

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**на работу Н.А. Каныгиной****«ПОЗДНЕДОКЕМБРИЙСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ ТОЛЩИ АКТАУ-
МОИНТИНСКОГО МАССИВА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН):****СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ИСТОЧНИКИ СНОСА,
ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ»****представленную в качестве диссертации на соискание ученой степени****кандидата геолого-минералогических наук****по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология**

Диссертационная работа Н.А.Каныгиной посвящена изучению структурного положения и источников сноса позднедокембрийских осадочных толщ Центрального Казахстана и реконструкции их расположения в древнем суперконтиненте Родиния. *Актуальность* исследования определяется неоднозначностью существовавших ранее представлений о возрасте и корреляции докембрийских комплексов Актау-Моинтинского массива – основного объекта исследования. Проведенный комплекс работ позволил диссертанту обосновать корректность предлагаемых ею построений и, в значительной степени, закрыть эту проблему. *Научная новизна* работы подчеркивается тем, что в ней впервые для данного региона применен комплексный подход, включающий самые современные аналитические методы – U-Pb датирование обломочных цирконов вкупе с определением их Hf изотопных характеристик, изучение Sm-Nd изотопных характеристик и химического состава валовых проб и химического состава минералов тяжелой фракции. *Личный вклад* диссертанта не вызывает сомнений, она участвовала в изучении соотношений докембрийских толщ при полевых работах, производила отбор проб, участвовала как в проведении аналитических исследований, так и их интерпретации. Необходимо отметить также хорошее знание литературы как по докембрийским комплексам Центрального Казахстана, так и по другим блокам ЦАСП с породами близкого возраста.

Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения и списка литературы, общим объемом 127 страниц и содержит 53 иллюстрации. Работа также содержит таблицы с используемыми в работе аналитическими данными и приложение с описанием методики исследования объемом в 131 страницу. Список литературы включает 133 работы, 89 из которых на английском языке.

Главы 1 и 2 являются вводными. В главе 1 приведена информация об истории

геологических исследований Актау-Моинтинского массива. Единственное замечание — при упоминании датировок предшественников желательно указывать не только сами датировки, но и методы, которыми они были получены, без этого сложно оценить их значимость. Глава 2 содержит обзор геологического строения Актау-Моинтинского массива, прежде всего, его стратиграфии. Сравнительно небольшая по объему, она дает вполне достаточное представление о составе и последовательности неопротерозойских вулканогенно-осадочных комплексов, что необходимо для дальнейшего обсуждения результатов аналитических исследований.

К главе 2 есть несколько замечаний. Основное из них состоит в несбивке между собой рисунков 2 (Геологическое строение...) и рисунка 3 (Стратиграфический разрез...). Так, на геологической карте не показаны свиты и серии, приведенные на стратиграфической колонке, а обобщенные подразделения, выделенные на геологической карте, никак не зафиксированы на стратиграфической колонке. Не зная деталей местной геологии сопоставить между собой геологическую карту и стратиграфическую колонку довольно сложно. На карте также выделены конгломераты, но не указано, к какому стратиграфическому подразделению они относятся. Из подписи к рис. 2 остается неясным, была ли эта карта составлена диссертантом с коллегами, или же в ее основе лежат карты предшественников — это необходимо уточнить. Для облегчения восприятия дальнейшего фактического материала было бы полезно вынести рассматриваемые в работе образцы на стратиграфические колонки на рис. 3, указав хотя бы примерное их стратиграфическое положение.

Собранный и обработанный диссертантом фактический материал приведен в главах 3-5, где последовательно изложены геологическое строение локальных объектов, выбранных для опробования, и результаты новых аналитических исследований образцов из киикской и верхнеатасуйской серий и кенелинской и бейпшинской свит Актау-Моинтинского массива. Все описания приводятся по единой схеме — сначала дается макроскопическое описание толщ, обнажающихся на каждом участке, на котором проводилось опробование, затем характеристика пород в шлифах, химический состав пород, результаты U-Pb датирования обломочных цирконов. При наличии соответствующих данных, рассмотрены также Sm-Nd изотопные характеристики валовых проб, Lu-Hf характеристики обломочных цирконов и химический состав минералов тяжелой фракции. Все описания отлично иллюстрированы — присутствуют геологические карты, фотографии шлифов,

различные графики. На базе такого высококачественного фактического материала можно строить любые модели, и против них будет трудно возражать. Должен отметить, что столь хорошо подобранный и представленный материал редко увидишь в диссертациях и публикациях, и проведенная по его сбору, обработке и презентации работа Н.А.Каныгиной заслуживает самой высокой оценки.

К разделу есть несколько замечаний:

При описании разреза айкарлинской свиты в горах Айкарлы, со ссылкой на геологическую карту на рис. 4, говорится (стр. 28): «Выше сланцы айкарлинской свиты с несогласием перекрываются валунными и крупногалечными кварцитовыми конгломератами кенелинской свиты». Но карте на рис. 4 кенелинская свита отсутствует. Может, речь идет о несогласии в основании алтынсынганской, а не кенелинской свиты?

Легенда к геологической карте на рис. 23 содержит следующий знак: «ранненеопротерозойские риолиты алтынсынганской и уркендеуской свит». Обозначает ли это, что диссертант коррелирует эти свиты? Если это так, то возможность такого сопоставления должна была быть рассмотрена в главе 2, посвященной геологическому строению региона, и показана на рис. 3 (Стратиграфический разрез...), или же в главе 6, в разделе, посвященном возрасту и корреляции кварцито-сланцевых и грубообломочных толщ.

Вряд ли корректно утверждение о возрасте пород в источнике сноса по рассчитанным модельным Nd возрастам (стр. 37, 47, 62), здесь скорее можно говорить о возрасте протолита, но не самой породы. Эти возраста (Nd модельный и U-Pb изотопно-геохронологический) близки или совпадают для ювенильных пород, тогда как согласно данным диссертанта в источнике сноса преобладают кислые породы.

Интерпретация результатов приведена в главах 6-8. Глава 6 посвящена рассмотрению как возраста самих изучавшихся диссертантом пород, так и возраста и состава пород в источнике сноса. Использование возраста наиболее молодого кластера на диаграмме распределения возрастов обломочных цирконов для ограничения возраста осадконакопления и статистических методов для сравнения различных популяций – широко используемые в современной литературе подходы и диссертант в полной мере использует их возможности. Вместе с данными о возрасте перекрывающих вулканитов и прорывающих гранитов они дают надежную основу для корреляции осадочных пород западной и восточной частей Актау-Моинтинского массива. Изящное сравнение геохимических характеристик аркозовых песчаников

бейпшинской свиты и кислых вулканитов алтынсынганской и уркендеуской свит убеждает в происхождении первой почти исключительно за счет размыва двух последних и в том, что единственный пик на диаграмме распределения возрастов обломочных цирконов в образце бейпшинской свиты фиксирует возраст, близкий к возрасту ее осадконакопления. Убедительно выглядят и доводы о наличии в источнике сноса как кислых магматических пород, так и метабазитов и метапелитов умеренных и высоких ступеней метаморфизма.

В то же время, остается впечатление, что диссертант недооценивает возможность широкого распространения в источнике сноса и первично терригенных пород, хотя сама же указывает на свидетельства в пользу присутствия пород первого и нескольких циклов осадконакопления. На широкое проявление процессов рециклинга указывает весь комплекс приводимых в диссертации химических данных, и наличие в одном и том же источнике сноса как магматических и метаморфических пород кислого и основного составов, так и метатерригенных пород позволит объяснить наличие всей гаммы возрастов обломочных цирконов размывом только одного, сравнительно близлежащего источника сноса, не прибегая к таким довольно экзотическим вариантам как размыв комплексов фундамента Сибирского, Восточно-Европейского и Северо-Китайского кратонов (стр. 87). При признании широкого распространения в источнике сноса метатерригенных пород не будет вызывать удивления и совместное нахождение таких неустойчивых минералов как пироксены и амфиболы, и хорошо окатанных зерен цирконов и многие другие характеристики изучавшихся диссертантом осадочных комплексов. На возможность наличия только одного сравнительно близлежащего источника сноса в дальнейшем тексте указывает и сама Н.А.Каныгина (стр. 96), но почему-то не развивает этот тезис.

Главы 7 (Эволюция докембрийской континентальной коры Актау-Моинтинского массива) и 8 (Положение Актау-Моинтинского массива относительно других массивов западной части ЦАСП и в структуре Родинии) демонстрируют отличное знание литературы и высокую эрудицию диссертанта, сравнивающей неопротерозой Актау-Моинтинского массива не только с соседними докембрийскими блоками Северного Казахстана, но и с кратонами на территории Китая и Фенноскандией. Как и любые мелкомасштабные реконструкции, они являются предметом дискуссии, но я не хотел бы ее начинать, т.к. рассматриваемые в этих главах вопросы по своему научному уровню выходят за рамки требований, предъявляемых к кандидатским диссертациям. Но, на что я бы хотел бы обратить внимание диссертанта, это что прямые

реконструкции источников сноса и связанные с этим мелкомасштабные палеотектонические построения сравнительно достоверны при изучении песчаников первого цикла осадконакопления, когда источники сноса содержат почти исключительно магматические породы и породы высоких ступеней метаморфизма. В противном случае, интерпретации становятся неоднозначными. Так, если терригенный материал прошел несколько циклов осадконакопления, то наличие цирконов архейского возраста в неопротерозойских толщах не обязательно свидетельствует о присутствии архейской коры в изучаемом объекте. Архейский блок мог находиться где-то рядом, при его разрушении в соседнем прогибе накапливались палеопротерозойские песчаники, потом в результате палеопротерозойского же рифтогенеза архейский блок был отделен и смещен на сотни или тысячи километров, а связанные с ним архейские цирконы попали в неопротерозойские породы при размыве палеопротерозойских песчаников. Такую возможность нельзя сбрасывать со счетов, если изучаемые песчаники имеют явные признаки неоднократного переотложения терригенного материала.

Замечаний по содержанию работы в целом нет, но бросается в глаза отсутствие в работе геологических разрезов, иллюстрирующих представления диссертанта о соотношении рассматриваемых в работе толщ. Это тем более удивительно, что приводимые детальные геологические карты должны дать достаточно материала для составления таких разрезов. Без этого некоторые утверждения, например о возможном наличии в регионе лежащих складок и чешуйчатых надвигов (стр. 85) не выглядят убедительными.

Заканчивая обсуждение диссертации Н.А.Каныгиной, должен отметить, что я давно не видел столь хорошо организованной работы, в которой огромный фактический материал не только приведен, но и полностью использован для обоснования своих представлений. Формулировки всех четырех защищаемых положений четкие, а их обоснованность не вызывает сомнений. Сделанные замечания дискуссионные и, как и небольшие редакционные огрехи, не влияют на очень хорошее впечатление от этой безусловно неординарной работы. Основные положения диссертации опубликованы в трех статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ; во всех них Н.А.Каныгина - первый автор, одна из статей опубликована в *Precambrian Research* — высокорейтинговом международном журнале. Кроме того, Н.А.Каныгина является первым автором или одним из соавторов в еще 5 статьях, близких к теме диссертации и также

опубликованных в журналах, входящих в WoS. Результаты исследований обсуждались на 4-х отечественных и 2-х международных конференциях, тезисы докладов опубликованы. Опубликованные работы отражают содержание диссертации, в них отсутствуют признаки плагиата или заимствований. Автореферат по содержанию полностью соответствует диссертации. Содержание диссертационного исследования полностью отвечает критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842, а его автор Надежда Андреевна Каныгина заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата геолога – минералогических наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология.



Худолей Андрей Константинович

Доктор геолого-минералогических наук

Профессор кафедры региональной геологии

Институт наук о Земле

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Университетская наб. 7/9, Санкт Петербург, 199034

http://earth.spbu.ru/structure/staff/staff-1_1326.html

e-mail: a.khudoley@spbu.ru

Тел. раб. 8-812-3636197

Я, Худолей Андрей Константинович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Подпись от руки

А. К. Худолей

УДОСТОВЕРЯЮ

Специалист
по кадрам –

И. А. Кузьмина

«29» октября 2021 г.