

## ВРЕМЯ КОЛЛИЗИИ КОКЧЕТАВСКОГО МАССИВА СО СТЕПНЯКСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГОЙ ПО КОНОДОНТАМ И РАДИОЛЯРИЯМ ИЗ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД СОВМЕЩЕННЫХ ТЕРРЕЙНОВ РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК

О.Т. Обут, М.М. Буслов\*, К. Ивата\*\*, Ф.И. Жимулев\*

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия*

*\* Институт геологии и минералогии СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия*

*\*\* Университет Хоккайдо, Факультет наук о Земле и планетах, 060-0810, Саппоро, Япония*

Возраст кремнистых пород из структур зоны сочленения Кокчетавского массива и Степнякского прогиба, расположенных в турбидитах аккреционного клина, кремнисто-вулканогенной толще Степнякского прогиба и синтетектонической олистостроме, на основе находок конодонтов и радиолярий установлен в пределах среднего—верхнего аренига (конодонтовые зоны *O. evae*, *B. navis* — lower *Par. originalis*). Этот временной интервал характеризует мощную тектоническую перестройку, связанную с реорганизацией аккреционного клина и надвиганием Кокчетавского массива на Степнякский преддуговой прогиб.

*Коллизия, олистостромы, надвиг, конодонты, Кокчетавский массив.*

## TIMING OF COLLISION OF THE KOKCHETAV MASSIF WITH THE STEPNYAK ISLAND ARC USING CONODONTS AND RADIOLARIANS FROM SILICEOUS ROCKS OF SUPERIMPOSED TERRANES OF DIFFERENT GEODYNAMIC SETTINGS

O.T. Obut, M.M. Buslov, K. Iwata, and F.I. Zhimulev

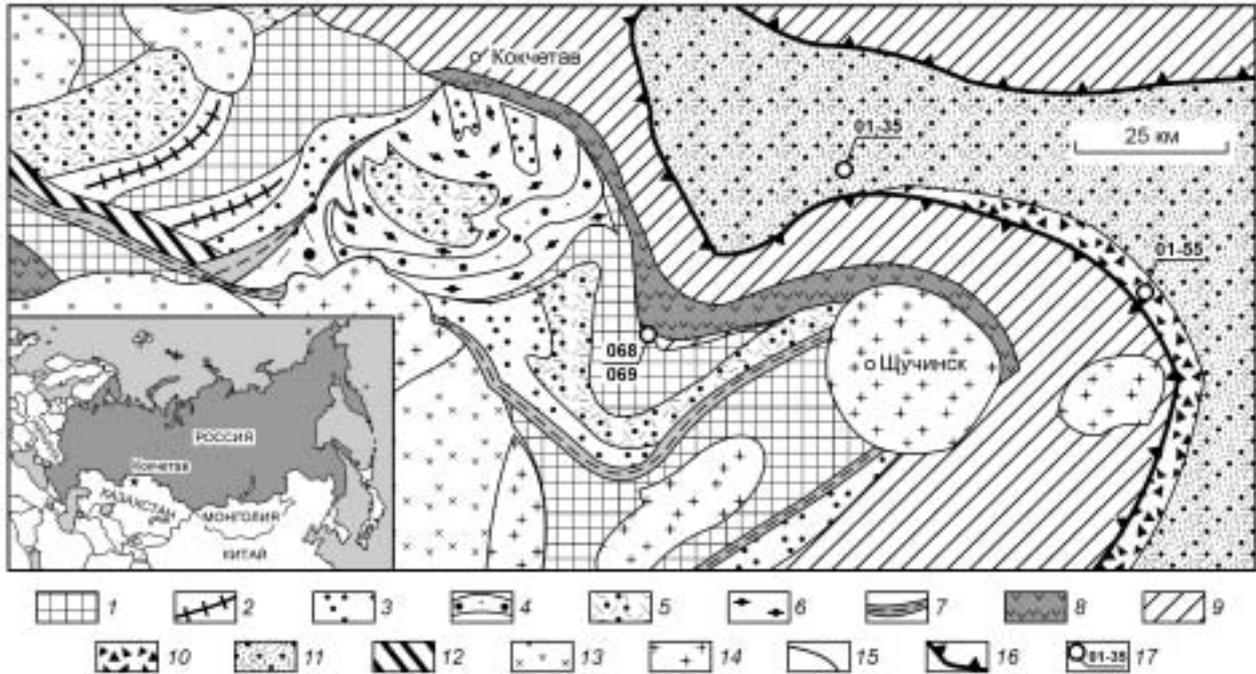
The siliceous rocks from structures of the junction zone of the Kokchetav massif and Stepnyak trough that occur in turbidites of the accretionary wedge, silica-volcanogenic sequence of the Stepnyak trough, and syntectonic olistostrome were dated on the basis of findings of conodonts and radiolarians within the Middle-Upper Arenigian (conodont zones *O. evae*, *B. navis* — lower *Par. originalis*). This range of time is marked by a powerful tectonic rearrangement, involved with the rearrangement of the accretionary wedge and overriding of the Kokchetav massif upon the Stepnyak fore-arc trough.

*Collision, olistostrome, thrust, conodonts, Kokchetav massif*

### ВВЕДЕНИЕ

В Северном Казахстане широко развиты кремнистые породы, часто в ассоциации с вулканитами, которые традиционно рассматриваются как николюско-бурлукская серия, выделенная Е.Д. Шлыгиным [1]. Структурно серия приурочена к обрамлению Кокчетавского массива, в том числе к зоне сочленения со Степнякским прогибом [2, 3]. К нижней части серии относятся метаморфизованные диабазы, базальты, андезитобазальты, спилиты, липариты и их туфы, а также кремнистые алевролиты. К верхней части серии отнесены яшмы, яшмокварциты, песчаники, конгломераты, кремнистые аргиллиты. Лучшие обнажения серии наблюдаются в районе г. Кокчетав и р. Чаглинка. В районе р. Чаглинка в конце 80-х годов прошлого века К.С. Ивановым впервые были обнаружены конодонты [2]. В начале 90-х годов были организованы широкомасштабные исследования с целью обосновать возраст кремнистых и вулканогенно-кремнистых образований Кокчетавского массива, уточнить их площадное распространение, стратиграфическое положение и корреляцию с региональной стратиграфической шкалой Казахстана. В 1990—1992 гг. эти работы осуществлялись группой исследователей под руководством Д.Т. Цая [3], обнаруживших в николюско-бурлукской серии севера Кокчетавского массива и в жанасуйской свите юга Шатского массива около пятидесяти новых местонахождений ордовикских конодонтов. Таким образом, был доказан раннеордовикский (аренигский), а не докембрийский или кембрийский, как это считалось ранее, возраст николюско-бурлукской серии и ее аналогов.

В настоящей статье приводятся новые данные по находкам конодонтов в кремнисто-вулканогенных образованиях зоны сочленения Кокчетавского массива и Степнякского прогиба. Коллекция образцов кремнистых пород отбиралась в ходе детального геологического картирования, что позволило также определить их различную структурную принадлежность: в составе турбидитовых олистостромосодержащих разрезов аккреционного клина, синтетектонической олистостромы и в ассоциации с базальтами Степнякского преддуговой прогиба (рис. 1). Всего было отобрано более 40 проб кремнистых пород, часть из которых содержат разной степени сохранности радиолярии и конодонты. Радиолярии в целом имеют плохую сохранность и лишь в одном образце 068 (рис. 2) удалось выделить достаточно хорошие формы. Выделенные комплексы конодонтов имеют лучшую сохранность (рис. 3). Они отображены из состава



**Рис. 1. Тектоническая схема Северного Казахстана и положение точек расположения образцов, содержащих конодонты и радиоларии.**

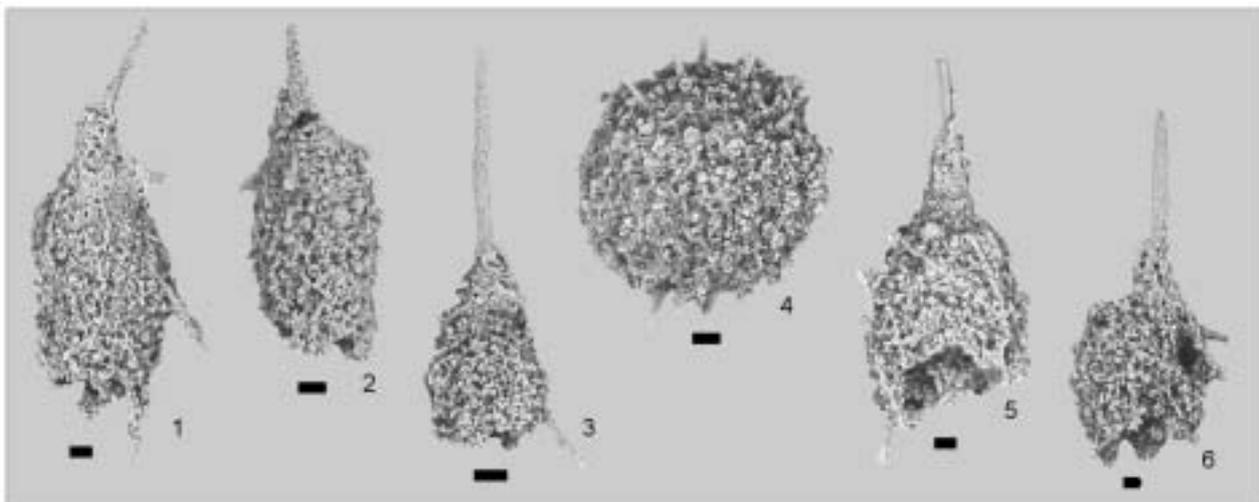
1 — фрагменты осадочного чехла Кокчетавского микроконтинента, 2—6 — мегамеланжевый пояс (террейны палеосубдукционной зоны): 2 — алмазосодержащие гнейсы и коэзитовые эклогиты, 3 — коэзитовые эклогиты, эклогиты и гранатовые амфиболиты в слюдястых сланцах, 4 — гранатовые перидотиты, эклогиты, амфиболиты, 5 — эклогиты и гранатовые амфиболиты в гранитогнейсах, 6 — гранат-силлиманит-кордиеритовые сланцы (милониты и бластомилониты) с будинами эклогитов и гранатовых амфиболитов; 7 — гранат-кордиерит-биотитовые сланцы и гнейсы (даулетская свита); 8 — вендские(?) вулканогенно-осадочные породы; 9 — раннеордовикская аккреционная призма; 10 — позднеаренинско-раннекарадокская синтетектоническая олистострома; 11 — ордовикские вулканогенно-осадочные породы Степнякского прогиба; 12 — кембрийский красномайский щелочно-ультрасосновный комплекс; 13 — ордовикские граниты; 14 — девонские граниты; 15 — деформированные позднекембрийско-раннеордовикские разломы; 16 — позднеаренинско-раннекарадокский фронтальный надвиг Кокчетавского массива; 17 — местоположения и номера образцов. На врезке — местоположение района исследования.

турбидитовых олистостромосодержащих разрезов аккреционного клина (обр. 068 и 069), являющихся аналогами разрезов бассейна р. Чаглинка, а также из матрикса синтетектонической олистостромы (обр. 01-55) и из ассоциации с базальтами Степнякского преддугового прогиба (обр. 01-35). Находки фауны позволили сделать вывод о возрасте вмещающих отложений, расположенных в различных геодинамических обстановках, датировать время коллизии Кокчетавского микроконтинента со Степнякской островной дугой.

#### СТРУКТУРА ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КОКЧЕТАВСКОГО МАССИВА И СТЕПНЯКСКОГО ПРОГИБА

Кокчетавский массив в составе геологических комплексов Северного Казахстана представляет собой тектонический коллаж неоднократно деформированных фрагментов одноименного докембрийского микроконтинента, венд-кембрийского мегамеланжевого пояса (террейнов палеосубдукционной зоны) и раннеордовикского аккреционного клина [4—7]. В зоне сочленения Кокчетавского массива определена сложная покровно-чешуйчатая структура, в которой кремнистые породы выделяются в составе аккреционного клина, кремнисто-вулканогенной толще Степнякского прогиба и синтетектонической олистостроме (см. рис. 1).

**Аккреционный клин** представлен деформированными в складки тектоническими пластинами и чешуями, сложенными поздневендско-раннекембрийскими(?) вулканогенно-осадочными породами островодужного состава, ордовикскими турбидитами, содержащими линзы и прослои олистостром, амфиболитизированными габбро и гнейсами, кварц-мусковит-микроклиновыми гнейсами (с телами гранатовых амфиболитов и эклогитов), слюдястыми кварцитами, офиолитовыми габбро и базальтами. Ограничения пластин и чешуй траассируются зонами бластомилонитов и милонитов раннеордовикского возраста (490—478 млн лет,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датирование) [5—7].



**Рис. 2.** Радиолярии из турбидитового разреза, расположенного вблизи пос. Игельк (обр. 068), аккреционный клин.

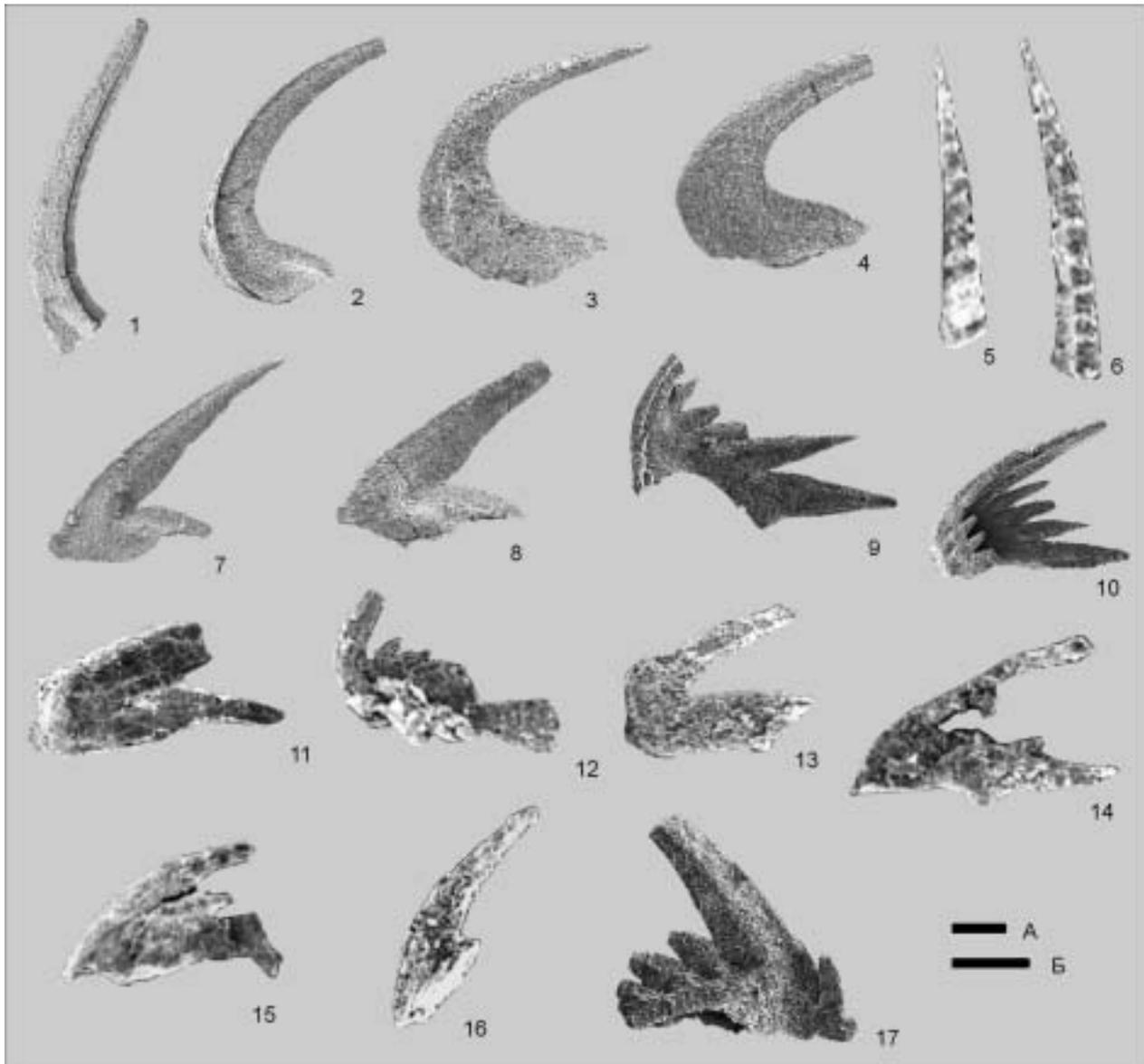
Фиг. 1—3, 5, 6 — *Proventocitum procerulum* (Nazarov); фиг. 4 — *Inanigutta* sp. cf. *I. unica* (Nazarov). Масштабная линейка — 20 мкм.

Турбидиты образуют не выдержанные по мощности тектонические пластины в аккреционном клине и прослеживаются от береговых обнажений р. Чаглинка до района озер Бол. и Мал. Чебачье. Они представлены ритмично-переслаивающимися песчаниками, кремнистыми аргиллитами и алевролитами. Верхние части ритмов, мощность которых достигает первых десятков сантиметров, часто сложены кремнистыми породами. Олистостромы формируют линзы и прослои мощностью до первых десятков метров среди терригенного разреза.

В правом берегу р. Чаглинка в 2 км на запад от Кокчетавы среди желтых кремней Д.Т. Цаем и коллегами были найдены аренигские конодонты *Paracordylodus gracilis* Lindström и *Distacodus* cf. *expansus* (Graves et Ellison) [3]. Аренигские конодонты найдены также в карьере на увале к западу от Чаглинского водохранилища около шоссе. Здесь в восточной части карьера среди лиловых и красных кремней встречаются прослои желтых кремней с *Protopanderodus rectus* (Lindström), *Baltoniodus* cf. *navis* (Lindström), *Microzarkodina* cf. *flabellum* (Lindström). По простиранию в 600 м юго-восточнее карьера также в желтых кремнях обнаружены *Periodon flabellum* (Lindström) и *Paroistodus parallelus* (Pander). На южной окраине Кокчетавы, к юго-востоку от тубдиспансера, в карьере в лиловых кремнистых алевролитах найдены остатки *Oepikodus evae* (Lindström) [3].

Нами были также опробованы кремнистые породы в бассейне Чаглинки (таблица), все они содержат конодонты и радиолярии, но имеют плохую сохранность для определения точного возраста. Наиболее хорошо сохранившиеся микрофаунистические остатки обнаружены в кремнистых породах (обр. 068 и 069, см. рис. 1) из турбидитового разреза, расположенного вблизи пос. Игельк. Породы представлены сургучно-красными кремнистыми аргиллитами и яшмоидами. Из первого местонахождения (обр. 068) выделены конодонты *Periodon flabellum* (Lindström), *Paroistodus originalis* (Sergeeva), *Protopanderodus rectus* (Lindström), *Microzarkodina* cf. *flabellum* (Lindström) а также радиолярии *Proventocitum procerulum* (Nazarov), *Inanigutta* sp. cf. *I. unica* (Nazarov) (см. рис. 2). Полученная ассоциация конодонтов характерна для интервалов конодонтовых зон *B. navis*—*lower Par. originalis* среднего—верхнего аренига [8, 9]. Радиолярии аналогичны найденным ранее в кызылжарской свите нижнего—среднего ордовика Казахстана [10]. Из второго местонахождения (обр. 069) обнаружены многочисленные радиолярии *Inanigutta* sp.

**Синтектоническая олистострома** является результатом разрушения тектонических покровов (Кокчетавского микроконтинента и аккреционной призмы) при надвигании на Степнякский прогиб [4—7]. Время формирования олистостромовой толщи, образовавшейся в результате разрушения Кокчетавского массива, фиксирует возраст коллизии микроконтинента со Степнякской островной дугой. Олистострома слагает верхнюю часть разреза Степнякского прогиба и перекрывает, местами тектонически, горизонт конглобрекций, который залегает на кремнисто-терригенных породах Степнякского прогиба. Мощность конглобрекций составляет первые десятки метров. Обломки в олистостроме состоят преимущественно из гранитогнейсов, кварцитов и кварцевых песчаников, характерных для докембрийского Кокчетавского массива. Они имеют плоскую форму до нескольких десятков метров в длину. Более мелкие обломки обычно остроугольные. В нижней части олистостромовой толщи встречаются линзы и прослои разно-



**Рис. 3.** Ассоциация конодонтов из турбидитового разреза аккреционного клина (обр. 068, фиг. 1—4, 7—10, 17), пород матрикса синтектонической олистостромы (обр. 01—55, фиг. 11, 12, 14, 15) и базальтово-кремнистой толщи (обр. 01—35, фиг. 5, 6, 13, 16) Степнякского прогиба.

Фиг. 1 — *Protopanderodus rectus* (Lindström), вид сбоку; фиг. 2—4 *Paroistodus originalis* (Sergeeva): 2, 3 — S-элемент, вид сбоку, 4 — P-элемент, вид сбоку; фиг. 5, 6 — *Panderodus* sp., вид сбоку; фиг. 7—12 — *Periodon flabellum* (Lindström): 7, 8, 11 — M-элемент, вид сбоку, 9, 10, 12 — S-элемент, вид сбоку; фиг. 13, 16 — *Drepanoistodus* sp., вид сбоку; фиг. 14, 15 — *Paracordylodus gracilis* Lindström, P-элемент, вид сбоку; фиг. 17 — *Microzarkodina* cf. *flabellum* (Lindström), P-элемент, вид сбоку. Масштабная линейка 100 мкм: А—1-3, 5-7; Б—4, 8—17.

цветных кремнисто-глинистых пород, аналогичных широко развитым в нижележащей тектонической пластине конглобрекчиево-кремнистого состава. Олистострома сильно изменчива по мощности, составу и облику, существенно меняется по простиранию. Ее мощность достигает 300 м. Матрикс олистостромы представлен кремнисто-глинистыми породами, которые сохранили следы деформирования пластичных слоев нелигифицированного осадка, возникшие при попадании мутьевых потоков в бассейн осадконакопления. Наличие кремнистых прослоев, а часто и кремнистого цемента указывает на то, что осадконакопление происходило в условиях гемипелагической седиментации, в относительно глубоководных условиях, возможно, палеосубдукционного желоба. Конседиментационные структуры и текстуры оползания также свидетельствуют о высокой роли склоновых процессов в формировании облика толщи.

Под зоной надвига расположена конглобрекчиево-кремнистая толща, кремнистый матрикс которой содержит остатки конодонтов. Цемент поровый, граувакковый. Сортировка обломков по размеру отсут-

**Список образцов кремнистых пород, опробованных на наличие микрофауны**

№	Образец	Широта	Долгота	Расположение	Цвет
<b>Аккреционный клин</b>					
1	30-1	N53°17'60"	E069°15'15"	Низовья р. Чаглинка, 2 км на запад от г. Кокчетав	Красный
2	30-2	N53°17'62"	E069°15'16"	То же	Серый
3	03-55	N53°17'60"	E069°15'15"	»	Красный
4	03-55-1	N53°17'61"	E069°15'17"	»	»
5	03-155-2	N53°17'63"	E069°15'16"	Район пос. Вороновка, 60 км на восток от г. Кокчетав	Серый
6	03-155-3	»	»	То же	»
7	03-155-4	»	»	»	Коричневый
8	25	N53°17'66"	E069°14'62"	Низовья р. Чаглинка, 2 км на запад от г. Кокчетав	Красный
9	03-134-1	N53°17'60"	E069°15'15"	То же	Серый
10	03-134-2	»	»	»	»
11	03-134-3	»	»	»	»
12	03-134-4	N53°17'50"	E069°15'05"	»	Красный
13	03-59-3	N53°17'60"	E069°15'15"	»	Сиреневый
14	03-59-3-1	N53°17'65"	E069°15'55"	»	Зеленый
15	03-59-3-2	N53°17'65"	»	»	Серый
16	03-59-3-3	»	»	»	Светло-серый
17	03-59-3-4	»	E069°15'59"	»	Светло-зеленый
18	03-58-1	N53°17'60"	E069°15'15"	»	Коричневый
19	03-58-2	»	E069°15'18"	»	Серый
20	03-61	»	E069°15'75"	»	»
21	068	N52°59'53"	E069°48'89"	Карьер в 700 м к югу от пос. Игдылык	Красный с видимыми радиоляриями
22	068-1	»	»	То же	То же
23	068-2	»	»	»	»
24	068-3	»	E069°48'88"	»	»
25	069	N52°59'04"	E069°48'87"	Вершина сопки Оразымбет, 500 м к ю.-в. от пос. Игдылык	»
26	069-1	»	»	То же	»
27	069-2	»	»	»	»
28	069-3	»	»	»	»
29	059	N53°06'67"	»	2 км на север от пос. Александровка, карьер в северном подножии высоты 388,2 м	Красный
30	059-1	»	»	То же	»
31	059-2	»	»	»	»
32	059-3	»	»	»	»
33	058	N53°06'75"	E069°52'17"	2 км на север от пос. Александровка, карьер в северо-западном подножии высоты 388,2 м	Желтый
<b>Синтектоническая олистограмма</b>					
34	II-1	N53°12'35"	E070°36'01"	2 км на восток от пос. Жанаталап, 100 км на ю.-в. от г. Кокчетав	Серый
35	II-1-1	N53°12'45"	E070°36'41"	То же	Красный
36	II-6	N53°12'35"	E070°36'01"	»	Серый
37	II-6-1	N53°12'25"	E070°36'43"	»	Красный
38	3-146-3	N53°12'35"	E070°36'01"	»	Темно-зеленый
39	O1-55	N53°07'52"	E070°37'14"	»	Красный
<b>Степнякский прогиб</b>					
40	01-1	N53°13'11"	E070°09'29"	3 км на с.-в. от пос. Фрунзе (Кызылагаш)	Серый
41	01-1	»	E070°09'30"	То же	»
42	01-35	»	»	»	Красный

ствует. Мощность конглобрекций достигает первых десятков метров. Кремнистые породы сохранили следы деформирования пластичных слоев нелигифицированного осадка, возникшие, вероятно, при попадании мутьевых потоков в бассейн осадконакопления. В кремнистых породах красного цвета (см. рис. 1, обр. 01-55) обнаружены конодонты *Paracordylodus gracilis* Lindström, *Periodon flabellum* (Lindström) (см. рис. 3). Выделенная ассоциация известна из интервала конодонтовой зоны *O. evae* среднего аренига [9—11].

**Степнякский прогиб** в зоне сочленения с Кокчетавским массивом представлен чередованием пачек вулканогенно-кремнистых, кремнисто-алевролитовых, конгломерато-песчанисто-туфогенных пород, возраст которых в целом для прогиба определялся в пределах лланвирн—ранний карадок [12]. Детальное геологическое картирование позволило выявить тектонические контакты между ними, а резкая изменчивость состава пород по разрезу и структурные взаимоотношения позволяют рассматривать зону сочленения прогиба с Кокчетавским массивом как пакет тектонических пластин (см. рис. 1). Для разреза характерна сильная изменчивость по простиранию: большинство пачек заметно меняются по мощности, совсем выклиниваются или изменяют облик на сравнительно небольших расстояниях (первые сотни метров). Наличие кремнистых прослоев, указывает, что осадконакопление происходило в условиях гемипелагической седиментации в относительно глубоководных условиях. Наличие конседиментационных структур и текстур оползания может быть связано с воздействием на осадки прогиба мутьевых потоков.

Вулканогенно-кремнистая толща (жанасуйская серия) сложена в нижней части лавами и туфами базальтового и андезитового составов, а также яшмоидами и туфопесчаниками, в верхней части — слоистыми красными и зелеными кремнистыми и кремнисто-глинистыми породами. Возраст серии по структурному положению в низах разреза Степнякского синклинория трактовался как верхнекембрийско-тремадокский, хотя находки граптолитов и конодонтов в других частях Степнякской структуры указывают на тремадокский возраст вмещающих отложений [12].

Нами в вулканогенно-кремнистой толще были изучены слоистые красные кремнистые аргиллиты и яшмоиды из вулканогенно-кремнистой толщи (см. рис. 1, обр. 01-35). Обнаруженная ассоциация конодонтов включает *Periodon flabellum* (Lindström), *Drepanoistodus* sp. и *Panderodus* sp., характерные для среднего аренига.

## ВЫВОДЫ

Полученные результаты по структурному положению и возрасту кремнистых пород, расположенных в различных геодинамических обстановках зоны сочленения Кокчетавского массива и Степнякского преддугового прогиба, позволяют уверенно датировать возраст их столкновения и формирование покровно-чешуйчатой структуры. На основе находок конодонтов возраст кремнистых пород из матрикса олистостромы аккреционного клина и синтетектонической олистостромы, а также расположенных в ассоциации с островодужными вулканитами, установлен в пределах среднего—верхнего аренига (конодонтовые зоны *O. evae*, *V. navis* — lower *Par. originalis*). Этот возрастной интервал характеризует мощную тектоническую перестройку, связанную с реорганизацией аккреционного клина и надвиганием Кокчетавского массива на Степнякский преддуговой прогиб [4—7].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шлыгин Е.Д. Архейские и протерозойские отложения Северного Казахстана // Тр. совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя и палеозоя Восточного Казахстана, Т. 1. Алма-Ата, 1960, с. 64—74.
2. Иванов К.С., Сахаров В.А., Наседкина В.А., Музыка М.И. О возрасте вулканогенно-кремнистых толщ обрамления Кокчетавского массива (Северный Казахстан) // Докл. АН СССР, 1988, т. 301, № 1, с. 158—163.
3. Цай Д.Т., Никитин И.Ф., Аполлонов М.К. и др. О возрасте вулканогенно-кремнистых толщ Кокшетауского и Шатского массивов и их обрамления // Геология Казахстана, 2001, № 2, с. 4—12.
4. Buslov M.M., Dobretsov N.L., Iwata K. et al. Ordovician collision of the Kokchetav microcontinent with an island arc and its relation with the structural position of UHP-HP rocks // Abstr. Int. Symp. „Amalgamation of Precambrian blocks and the role of the Paleozoic orogens in Asia“. Sapporo, GRG/GIGE Miscellaneous Publication № 16, 2002, p. 104—106.
5. Добрецов Н.Л., Буслев М.М., Жимулев Ф.И. Кембро-ордовикская тектоническая эволюция Кокчетавского метаморфического пояса (Северный Казахстан) // Геология и геофизика, 2005, т. 46, с. 806—816.

6. **Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Жимулев Ф.И., Травин А.В.** Кокчетавский массив: деформированная кембрийско-раннекарадокская коллизионно-субдукционная зона // Докл. РАН, 2005, т. 402, № 2, с. 1—5.
7. **Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Жимулев Ф.И. и др.** Венд-раннеордовикская геодинамическая эволюция и модель эксгумации пород сверхвысоких и высоких давлений Кокчетавской субдукционно-коллизионной зоны (Северный Казахстан) // Геология и геофизика, 2006, т. 47, с. 428—444.
8. **Löfgren A.** The middle Lanna/Volkhov Stage (Middle Arenig) of Sweden and its conodont fauna // Geol. Mag., 1995, v. 132, № 6, p. 693—711.
9. **Viira V., Löfgren A., Mägi S., Wickström J.** An Early to Middle Ordovician succession of conodont faunas at Maekalda, northern Estonia // Geol. Mag., 2001, v. 138, № 6, p. 699—718.
10. **Назаров Б.Б., Попов Л.Е.** Стратиграфия и фауна кремнисто-карбонатных толщ ордовика Казахстана. М., Наука, 1980, 190 с. (Гр. ГИН, Вып. 331).
11. **Tolmacheva T., Löfgren A.** Morphology and paleogeography of the Ordovician conodont *Paracordylodus gracilis* Lindström, 1955: comparison of two populations // J. Paleont., 2000, v. 74, № 6, p. 1114—1121.
12. **Копяткевич Р.А.** К стратиграфии ордовикских отложений западных частей Степнякского синклинория и Шатского антиклинория // Тезисы докладов Стратиграфического совещания по допалеозою и палеозою Казахстана. Алма-Ата, 1971, с. 80—89.

Поступила в редакцию 22 августа 2005 г.,  
после доработки — 1 ноября 2005 г.