



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, ТЕКТНИКА, 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 электротомии 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 ₄ –C ₉ 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 ₁	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
---	-----

АДАПТАЦИЯ ОКОННЫХ МЕТОДОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ ДЛЯ СЕТЕЙ С НИЗКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Н. А. Солдатов, А. Н. Дробчик

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

Аннотация. Настоящая работа посвящена разработке алгоритма детектирования сейсмических событий, который будет адаптирован под вычислительные ресурсы сейсмического регистратора. Данная модификация должна обеспечить проведение предобработки на борту регистратора при непрерывной записи данных. Это позволит снизить объём передаваемых данных, что даст возможность использовать каналы связи с низкой пропускной способностью. В первом тестировании сравнивались классический STA/LTA с модифицированным на эталонном сейсмическом сигнале. Результат показал, что времена вступлений детектирующих функций совпадают.

Ключевые слова: сейсмический регистратор, сейсмическое событие, алгоритмы детектирования, STA/LTA, кольцевой буфер, каналы связи с низкой пропускной способностью.

ADAPTATION OF WINDOW-BASED TECHNIQUES FOR DETECTING SEISMIC EVENTS FOR LOW BANDWIDTH NETWORKS

N. A. Soldatov, A. A. Drobchik

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk

Annotation. This work is devoted to the development of the algorithm for detecting seismic events, which will be adapted to the computational resource of a seismic recorder. This modification must ensure proper pre-processing on board the recorder during continuous data recording. This will reduce the amount of transmitted data to server, which will make it possible to use low bandwidth communication channels. The first test compared the classic STA/LTA with the modified one using reference seismic signal. The result showed that the arrival times of the detecting functions coincide.

Key words: seismic recorder, seismic event, detection algorithms, STA/LTA, circular buffer, low bandwidth communication channels.

Пассивная сейсморазведка базируется на регистрации сейсмических событий от естественных источников колебаний грунта. Она позволяет решить прямую задачу сейсморазведки. При этом такие параметры источника, как его мощность, координаты и время возникновения события остаются неизвестны.

Задача поиска параметров гипоцентра начинается с выделения события из непрерывной записи и времен первых вступлений. Существуют различные оконные методы детектирования

сейсмических событий [1–5]. Чтобы одновременно вести непрерывную запись и детектирование, требуются регистраторы с большими вычислительными ресурсами и каналы связи с высокой пропускной способностью для передачи большого объёма данных.

Это труднореализуемо в удалённых пунктах регистрации, где доступны каналы связи преимущественно с низкой пропускной способностью. Работа сейсмостанций ведётся от батарейного питания. Чтобы избежать проблем высокого энергопотребления, аппаратная составляющая регистраторов имеет ограниченные вычислительные ресурсы.

Чтобы перенести часть вычислений на борт регистратора, можно модифицировать оконные алгоритмы. Это позволит осуществить детектирование сейсмических сигналов в режиме реального времени, уменьшить объём передаваемых данных и использовать каналы связи с низкой пропускной способностью.

На текущий момент ведётся разработка модифицированных оконных алгоритмов детектирования для их работы на борту в режиме реального времени. В работе показана адаптация классического оконного метода STA/LTA.

Адаптация оконного метода STA/LTA. Суть метода заключается в отделении сигнала от фонового шума за счёт отслеживания изменения энергии волны. Для этого вычисляется детектирующая функция как дискретная производная от отношения средних значений энергии в малом (STA) и большом (LTA) окне [1]:

$$\begin{aligned} d_i &= |r_{i+1} - r_i|, \\ r_i &= \frac{STA_i}{LTA_i}, \\ STA_i &= \frac{1}{ns} \sum_{j=i-ns}^i x_j^2, \\ LTA_i &= \frac{1}{nl} \sum_{j=i-nl}^i x_j^2, \end{aligned}$$

где ns, nl – длины окон STA и LTA. Детектирование производится при переходе заданного порогового значения функции d_i . Длина окна ns должна быть больше в 2–4 раза периода регистрируемого сигнала, длина окна nl – в 7–10 раз [6].

Классический STA/LTA работает со всей сейсмотрассой, загруженной в оперативную память, где могут обрабатываться десятки и сотни тысяч отсчётов. Оперативная память микроконтроллеров не превышает сотни килобайт. Такого объёма недостаточно для обработки данных классическим оконным методом на микроконтроллере.

Можно организовать работу алгоритма таким образом, чтобы данные $\sum_j x_j^2$ заносились в кольцевой буфер. Если требуется сэкономить больше памяти, то перед расчётом STA и LTA проводится усреднение энергии по фреймам (кадрам):

$$\begin{aligned} STA_i &= \frac{1}{ns} \sum_{j=i-ns}^i x_j^2 = \frac{1}{nsFrames \cdot FL} \sum_{j=i-ns}^i x_j^2, \\ LTA_i &= \frac{1}{nl} \sum_{j=i-nl}^i x_j^2 = \frac{1}{nlFrames \cdot FL} \sum_{j=i-nl}^i x_j^2, \\ \overline{STA}_m &= \frac{1}{nsFrames} \sum_{k=m-nsFrames}^m \frac{\sum_{j=i-FL \cdot k}^{i-FL \cdot (k-1)} x_j^2}{FL} = \frac{1}{nsFrames} \sum_{k=m-nsFrames}^m Q_k, \\ \overline{LTA}_m &= \frac{1}{nlFrames} \sum_{k=m-nlFrames}^m \frac{\sum_{j=i-FL \cdot k}^{i-FL \cdot (k-1)} x_j^2}{FL} = \frac{1}{nlFrames} \sum_{k=m-nlFrames}^m Q_k, \\ Q_k &= \frac{1}{FL} \sum_{j=i-FL \cdot k}^{i-FL \cdot (k-1)} x_j^2, \end{aligned}$$

где FL – число отсчётов на один фрейм (длина фрейма), $nsFrames$ и $nlFrames$ – число фреймов для STA и LTA окон, Q_k – среднее значение энергии на один фрейм, которое кладётся в кольцевой буфер.

На рис. 1 изображен принцип работы модифицированного STA/LTA. Детектирующая функция вычисляется следующим образом. Для LTA надо просуммировать все элементы Q_k кольцевого буфера. Для STA суммируются несколько последних ячеек буфера. В конце берётся её дискретная производная от их отношения:

$$\begin{aligned} R_m &= \frac{\overline{STA}_m}{\overline{LTA}_m} \\ D_m &= |R_{m+1} - R_m|. \end{aligned}$$

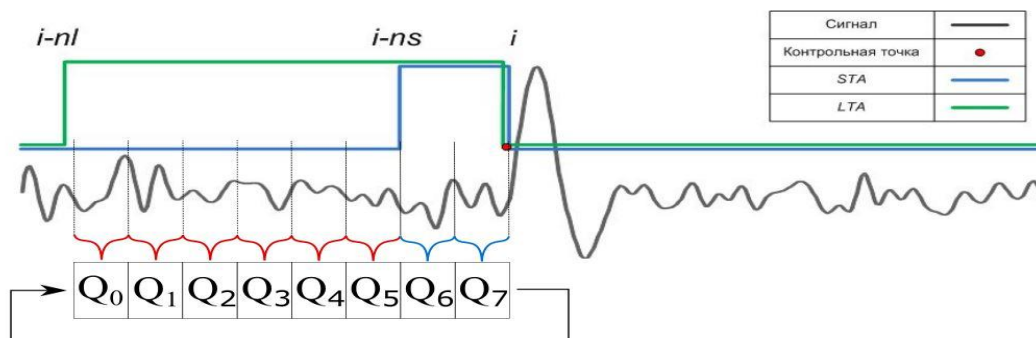


Рис. 1. Организация кольцевого буфера для расчёта STA/LTA

Fig. 1. Architecture of the circular buffer for calculating STA/LTA

Тестирование. На вход классическому и модифицированному алгоритмам был подан сейсмический сигнал. Размер фрейма равен 50 отсчётам, что соответствует типичным частотам (от 10 до 60-80 Гц) в большой сейсморазведке [7]. В модифицированном методе размер STA окна выбран равным 4 фреймам, а LTA окна – 9 фреймам. Для классического метода размеры окон STA и LTA составляют 200 и 450 отсчётов. Результаты тестирования показали, что времена вступлений детектирующих функций классического алгоритма и оптимизированного совпадают, как показано на рис. 2. Красным пиком соответствует детектирующая функция классического STA/LTA, зелёным пиком – детектирующая функция модифицированного STA/LTA.

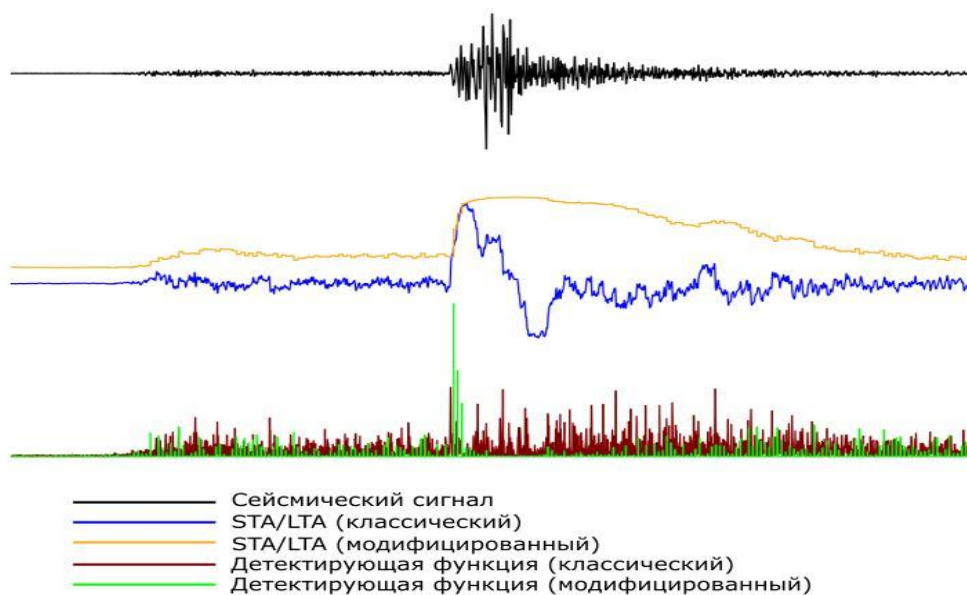


Рис. 2. Сравнение классического алгоритма детектирования сейсмических сигналов STA/LTA с модифицированным

Fig. 2. Comparison of the classic STA/LTA seismic signal detection with the modified one

Заключение. Таким образом, в ходе работы был разработан алгоритм детектирования сейсмических событий, адаптированный под вычислительные ресурсы регистратора. Это позволяет осуществлять предобработку данных на его борту в режиме реального времени и снизить объём передаваемых данных.

Было проведено первое тестирование модифицированного STA/LTA на эталонном сейсмическом сигнале. Результаты показали, что время срабатывания модифицированного метода совпадает с временем срабатывания классического метода. В дальнейшем предполагается

провести тестирование метода с другими сейсмическими записями. После этого планируется внедрение алгоритма на борт регистратора.

Список литературы

1. Coppens F. First arrivals picking on common-offset trace collections for automatic estimation of static corrections / F. Coppens // *Geophysical Prospecting*. – 1985. – V. 33. – P. 1212–1231.
2. Foulger G. R. Global review of human-induced earthquakes / G. R. Foulger, M. Wilson, J. Gluyas, B. R. Julian, R. Davies // *Earth-Science Reviews*. – 2018. – V. 178. – P. 438–514.
3. Han L. Time Picking on Noisy Microseismograms / L. Han, J. Wong, J. C. Bancroft // *GeoCanada, 2010. – Working with the Earth*.
4. Denis A. Using the entropy of curves to segment a time or spatial series / A. Denis, F. Crémoux. // *Mathematical Geology*. – 2002. – V. 34. – P. 899–914.
5. Boschetti F. A fractal-based algorithm for detecting first arrivals on seismic traces / F. Boschetti, M. Dentith, R. List // *Geophysics*. – 1996. – V. 61. – P. 1095–1102.
6. Wagner F. Automatic seismic event detection using migration and stacking: a performance and parameter study in Hengill, southwest Iceland / F. Wagner, A. Tryggvason, R. G. Roberts, B. Lund, Ó. Gudmundsson // *Geophysical Journal International*. – 2017. – V. 209(3). – P. 1866–1877.
7. Ермаков А. П. Введение в сейсморазведку. Учебное пособие / А. П. Ермаков // – Тверь: изд-во ГЕРС, 2012. – 160 с.

REFERENCES

1. Coppens F. First arrivals picking on common-offset trace collections for automatic estimation of static corrections // *Geophysical Prospecting*. – 1985. – V. 33. – P. 1212–1231.
2. Foulger G. R., Wilson M., Gluyas J., Julian B. R., Davies R. Global review of human-induced earthquakes / G. R. Foulger. // *Earth-Science Reviews*. – 2018. – V. 178. – P. 438–514.
3. Han L., Wong J., Bancroft J. C. Time Picking on Noisy Microseismograms // *GeoCanada, 2010. – Working with the Earth*.
4. Denis A., Crémoux F. Using the entropy of curves to segment a time or spatial series // *Mathematical Geology*. – 2002. – V. 34. – P. 899–914.
5. Boschetti F., Dentith M., List R. A fractal-based algorithm for detecting first arrivals on seismic traces // *Geophysics*. – 1996. – V. 61. – P. 1095–1102.
6. Wagner F., Tryggvason A., Roberts R. G., Lund B., Gudmundsson Ó. Automatic seismic event detection using migration and stacking: a performance and parameter study in Hengill, southwest Iceland // *Geophysical Journal International*. – 2017. – V. 209(3). – P. 1866–1877.
7. Ermakov A. P. Vvedenie v sejsmorazvedku. Uchebnoe posobie. – Tver': izd-vo GERS, 2012. – 160 с.