

УДК 551.24

**Тектонический режим района Сухоложской геологической  
практики в среднем девоне и вулканические дуги  
в фундаменте Западной Сибири**

**Ю. А. Загоровский**

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия  
e-mail: zagorovskijja@tyuiu.ru*

*Аннотация.* В статье кратко описаны современные представления о тектоническом режиме района работ учебной практики студентов-геологов Тюменского индустриального университета в окрестностях города Сухой Лог Свердловской области. Актуальность работы обусловлена нуждами учебного процесса. Собраны сведения о геологическом строении девонских и каменноугольных образований района работ, описаны некоторые наиболее характерные обнажения горных пород палеозойского возраста. Приведены краткие современные сведения о генезисе Уральского горно-складчатого пояса. Объектом практики являются в том числе и рифогенные, и рифогенно-аккумулятивные известняки эйфельского возраста в районе водопада на реке Шата, а также фрагменты вулкана Шата. Согласно данным других исследователей, он входит в вулканическую дугу, возникшую в районе работ в среднем девоне над зоной субдукции ложа ордовикско-силурийского Палеоуральского океана под коллаж разновозрастных террейнов и палеоконтинентов (палеозойский фундамент современной Западно-Сибирской плиты). Приведена возможная схема зоны субдукции, существовавшей в районе работ в среднем девоне. Аналогичные объекты известны в доюрском основании Западной Сибири, с ними связаны залежи нефти и газа. В этом плане массивы известняков и вулканитов, обнажающиеся в районе Сухоложской практики тюменских студентов, являются хорошими натурными аналогами объектов поисковых работ на нефть и газ в Западной Сибири.

*Ключевые слова:* Сухой Лог; река Шата; вулканическая дуга; субдукция; девон; эйфель

**Tectonic regime of the area of the Sukhoi Log geological practice  
in the Middle Devonian and volcanic arcs in the basement of Western Siberia**

**Yuri A. Zagorovsky**

*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia  
e-mail: zagorovskijja@tyuiu.ru*

*Abstract.* The article briefly describes current understanding of the tectonic regime of study area. It is related to the field geological practice of students of Industrial University of Tyumen. Study area is located at the western edge of Sukhoi Log town, Sverdlovsk region. The relevance of the work is related to the educational process. Information about the geological structure of the Devonian and Carboniferous formations of study area is collected. Some of the most characteristic outcrops of Paleozoic are described. Actual information about the Ural mountain genesis is given. The list of studied objects includes the outcrop of Eifelian

reefal limestones near to the Shata waterfall and the ruins of a volcano. According to other researchers, it is a part of Middle Devonian volcanic arc, which was formed over the subduction zone. Here the Ordovician-Silurian Paleouralian Ocean were subducted under the collage of different-age terrains and paleocontinents (Paleozoic basement of the modern West Siberian Plate). A possible section across the Middle Devonian subduction zone of study area is presented. Similar objects associated with the oil and gas are known in the Pre-Jurassic basement of Western Siberia. The limestones and volcanic massifs exposed near the Sukhoi Log are good natural equivalents of the objects of oil and gas exploration in Western Siberia.

*Key words:* Sukhoi Log; Shata river; volcanic arc; subduction; Devonian; Eifelian

### **Введение**

Вот уже более пятидесяти лет подряд в июне месяце оканчивающие первый курс обучения студенты геологических специальностей Тюменского индустриального университета организованной группой выезжают в город Сухой Лог Свердловской области. Вблизи западной окраины этого зауральского городка каждое лето проходит учебная полевая геологическая практика студентов-первокурсников. Студенты получают навыки полевых наблюдений, знакомятся с горными породами, встречающимися по ходу учебных геологических маршрутов, и формами их залегания. Ознакомление с геологическими обнажениями традиционно проходит успешно, однако общая, региональная картина истории тектонического развития района работ в среднем палеозое обычно не изучается. Необходимость краткого изложения ее для понимания студентом-первокурсником — давно назревшая задача учебного процесса. Это и предполагается сделать в данной статье. Поскольку наблюдаемые обнажения являются аналогами нефтегазопысковых объектов в доюрском основании Западной Сибири, их изучение интересно для геолога-нефтяника.

### **Объект исследования**

Город Тюмень расположен в юго-западной части огромной Западно-Сибирской равнины. На поверхности этой гигантской по площади территории под почвенным слоем повсеместно залегает слой терригенных осадочных пород (пески, глины) четвертичного возраста. Их мы видим на поверхности в руслах рек, на склонах обрывов в поймах, на берегах озер, они используются в строительстве. Удивительно «плоский» рельеф унаследован Западно-Сибирской равниной из палеогенового периода, когда Западная Сибирь была дном огромного палеогенового моря. Его воды плескались от приподнятого Уральского берега до Салаирского кряжа (район города Новосибирска) и заливали полностью всю современную Западную Сибирь, на севере соединяясь с водами северных морей. На дне палеогенового моря откладывались слои тонкодисперсных глин. Это так называемые голубые глины (тавдинская свита), которые подстилают четвертичные отложения и вскрыты карьером «Тюменнеруд» у поселка Винзили [1]. Они добываются для производства огнеупорного кирпича и керамзита. В глинах встречаются конкреции, содержащие пирит, глауконит, гипс, раковины моллюсков, характерных для палеогенового периода [1].

Мы едем на запад, к берегу этого палеогенового моря, к хребту Уральских гор (рис. 1), который и в палеогене представлял собой возвышенную сушу. В соответствии с плейт-тектоническими представлениями Уральские горы — это сильно помятый, вздыбленный край Восточно-Европейской платформы (ее фундамент — докембрий, осадочный чехол — в основном палеозой), на большей части перекрытый обдуцировавшими («наехавшими») на него слоями палеозойского фундамента Западной Сибири (рис. 2) [2–5]. Здесь на поверхность выходят твердые консолидированные породы доюрского возраста — известняки, базальты и многие другие. Эти доюрские породы находятся и в Тюмени, только они перекрыты, вдобавок к палеогеновым, слоями меловых и юрских отложений, из которых на севере Западной Сибири добывают нефть и газ. В юре, мелу и кайнозое Западная Сибирь была депрессией — осадочным бассейном, заполнявшимся терригенными осадками, песками и глинами, продуктами разрушения окружавших его горных сооружений (Урал, древние горы Восточной Сибири и Северного Казахстана). На Сухоложской практике изучаются выходы доюрского основания Западной Сибири — толщи горных пород, сформировавшиеся на границе Западной Сибири и Восточно-Европейской платформы в палеозое.

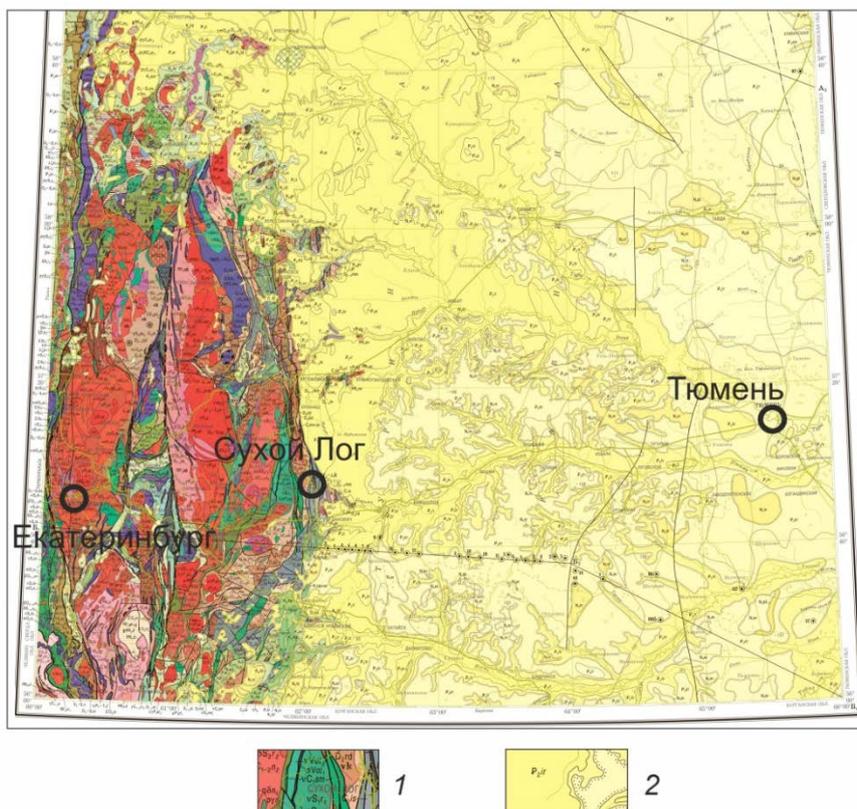
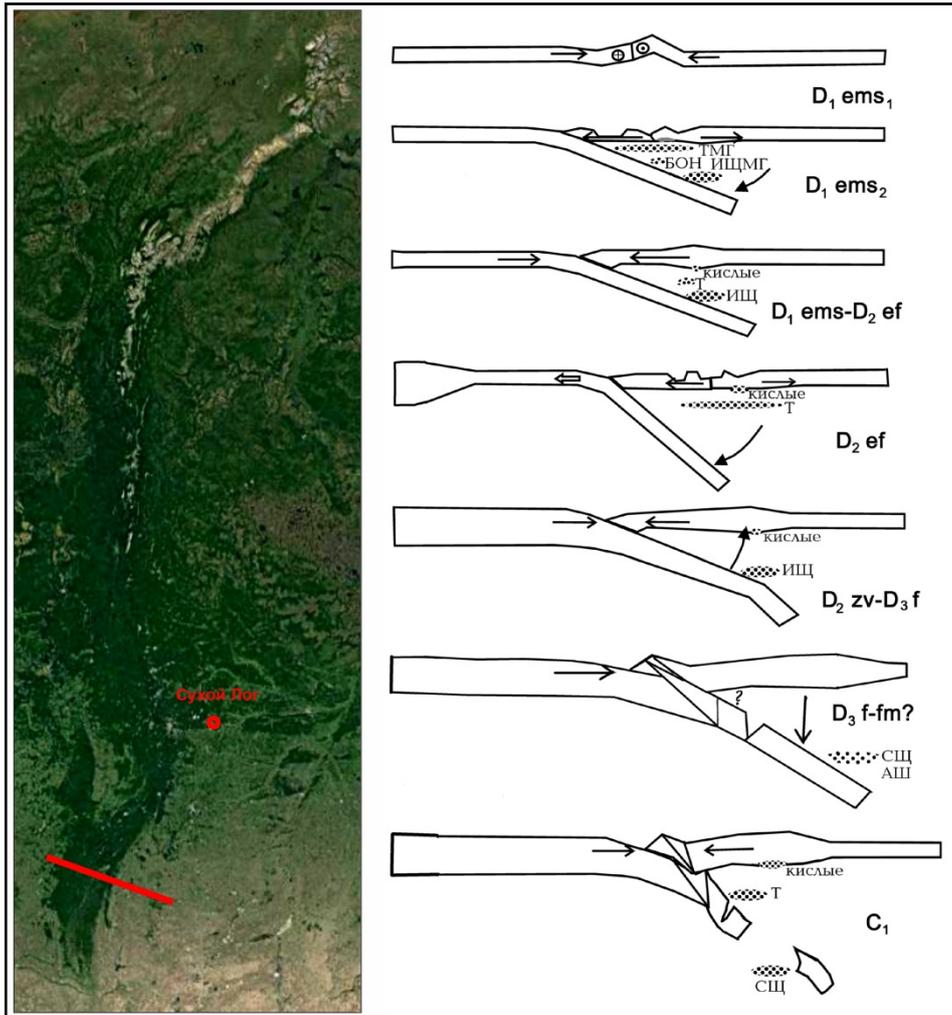


Рис. 1. Расположение района учебной геологической практики на государственной геологической карте доплиоценовых образований масштаба 1:1000000 [2]  
(1 — палеозой Уральского складчатого пояса; 2 — кайнозойские осадочные толщи Западно-Сибирской плиты)



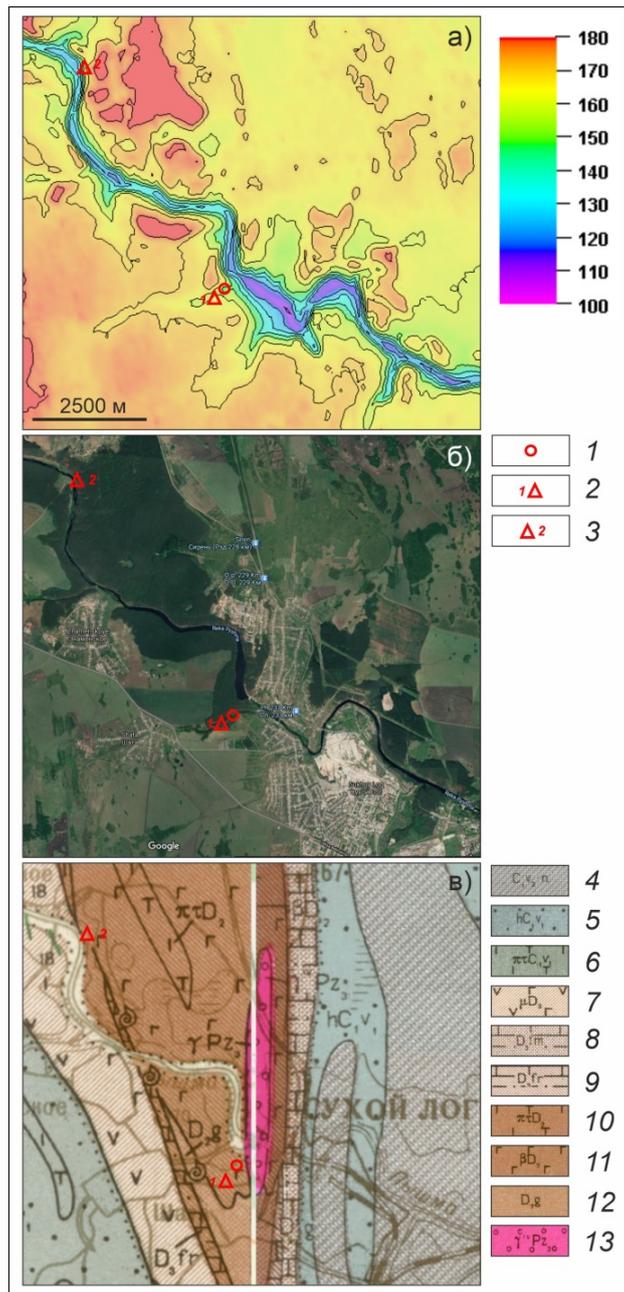
**Рис. 2. Уральский горно-складчатый пояс на космоснимке Google Maps, схема зарождения и развития Магнитогорской островной дуги, зоны субдукции дна Палеоуральского океана под Казахстанский палеоконтинент (фундамент южной части современной Западно-Сибирской плиты) и последующей его коллизии с окраиной Восточно-Европейской платформы [5]**

Город Сухой Лог расположен между Тюменью и Екатеринбургом, немало на север от трассы. В черте города на поверхность выходит большой массив крепких скальных пород — светло-серых известняков, относящихся к доюрскому фундаменту Западной Сибири [6] (рис. 3, 4). Известняк — органогенно-хемогенная осадочная горная порода, состоящая в основном из минерала кальцита, представляющего собой карбонат кальция. Он является важным полезным ископаемым, из него делают оксид кальция — один из главных компонентов цемента. Куски известняка дробятся, измельчаются и обжигаются в заводской печи при температуре около 1 000 °С. Под действием такой температуры карбонат кальция распадается на оксид кальция и углекислый газ. Так работает Сухоложский цементный завод, один из крупнейших в Уральском федеральном округе. В известняках

найденны останки организмов, живших в раннем карбоне. Современные четвертичные известняки образуются в современных мелководных теплых морях вблизи экватора. Исходный компонент почти всех известняков — скелеты и раковины организмов, извлекающих ионы кальция из морской воды и синтезирующих карбонат кальция. Логично думать, что в раннем карбоне, в эпоху накопления слоев сухоложских известняков на месте восточного склона современного Уральского хребта, вытянутого в субмеридиональном направлении, была прибрежная часть теплого моря, где жили рифостроящие организмы, похожие на современные: кораллы, губки, специфические водоросли, моллюски с толстыми раковинами. Море распространялось и на восток, в Западную Сибирь. Текстура залегающих в черте города известняков массивная, они состоят в основном из мелких частиц, неразличимых невооруженным глазом. Известняки, наблюдаемые в черте города, рассечены руслом реки Пышмы. Наблюдая разрез, вскрытый рекой, легко заметить, что слои известняков не горизонтальны, то есть находятся не в первичном залегании, они сильно наклонены (рис. 5). Падают слои известняков против направления течения реки. На западной окраине города течение реки почти перпендикулярно направлению падения слоев известняков, имеющих, таким образом, субмеридиональное простирание, сонаправленное с современными очертаниями Уральского хребта.

Система, Отдел	Ярус, Подъярус	Литология	Где можно наблюдать
Карбон, нижний C <sub>1</sub>	Средне- и Верхневизейский C <sub>1v2-3</sub>	Известняки	Скала Зуб, и обнажения по берегам р. Пышма в черте г. Сухой Лог
	Нижневизейский C <sub>1v1</sub> Турнейский C <sub>1t</sub>	Алевриты, аргиллиты, песчаники, угли	Небольшое обнажение круто падающих пластов углей на северной окраине г. Сухой Лог
Девон, средний D <sub>2</sub>	Эйфельский D <sub>2ef</sub>	Рифогенно-аккумулятивные известняки	Водопад на р. Шата, правый берег
		Рифогенные известняки	Водопад на р. Шата, левый берег
		Вулканиты (базальты, андезиты, туфы и др.)	Фрагменты вулкана на р. Шата

Рис. 3. Некоторые наиболее характерные обнажения горных пород палеозойского возраста в районе учебной геологической практики



**Рис. 4. Изогипсы рельефа дневной поверхности (а), космоснимок Google Maps (б) и фрагмент геологической карты [6] района работ (в)**  
 (1 — палаточный лагерь; 2 — вулкан Шата; 3 — вулкан Дивий Камень; 4 — средне- и верхневизейские известняки; 5 — нижневизейская угленосная толща; 6 — нижневизейские альбитофиры кварцевые; 7 — порфириты и туфы верхнего девона; 8 — известняки фаменского яруса верхнего девона; 9 — известняки франского яруса верхнего девона; 10 — альбитофиры кварцевые и бескварцевые, их туфы; 11 — диабазы, порфириты базальтовые, их туфы; 12 — известняки эйфельского и живетского ярусов; 13 — позднепалеозойские интрузии, гранит-порфиры и кварцевые порфиры)



*Рис. 5. Выход известняков нижнего карбона (скала Зуб) на правом берегу реки Пышмы (вид с запада), положение объекта на космоснимке Google Maps*

В северной части города можно наблюдать слои терригенных пород — алевролитов, вмещающих конкреции, и углей. Слои смяты в крутые складки, они падают почти вертикально.

Место для лагеря — поляна в лесу вблизи западной окраины города. Вблизи стоянки студентов можно наблюдать обширный ровный возвышенный участок, поверхность которого также состоит из известняков. На месте палаточного лагеря, на левом берегу реки Шаты, распространены уже не известняки, а темные и крепкие магматические породы, фрагменты которых можно наблюдать в устье этой небольшой речки, под мостиком. Судя по отсутствию видимых кристаллов (скрытокристаллическая структура пород), эти магматиты, скорее всего, когда-то изверглись на поверхность и быстро остыли, то есть наблюдаемые магматиты — эффузивные (вулканиды). Вулканические породы широко распространены по берегам реки Шаты. Пройдя выше по течению, западнее лагеря можно увидеть довольно крупное обнажение вулканидов основного и среднего состава — базальтов, андезитов (рис. 6). Кое-где заметны мелкие миндалины — следы дегазации лавы. В некоторых местах наблюдаемые формы вулканидов можно интерпретировать как остатки шаровых отдельностей. Детальные исследования данного объекта маршрута свердловскими геологами [7–13] показывают, что перед нами фрагмент вулкана центрального типа, извергавшего андезитовые и базальтовые лавы. В советские годы объект был изучен серией скважин, в их разрезе установлены прожилки и вкрапления с повышенным содержанием сульфидов меди, цинка. Западнее, ниже по течению Шаты расположен небольшой водопад, где река снова вскрывает

серые известняки. Текстура известняков по левому берегу Шаты отличается от известняков цементного завода. Здесь можно заметить следы древних рифостроителей, характерных для эйфельского яруса среднего девона, отпечатки раковин брахиопод, кораллов. На этом основании можно предположить, что и расположенная рядом вулканическая постройка образовалась в эйфеле. Обрамляющие вулкан известняки, возможно, накопились на ее склонах.



*Рис. 6. Фрагменты среднедевонского вулкана на реке Шате*

Наблюдаемые в среднем течении Шаты фрагменты среднедевонского вулкана входят в цепочку синхронных вулканических построек, которая тянется субмеридиональной полосой вдоль простирания современного Уральского хребта. Например, крупный палеовулкан, известный как Дивий Камень, мы можем наблюдать выше по течению реки Пышмы вблизи поселка Рудянское. Такое расположение палеовулканов, а также текстуры и химический состав слагающих их пород говорят том, что они имеют над-субдукционную природу [7–12]. Описываемая среднедевонская вулканическая дуга маркирует зону субдукции тяжелой плиты ордовикско-силурийского океана [14] под более легкий палеоконтинент (фундамент современной Западной Сибири) (рис. 7).

Четвертичные островодужные комплексы можно наблюдать в современных зонах субдукции, это — западный периметр Тихого океана (в том числе полуостров Камчатка и Курильские острова), Зондский архипелаг, Анtilьские острова и многие другие. Процессы субдукции исчезнувших ныне океанов традиционно рассматриваются ученым сообществом в качестве механизма образования горно-складчатых поясов [15–19].

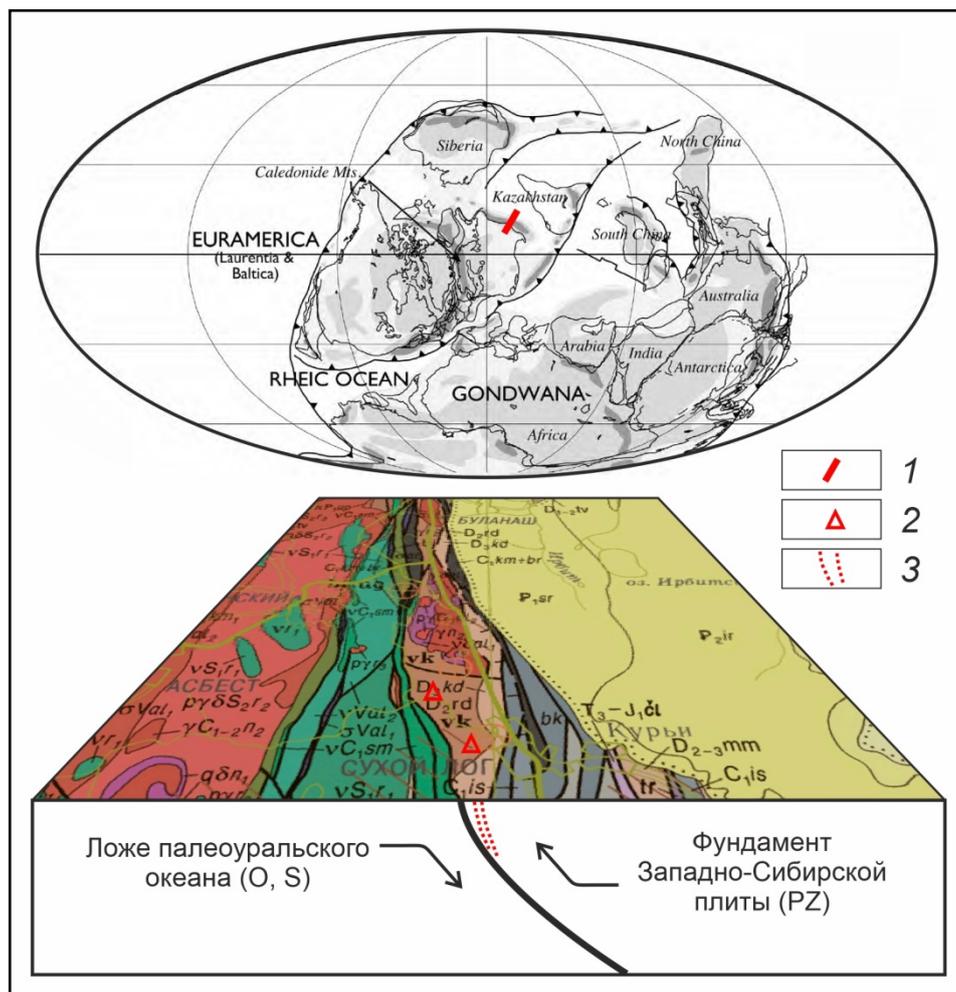


Рис. 7. Предполагаемое положение континентов в раннем девоне [14] и схематичный геологический разрез вкост современному уральскому простиранию через зону субдукции, существовавшую в районе работ в среднем девоне; использована геологическая карта [2] (1 — положение разреза через район учебной геологической практики; 2 — среднедевонские вулканы Шата и Дивий Камень; 3 — каналы поступления магмы к среднедевонской вулканической дуге)

Яркий пример хорошо сохранившейся вулканической дуги, возникшей при субдукции раннепалеозойского океана под Казахстанский палеоконтинент (фундамент южной части современной Западно-Сибирской плиты), мы можем наблюдать на южном Урале, в районе города Магнитогорска. Субдукция происходила в девоне. В силу стечения обстоятельств в отличие от многих других древних вулканических дуг Магнитогорская дуга относительно слабо деформирована, хорошо сохранилась (см. рис. 2). История ее развития была убедительно обоснована [4, 5, 16]. Наблюдаемая на Сухоложской практике раннедевонская вулканическая дуга синхронна Магнитогорской и, вероятно, является ее северным продолжением [20].

Элементы современных зон субдукции, а точнее, овеществленные свидетельства их существования можно наблюдать и вблизи палеоуральских палеоостроводужных образований. В соответствии с плейт-тектоническими представлениями к западу от вулкана Шата в среднем девоне располагался глубоководный желоб, западный борт которого сложен раннепалеозойской океанической корой, состоящей из основных и ультраосновных горных пород — базальтов, перидотитов. При закрытии палеоокеанов в результате субдуцирования основной части океанической плиты и последующей коллизии континентальных окраин происходит обдукция — скучивание и воздымание избежавших субдукции остатков океанической коры на континентальную окраину. Такие фрагменты древней океанической коры часто состоят в основном из серпентина (змеевика) — продукта метаморфизма исходных ультраосновных магматитов, поэтому они получили название «офиолиты» («змея», по-латыни — *serpens*, по-гречески — *orphis*) [21]. Фрагменты древней коры изучаемого нами на практике океана (офиолиты) представлены довольно обширным субмеридионально вытянутым поясом массивов ультраосновных пород, из которых ближайший к месту Сухоложской практики — баженовский [22]. Здесь, вблизи города Асбеста, добывают образовавшийся в результате метаморфизации дна Палеоуральского океана хризотил-асбест (минерал группы серпентина).

К востоку от вулкана Шата, между вулканической дугой и возвышенной частью континента, в соответствии с современными аналогами, в среднем-позднем девоне располагалось задуговое море (см. рис. 7). В нем, вероятно, и накопились слои средне- и позднедевонских известняков.

Закрытие Палеоуральского океана, последующая коллизия окраины Восточно-Европейского палеоконтинента и скопления разновозрастных террейнов и палеоконтинентов (составляющих палеозойский фундамент современной Западно-Сибирской плиты) привели к субширотному (в современной ориентации) сжатию слоев накопившихся известняков и вулканических образований и их деформации жестким фрагментом земной коры, напиранием со стороны современных Западной Сибири и Северного Казахстана (см. рис. 7).

В доюрском основании Западно-Сибирского нефтегазонасного бассейна вулканогенные, вулканогенно-осадочные породы распространены довольно широко [23, 24]. Значительная их часть связана с наполняющими грабены базальтами и туфами туринской серии, излияние которых многие исследователи связывают с региональным плюмовым событием на рубеже перми и триаса [25]. Эффузивные породы вскрыты в разных районах Западной Сибири многочисленными глубокими скважинами [24]. Споры о принадлежности того или иного образца, о надежности датирования остаются актуальными [26–31], однако сложно утверждать, что все они непременно связаны с пермо-триасовым вулканизмом. Представляется, что вулканические дуги, маркирующие зоны субдукции палеозойских океанов, существовавших на территории Западной Сибири [32–35], также могут присутствовать и в доюрском основании Западно-Сибирского нефтегазонасного бассейна. Массивы известняков и доломитов доюрского основания Западной Сибири являются перспективными резервуарами для нефти и газа. С подобными массивами трещиноватых известняков и доломитов связаны залежи нефти и газа в Новосибирской и Томской областях [36], на

Новопортовском месторождении на юге полуострова Ямал [37]. Образование перечисленных рифовых массивов, ныне насыщенных нефтью и газом, происходило в том числе на склонах островодужных вулканитов и в задуговых мелководных морях [33–38], подобно тому, как это происходило на западной окраине города Сухой Лог в эйфеле. Известно, что парагенезис рифовых известняков и вулканитов характерен для районов современного карбонатообразования [39, 40]. В этом плане массивы известняков и вулканитов, обнажающиеся в районе Сухоложской практики тюменских студентов, являются хорошими натурными аналогами объектов поисковых работ на нефть и газ в Западной Сибири. Присутствуют в палеозойском фундаменте Западной Сибири и офиолитовые ассоциации. Некоторыми исследователями предполагается возможной их связь с газоносностью осадочного чехла [41].

### **Результаты**

Итак, возможно предположить, что в позднем девоне район Сухоложской учебной практики был похож на район современной островной дуги (см. рис. 7), расположенной в тропическом экваториальном климате. Мы наблюдали остатки одного из вулканов центрального типа, входящих в состав девонской вулканической дуги. Вода была теплой, в ней жили моллюски с толстыми раковинами, кораллы, губки. Они сформировали у подножия вулкана барьерный риф. Вероятно, курорты побережья Палеоуральского океана в среднем девоне пользовались бы популярностью. Между цепочкой вулканов и берегом располагалось задуговое мелководное море, в котором накапливались слои известняков, а ближе к берегу, в лагунах — осадки алевритовой фракции и маломощные слои углей. В раннем карбоне площадь задугового бассейна расширилась, глубина моря увеличилась, в нем накапливались мощные равномерные слои известняков. В последующие периоды геологической истории позднедевонская вулканическая дуга и прилегающие геологические образования района Сухоложской практики были сильно деформированы.

### **Выводы**

Осмысливая результаты полевых геологических наблюдений, рассматривая отобранные образцы горных пород из обнажений, мы в очередной раз убеждаемся, что реконструкция облика древних ландшафтов, обстановок осадконакопления и проявлений магматизма невозможна без понимания того, где и как в настоящее время происходит образование современных аналогичных горных пород четвертичного возраста. Принцип актуализма (униформизма) с XIX века и по сей день повсеместно применяется при реконструкции истории геологического развития разных регионов нашей планеты [42].

Геологическое строение домезозойского ложа Западной Сибири является объектом активного изучения, и восточный склон Урала — как раз то место, где оно выходит на поверхность. Сухоложская практика позволяет ознакомиться со слагающими его породами, задуматься о механизмах их формирования, попытаться мысленно воспроизвести палеозойские ландшафты. У студентов сформируются вопросы, к которым, как хотелось бы

верить, они вернутся позже, и о которых будут задумываться в профессиональной жизни, в том числе изучая месторождения нефти и газа Западной Сибири.

### **Благодарности**

Автор статьи очень благодарен опытнейшему геологу, специалисту в области геологии Урала, кандидату геолого-минералогических наук Владимиру Сергеевичу Чупрову, с которым автору посчастливилось работать над изучением подтрапповых осадочных бассейнов полуострова Индостан, за критическую оценку рукописи, замечания, которые позволили улучшить данную статью, и поддержку.

Также автор выражает благодарность преподавателям кафедры геологии месторождений нефти и газа Тюменского индустриального университета Кириллу Александровичу Галинскому, Данилу Александровичу Кобылинскому, Андрею Александровичу Пономареву и Вере Михайловне Ивановой за их неоценимую помощь и поддержку.

### **Библиографический список**

1. On the Taxonomic Composition of Mollusks from the Tavda Formation of Western Siberia / S. V. Popov, Y. S. Trubin, P. V. Smirnov [et al.]. – DOI 10.1134/S0031030119010076. – Text : electronic // Paleontological Journal. – 2019. – Vol. 53, Issue 1. – P. 20–29.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Третье поколение. Уральская серия. О-41 (Екатеринбург). Карта доплиоценовых образований / Под редакцией А. В. Жданова. – Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ. – 2009. – Изображение : непосредственное.
3. Хаин, В. Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000) / В. Е. Хаин. – Москва : Научный мир, 2001. – 606 с. – Текст : непосредственный.
4. Пучков, В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении) / В. Н. Пучков ; Российская академия наук, Уфимский научный центр, Институт геологии. – Уфа : ДизайнПресс, 2010. – 280 с. – Текст : непосредственный.
5. Косарев, А. М. Петролого-геохимические особенности среднедевонско-раннекаменноугольных островодужных и коллизионных вулканитов Магнитогорской зоны в геодинамическом контексте / А. М. Косарев, В. Н. Пучков, И. Б. Серавкин. – Текст : непосредственный // Литосфера. – 2006. – № 1. – С. 3–21.
6. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Листы О-41-XXVI, О-41-XXVII / Под редакцией И. Д. Соболева ; Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии СССР. – 1966. – Изображение : непосредственное.
7. Огородников, В. Н. В краю потухших вулканов : учебное пособие / В. Н. Огородников, Е. А. Слободчиков, Ю. А. Поленов. – Екатеринбург : Изд-во УГГГА, 1997. – 228 с. – Текст : непосредственный.
8. Кузин, А. В. Геофизические исследования Сухоложского полигона в Зауралье : учебное пособие / А. В. Кузин. – Екатеринбург : Уральский государственный горный ун-т, 2004. – 94 с. – Текст : непосредственный.
9. Палеозойские вулканические постройки на Востоке среднего Урала и их петрогеохимия / Е. Н. Волчек, В. Н. Огородников, Е. А. Слободчиков, В. С. Червяковский. – Текст : непосредственный // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. – 2015. – № 18. – С. 185–191.
10. Волчек, Е. Н. Фрагменты палеовулканов восточного сегмента Среднего Урала и геохимическая характеристика вулканитов / Е. Н. Волчек, Е. А. Слободчиков, В. Н. Огородников. – Текст : непосредственный // Труды Института геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого. – 2014. – № 161. – С. 179–186.

11. Новые данные по петрогеохимии вулканических пород р. Пышмы (восточный склон среднего Урала) и их геодинамическая интерпретация / Е. Н. Волчек, В. С. Червяковский, Е. А. Слободчиков [и др.]. – DOI 10.21440/2307-2091-2017-1-7-13. – Текст : непосредственный // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – № 1(45). – С. 7–13.
12. Душин, В. А. Учебная геологосъемочная практика. Сухоложский полигон : учебно-методическое пособие / В. А. Душин, В. А. Рыбалко, К. Б. Алёшин. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2012. – 240 с. – Текст : непосредственный.
13. Коротеев, В. А. Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала / В. А. Коротеев, Т. В. Дианова, Л. Я. Кабанова. – Ленинград : Наука, 1979. – 129 с. – Текст : непосредственный.
14. Scotese, C. R. Atlas of Earth History. Volume 1, Paleogeography, PALEOMAP Project / C. R. Scotese. – Arlington, Texas, 2001. – 52 p. – Direct text.
15. Зоненшайн, Л. П. Тектоника внутриконтинентальных складчатых поясов / Л. П. Зоненшайн. – Текст : непосредственный // 27-й Международный геологический конгресс, Тектоника, Секция С.07. Доклады, Т. 7. – Москва : Наука, 1984. – С. 48–59.
16. Hamilton, W. The Uralides and the motion of the Russian and Siberian platforms / W. Hamilton. – Direct text // Geol. Soc. Am. Bull. – 1970. – Vol. 81. – P. 2553–2576.
17. Wilson, J. T. Did the Atlantic close and then re-open? / J. T. Wilson. – DOI 10.1038/211676a0. – Direct text // Nature. – 1966. – Vol. 211, Issue 5050. – P. 676–681.
18. Волчек, Е. Н. Особенности формирования Восточного сегмента Уральского палеозойского орогена в условиях аккреции и коллизии / Е. Н. Волчек, В. М. Нечехин. – Текст : непосредственный // Литосфера. – 2014. – № 6. – С. 45–52.
19. Пикулик, Е. А. Позднедевонский вулканизм Южного Урала как основа для геодинамического анализа зоны перехода океан – континент / Е. А. Пикулик, Н. В. Правикова, А. В. Тевелев. – Текст : непосредственный // Материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Петропавловск-Камчатский : ИВиС ДВО РАН, 2009. – С. 455–458.
20. Пучков, В. Н. О возрасте вулканогенных формаций и времени заложения островной дуги на востоке Среднего Урала / В. Н. Пучков, К. С. Иванов, А. В. Коровко. – Текст : непосредственный // ДАН СССР. – 1990. – Т. 315, № 5. – С. 1203–1205.
21. Coleman, R. G. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere? (Minerals, Rocks and Mountains, vol. 12) / R. G. Coleman. – DOI 10.1007/978-3-642-66673-5. – Berlin, Heidelberg, and New York : Springer-Verlag, 1977. – 229 p. – Direct text.
22. Берзин, С. В. Офиолитовые комплексы южной части Среднего Урала : специальность 25.00.04 «Петрология, вулканология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Берзин Степан Васильевич. – Екатеринбург, 2014. – 216 с. – Текст : непосредственный.
23. Сурков, В. С. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты / В. С. Сурков, О. Г. Жеро. – Москва : Недра, 1981. – 143 с. – Текст : непосредственный.
24. Брехунцов, А. М. Актуальность и значение изучения доюрских комплексов пород на современном этапе исследований Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции / А. М. Брехунцов. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2004. – № 7 (7). – С. 6–17.
25.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Dates from the West Siberian Basin : Siberian Flood Basalt Province doubled / M. K. Reichow, A. D. Saunders, R. V. White [et al.]. – DOI 10.1126/science.1071671. – Direct text // Science. – 2002. – Vol. 296, Issue 5574. – P. 1846–1849.
26. Бочкарев, В. С. О фундаментальных проблемах геологии Западно-Сибирской геосинеклизы / В. С. Бочкарев. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2017. – № 3(151). – С. 6–24.
27. Первые сведения по абсолютному возрасту пород фундамента Уренгойского нефтегазоносного района по цирконам u-Pb методом на shrimp II (Западная Сибирь) / В. С. Бочкарев, А. М. Брехунцов, С. А. Сергеев [и др.]. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2016. – № 3–4(142–143). – С. 8–27.
28. Бочкарев, В. С. Новый разрез палеозоя на севере Западной Сибири / В. С. Бочкарев, Б. И. Чувашов, К. Г. Лукомская. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2016. – № 7(146). – С. 6–13.
29. Изотопия (Pb, He, Sr, Nd), минералогия геохимия пермотриасовых базальтов Западно-Сибирского мегабассейна, вскрытых сверхглубокой скважиной Ен-Яхинской СГ-7 / С. В. Берзин, К. С. Иванов, В. С. Бочкарев, М. В. Зайцева. – Текст : непосредственный // Горные ведомости. – 2016. – № 3–4(142–143). – С. 28–43.

30. История геологического развития и строение фундамента Западной части Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна / К. С. Иванов, В. А. Коротеев, М. Ф. Печеркин [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50, № 4. – С. 484–501.
31. Строение и стратификация триас-юрских образований севера Западной Сибири / А. А. Нежданов, В. В. Огибенин, М. В. Мельникова, А. С. Смирнов. – Текст : непосредственный // *РОГТЕС*. – 2012. – № 31. – С. 62–69.
32. Филиппова, И. Б. Среднепалеозойские субдукционные пояса — ведущий фактор формирования структуры Центрально-Азиатского покровно-складчатого пояса / И. Б. Филиппова, В. А. Буш, А. Н. Диденко. – Текст : непосредственный // *Российский журнал наук о Земле*. – 2001. – Т. 3, № 6. – С. 405–426.
33. Исаев, Г. Д. Геологическая, палеогеографическая модели палеозоя Западно-Сибирской плиты и перспективы его нефтегазоносности / Г. Д. Исаев. – Текст : непосредственный // *Георесурсы*. – 2012. – № 6(48). – С. 24–30.
34. Палеозой Щучинского выступа: модель геологического строения островодужных комплексов в фундаменте Западно-Сибирской геосинеклизы / А. В. Каныгин, С. В. Сараев, Н. К. Бахарев [и др.]. – Текст : непосредственный // *Геология и геофизика*. – 2004. – Т. 45, № 1. – С. 59–78.
35. Выделение и картирование палеозойских рифовых массивов в Западной Сибири / Н. П. Запивалов, И. А. Пехтерева, З. Я. Сердюк, Г. Ф. Шматалюк. – Текст : непосредственный // *Геология нефти и газа*. – 1980. – № 11. – С. 5–12.
36. Запивалов, Н. П. Нефтегазовый потенциал палеозойского фундамента Западной Сибири (прогнозы и реальность) / Н. П. Запивалов. – Текст : непосредственный // *Нефтяное хозяйство*. – 2004. – № 7. – С. 76–80.
37. Воронов, В. Н. Палеозойские рифогенные постройки — новые нефтегазопищевые объекты Ямала / В. Н. Воронов, В. К. Коркунов, Д. А. Ивашкеева. – Текст : непосредственный // *Геология нефти и газа*. – 1997. – № 6. – С. 4–9.
38. Дубатов, В. Н. Палеогеография Западно-Сибирского моря в девонский период / В. Н. Дубатов, В. И. Краснов. – Текст : непосредственный // *Геология и геофизика*. – 1993. – Т. 34, № 4. – С. 27–36.
39. Darwin, Ch. *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the command of Capt. Fitz Roy, R.N* / Ch. Darwin. – London : John Murray, 1845. – 519 p. – Direct text.
40. Martin, R. E. *Earth's Evolving Systems : The History of Planet Earth, 2<sup>nd</sup> edition* / R. E. Martin. – Newark, Delaware : Jones & Bartlett Learning, 2016. – 615 p. – Direct text.
41. Серпентинизация мантийных перидотитов как основной источник глубинных углеводородов Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна / Ю. Н. Разницын, Г. Н. Гогоненков, Ю. А. Загорский [и др.]. – DOI 10.31431/1816-5524-2020-1-45-66-88. – Текст : непосредственный // *Вестник Камчатской региональной организации Учебно-научный центр*. Серия: Науки о Земле. – 2020. – № 1(45). – С. 66–88.
42. Lyell, Ch. *Principles of Geology. An attempt to explain the former changes of the Earth's surface by reference to causes now in operation. Volume 1. The fifth edition* / Ch. Lyell. – London : John Murray, 1837. – 460 p. – Direct text.

## References

1. Popov, S. V., Trubin, Y. S., Smirnov, P. V., Ordovsky, V. V., Goncharova, I. A., & Amitrov, O. V. (2019). On the Taxonomic Composition of Mollusks from the Tavda Formation of Western Siberia. *Paleontological Journal*, 53(1), pp. 20-29. (In English). DOI: 10.1134/s0031030119010076
2. Zhdanov, A. V. (Ed.) (2009). *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:1 000 000. Tret'e pokolenie. Ural'skaya seriya. O-41 (Ekaterinburg). Karta dopolnitelnykh obrazovaniy*. St. Petersburg, VSEGEI Publ. (In Russian).
3. Khain, V. E. (2001). *Tectonics of continents and oceans (year 2001)*. Moscow, Scientific World Publ., 606 p. (In Russian).
4. Puchkov, V. N. (2010). *Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)*. Ufa, DesignPoligraphService Publ., 280 p. (In Russian).
5. Kosarev, A. M., Puchkov, V. N., & Seravkin, I. B. (2006). Petrological-geochemical peculiarities of Middle Devonian-Early Carboniferous island-arc and collision volcanites of Magnitogorsk zone in geodynamic context. *Lithosphere*, (1), pp. 3-21. (In Russian).

6. Sobolev, I. D. (Ed.) (1966). Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200 000. Listy O-41-XXVI, O-41-XXVII. Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii Ministerstva geologii SSSR. (In Russian).
7. Ogorodnikov, V. N., Slobodchikov, E. A., & Polenov, Yu. A. (1997). V krayu potukhshikh vulkanov. Ekaterinburg, UGGGA Publ., 228 p. (In Russian).
8. Kuzin, A. V. (2004). Geofizicheskie issledovaniya Sukholozhskogo poligona v Zaural'e. Ekaterinburg, UGGGA Publ., 94 p. (In Russian).
9. Volchek, E. N., Ogorodnikov, V. N., Slobodchikov, E. A., & Chervjakovskii, V. S. (2015). Paleozoic volcanic structures in the east of Middle Ural and geochemistry of their rocks. Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P. N. Chirvinskogo, (18), pp. 185-191. (In Russian).
10. Volchek, E. N., Slobodchikov, E. A., & Ogorodnikov, V. N. (2013). Fragmenty paleovulkanov vostochnogo segmenta Srednego Urala i geokhimicheskaya kharakteristika vulkanitov. Trudy Instituta geologii i geohimii, (161), pp. 179-186. (In Russian).
11. Volchek, E. N., Slobodchikov, E. A., Ogorodnikov, V. N., Polenov, Yu. A., & Chervjakovskiy, V. S. (2017). New data on petrogeochemistry of volcanic rocks of Sukholozhsky area of the east slope of the Middle Urals and their geodynamic interpretation. News of the Ural State Mining University, (1), pp. 7-13. (In Russian). DOI: 10.21440/2307-2091-2017-1-7-13
12. Dushin, V. A., Rybalko, V. A., & Aljoshin, K. B. (2012). Uchebnaya geologos'emoch'naya praktika. Sukholozhskiy poligon. Ekaterinburg, UGGU Publ., 240 p. (In Russian).
13. Koroteev, V. A., Dianova, T. V., & Kabanova, L. Ya. (1979). Srednepaleozoyskiy vulkanizm Vostochnoy zony Urala. Leningrad, Nauka Publ., 129 p. (In Russian).
14. Scotese, C. R. (2001). Atlas of Earth History. Volume 1, Paleogeography, PALEOMAP Project. Arlington, Texas, 52 p. (In English).
15. Zonenshain, L. P. (1984). Tektonika vnutrikontinental'nykh skladchatykh pojasov. 27<sup>th</sup> Mezhdunarodny geologicheskii kongress, Tektonika, Sektsiya S.07. Doklady, Vol. 7, Moscow, Nauka Publ., pp. 48-59. (In Russian).
16. Hamilton, W. (1970). The Uralides and the motion of the Russian and Siberian plateforms. Geol. Soc. Am. Bull., (81), pp. 2553-2576. (In English).
17. Wilson, J. T. (1966). Did the Atlantic close and then re-open? Nature, 211(5050), pp. 676-681. (In English). DOI: 10.1038/211676a0
18. Volchek E. N., & Necheuhin, V. M. (2014). Features of formation of eastern segment Urals Paleozoic orogen under accretion and collision. Lithosphere, (6), pp. 45-52. (In Russian).
19. Pikulik, E. A., Pravikova, N. V., & Tevelev, A. V. (2009). Pozdnedevonskiy vulkanizm Yuzhnogo Urala kak osnova dlya geodinamicheskogo analiza zony perekhoda okean-kontinent. Materialy IV Vserossiyskogo simpoziuma po vulkanologii i paleovulkanologii, Petropavlovsk-Kamchatskiy, IViS DVO RAN Publ., pp. 455-458. (In Russian).
20. Puchkov, V. N., Ivanov, K. S., & Korovko, A. V. (1990). O vozraste vulkanogennykh formatsiy i vremeni zalozheniya ostrovnogo dugi na vostoche Srednego Urala. DAN SSSR, 315(5), pp. 1203-1205. (In Russian).
21. Coleman, R. G. (1977). Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere? (Minerals, Rocks and Mountains, vol. 12). Berlin, Heidelberg, and New York, Springer-Verlag, 229 p. (In English). DOI: 10.1007/978-3-642-66673-5
22. Berzin, S. V. (2014). Ofiolitovye komplekсы juzhnoj chasti Srednego Urala. Diss. ... kand. geol.-min. nauk. Ekaterinburg, 216 p. (In Russian).
23. Surkov, V. S., & Zhero, O. G. (1981). Fundament i razvitie platformennogo chekhla Zapadno-Sibirskoy plity. Moscow, Nedra Publ., 143 p. (In Russian).
24. Brekhuntsov, A. M. (2004). Aktual'nost' i znachenie izucheniya doyruskikh kompleksov porod na sovremennom etape issledovaniy Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsiyi. Gornye vedomosti, (7(7)), pp. 6-17. (In Russian).
25. Reichow, M. K., Saunders, A. D., White, R. V., Pringle, M. S., Al'mukhamedov, A. I., Medvedev, A. I., & Kirda, N. P. (2002). 40Ar/39Ar Dates from the West Siberian Basin: Siberian Flood Basalt Province doubled. Science, 296(5574), pp. 1846-1849. (In English). DOI: 10.1126/science.1071671
26. Bochkarev, V. S. (2017). O fundamental'nykh problemakh geologii Zapadno-sibirskoy geosineklizy. Gornye vedomosti, (3(151)), pp. 6-24. (In Russian).
27. Bochkarev, V. S., Brekhuntsov, A. M., Sergeev, S. A., Shokalsky, S. P., & Ugryumov, A. N. (2016). Pervye svedeniya po absoljutnomu vozrastu porod fundamenta Urengojnskogo neftegazonosnogo rajona po cirkonam u-Pb metodom na shrimp II (Zapadnaya Sibir'). Gornye vedomosti, (3-4(142-143)), pp. 8-27. (In Russian).

28. Bochkarev, V. S., Chuvashov, B. I., & Lukomskaya, K. G. (2016). Novyj razrez paleozoja na Severe Zapadnoj Sibiri. Gornye vedomosti, (7(146)), pp. 6-13. (In Russian).
29. Berzin, S. V., Ivanov, K. S., Bochkarev, V. S., & Zaitseva, M. V. (2016). Izotopija (Pb, He, Sr, Nd), mineralogijai geohimija permotriasovyh bazal'tov Zapadno-Sibirskogo megabassejna, vskrytyh sverhglubokoj skvazhinoj En-Jahinskoj SG-7. Gornye vedomosti, (3-4(142-143)), pp. 28-43. (In Russian).
30. Ivanov, K. S., Koroteev, V. A., Pecherkin, M. F., Fedorov, Yu. N., & Erokhin, Yu. V. (2009). The western part of the West Siberian petroleum megabasin: geologic history and structure of the basement. Russian Geology and Geophysics, 50(4), pp. 484-501. (In Russian).
31. Nezhdanov, A. A., Ogibenin, V. V., Melnikova, M. V., & Smirnov, A. S. (2012). Structure and stratification of Triassic-Jurassic formations in the northern part of Western Siberia. ROGTEC, (31), pp. 62-69. (In English).
32. Filippova, I. B., Bush, V. A., & Didenko, A. N. (2001). Middle Paleozoic subduction belts: The leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust belt. Russian journal of Earth sciences, 3(6), pp. 405-426. (In Russian).
33. Isaev, G. D. (2012). Geological and paleogeographic models and prospects of oil-and-gas bearing capacity of the Paleozoic of the Western Siberian Plate. Geosursury, (6(48)), pp. 24-30. (In Russian).
34. Kanygin, A. V., Saraev, S. V., Bakharev, N. K., Belyaev, S. Yu., Brekhuntsov, A. M., Deshchenya, N. P.,... & Fomin, A. N. (2004). The Paleozoic of the Shchuch'ya inlier: a model of geologic structure of island arc complexes in the basement of the West-Siberian geosyncline. Russian Geology and Geophysics, 45(1), pp. 59-78. (In Russian).
35. Zapivalov, N. P., Pekhtereva, I. A., Serdyuk, Z. Ya., & Shmatalyuk, G. F. (1980). Vydenenie i kartirovanie paleozojskih rifovyh massivov v Zapadnoj Sibiri. Oil and gas geology, (11), pp. 5-12. (In Russian).
36. Zapivalov, N. P. (2004). Oil-and-gas potential of paleozoic "basement" of Western Siberia (forecasts and reality). Oil Industry, (7), pp. 76-80. (In Russian).
37. Voronov, V. N., Korkunov, V. K., & Ivashkeeva, D. A. (1997). Paleozojskie rifogennye postrojki - novye neftegazoposkovye ob'ekty Yamala. Oil and gas geology, (6), pp. 4-9. (In Russian).
38. Dubatolov, V. N., & Krasnov, V. I. (1993). Paleogeografija Zapadno-Sibirskogo morja v devonskij period. Russian Geology and Geophysics, 34(4), pp. 27-36. (In Russian).
39. Darwin, Ch. (1845). Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the command of Capt. Fitz Roy, R.N. London, John Murray, 519 p. (In English).
40. Martin, R. E. (2016). Earth's Evolving Systems: The History of Planet Earth, 2<sup>nd</sup> edition. Newark, Delaware, Jones & Bartlett Learning, 615 p. (In English).
41. Raznitsin, Yu. N., Gogonenkov, G. N., Zagorovsky, Y. A., Trofimov, V. A., & Fedonkin M. A. (2020). Serpentinization of mantle peridotites as fundamental source of deep-seating hydrocarbons in the West Siberian basin. Bulletin of Kamchatka Regional Association "Educational-Scientific Center". Earth Sciences, (1), pp. 66-88. (In Russian). DOI: 10.31431/1816-5524-2020-1-45-66-88
42. Lyell, Ch. (1837). Principles of Geology. An attempt to explain the former changes of the Earth's surface by reference to causes now in operation. Volume 1. The fifth edition. London, John Murray, 460 p. (In English).

#### **Сведения об авторе**

**Загоровский Юрий Алексеевич**, к. г.-м. н., доцент кафедры прикладной геофизики, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, e-mail: zagorovskijja@tyuiu.ru

#### **Information about the author**

**Yuri A. Zagorovsky**, Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor at the Department of Geophysics, Industrial University of Tyumen, e-mail: zagorovskijja@tyuiu.ru