

DOI 10.21672/2077-6322-2021-82-3-019-026

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКОГО СКЛАДЧАТОГО ОСНОВАНИЯ ЗАПАДА ТУРАНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Попков Василий Иванович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, Кубанский государственный университет, Российская Федерация, 350049, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, geoskubsu@mail.ru

Поверхность складчатого основания платформ является важной геологической границей, разделяющей комплексы пород, сформировавшихся в различных геодинамических обстановках и характеризующихся разными физическими свойствами, во многом определяющими закономерности формирования в них полезных ископаемых. Поэтому определение глубины ее залегания и морфологии имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Несмотря на многолетнее изучение фундамента запада Туранской платформы среди геологов и геофизиков нет единства в представлениях о его строении, глубинах залегания и структуре поверхности.

Целью работы является построение структурной карты поверхности фундамента запада Туранской плиты, выделение основных тектонических структур и их морфологии.

В основу построения положен комплексный анализ материалов бурения и геофизических данных. При составлении структурной карты использовался весь имеющийся к настоящему времени геолого-геофизический материал, включающий в себя данные бурения, гравитационной съемки, сейсморазведки различных модификаций, что позволило выполнить достаточно детальные и достоверные построения.

В статье дается подробная характеристика структуры поверхности складчатого основания запада Туранской платформы. Выделены зоны крупных поднятий и опусканий. Установлены их границы. Полученные результаты могут быть использованы при решении вопросов нефтегазоносности исследуемой территории.

Складчатое основание запада Туранской плиты представляет собой гетерогенное и гетерохронное образование, дифференцированное по глубине залегания, что позволяет провести морфоструктурное районирование его поверхности.

Ключевые слова: фундамент, складчатое основание, платформа, структуры, разрывы

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE SURFACE OF THE PALEOZOIC FOLDED BASE OF THE WEST OF THE TURAN PLATFORM

Popkov Vasily I., Professor, Doctor of geological and mineralogical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Kuban State University, 149 Stavropolskaya St., Krasnodar, 350049, Russian Federation, geoskubsu@mail.ru

The surface of the folded base of the platforms is an important geological boundary separating rock complexes formed in different geodynamic settings and characterized by different physical properties, which largely determine the patterns of formation of minerals in them. Therefore, determining the depth of its occurrence and morphology is not only theoretical, but also practical. Despite many years of studying the foundation of the west of the Turan Platform, there is no unity among geologists and geophysicists in their ideas about its structure, depth of occurrence and surface structure. In this regard, the aim of the work is to build a structural map of the surface of the foundation of the west of the Turan plate, to identify the main tectonic structures and their morphology.

The construction is based on a comprehensive analysis of drilling materials and geophysical data. When drawing up the structural map, all the currently available geological and geophysical material was used, including data from drilling, gravity and magnetic surveys, and seismic surveys of various modifications, which made it possible to perform fairly detailed and reliable constructions.

The article provides a detailed description of the surface structure of the folded base of the west Turan platform. The obtained results can be used in solving the issues of oil and gas potential of the studied territory. The folded base of the western Turan plate is a heterogeneous and heterochronous formation, differentiated by the depth of occurrence, which allows for morphostructural zoning of its surface.

Keywords: foundation, folded base, platform, structures, gaps

Поверхность складчатого основания платформ является важной геологической границей, разделяющей комплексы пород, сформировавшихся в различных геодинамических

обстановках и характеризующихся разными физическими свойствами, во многом определяющими закономерности формирования в них полезных ископаемых. Поэтому определение глубины ее залегания и морфологии имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Традиционно фундаментом платформы принято считать консолидированное основание, сложенное дислоцированными геосинклинальными осадочными и магматическими формациями. Горные породы, слагающие фундамент платформы, формируются в геосинклинальную стадию развития, которая завершается складчатостью, региональным метаморфизмом и гранитизацией [4], то есть становлением коры континентального типа. В соответствии с возрастом завершающей складчатости выделяются древние (докембрийские) платформы с кристаллическим фундаментом, и молодые (фанерозойские) – со складчатым фундаментом. Последние могут содержать в себе обломки более древней докембрийской континентальной коры.

Для территории запада Туранской плиты известно большое количество структурных карт и схем поверхности фундамента [1–10; 15 и др.], отражающих уровень информации на момент их составления, а также взгляды авторов на основные закономерности формирования континентальной коры. Сложилось два подхода к расчленению коры платформ с различным подходом к трактовке понятия «фундамент» и, соответственно, определению границы фундамент – чехол: «геологический» и «геофизический» [9]. Не останавливаясь на их рассмотрении, отметим, что геофизические методы дают косвенную информацию о строении земной коры и границах в ней, что при недостатке геологических данных может приводить к ошибкам при ее интерпретации. Один из наглядных примеров – несостоявшееся вскрытие Кольской сверхглубокой скважиной верхней мантии. Учитывая, что геология является историко-генетической наукой, мы будем руководствоваться соответствующим этому методом.

Согласно с последними теоретическими разработками в истории развития земной коры выделяются три основных стадии: океаническая, переходная (собственно геосинклинальная) и континентальная [21]. Во время переходной стадии происходит постепенное формирование нового гранитно-метаморфического слоя, что является характерной особенностью земной коры переходного типа. Одним из важных геологических признаков его формирования является начало орогенного стиля развития тех или иных тектонических зон, сопровождающегося образованием нижних моласс, связанных с возникновением зон тектонических поднятий и расчлененного гористого рельефа, поднятия возникают в результате тектонического скупивания и различных складчатых деформаций комплексов океанической и переходной стадий, их метаморфизма и гранитизации.

Интенсивное разрушение формирующегося рельефа, мощный вынос возникающего при этом обломочного материала и его быстрая аккумуляция в субаэральной или прибрежно-морской обстановке приводит к образованию нижних моласс. Состав обломочного материала в них, как правило, полимиктовый. Его основную массу составляют обломки пород и минералов, образующих сложно построенные конгломерато-песчано-алевритовые толщи. Обычно преобладают обломки кварцитов, различных эффузивов, кремнистых пород, известняков, граувакк, габроидов, плагиогранитов. Лишь в верхних частях нижнемолассовых серий в составе обломочного материала спорадически, а затем во все большем количестве появляются породы гранитно-метаморфического слоя: плагиогнейсы, гранитоиды калий-натриевого типа, а также калиевые полевые шпаты, кварц, аркозвая дресва. Это объясняется увеличением денудационного среза островных поднятий и выходом на дневную поверхность все более глубоких горизонтов земной коры [21].

Таким образом, собственно геосинклинальный этап, по сути дела, заканчивается накоплением нижних моласс [11; 21], обычно подвергшихся довольно существенным деформациям и постдиагенетическим преобразованиям. Формирование обширных областей или поясов с горным рельефом обуславливает образование и накопление

континентальных верхних моласс, являющихся одним из комплексов-показателей становления континентальной коры [21], и включаемых сторонниками выделения переходного (квазиплатформенного, тафрогенного и т. д.) комплекса в его состав [1; 7–8 и др.]. В качестве верхней молассы на обширных пространствах запада Туранской плиты выделяются красноцветные грубообломочные континентальные образования верхней перми.

В предшествующих наших работах [12–19] было показано, что формирование складчатого основания Туранской платформы в основном было завершено к началу поздней перми. Исключением являются зоны раннекиммерийской складчатости (Мангышлакско-Карашорской и Туаркыр-Караауданской) [14; 15]. Вопрос об их природе и истории развития – тема отдельного самостоятельного исследования. Отметим лишь, что в состав каратаусского комплекса пермо-триаса входит биркутская свита раннепермского возраста, сложенная нижнемолассовыми образованиями, аналогичными разновозрастным отложениям Южного Мангышлака, входящими в состав верхнего структурного яруса эпигерцинского фундамента [20]. В пределах хребтов западного и Восточного Каратау она выходит на дневную поверхность. На отложениях биркутской свиты без перерыва в осадконакоплении согласно залегают породы верхней перми и триаса, совместно испытавшие интенсивные деформации в конце триаса. По характеру и стилю деформаций и геофизическим параметрам складчатый комплекс пермо-триаса Горного Мангышлака практически не отличается от палеозойского складчатого основания платформы.

Анализ материалов бурения и комплекса геофизических данных позволил составить схему внутреннего строения фундамента, выделить в его составе разновозрастные складчатые зоны и блоки докембрийской консолидации [15], построить структурную карту поверхности гетерогенного и гетерохронного складчатого основания запада Туранской плиты. При ее построении использовался весь имеющийся к настоящему времени геолого-геофизический материал, включающий в себя данные бурения, грави- и магнитной съемки, сейсморазведки различных модификаций., что позволило выполнить достаточно детальные и достоверные структурные построения (рис. 1).

Северо-западным ограничением Туранской плиты служит тектонический шов, отделяющий Северо-Устюртский массив от Эмбинского прогиба. В рельефе поверхности фундамента Северному Устюрту отвечает крупная отрицательная структура, осложненная относительно погруженными (Бейнеуский, Самский, Косбулакский, Барсакельмесский прогибы) и приподнятыми (Бузачинское, Жайылганское, Чумыштинское, Актумсукское, Шольтауское, Байчагырское поднятия) зонами.

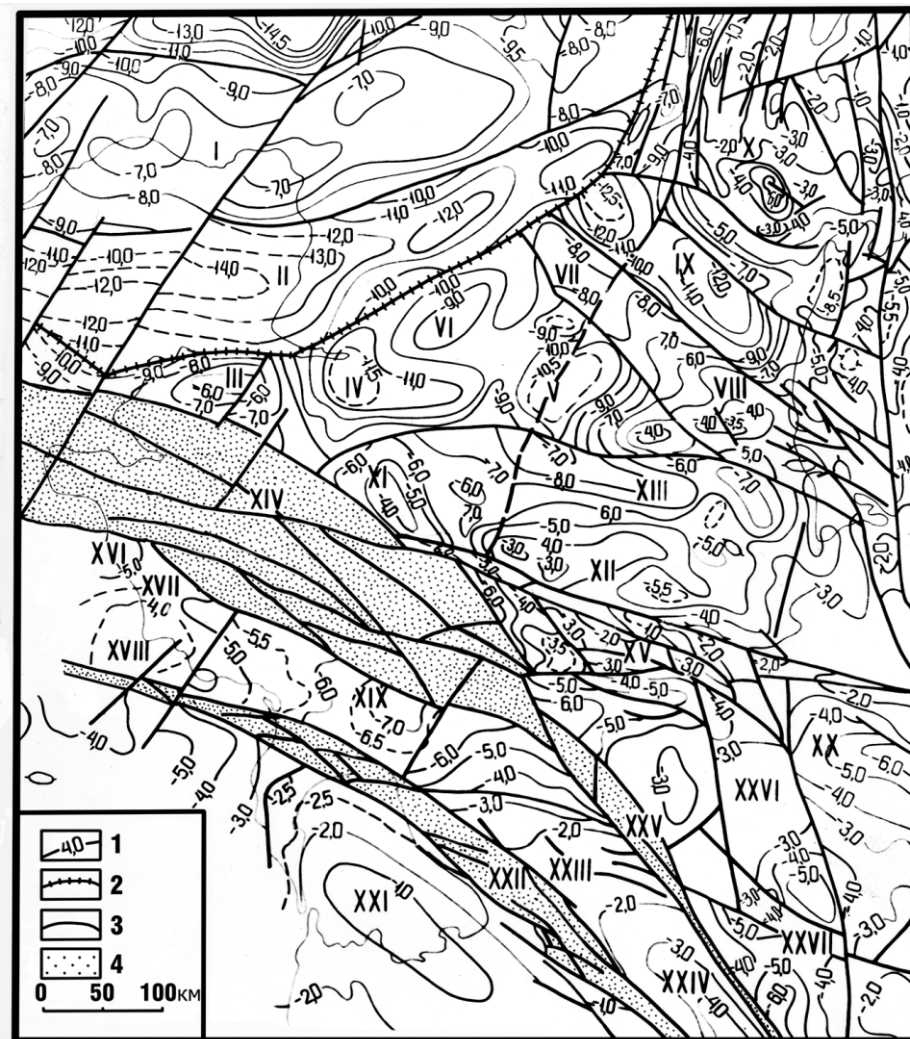


Рис. 1. Структурная схема поверхности фундамента запада Туранской плиты (по Северному Устурту и югу Прикаспия, использованы материалы [10]).

1 – стратогипсы, в км, 2 – юго-восточная граница Восточно-Европейской платформы, 3 – основные разломы, 4 – раннекиммерийские складчатые зоны.

Поднятия: I – Северо-Каспийское, III – Бузачинское, VI – Жайылганское, VII – Чумыштинское, VIII – Актумсукское, XI – Шольгауское, XII – Байчагырское, XV – Центрально-Устуртское, XVII – Карагиинская седловина, XVIII – Песчаномысское, XXI – Карабогазское, XXII – Туаркырское, XXIII – Кумсебшенское, XXVI – Сарыкамьшское.

Прогибы: II – Эмбинский, IV – Бейнеуский, V – Самский, IX – Косбулакский, X – Челкарский, XIII – Барсакельмесский, XIV – Центрально-Мангышлакский, XVI – Сегендыкский, XIX – Жазгурлинско-Учкудукский, XX – Дарьялык-Дауданский, XXIV – Учтаганский, XXVII – Верхнеузбойский

Наиболее погружен фундамент в пределах Косбулакекого прогиба, где его поверхность залегает на глубинах 12–12,5 км. Прогиб вытянут в северо-западном направлении и небольшой поперечной перемычкой разделяется на две депрессии. К северо-востоку от него выделяется изометричный Челкарский прогиб, в центральной части которого фундамент погружен на глубину более 6 км. Крупная отрицательная структурная форма, имеющая в плане вид треугольника, выделяется в центральной части Северного Устурта. Наибольшая глубина залегания фундамента

отмечается в осевых зонах Бейнеуского (около 12 км) и Самского (11 км) прогибов. Ось Бейнеуского прогиба изогнута в виде дуги, обращенной выпуклой стороной к юго-западу. По замкнутой изогипсе – 11 км его размеры по длинной оси 125 км, по короткой от 25 км в узкой восточной и до 65 км в более широкой западной части.

Самский прогиб субизометричной формы (85 x 60 км) на юге через разрывное нарушение граничит с Барсакельмесским прогибом. К северо-западу от него картируется Жайылганское поднятие, ограниченное изогипсой –9 км и вытянутое в северо-восточном направлении. Размеры поднятия 80 x 50 км.

Описанная глубокопогруженная зона с северо-востока Чумыштинским и Актумсукским поднятиями отделена от Косбулакского прогиба. Чумыштинский свод (100 x 80 км) находится к северо-западу от Актумсукского выступа фундамента. Поверхность фундамента в пределах данной системы поднятий изменяется от –7,5 км на северо-западе до – 3,5 км и менее в районе Актумсукского выступа. Северо-восточным и юго-западным ее ограничением служат крупные разрывные нарушения.

Вдоль юго-западной границы Северного Устюрта трассируется цепь сводовых поднятий. Крайним из них на северо-западе является Бузачинский свод (125 x 80 км). Максимальная глубина залегания фундамента в его пределах порядка 6 км. Разломом северо-восточной ориентации свод рассечен на две части, западная из которых не сколько погружена.

Размеры Шольтауского свода 80 x 50 км, амплитуда около 2,5 км. С юга и северо-запада свод ограничен разрывными нарушениями.

Располагающееся к востоку Байчагырское поднятие имеет вытянутую в субширотном направлении форму. Размеры в пределах замкнутой изогипсы –4 км 150 x 32 км. В южной приразломной части поднятия выделяются два небольших купола, оконтуривающихся изогипсой –3 км.

К северу от Шольтауского и Байчагырского поднятий протягивается линейный Барсакельмесский прогиб (300 x 45–50 км), расширяющийся к западу, где глубина кровли фундамента достигает 8–9 км.

Повышенной плотностью разрывных нарушений отличается Центрально-Устюртская зона поднятий. Здесь наиболее приподнят Айбугирский блок (менее 1 км), к югу от которого наблюдается ступенчатое погружение поверхности фундамента.

Южнее рассмотренных зон простирается протяженная Южно-Мангышлакско-Устюртская система прогибов. Ее крайним западным звеном является Сегендыкский структурный залив, открывающийся в Каспийское море. К югу от него картируется изометричный (75 x 75 км) Песчаномысский свод, фундамент которого вскрывается скважинами на глубинах менее 4 км.

Небольшой по размерам Карагинской седловиной Сегендыкский структурный залив отделяется от обширного Жазгурлинско-Учкудукского прогиба. Примечательно, что наибольшие глубины залегания поверхности фундамента (более 7 км) отмечаются здесь на участках, отвечающих в плане седловинам в платформенном чехле Карынжарыкской и Биринжикской. В их пределах Жазгурлинско-Учкудукский прогиб по существу сливается с Центрально-Мангышлакским.

На крайнем востоке вырисовывается Дарьялык-Дауданский прогиб, в осевой части которого фундамент погружен на глубины, превышающие 5 км.

В южных районах исследуемой территории фундамент залегает на сравнительно небольших глубинах или даже, как, например, на Туаркыре, выведен на дневную поверхность. Крупнейшим структурным элементом здесь является Карабогазский свод, в центральной части которого мощность осадочного чехла резко сокращена и не превышает одного километра. С северо-востока он опоясан Туаркыр-Караауданской зоной раннекиммерийской складчатости, имеющей чрезвычайно сложное мелкоблочное строение. Предполагается, что такой же зоной является Карашорская система дислокаций.

Между ними заключен относительно проста построенный блок фундамента, в северной части которого выделяется Кумсебшенская седловина с глубиной его залегания менее 2 км, разделяющая Жазгурлинско-Учкудукский и Учтаганский прогибы. В пределах последнего складчатое основание платформы погружено, более чем на три километра.

К востоку от Карашорской зоны располагается Сарыкамьшское поднятие (глубина фундамента в своде менее 3 км), отделяющее Южномангышлакско-Устюртскую систему прогибов от Верхне-Узбойского прогиба.

Таким образом, выполненные построения позволили закартировать структуру поверхности складчатого основания запада Туранской платформы, что позволяет более обосновано решать вопросы формирования и поисков месторождений полезных ископаемых в ее пределах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-05-00165-а.

Список литературы

1. Буш, В. А. Тектоника эпигеосинклинального палеозоя Туранской плиты и ее обрамления / В. А. Буш, Р. Г. Гарецкий, Л. Г. Кирюхин. – М. : Наука, 1975. – 192 с.
2. Волож, Ю. А. Строение фундамента западного Казахстана по геофизическим данным / Ю. А. Волож, Р. Б. Сапожников // Советская геология. – 1974. – № 12. – С. 79–93.
3. Гарецкий, Р. Г. Глубина залегания и строение складчатого фундамента северной части Туранской плиты (Западный Казахстан) / Р. Г. Гарецкий, В. И. Шрайбман. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 90 с.
4. Геологический словарь. – М. : Недра, 1973. – Т. 2. – 450 с.
5. Голубовский, В. А. Скифско-Туранская плита, принципы разделения фундамента и чехла / В. А. Голубовский. // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 1961. – Т. 56, № 1. – С. 16–29.
6. Димаков, А. И. Глубинная структура Мангышлака / А. И. Димаков, А. И. Тамаров. – Л. : Недра, 1973. – 90 с.
7. Кунин, Н. Я. Промежуточный структурный этаж Туранской плиты / Н. Я. Кунин. – М. : Недра, 1974. – 264 с.
8. Летавин, А. И. Фундамент молодой платформы юга СССР / А. И. Летавин. – М. : Наука, 1980. – 162 с.
9. Леонов, Ю. Г. Консолидированная кора Каспийского региона : опыт районирования / Ю. Г. Леонов, Ю. А. Волож, М. П. Антипов, В. А. Быкадоров, Т. Н. Хераскова. – М. : ГЕОС, 2010. – 64 с.
10. Липатова, В. В. Доюрский комплекс Северного Устюрта и полуострова Бузачи / В. В. Липатова, Ю. А. Волож, Э. С. Воцалевский. – М. : Недра, 1985. – 133 с.
11. Моссаковский, А. А. Орогенные структуры и вулканизм палеозой Евразии и их место в процессе формирования континентальной земной коры / А. А. Моссаковский. – М. : Наука, 1976. – 216 с.
12. Попков, В. И. Глубинное строение запада Туранской плиты / В. И. Попков, М. И. Калинин, Ш. М. Сейфулин // Доклады академии наук СССР. – 1985. – Т. 284, № 4. – С. 939–943.
13. Попков, В. И. Породы фундамента юго-запада Туранской плиты / В. И. Попков, О. В. Япаскерт, А. А. Демидов // Советская геология. – 1985. – № 9. – С. 106–113.
14. Попков, В. И. Тектоника доюрского осадочного комплекса запада Туранской плиты / В. И. Попков // Геотектоника. – 1986. – № 4. – С. 106–116.
15. Попков, В. И. Тектоника запада Туранской плиты / В. И. Попков. – М. : ИГиРГИ, 1992. – 148 с.
16. Попков, В. И. Глубинная структура Северного Устюрта : по материалам сейсморазведки МОГТ / В. И. Попков, В. А. Воскобой, А. Н. Нурманов. – М. : ИГиРГИ, 1993. – 94 с.
17. Попков, В. И. Состав и постдиагенетические преобразования отложений нижнего структурного яруса палеозоя запада Туранской плиты / В. И. Попков, И. В. Попков // Геология, география и глобальная энергия. – 2019. – № (75). – С. 67–77.
18. Попков, В. И. Структурно-формационная характеристика верхнепалеозойских отложений запада Туранской плиты / В. И. Попков, И. В. Попков // Геология, география и глобальная энергия. – 2019. – № 4(75). – С. 9–17.

19. Попков, В. И. Структура фундамента Мангышлака и Устюрта по геофизическим данным плиты / В. И. Попков, И. В. Попков // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. – 2020. – № 27. – С. 52–57.

20. Попков, В. И. Литологическая характеристика и возраст биркутской свиты Горного Мангышлака / В. И. Попков, И. Е. Дементьева // Экзолит–2020. Литологические школы России : годовое собрание (научные чтения), посвященные 215-летию основания Московского общества испытателей природы. – М. : МАКС Пресс, 2020. – С. 174–176.

21. Тектоника Северной Евразии (Объяснительная записка к тектонической карте Северной Евразии масштаба 1 : 5 000 000). – М. : Наука, 1980. – 222 с.

References

1. Bush, V. A. Gareckij, R. G., Kiryuhin, L. G. *Tektonika epigeosinklinal'nogo paleozoya Turanskoj plity i ee obramleniya* [Tectonics of the epigeosynclinal Paleozoic of the Turan plate and its framing]. M., Nauka, 1975, 192 p.

2. Volozh, Y. A., Sapozhnikov, R. B. *Stroenie fundamenta zapadnogo Kazahstana po geofizicheskim dannym* [The structure of the foundation of Western Kazakhstan according to geophysical data]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology]. 1974, no. 12, pp. 79–93.

3. Gareckij, R. G., Shrajbman V. I. *Glubina zaleganiya i stroenie skladchatogo fundamenta severnoj chasti Turanskoj plity (Zapadnyj Kazahstan)*. [The depth and structure of the folded basement of the northern part of the Turan plate (Western Kazakhstan)]. M., *Izd-vo AN SSSR* [Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR], 1960, 90 p.

4. *Geologicheskij slovar'* [Geological Dictionary]. M., Nedra, vol. 2, 1973, 450 p.

5. Golubovskij, V. A. *Skifsko-Turanskaya plita, principy razdeleniya fundamenta i chekhla* [Scythian-Turanian plate, principles of separation of basement and cover]. *Byull. MOIP. Otd. Geol.* [Bull. MOIP. Dept. geol.], 1961, vol. 56, no. 1, pp.16–29.

6. Dimakov, A. I., Tamarov A. I. *Glubinnaya struktura Mangyshlaka* [Deep structure of Mangyshlak]. L., Nedra. 1973, 90 p.

7. Kunin, N. Y. *Promezhutochnyj strukturnyj etazh Turanskoj plity* [Intermediate structural floor of the Turan plate]. M., Nedra, 1974, 264 p.

8. Letavin, A. I. *Fundament molodoy platformy yuga SSSR* [Foundation of the young platform of the south of the USSR]. M., Nauka, 1980, 162 p.

9. Leonov, Y. G. Volozh Y. A., Antipov, M. P., Bykadorov, V. A., Heraskova, T. N. *Konsolidirovannaya kora Kaspijskogo regiona: opyt rajonirovaniya* [Consolidated crust of the Caspian region: experience of regionalization]. M., GEOS, 2010, 64 p.

10. Lipatova, V. V., Volozh, Y. A., Vocalevskij, E. S. *Doyurskij kompleks Severnogo Ustyurta i poluostrova Buzachi* [Pre-Jurassic complex of Northern Ustyurt and the Buzachi peninsula]. M., Nedra, 1985, 133 p.

11. Mossakovskij, A. A. *Orogennye struktury i vulkanizm paleozoid Evrazii i ih mesto v processe formirovaniya kontinental'noj zemnoj kory* [Orogenic structures and volcanism of the Eurasian paleozoids and their place in the formation of the continental crust]. M., Nauka, 1976, 216 p.

12. Popkov, V. I. Kalinin, M. I., Sejfulin, S. M. *Glubinnoe stroenie zapada Turanskoj plity* [Deep structure of the west of the Turan plate]. *Doklady akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1985, vol. 284, no. 4, pp. 939–943.

13. Popkov, V. I. Yapaskurt, O. V. Demidov, A. A. *Porody fundamenta yugo-zapada Turanskoj plity* [Rocks of the basement of the south-west of the Turanian plate]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology]. 1985, no. 9, pp. 106–113.

14. Popkov, V. I. *Tektonika doyurskogo osadochnogo kompleksa zapada Turanskoj plity* [Tectonics of the Pre-Jurassic Sedimentary Complex of the West of the Turan Plate]. *Geotektonika* [Geotectonics]. 1986, no. 4, pp. 106–116.

15. Popkov, V. I. *Tektonika zapada Turanskoj plity* [Tectonics of the West of the Turan Plate]. M., IGI RGI, 1992, 148 p.

16. Popkov, V. I., Voskoboij, V. A., Nurmanov, A. N. *Glubinnaya struktura Severnogo Ustyurta (po materialam sejsmorazvedki MOGT)* [Deep structure of Northern Ustyurt (based on CDP seismic data)]. M., IGI RGI, 1993, 94 p.

17. Popkov, V. I., Popkov, I. V. *Sostav i postdiageneticheskie preobrazovaniya otlozhenij nizhnego strukturnogo yarusa paleozoya zapada Turanskoj plity* [Composition and postdiagenetic transformations of sediments of the lower structural stage of the Paleozoic in the west of the Turan plate]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, Geography and Global Energy]. 2019, no. (75). pp. 67–77.

18. Popkov, V. I., Popkov I. V. *Strukturno-formacionnaya karakteristika verhnepaleozojskih otlozhenij zapada Turanskoj plity plity* [Structural and Formational Characteristics of the Upper Paleozoic Deposits of the West of the Turan Plate]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, Geography and Global Energy]. 2019, no. 4(75), pp. 9–17.

19. Popkov, V. I., Popkov, I. V. *Struktura fundamenta Mangyshlaka i Ustyurta po geofizicheskim dannym plity* [The structure of the basement of Mangyshlak and Ustyurt according to geophysical data of the plate]. *Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnih resursov Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Geology. Bulletin of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan]. 2020, no. 27, pp. 52–57.

20. Popkov, V. I., I. E. Dement'eva *Litologicheskaya karakteristika i vozrast birkutskoj svity Gornogo Mangyshlaka* [Lithological characteristics and age of the Birkut suite of Gorny Mangyshlak]. *Ekzolit–2020. Litologicheskie shkoly Rossii. Godichnoe sobranie (nauchnye chteniya), posvyashchennye 215-letiyu osnovaniya Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody* [Exolite–2020. Lithological schools of Russia. Annual meeting (scientific readings) dedicated to the 215th anniversary of the founding of the Moscow Society of Naturalists]. M., MAKS Press, 2020, pp. 174–176.

21. *Tektonika Severnoj Evrazii (Ob'yasnitel'naya zapiska k tektonicheskoy karte Severnoj Evrazii masshtaba 1 : 5 000 000)* [Tectonics of Northern Eurasia (Explanatory note to the tectonic map of Northern Eurasia on a scale of 1 : 5,000,000)]. M., Nauka, 1980, 222 p.