



# **ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С УЧАСТИЕМ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ**

**11–16 октября 2021 г.**

## **МАТЕРИАЛЫ**



**ИНГГ  
СО РАН**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
ИМ. А. А. ТРОФИМУКА СО РАН  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021  
Год науки и технологий – 2021

Материалы Всероссийской молодежной научной конференции  
с участием иностранных ученых

г. Новосибирск, 11–16 октября 2021 г.

Новосибирск  
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)  
ББК ИЗ6я431  
Т 76

#### **Программный комитет**

Председатель – академик РАН *А. Э. Конторович*  
Зам. председателя – д-р техн. наук *И. Н. Ельцов*

#### **Члены программного комитета:**

акад. РАН *В. А. Верниковский*, акад. РАН *М. И. Эпов*, чл.-корр. РАН *В. Н. Глинских*,  
чл.-корр. РАН *В. А. Каширцев*, чл.-корр. РАН *В. А. Конторович*, чл.-корр. РАН *И. Ю. Кулаков*,  
чл.-корр. РАН *Б. Н. Шурыгин*, д-р геол.-минерал. наук *Л. М. Буриштейн*,  
д-р геол.-минерал. наук *Д. В. Гражданкин*, д-р геол.-минерал. наук *Б. Л. Никитенко*,  
д-р геол.-минерал. наук *Н. В. Сенников*, д-р геол.-минерал. наук *А. Н. Фомин*,  
канд. геол.-минерал. наук *И. А. Губин*, канд. геол.-минерал. наук *Д. А. Новиков*,  
канд. геол.-минерал. наук *Т. М. Парфенова*

#### **Организационный комитет**

Председатель – *О. А. Локтионова*  
Секретарь – *С. М. Ибрагимова*

#### **Члены организационного комитета**

*М. В. Соловьев*, *Д. В. Аюнова*, *К. В. Долженко*, *Ф. Ф. Дульцев*, *Е. А. Земнухова*,  
*К. И. Канакова*, *А. А. Федосеев*, *Е. Е. Хогоева*

**Т76** Трофимукские чтения – 2021 : Материалы Всерос. молодежной науч. конф. с участием иностр. ученых / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. – 280 с.

ISBN 978-5-4437-1251-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых «Трофимукские чтения – 2021», посвященной 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука (Новосибирск, Россия, 11–16 октября 2021 г.). В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии. В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области геохимии нефти, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов. В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов. Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)  
ББК ИЗ6я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики  
им. А. А. Трофимука СО РАН, 2021  
© Новосибирский государственный  
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1251-2

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ (СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, ТЕКТОНИКА, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОСАДОЧНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ)

Багаев Д. З. Геолого-геофизическая модель северной части бассейна Восточно-Сибирского моря с целью обоснования перспективных нефтегазоносных районов.....	8
Гришина А. А., Сапьяник В. В., Торопова Т. Н. Реконструкция обстановок осадконакопления байос-батских отложений в западной части Енисей-Хатангской НГО и сопредельных территорий.....	12
Гришина А. А., Торопова Т. Н., Сапьяник В. В. Геологическое строение западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и перспективы газоносности меловых отложений (на примере Подпимского ССК).....	15
Дроздов Д. К., Пахомова К. А., Виноградов Е. В. Палеогеографическое положение Сибири в позднем венде – раннем кембрии по результатам палеомагнитного анализа осадочной последовательности Оленекского поднятия .....	18
Ефременко В. Д. Белемниты и биостратиграфия нижнемеловых отложений Анабарского района Сибири.....	23
Злобина А. В. Стратиграфия и органическая геохимия нижней юры восточной части Анабаро-Ленского регионального прогиба (бассейн р. Келимяр).....	27
Нечаев М. С. Литологическая характеристика отложений овинпармского горизонта лохковского яруса нижнего девона в разрезе ручья Дэршор (гряда Чернышева).....	30
Пахомова К. А., Дроздов Д. К. Палеогеография Суханского осадочного бассейна по палеомагнитным данным хатыспытской свиты (венд Оленекского поднятия) .....	33
Пащенко А. А. Биостратиграфия синской и куторгиновой свит нижнего кембрия северо-запада Алданской антеклизы.....	38
Смольянова Д. В., Курагин Д. И., Зуева Е. А. Оценка перспектив нефтегазоносности доманиковых отложений юго-восточной части Мухано-Ероховского прогиба .....	42
Тахватулин М. М., Масленников М. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и пермских отложений южного борта Вилуйской синеклизы.....	45
Удегова В. В., Филиппов Ю. Ф. Потенциально нефтегазоносные комплексы Предъенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири .....	48

### СЕКЦИЯ 2. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Глинских А. В. Численное моделирование потенциалов самопроизвольной поляризации с учетом глинистости пласта-коллектора.....	52
---	----

Кальяк А. А. Модель аппаратного комплекса для определения теплофизических свойств горных пород в условиях естественного залегания .....	56
Крошка Е. С. Сопоставление широкополосных диэлектрических спектров твердых и разрушенных песчаных пород .....	60
Крошка Е. С., Родионова О. В. Широкополосная диэлектрическая спектроскопия просеянных фракций песка и плавленых гранул.....	64
Москаев И. А. Численное моделирование данных скважинной электротомографии в геоэлектрических моделях с наклонной двухосной электрической анизотропией .....	68
Сизиков И. С., Тимофеев А. В., Ардюков Д. Г., Носов Д. А. Результаты измерений силы тяжести и смещений в районе Заполярного и Ямбургского нефтегазовых месторождений .....	71
Ульянов Н. А., Яскевич С. В., Дергач П. А. Детекция записей слабых локальных землетрясений с использованием машинного обучения.....	76
Федосеев А. А. Определение вещественного состава отложений баженовской свиты на основе электрофизических моделей смесей.....	79
Хогоева Е. Е. Динамика эмиссионного отклика геологической среды по материалам морской сейсморазведки .....	83
Шилов Н. Н., Грубась С. И., Дучков А. А. Построение сейсмических лучей по решению уравнения эйконала с использованием искусственных нейронных сетей.....	87
Яблоков А. В., Сердюков А. С. Способ подбора архитектуры искусственной нейронной сети для аппроксимации зависимости фазовой скорости поверхностной волны от параметров упругой модели геологической среды .....	91

### СЕКЦИЯ 3. ТЕОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА, ОРГАНИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Бондоров Р. А., Фомин А. Н. Мацеральный состав и условия формирования углей васюганской свиты на юго-востоке Западно-Сибирского мегабассейна .....	95
Бурухина А. И., Фурсенко Е. А. Распределение углеводородов C <sub>4</sub> –C <sub>9</sub> в нефтях и конденсатах Бованенковского месторождения (полуостров Ямал, Западная Сибирь) .....	99
Дребот В. В. Изотопный состав углерода и кислорода гидрокарбонат-иона ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в подземных водах территории Торейских озер (Восточное Забайкалье).....	102
Иванников А. А. Органическая геохимия юрских отложений востока Енисей-Хатангского регионального прогиба.....	106
Мельник Д. С. Параавтохтонные битумоиды в породах хатыспытской свиты венда Оленекского поднятия на северо-востоке Сибирской платформы .....	109

Попова И. Д., Долженко К. В. Влияние асфальто-смолистой компоненты битумоида на пиролитические показатели террагенного органического вещества верхнепалеозойского комплекса Вилуйской синеклизы .....	113
Пыряев А. Н., Максимова А. А. Изотопный состав подземных вод нефтегазоносных отложений центральной части Зауральской мегамоноклизы .....	117
Черных А. В., Пыряев А. Н., Дульцев Ф. Ф. Новые данные об изотопном составе рассолов нефтегазоносных отложений Сибирской платформы.....	121

#### СЕКЦИЯ 4. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Бардачевский В. Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров нижнемелового клиноформного комплекса Гыданского полуострова .....	126
Белоусов А. А., Титов Б. Г. Моделирование методики определения содержания в породе урана, тория калия методом пассивной гамма-спектрометрии .....	130
Зервандо Я. В., Елишева О. В. Предпосылки заполнения резервуаров неокомского интервала разреза Ай-Яунской площади углеводородами .....	133
Канакова К. И., Канаков М. С., Ибрагимова С. М. Методика выделения литотипов по данным ГИС в отложениях горизонта Ю <sub>1</sub> .....	138
Котухов П. Д. Влияние структурного строения и литологических особенностей вендских терригенных отложений на перспективы нефтегазоносности южного склона Байкитской антеклизы .....	142
Ошорова Е. М., Аюнова Д. В. Сейсмогеологическая характеристика и нефтегазоносность меловых отложений Ванкорской зоны нефтегазонакопления.....	146
Татевосян Л. С. Структурная характеристика отложений НГГЗК Чкаловского месторождения и прилегающих территорий .....	149

#### СЕКЦИЯ 5. МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ НЕФТИ, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИДРАТНОГО ГАЗА: МЕТОДЫ ИХ ПОИСКОВ, РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ

Кузнецова М. И. Выявление перспективных объектов баженовской свиты на территории ЯНАО с применением геолого-геофизических критериев .....	152
Соколов П. А. Поточный измеритель минерализации водных растворов .....	156

#### СЕКЦИЯ 6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ

Кокорев О. Н., Кейслер А. Г., Истомин А. Д., Носков М. Д., Чеглоков А. А. Геоэкологический прогноз эксплуатации пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов.....	160
---	-----

**ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ СИБИРИ В ПОЗДНЕМ ВЕНДЕ -  
РАННЕМ КЕМБРИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПАЛЕОМАГНИТНОГО АНАЛИЗА  
ОСАДОЧНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОЛЕНЕКСКОГО ПОДНЯТИЯ**

**Д. К. Дроздов<sup>1</sup>, К. А. Пахомова<sup>1</sup>, Е. В. Виноградов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

<sup>2</sup>*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск*

**Аннотация.** Оленекское поднятие является высоко перспективным регионом на поиски нефтяных месторождений. Настоящая работа посвящена вопросу палеогеографического положения Сибири в позднем венде - раннем кембрии. Представлены результаты изучения компонентного состава намагниченности туркутской, кесюсинской и еркекетской свит в среднем течении реки Хорбусуонки. Положение бассейна седиментации на время формирования изученных пород должно отвечать 43,6° южной широты.

**Ключевые слова:** палеомагнетизм, Оленекское поднятие, туркутская свита, кесюсинская свита, еркекетская свита.

**PALEO GEOGRAPHIC POSITION OF SIBERIA IN THE LATE VENDIAN - EARLY  
CAMBRIAN BASED ON PALEOMAGNETIC ANALYSIS OF THE SEDIMENTARY  
SEQUENCE OF THE OLENEK UPLIFT**

**D. K. Drozdov<sup>1</sup>, K. A. Pakhomova<sup>1</sup>, E. V. Vinogradov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk*

<sup>2</sup>*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk*

**Annotation.** The Olenek uplift is a highly promising region for the search of oil fields. The current work is devoted to paleogeographic position of Siberia in the Late Vendian-Early Cambrian. The results of studying the composition of the magnetization of the Turkut, Kesyushin and Yerkeket formations in the middle course of the Khorbusuonki River are presented. The position of the sedimentation basin at the time of formation of the studied rocks corresponds to 43,6° south latitude.

**Key words:** paleomagnetism, Olenek uplift, Turkut formation, Kesyusinsk formation, Yerkeket formation.

В палеогеографических и тектонических реконструкциях позднепротерозойский интервал является предметом дискуссий, во многом это связано с противоречивыми палеомагнитными данными по Сибирской платформе. Предыдущими исследованиями установлено две различные группы палеомагнитных полюсов для разновозрастных пород - к юго-востоку от Австралии [1] и у восточного побережья острова Мадагаскар [2, 3]. Этот факт не позволяет однозначно определить положение Сибири в рассматриваемый период времени. Существуют



различные гипотезы, объясняющие данную проблему. Одним из объяснений является предположение об аномально-высоких скоростях (17–23 см/год) дрейфа плит в то время [4]. Альтернативная гипотеза рассматривает наличие двух квазистабильных режимов генерации геомагнитного поля, периодически сменяющих друг друга [5]. Существуют и другие теории. От того, какое из объяснений считать верным, зависит то, какое положение Сибирь будет занимать в палеотектонических реконструкциях в данный интервал времени. В связи с этим, нами были проведены исследования осадочной последовательности Оленекского поднятия, как одного из самых представительных разрезов позднего докембрия для территории Сибири.

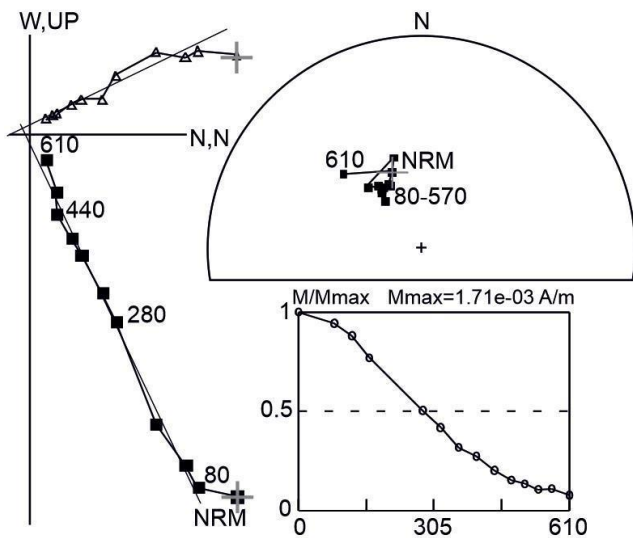
В настоящей работе представлены результаты изучения компонентного состава намагниченности туркутской (2 точки отбора – 15 образцов из нижней и 10 из верхней подсвит), кесюсинской (1 точка отбора с 15 образцами из нижней и 2 точки отбора с 23 образцами из верхней подсвит) и еркекетской (2 точки отбора в основании свиты, 36 образцов) свит в районе среднего течения реки Хорбусуонки. Возраст туркутской свиты по биостратиграфическим и хемотратиграфическим данным составляет 550–544 млн лет [6, 7]. В исследуемом районе находятся трубки взрыва тас-юряхского вулканического комплекса, которые, по имеющимся данным, прорывают туркутскую свиту и нижнюю часть кесюсинской свиты [6]. Для одной из таких трубок получены U-Pb определения  $543,9 \pm 0,24$  млн лет [8], что ограничивает верхний возраст наиболее древней части кесюсинской свиты. В средней части кесюсинской свиты U-Pb датировки  $529,6 \pm 0,24$  млн лет [9] сделаны по цирконам из слоя вулканического пепла. Таким образом, нашим исследованием охвачен период более 20 млн лет.

В известняках и доломитах туркутской и кесюсинской свит кривые изменения магнитной восприимчивости от температуры указывают, что основным носителем намагниченности является титаномагнетит, который при нагреве выше 300 °C распадается с образованием магнетита и ильменита. В красноцветных песчаниках еркекетской свиты результаты термомагнитного анализа показывают, что основным носителем намагниченности является гематит, диагностируемый по деблокирующей температурам около 680 °C.

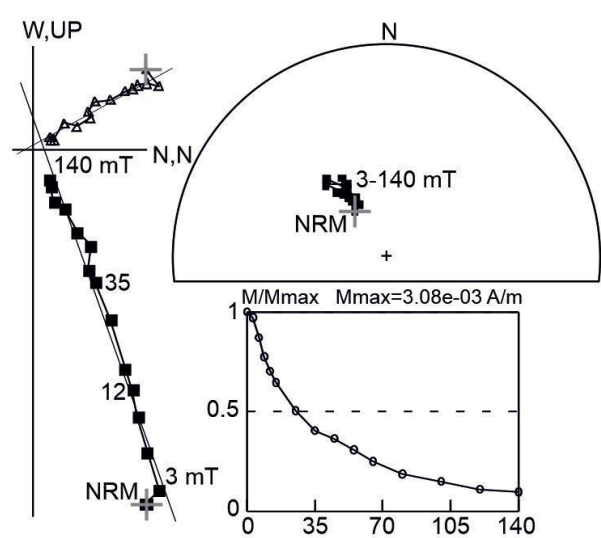
Исходя из результатов магнито-минералогических исследований для известняков и доломитов кесюсинской и туркутской свит был применен метод чистки переменным магнитным полем. Установлено практически однокомпонентное поведение вектора естественной остаточной намагниченности, не считая вязкой намагниченности (природная и/или лабораторная), разрушающейся при воздействии переменным магнитным полем около 6 мТл. В более сильном поле, до 100–140 мТл, выделяется регулярная характеристическая компонента намагниченности как в туркутской, так и в кесюсинской свитах (рис. 1, б,в). Для красноцветных песчаников еркекетской свиты применён метод температурной чистки. По результатам чистки вязкая намагниченность разрушается при нагреве до 80–120 °C, регулярная характеристическая компонента – около 680°C (рис. 1, а).

Возраст выделенных характеристических компонент намагниченности оценивался полевым неклассическим тестом «галек». Для тестирования вместо галек конгломератов были изучены обломки эруптивной брекчии одной из трубок взрыва. Направления стабильных характеристических компонент намагниченности в изученных обломках распределены хаотично, параметр кучности составляет  $K=1,6$  ( $N=8$ ). Параметр  $R$ , позволяющий оценить случайность распределения направлений для нашей выборки  $R=3,57$  меньше критического значения на 95 % уровне доверия  $R_{0,95}=4,48$ , соответственно полученное распределение хаотическое и тест положительный [10]. И хотя количество образцов не вполне достаточно для уверенного заключения, с некоторой долей допущения можно утверждать, что установленная в поздневендских-раннекембрийских породах компонента представляет собой первичную намагниченность.

а) еркекетская свита, образец 19НВ711, стратиграфические координаты



б) кесюсинская свита, образец 19НВ596, стратиграфические координаты



в) туркутская свита, образец 19НВ675, стратиграфические координаты

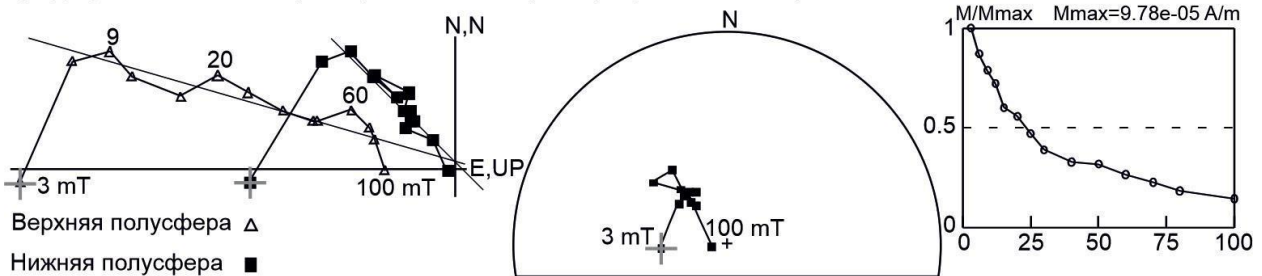


Рис. 1. Примеры поведения вектора остаточной намагниченности в ходе ступенчатой температурной чистки образцов еркекетской свиты (а), а также ступенчатой чистки переменным магнитным полем образцов кесюсинской (б) и туркутской (в) свит

Fig. 1. Examples of the behavior of the remanent magnetization vector in the course of stepwise temperature cleaning of samples of the Yerkeket Formation (a), as well as stepwise cleaning by an alternating magnetic field of samples of the Kesysusin (b) and Turkut (c) formations

По направлениям регулярных компонент намагниченности были подсчитаны виртуальные геомагнитные полюсы для каждой точки опробования. Координаты этих полюсов для туркутской, кесюсинской и еркекетской свит в пределах ошибки определения не различаются. Средний палеомагнитный полюс  $P_{Lat}=60,2^\circ$ ,  $P_{Long}=337,9^\circ$ ,  $A_{95}=13,9^\circ$  отвечает «Австралийской» группе полюсов. Полученный полюс хорошо соотносится с существующими траекториями кажущегося движения полюса Сибири для палеозоя и не требуют высоких скоростей движения Сибирского палеоконтинента, которые необходимы для обоснования реконструкций с использованием «Мадагаскарских» полюсов. Согласно этим данным положение бассейна седиментации на время образования туркутской, кесюсинской и еркекетской свит должно отвечать  $43,6^\circ$  южной широты.

### Список литературы

1. Храмов А. Н. Стандартные ряды палеомагнитных полюсов для плит Северной Евразии: связь с проблемами палеогеодинамики территории СССР // Палеомагнетизм и палеогеодинамика территории СССР. Л.: ВНИГРИ. – 1991. – С. 154–176.

2. Казанский А. Ю. Эволюция структур западного обрамления Сибирской платформы по палеомагнитным данным / А. Ю. Казанский // Автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. – Новосибирск. – 2002. – 40 с.
3. Kirschvink J. L. Evidence for a large-scale reorganization of Early Cambrian continental masses by inertial interchange true polar wander 3 / J. L. Kirschvink, R. L. Ripperdan, D. A. Evans // *Science*. – 1997. – Т. 277. – № 5325. – P. 541–545.
4. Gurnis M. Rapid drift of large continents during the late Precambrian and Paleozoic: Paleomagnetic constraints and dynamic models 4 / M. Gurnis, T. H. Torsvik // *Geology*. – 1994. – Т. 22. – № 11. – P. 1023–1026.
5. Павлов В. Э. Палеомагнетизм нижнего кембрия долины нижнего течения р. Лена - новые ограничения на кривую кажущейся миграции полюса Сибирской платформы и аномальное поведение геомагнитного поля в начале фанерозоя / В. Э. Павлов, И. Галле, А. В. Шаццлло, В. Ю. Водовозов // *Физика Земли*. – 2004. – № 2. – С. 28–49.
6. Рогов В. И. Время формирования первой биостратиграфической зоны венда в Сибирском гипостратотипе / В. И. Рогов, Г. А. Карлова, В. В. Марусин, Б. Б. Кочнев, К. Е. Наговичин, Д. В. Гражданкин // *Геология и геофизика*. – 2015. – Т. 56. – № 7. – С. 735–747.
7. Vishnevskaya I. A. Chemostratigraphy and detrital zircon geochronology of the Neoproterozoic Khorbusuonka Group, Olenek Uplift, northeastern Siberian platform / I. A. Vishnevskaya et al. // *Gondwana research*. – 2017. – Т. 51. – P. 255–271.
8. Bowring S. A. Calibrating rates of Early Cambrian evolution / S. A. Bowring, J. P. Grotzinger, C. E. Isachsen, A. H. Knoll, S. M. Pelechaty, P. Kolosov // *Science*. – 1993. – V. 261. – P. 1293–1298.
9. Kaufman A. J. A shorter fuse to the Cambrian Explosion? / A. J. Kaufman, S. Peek, A. J. Martin, H. Cui, D. razhdankin, V. Rogov, S. Xiao, R. Buchwaldt // *Geological Society of America (GSA) 2012 Annual Meeting (Carlotte, North Caroline 4–7 November 2012): Abstracts with Programs*. – 2012. – V. 44. – № 7. – P. 326.
10. Watson G. S. A Test for Randomness of Directions / G. S. Watson // *Geophysical Supplements to the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 1956. – V. 7. – P. 160–161.

## REFERENCES

1. Hramov A. N. Standartnye ryady paleomagnitnyh polyusov dlya plit Severnoj Evrazii: svyaz' s problemami paleogeodinamiki territorii SSSR // *Paleomagnetizm i paleogeodinamika territorii SSSR*. L.: VNIGRI. – 1991. – S. 154–176.
2. Kazanskij A. Yu. Evolyuciya struktur zapadnogo obramleniya Sibirskoj platformy po paleomagnitnym dannym // *Avtoref. dis. dok-ra geol.-mineral. nauk.* / A. Yu. Kazanskij – Novosibirsk. – 2002. – 40 s.
3. Kirschvink J. L., Ripperdan R. L., Evans D. A. Evidence for a large-scale reorganization of Early Cambrian continental masses by inertial interchange true polar wander // *Science*. – 1997. – Т. 277. – № 5325. – P. 541–545.
4. Gurnis M., Torsvik T. H. Rapid drift of large continents during the late Precambrian and Paleozoic: Paleomagnetic constraints and dynamic models // *Geology*. – 1994. – Т. 22. – № 11. – P. 1023–1026.
5. Pavlov V. E., Galle I., SHacillo A. V., Vodovozov V. Yu. Paleomagnetizm nizhnego kembriya doliny nizhnego techeniya r. Lena – novye ogranicheniya na krivuyu kazhushchejsya migracii polyusa Sibirskoj platformy i anomal'noe povedenie geomagnitnogo polya v nachale fanerozoya // *Fizika Zemli*. – 2004. – № 2. – S. 28–49.
6. Rogov V. I., Karlova G. A., Marusin V. V., Kochnev B. B., Nagovicin K. E., Grazhdankin D. V. Vremya formirovaniya pervoj biostratigraficheskoj zony venda v Sibirskom gipostratotipe // *Geologiya i geoфизика*. – 2015. – Т. 56. – № 7. – S. 735–747.
7. Vishnevskaya I. A. et al. Chemostratigraphy and detrital zircon geochronology of the Neoproterozoic Khorbusuonka Group, Olenek Uplift, northeastern Siberian platform // *Gondwana research*. – 2017. – Т. 51. – P. 255–271.

8. Bowring S. A., Grotzinger J. P., Isachsen C. E., Knoll A. H., Pelechaty S. M., Kolosov P. Calibrating rates of Early Cambrian evolution // *Science*. – 1993. – V. 261. – P. 1293–1298.
9. Kaufman A. J., Peek S., Martin A. J., Cui H., Grazhdankin D., Rogov V., Xiao S., Buchwaldt R. A shorter fuse to the Cambrian Explosion? // *Geological Society of America (GSA) 2012 Annual Meeting (Carlotte, North Caroline 4– November 2012): Abstracts with Programs*. – 2012. – V. 44. – № 7. – P. 326.
10. Watson G. S. A Test for Randomness of Directions // *Geophysical Supplements to the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 1956. – V. 7. – P. 160–161.