the rotation of the Earth.

The deep structure of the earth's crust and upper mantle, the impact event, the hypothesis of the geodynamic development of the geological crust, the Karsky astroblema.

Введение

По результатам глубинных исследований установлено сложное современное строение консолидированной коры северо-западной части Западно-Сибирской геосинеклизы. В частности, оно проявляется в значительных отклонениях (до 250 км) контуров основных подразделений земной коры и верхов верхней мантии от преобладающих южнее субмеридиональных направлений структур Уральской складчатой системы (УСС) и в присутствии глубинных субширотных дислокаций, сопровождающих подобные смещения (Дружинин, Осипов, 2016). В гравитационном и геомагнитном полях наблюдается неупорядоченная («пестрая») картина региональных аномалий. Рельеф поверхности консолидированного фундамента (отражающий горизонт *А*), представленный в сейсмических разрезах ОГТ и структурно-тектонических картах, имеет сложный характер. На это также указывают геоморфологические особенности территории. В такой ситуации выяснение механизма геодинамических преобразований крайне затруднительно, что приводит к существованию различных гипотез по этой проблеме.

В монографии С.Л. Костюченко, А.Ф. Морозова, А.А. Кременицкого (Костюченко и др., 2012) рассмотрена гипотеза с позиции коллизии Тимано-Урало-Пайхойской области – микроконтинентов (террейнов) с корой континентального типа. Предполагается, что под действием горизонтальных сил различной направленности в результате поэтапного развития территории (от рифея до среднего палеозоя-начала мезозоя) (рис. 1–3) террейны перемещаются в пространстве и занимают в итоге со-

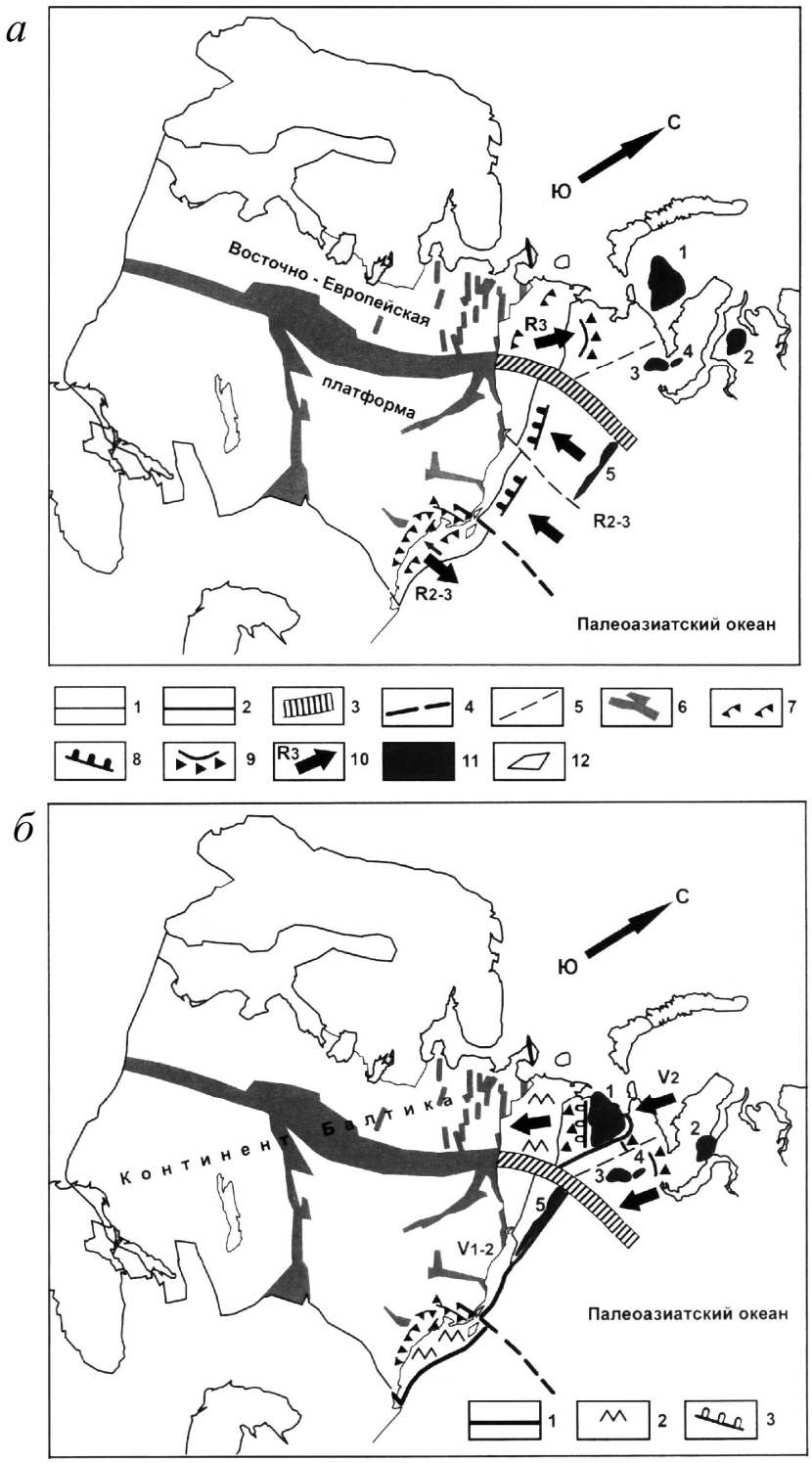

Рис. 1. Геодинамические обстановки формирования Тиман-Урало-Пайхойской области в рифее (*а*), в венде (*б*) (Костюченко и др., 2012):

а: *1* – современная граница Восточно-Европейской платформы; *2* – предполагаемая восточная граница области распространения коры континентального типа; *3* – межплитный шов; *4* – региональный трансформный разлом; *5* – прочие разломы; *6–9* – структурно-тектонические элементы: *6*, *7* – эпиконтинентальные рифты (*6* – внутрикратонные, *7* – перикратонные, ограниченные листрическими разломами); *8* – зоны субдукции (указано направление), *9* – островные дуги; *10* – направление движения литосферных плит с указанием времени; *11* – микроконтиненты (террейны) с корой континентального типа (1 – Хорейверский, 2 – Харбейский, 3 – Няртинский, 4 – Неркаюский, 5 – Ляпинско-Исовский); *12* – «осколки» коры континентального типа).

б: *1* – граница континента Балтика, *2* – дислоцированные и покровно-складчатые комплексы, *3* – поддвиг корневых частей островной дуги (указано направление). Остальные обозначения см. рис. 1, *а*

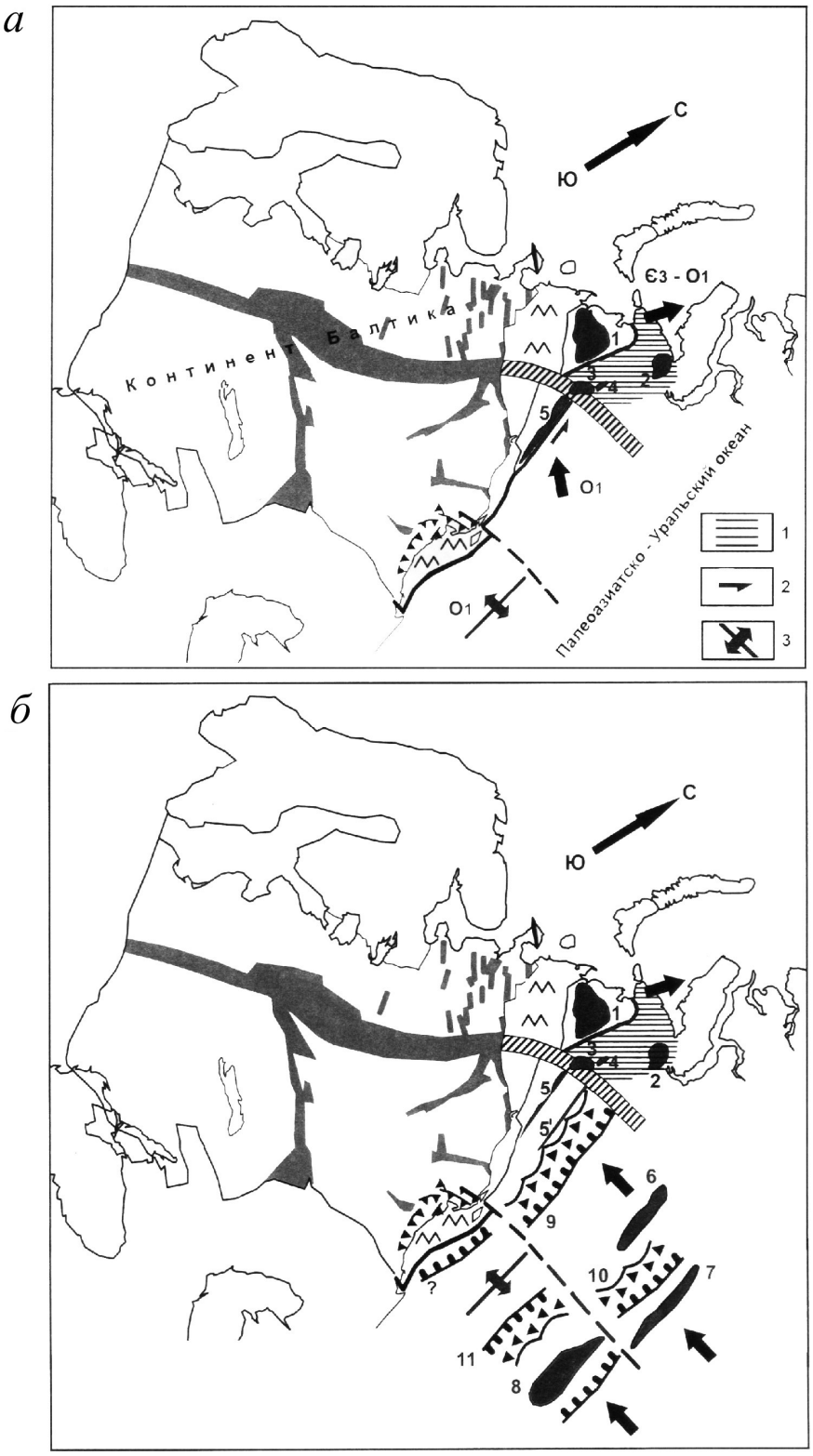

Рис. 2. Геодинамические обстановки формирования Тиман-Урало-Пайхойской области в ордовике (*а*), в силуре-девоне (*б*) (Костюченко и др., 2012):

***а*:** 1 – область аккрецированных и тектонически совмещенных элементов океанических обстановок; *2* – сдвиговые деформа-ции; 3 – ось спрединга. Остальные обозначения см. рис. 1, *а*, *б*.

***б*:** Цифры на схеме – террейны (микроконтиненты) с корой континентального типа: 5, 5' – Ляпинско-Исовский расщепленный (5 – западный и 5' – восточный фрагменты); 6 – Салдинский; 7 – Мурзянско-Адуевский; 8 – Мугоджарский; островные дуги, в т. ч. внутриокеанические: 9 – Тагильская; 10 – Петрокаменская; 11 – Магнитогорская. Остальные обозначения см. рис. 1, *а*, *б*, рис. 2, *а*

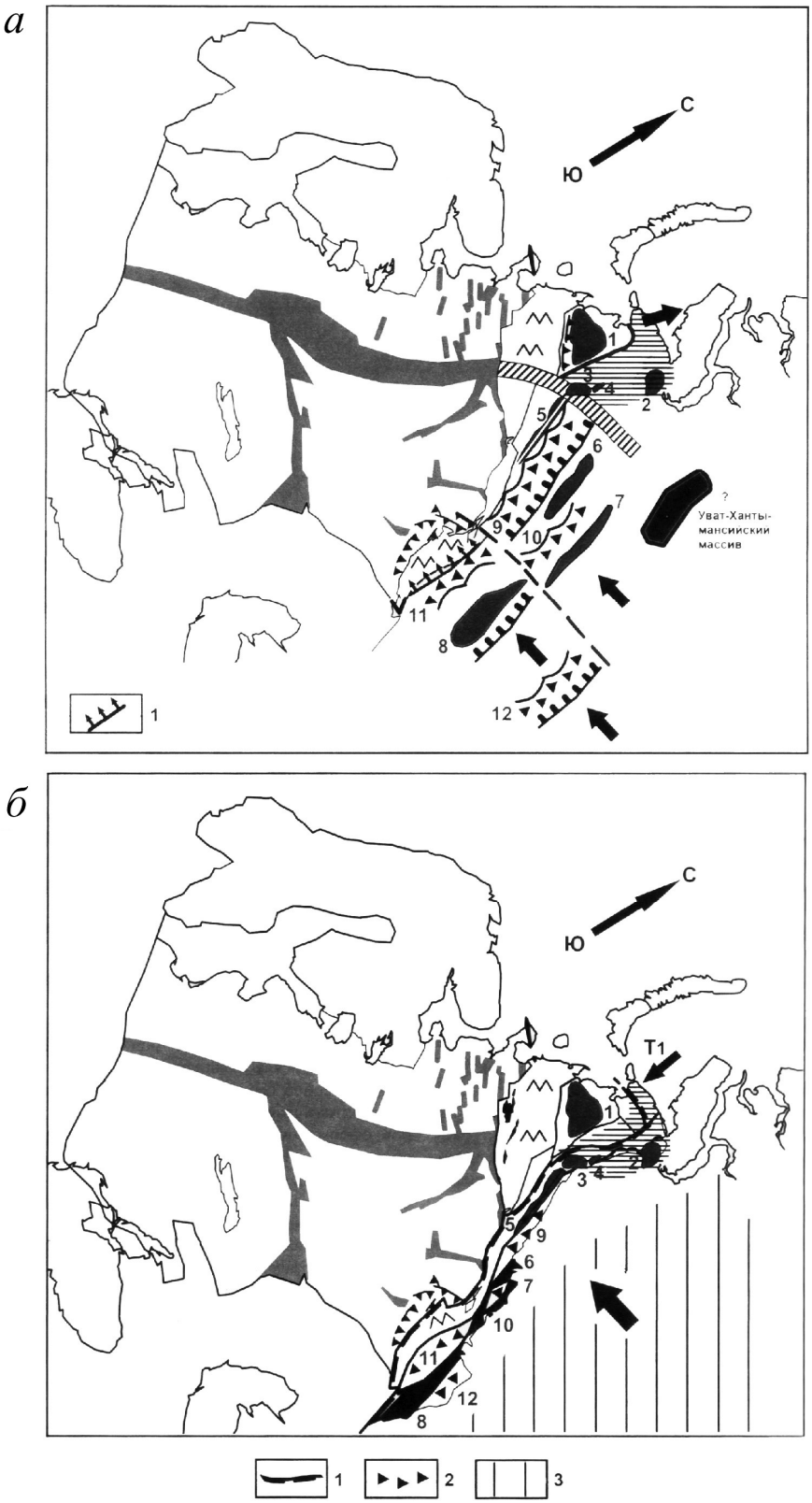

Рис. 3. Геодинамические обстановки формирования Тиман-Урало-Пайхойской области в среднем палеозое (средний девон-раннекаменноугольное время) (*а*), в среднем палеозое – начале мезозоя (*б*) (Костюченко и др., 2012):

***а*:** *1* – надвиг комплексов океанической коры на континентальную окраину. Остальные обозначения см. рис. 1, *а*, *б*, рис. 2, *а*, *б*. Цифры на схеме: 12 – Валерьяновская островная дуга, остальные см. рис. 2, *б*.

***б*:** *1* – Главный Уральский надвиг, *2* – реликты островных дуг; *3* – кора Западно-Сибирской плиты нерасчлененная. Остальные обозначения см. рис. 1, *а*, *б*, рис. 2, *а*, *б*, рис. 3, *а*

временное положение. Так наиболее крупный Хорейверский террейн смещается в юго-западном направлении от Карского моря в рифее до северо-восточной части Тимано-Печорской плиты в венде. В последующие этапы развития микроконтинент не меняет своего положения. Изменения происходят только к востоку от него с образованием секкрецированных и тектонически совмещенных элементов океанической обстановки (Костюченко и др., 2012), что создает сложный характер строения геологической среды. В соответствии с гипотезой смещение террейнов относительно современной геоморфологии достигает 500 км.

Согласно тектонической карте России, составленной под редакцией Е.Е. Милановского (Тектоническая карта России…, 2007), основание осадочного слоя полуострова Ямал и прилегающих к нему территорий, исходя из плиттектонических построений, представлено системой рифтов преимущественно северо-северо-западного направления.

Главным недостатком составленных схем и карт является игнорирование многочисленных конкретных геологических данных о консолидированном фундаменте по глубоким параметрическим и разведочным скважинам и информации о строении земной коры и верхней мантии. Первое положение о несостоятельности глобальной плитной теории рассмотрено в статьях В.С. Бочкарева, А.М. Брехунцова, Б.И. Чувашова (Бочкарев и др., 2010а,б; 2013; Бочкарев, Чувашов, 2014) и состоит в доказательстве существования древнего консолидированного, а не океанического фундамента, в ограниченности тафрогенных процессов и локального проявления базальтового магматизма триаса. Показано, что отрицательные структуры представлены преимущественно грабенами, авлакогенами и впадинами (Бочкарев и др., 2010а). Второе положение представлено в статьях В.С. Дружинина и др. и свидетельствует о наличии связи приповерхностных структур со спецификой современного строения верхней части литосферы (ВЧЛ) (Дружинин и др., 2014; 2015; 2017). Важным практическим выводом из этого является необходимость учета, наряду с традиционными признаками, тектонического фактора (глубинных разломов) и типа строения консолидированной коры при региональной оценке нефтегазоперспективности территории (Дружинин и др., 2014; Wladimir S. Druzhinin et al., 2017).

В данной статье сделана попытка объяснить значительные тектонические перестройки, проявленные в современной модели консолидированной коры и приповерхностных структур, с позиции ударно-взрывной гипотезы (Кузовков, 1998) на примере района Карской астроблемы. Термин «астроблема» предложен в 1960 г. американским геологом Р.С. Дицем для названия геологической структуры древнего метеоритного кратера. В монографии В.Л. Масайтиса, А.Н. Данилина, М.С. Мащака и др. отмечается важность изучения астроблем: «… представления о структуре и составе земной коры, истории ее развития были бы неполными без рассмотрения геологии импактных кратеров, являющихся одним из зримых результатов взаимодействия Земли и космоса» (Масайтис и др., 1980, с. 8).

В настоящее время на территории современной России открыто 15 достоверных крупных метеоритных кратеров с диаметром кратера от 3 до 100 км. Карский кратер – второй по величине (диаметр 65 км), расположен в тундре между Пай-Хоем и побережьем Байдарацкой губы Карского моря (69º06' с. ш., 64º09' в. д.). Возраст образования Карского кратера, определенный различными методами абсолютной датировки, находится в интервале 65–75 млн лет, что позволяет предположить о его связи с Великим мезозойским вымиранием (Бадюков, 2002). Карский кратер входит в Карскую кратерную структуру, которая включает еще один кратер – Усть-Карский (диаметр 22 км), частично покрытой морем. По мнению Д.Д. Бадюкова (Бадюков, 2002): «… имеется ряд фактов, которые позволяют предположить, что Карский кратер имел диаметр 110–120 ки-

лометров, а Усть-Карского кратера не существует». На рисунках они показаны раздельно. Характеристика Карской астроблемы приведена на рис. 4–5 (цветная вкладка).

Содержание и результаты исследований

Для решения поставленной задачи был выполнен анализ имеющейся геолого-геофизической, геоморфологической и глубинной информации для широкого коридора, который на западе начинается с района Карской астроблемы, а на востоке ограничен средней частью Обской губы. Выбор восточно-северо-восточного направления произведен с учетом расположения двух составных частей астроблемы, локальных аномальных объектов потенциальных полей и структурно-тектонических особенностей рельефа консолидированного фундамента. Ширина коридора около 170 км. На рис. 6 (цветная вкладка) представлена схема расположения Карской астроблемы и характер геофизической и геоморфологической информации в окружающем ее районе.

Рассмотрим геодинамическую обстановку формирования территории, предложенную в рамках плиттектоники в монографии (Костюченко и др., 2012) и представленную на рис. 1–3. Направление горизонтального движения для северо-западной части Западно-Сибирской геосинекзизы (ЗСГС) показано как преимущественно западно-северо-западное или восточно-северо-восточное на разных этапах развития, что согласуется с выбранным направлением субширотного коридора. Согласно С.Л. Костюченко и др., этому сегменту соответствует горизонтальные перемещения террейнов меньших размеров – Хорейверского, Нартинского, Неркаюского. Из анализа предложенных схем геодинамических преобразований следует, что величина и направление горизонтальных перемещений террейнов соответствует канонам плиттектоники и происходит под влиянием процессов, происходящих в океанической литосфере. На схемах показан Палеоазиатско-Уральский океан, без указания других источников, оказывающих западно-юго-западное давление на террейны. Весьма странным в представленной картине динамических преобразований является сохранность места расположения геоморфологических структур на всех этапах развития. Правильнее считать, что эти структуры, как и строение земной коры, соответствуют современному состоянию, что предполагает изменение положения водных масс при постоянном развитии расположенных ниже крупных элементов верхней части литосферы.

Район, рассмотренный в монографии (Костюченко и др., 2012), совпадает с пограничной субширотной зоной консолидированной коры. Карская астроблема расположена на окраине ее, находясь на участке значительного выступа западной границы ЦУМЗ в сторону Западно-Уральской мегазоны.

Предложенная С.Л. Костюченко и др. картина геодинамических преобразований вызывает возражения по следующим моментам:

- Присутствие Палеоазиатско-Уральского океана на территории Западно-Сибирской геосинеклизы, включая рассматриваемую ее северо-западную часть, весьма сомнительно.
- Согласно составленной схеме тектонического районирования консолидированной коры до широты 68º с. ш. преобладает восточно-северо-восточное направление расположения глубинных структур и западно-северо-западное в более северных широтах (рис. 7, цветная вкладка).
- Имеющиеся данные глубокого параметрического бурения, проанализированные В.С. Бочкаревым и др. и опубликованные в многочисленных статьях, указывают на то, что фундамент осадочного MZ-KZ чехла ЗСГС, включая и рассматриваемую территорию, представлен *метаморфическими комплексами* допалеозойского возраста и подобен породам древних поднятий Зауралья.
- В отрицательных структурах (прогибы, грабены, рифты, авлакогены) фундамент перекрыт складчатым осадочно-вулканогенным комплексом возраста D-T

мощностью 1–5 км. Молодые базальты триаса *не имеют регионального распространения* (в виде систем рифтов) и представлены многочисленными локальными объектами (Нестеров и др., 2013). Объединить их в одну систему затруднительно, что подтверждает скважинная информация и анализ глубинной тектонической ситуации для Приуральской области ЗГСЗ (Дружинин и др., 2017). Большинство глубоких разведочных скважин при малой глубине (до 0,5–1,0 км) дают превратные представления о древнем фундаменте. Наглядный пример – Янги-Юганская скважина, расположенная в 70 км от Салехарда, которая на первом этапе бурения на глубине 1000 м (кровля фундамента) вскрыла вулканогенно-осадочные отложения C_1–C_2, а на втором этапе на глубине 3800 м – метаморфизованные породы, типичные для поднятий Зауралья (Бочкарев и др., 2010а; Бочкарев, Чувашов, 2014; Горбачев и др., 2013). Данные ГСЗ и глубинного ОГТ для окраинных морей Северного Ледовитого океана указывают на повсеместное присутствие древнего фундамента ЗСГС, особенно если его рассматривать в диапазоне архей-нижний протерозой.

- Строение земной коры территории *не соответствует* принятой модели океанической коры. Она отличается как по мощности 35–45 против 10–12 км в океанах, так и по составу консолидированной коры, которая в океанах практически отсутствует. В ЗСГС консолидированная кора составляет 20–35 км, и выше находятся осадочные отложения MZ-KZ и складчатые осадочно-вулканогенные комплексы D-T, суммарной мощностью до 10–12 км.
- Предложенная концепция плавных геодинамических преобразований под воздействием разнонаправленных *горизонтальных сил* не объясняет смещение в одном направлении огромных масс геосферы.

Исходя из понятия нелинейной геодинамики, необходимы другие источники и механизмы развития. В этом отношении интерес представляет вышедшая в 1998 г. монография Г.Н. Кузовкова (Кузовков, 1998), в которой рассмотрена гипотеза ударно-взрывной тектоники применительно к Уралу.

В основу предложенной нами гипотезы положены внешние воздействия со стороны космоса – импактные воздействия огромной энергии (геоблемы), которые нарушают квазиустойчивое равновесие динамической системы внешней оболочки Земли. Последующая реакция на эти воздействия со стороны внутренних сил (эндогенная активизация) создает иное, чем было ранее, распределение плотностных неоднородностей ВЧЛ. Затем, за счет постоянно действующих ротационных сил (Тяпкин, 2012), происходит перемещение масс, в результате которых система вновь приходит к квазиустойчивому состоянию. Значительные перемещения масс возможны, если импактные глобальные события происходят неоднократно в одном, например, субширотно ориентированном коридоре.

С этой позиции рассмотрен район Карской астроблемы, где, возможно, в прошлом периодически случались такие события, и сделана попытка выявить в потенциальных полях, геоморфологии и положении консолидированного фундамента свидетельства этих явлений. Положение астроблемы приведено на рис. 6 (цветная вкладка).

Возможные отражения палеоактивных событий в современной картине строения геологической среды:

- Геоморфологические особенности. Существенные изломы контуров Байдарацкой губы на границе с полуостровом Ямал. Острова Нгонярца, Литке. Полосы озер в пределах Ямала. На возможном восточном продолжении (за пределами площади исследований) находятся субширотные звенья Тазовской и Обской губ.
- Геологические особенности. Локальные молодые отложения возраста K_2, P_{1-2} имеют преимущественно круглую форму. В обнаженной части Урала находится крупная Байдарацкая впадина, заполненная пермскими отложениями, нетипичными для восточной части Центрально-Уральского поднятия. С юга она ограничена широтным контактом по границе с раз-

нообразными геосинклинальными породами палеозоя, образующими сложный тектонический ансамбль.

- Гравитационное и геомагнитное поля представлены изолированными локальными аномалиями преимущественно изометрической формы.
- Формы рельефа поверхности консолидированной коры (отражающий горизонт *А*) имеют значительные искажения, которые подчеркиваются региональными изолиниями глубин и наличием локальных структур изометричной формы.
- Для современной схемы тектонического районирования консолидированной коры характерны резкие изменения форм и размеров пограничных структур. Карская астроблема расположена на западной границе Центрально-Уральская мегазоны (ЦУМЗ).

Несколько южнее принятой для анализа полосы восточная граница ЦУМЗ отклоняется на восток до 70º в. д. По отношению к меридиану 64º в. д. это составляет около 200 км. По данным глубинных исследований (Дружинин и др., 2017) здесь расположен древний Инта-Воркутинский блок доуралид основного состава, имеющий восточно-северо-восточное направление. Динамику, тектонику и энергетику фанерозоя, по-видимому, нельзя рассматривать без учета такого крупного аномального объекта геологической среды. Пограничная структура по восточной границе уралид (ПШ) вдвое увеличивается в горизонтальном размере по сравнению с соседними участками ПШ. Выбранная для анализа субширотная полоса разделяет северо-западную часть ЗСГС на два сегмента, отличных по строению консолидированной коры.

Наличие подобного древнего интрузивного мегамассива основного состава, вероятно, оказало влияние на специфику последующих геодинамических преобразований, создавших современную модель верхней части литосферы. Не исключено, что повышенный энергетический пояс, созданный геоблемами прошлого, существуют и по сей день: он как бы «притягивает» к себе космические тела и за счет них частично пополняет энергетический потенциал глубинной зоны.

Выводы по результатам исследований

- Преобразования верхней части литосферы полярного сектора северо-западного сегмента ЗСГС на разных этапах развития, возможно, происходило под влиянием внешних источников, а именно: импактного воздействия огромной геоблемы, которая «запускала» механизм эндогенных процессов в верхней мантии, создающий плотностные неоднородности в верхней части литосферы. В результате постоянно существующего планетарного ротационного механизма происходило упорядоченное перемещение блоков ВЧЛ и осуществлялся постепенный переход системы в квазиупорядоченное состояние до следующего мощного энергетического воздействия.
- На примере Карской астроблемы и анализе геолого-геофизической, геоморфологической информации по субширотной полосе, расположенной восточнее астроблемы, показано, что она, возможно, является *незначительным* отголоском, своеобразным афтершоком прошлых земных катастроф, создаваемых геоблемами. Не исключено, что в посленижнепротерозойский период развития (преимущественно в фанерозое) геоблемы сохранили господствующее восточно-северо-восточное направление, занимая в современном облике планеты Земля субширотную полосу, примерно соответствующую указанной на наших схемах.
- Предложенная гипотеза основана на современных сведениях о разломно-блоковой модели ВЧЛ, формирующейся в течение послеархейского периода развития по законам нелинейной геодинамики под влиянием внешних и внутренних источников при «руководящей» роли, как это и должно быть, *космоса*. В качестве наземного полигона использован Уральский регион, более других регионов изученный глубинными сейсмическими исследованиями, которые обобщены и проанализированы с учетом результатов бурения. В

результате создана геолого-геофизическая модель верхней части литосферы, отражающая современное состояние геологической среды.

- В качестве одного из вероятных источников геодинамических преобразований ВЧЛ следует рассматривать *импактное воздействие* огромной силы на Землю со стороны космоса. Периодичность появления подобных угроз должна решать специальная наука «космогеология» с учетом выявленных стратиграфических циклов, периодов интенсивного развития, приуроченных к глубинной активизации верхней мантии, особенностей движения небесных тел и значительных по массе объектов.

Заключение

На основе составленной тектонической модели консолидированной коры, анализа совокупных геолого-геофизических, геоморфологических данных по северо-западной части ЗСГС с привлечением информации по Карской астроблеме, рассмотрена гипотеза о возможном влиянии внешних источников в виде импактных воздействий со стороны космических объектов. Огромные по массе и энергии эти объекты (геоблемы), возможно, нарушали квазиустойчивое состояние земных недр и являлись причиной всплеска геодинамической активности верхней мантии и последующего этапа геодинамических преобразований, включая магматизм, метаморфизм, горизонтальные, преимущественно сдвиговые, перемещения блоков по глубинным разломам и распределением по глубине поверхностей раздела между сейсмогеологическими этажами. Основным источником во временном промежутке внешнего воздействия геоблем является ротационный механизм, связанный с вращением Земли. С его помощью происходило упорядочивание возникающих плотностных неоднородностей и приведение системы вновь в квазистабильное состояние. Такая схема соответствует планетарной геодинамике, иерархической разломно-блоковой среде, а также установленной в региональном плане связи приповерхностных структур и минерагении со спецификой глубинного строения. Развитие наук о Земле должно происходить в иной плоскости, чем существующая теория плиттектоники, с учетом накопленных данных, которые не укладываются в эту концепцию.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта фундаментальных научных исследований УрО РАН 15-18-5-33 (№ 0394-2015-0021).

Литература

Бадюков Д.Д. Метеоритные кратеры на территории России, 2002. [Электронный ресурс]. URL:http://www.meteorites.ru/menu/encyclopaedia/ruscraters_full.html (дата обращения 25.07.2017).

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Алейников Е.А., Лукомская К.Г. Типизация пермско-триасовых вулкано-тектонических депрессий и грабенов Западной Сибири // Горные ведомости. 2010а. № 5. С. 6–32.

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Лукомская К.Г. Складчатый фундамент полуострова «Ямал» // Горные ведомости. 2010б. № 8. С. 6–35.

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Сергеев С.А., Шокальский С.П., Горбачев В.И., Наркисова В.В., Тарханов Г.В. Первые U-Pb датировки по цирконам докембрийских гранитогнейсов из фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы // Горные ведомости. 2013. № 4. С. 14–31.

Бочкарев В.С., Чувашов Б.И. Уралиды и неомобилизм // Горные ведомости. 2014. № 11. С. 6–26.

Горбачев В.И., Наркисова В.В., Крупеник В.А. Тарханов Г.В., Попов С.Г., Свешникова К.Ю., Соколова Т.Н., Кузьмин Д.А., Докучаев А.Я. Новые данные о фундаменте Западно-Сибирской плиты // Горные ведомости. 2013. № 9. С. 22–38.

Дружинин В.С., Мартышко П.С, Осипов В.Ю. Новая региональная карта тектоники консолидированного фундамента осадочных бассейнов и приповерхностных складчатых структур Уральского региона // ДАН. 2017. Т. 475. № 1. С. 60–63.

Дружинин В.С., Мартышко П.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. Строение верхней

части литосферы и нефтегазоносности недр Уральского региона. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2014. 226 с.

Дружинин В.С., Мартышко П.С., Осипов В.Ю., Начапкин Н.И. Тектоническая модель кристаллической коры Урала и сопредельных территорий // ДАН. 2015. Т. 463. № 2. С. 183–186.

Дружинин В.С., Осипов В.Ю. Субширотные дислокации земной коры Уральского региона – звенья системы линеаментов Евразийского континента // Уральский геофизический вестник. 2016. № 2. С. 33–47.

Костюченко О.Л., Морозов А.Ф., Кременецкий А.А. Тимано-Урало-Пайхойская коллизионные области. М: Геокарт-ГЕОС, 2012. 210 с.

Кузовков Г.Н. Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений). Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1998. 376 с.

Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С., Райхлин А.И., Селивановская Т.В., Шаденков Е.М. Геология астроблем. Л.: Недра, 1980. 231 с.

Нестеров И.И., Бочкарев В.С., Брехунцов А.М. Существуют ли грабены, рифтовые впадины и авлакогены? // Горные ведомости. 2013. № 1. С. 4–18.

Тектоническая карта России, сопредельных территорий и акваторий М 1:4000000 // Под ред. Е.Е. Милановского, М.: Картография, 2007.

Тяпкин К.Ф. Изменение положения оси вращения в теле Земли: причина, механизм использования для объяснения глобальных тектонических процессов в земной коре // Геофизический журнал. 2012. Т. 34. № 6. С. 91–100.

Wladimir S. Druzhinin, Vjacheslav Osipov, and Nikolay Nachapkin. Experience of Regional Prediction of Hydrocarbon Deposits Prospecting in the Vicinity of Ural Oil and Gas Provinces // Oil and Gas Exploration: Methods and Application / Edited by Said Gaci Olga Hachay. Washington, 2017. Special Publication 72. P. 1–18.

К статье: Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. – «О роли импактных событий в создании современного тектонического строения консолидированной коры (на примере района Карской астроблемы)»

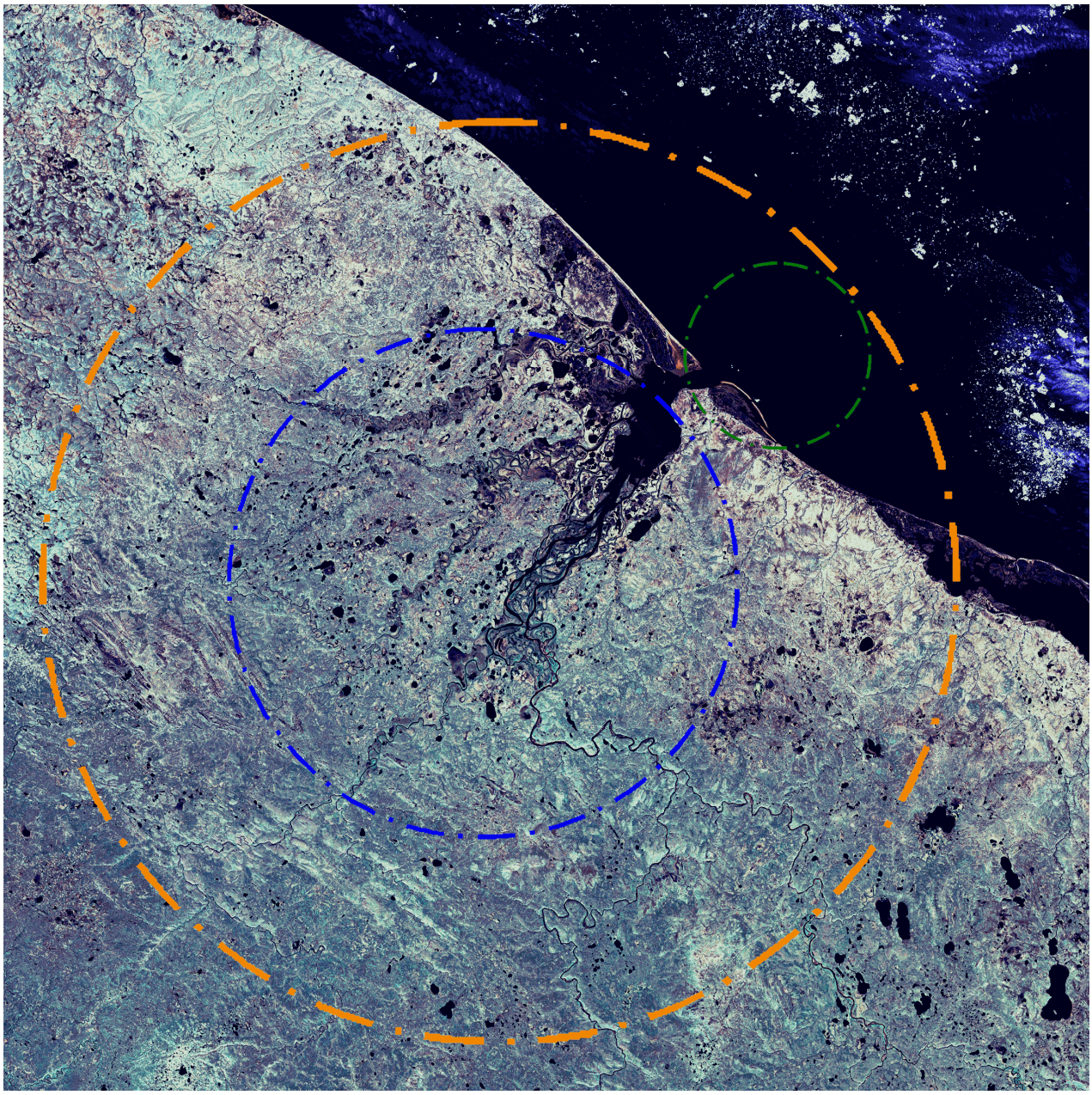

Рис. 4. Изображение Карской метеоритной структуры,
синтезированное из сюжетов, полученных спутником Landsat 7, полосы 3, 2, 1.
Желтая окружность изображает диаметр кратера в предположении о его 120-и километровом размере, синяя и зеленая окружности соответствуют диаметрам 60-ти и 22-х километровых кратеров. Кратерная воронка на снимке выражена неотчетливо, хотя по границам впадины прослеживается окаймление, выраженное теплыми фототонами (Бадюков, 2002)

К статье: Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. – «О роли импактных событий в создании современного тектонического строения консолидированной коры (на примере района Карской астроблемы)»

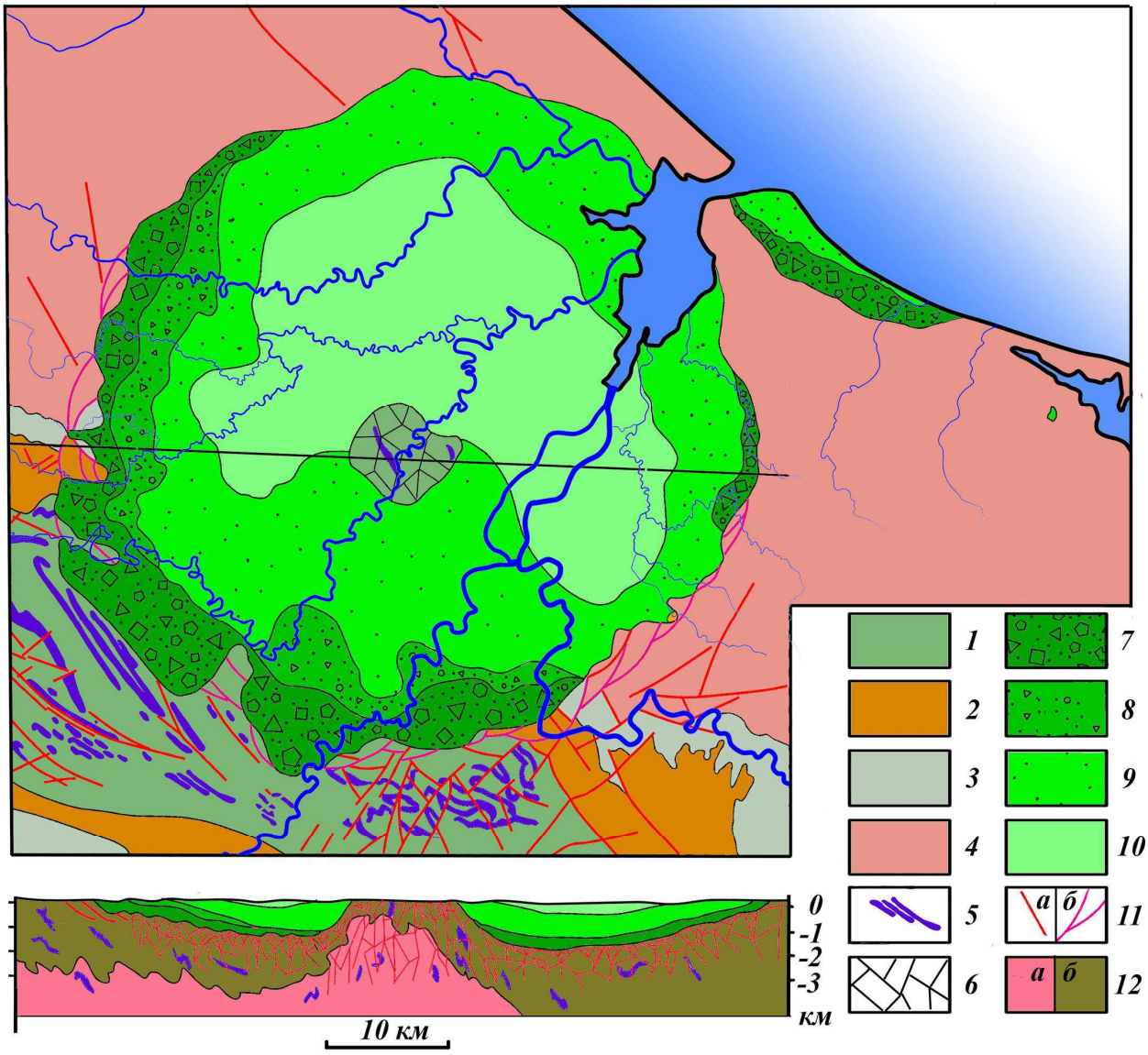

Рис. 5. Схематическая геологическая карта Карской структуры и ее геологический разрез, соответствующий линии на рисунке (Бадюков, 2002):
1 – осадочные породы силура и ордовика; *2* – сланцы, известняки и песчаники девона; *3* – каменноугольные глинистые и кремнистые сланцы; *4* – песчаники, аргиллиты и алевролиты нижней перми; *5* – дайки и пластовые тела диабазов и габбро-диабазов палеозоя; *6* – силурийские породы центрального поднятия (аутигенная брекчия); *7* – глыбовые, мега- и клиппеновые брекчии; *8* – глыбовые зювиты; *9* – лапиллиево-агломератовые зювиты; *10* – псаммито-алевритовая брекчия; *11* – разрывные нарушения: а) неустановленной природы, б) надвиги и сбросы; *12* (только для разреза) – а) протерозойские сланцы, б) осадочные породы палеозоя. По (Масайтис и др., 1980) с дополнениями

К статье: Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. – «О роли импактных событий в создании современного тектонического строения консолидированной коры (на примере района Карской астроблемы)»

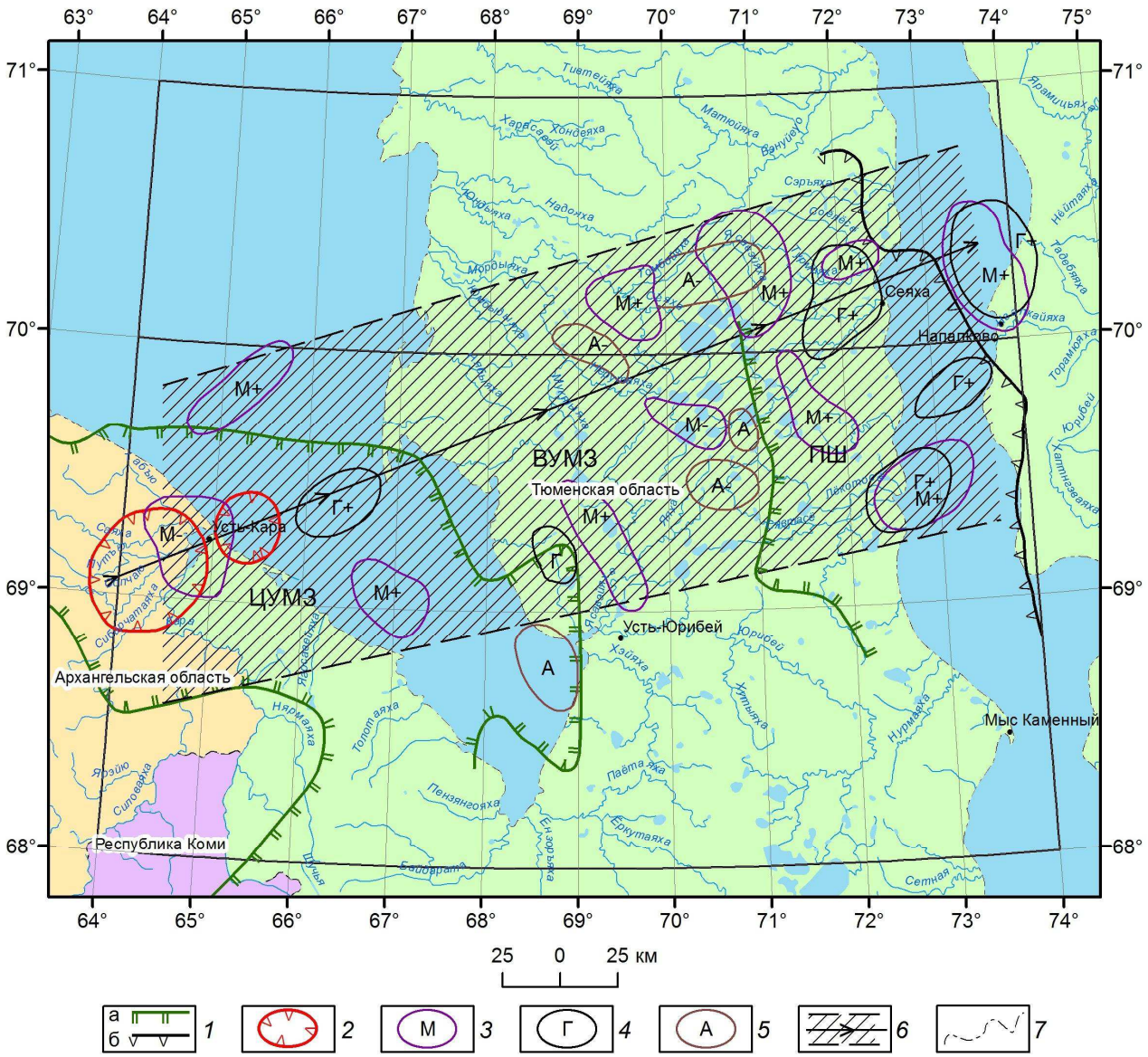

Рис. 6. Схема расположения Карской астроблемы
и характер геофизической и геоморфологической информации в окружающем ее районе:
1 – контуры основных структур консолидированной коры; *2* – контур Карской астроблемы; положения локальных аномалий (*3, 4*): *3* – магнитного, *4* – гравитационного потенциальных полей положительного и отрицательного знака, в соответствии с окраской на картах; *5* – локальные положения изолиний отражающего горизонта *А*; *6* – региональная зона импактных воздействий (ИПВ), стрелкой показано современное направление импактных воздействий; *7* – Административные границы субъектов Российской Федерации

К статье: Дружинин В.С., Начапкин Н.И., Осипов В.Ю. – «О роли импактных событий в создании современного тектонического строения консолидированной коры (на примере района Карской астроблемы)»

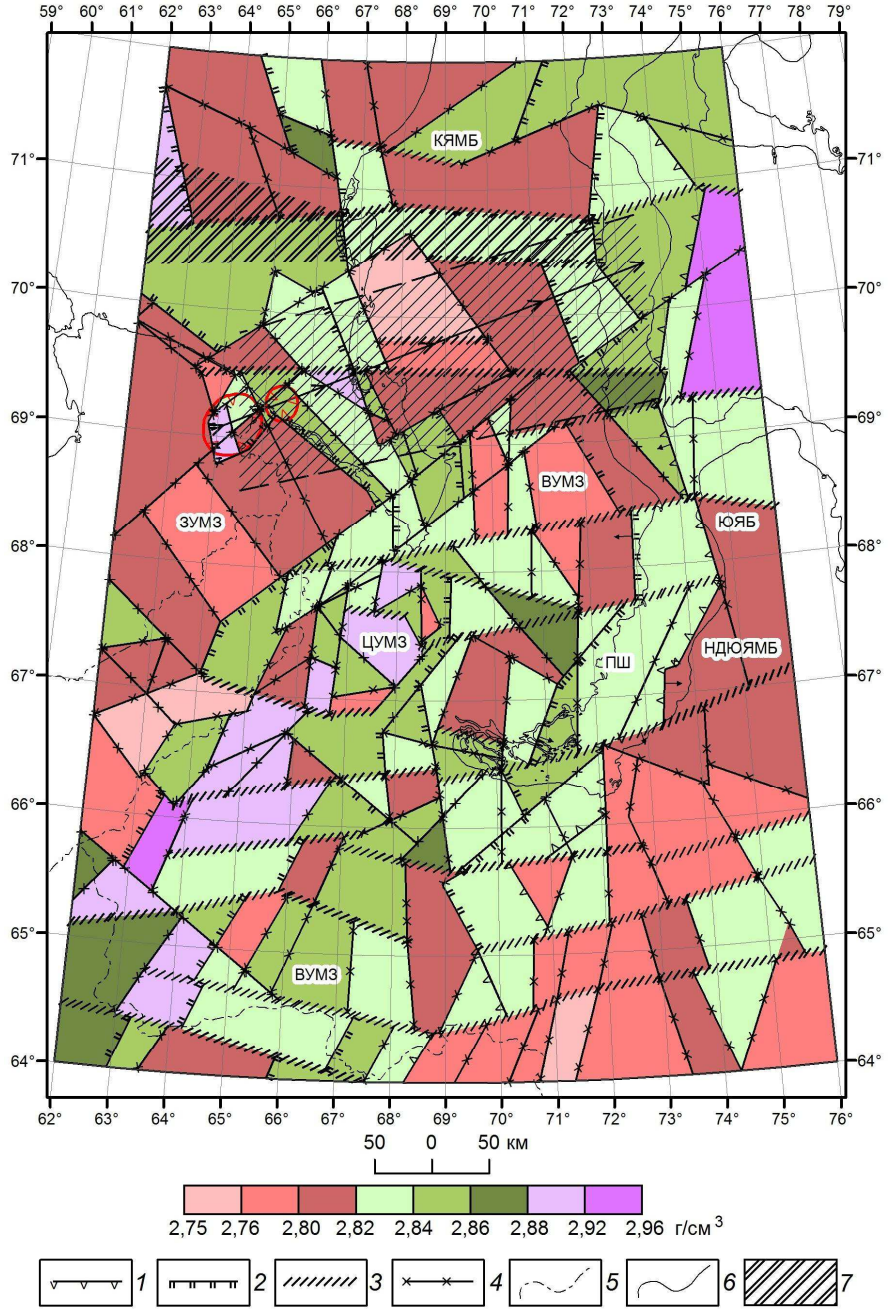

Рис. 7. Схема тектонического районирования верхней части литосферы Ново-Портовско–Салехардского района:

1 – восточная граница Уральской складчатой системы (УСС); стрелка обозначает направление тектонических границ консолидированной коры по отношению к слою М-80 км; *2* – контуры основных подразделений консолидированной коры; *3* – глубинные субширотные дислокации верхней части литосферы; *4* – глубинные разломы субмеридиональной и диагональной направленности; *5* – Административные границы субъектов Российской Федерации; *6* – береговая линия; *7* – возможное северное ограничение УСС.

Буквенные обозначения. Тектонические структуры Уральской складчатой системы (УСС): ЗУМЗ – Западно-Уральская мегазона, ЦУМЗ – Центрально-Уральская мегазона, ВУМЗ – Восточно-Уральская мегазона, ПШ – пограничная структура по восточной границе собственно Уралид; **Западно-Сибирская платформа:** НДЮЯМБ – Надым–Южно-Ямальский мегаблок, НДБ – Надымский блок, ЮЯБ – Южно-Ямальский блок, КЯМБ – Карско-Ямальский мегаблок. Остальные условные обозначения см. рис. 6