

В Е С Т Н И К

**АЛМАТИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

№ 4(4) (43)

2018

**Научно-технический журнал
Выходит 4 раза в год**

Алматы



АУЭС
Образован в 1975

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

057
КОД ВУЗА

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ №01377445 ОТ 4.08.2010. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ АККРЕДИТАЦИИ № 000003

БАКАЛАВРИАТ

- 5B060200 - Информатика
- 5B070200 - Автоматизация и управление
- 5B070300 - Информационные системы
- 5B070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 5B071600 - Приборостроение
- 5B071700 - Теплоэнергетика
- 5B071800 - Электроэнергетика
- 5B071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 5B073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 5B081200 - Энергообеспечение сельского хозяйства
- 5B074600 - Космическая техника и технологии
- 5B100200 - Системы информационной безопасности

КОЛЛЕДЖ

- 0901000 - Электрооборудование электрических станций и сетей
- 0906000 - Теплоэнергетические установки тепловых энергетических станций

ВОЕННАЯ КАФЕДРА

Министерство обороны РК выделяет квоту студентам АУЭС для получения специальности на военной кафедре, а также предлагает пройти курс «Молодого бойца».

ЯЗЫКИ ОБУЧЕНИЯ



КАЗАХСКИЙ



РУССКИЙ



АНГЛИЙСКИЙ

МАГИСТРАТУРА

- 6M070200 - Автоматизация и управление
- 6M071700 - Теплоэнергетика
- 6M071800 - Электроэнергетика
- 6M071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
- 6M070400 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 6M070300 - Информационные системы
- 6M073100 - Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
- 6M071600 - Приборостроение

ДОКТОРАНТУРА

- 6D071700 - Теплоэнергетика
- 6D071800 - Электроэнергетика
- 6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

- 1302000 - Автоматизация и управление
- 1304000 - Вычислительная техника и программное обеспечение
- 1305000 - Информационные системы
- 1306000 - Радиоэлектроника и связь

ИНОГОРОДНИМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ОБЩЕЖИТИЕ

НАШИ КОНТАКТЫ:

🏠 г.Алматы, ул.А.Байтурсынулы 126/1
☎ +7 (727) 292 0303
✉ aues1975@gmail.com



AUES University



AUES University



@aues_university



Aues University

#АУЭС
#AUES
#AUPET
#БУДНИАУЭС

AUES.KZ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

M.D. Adambaev, A.R. Fazylova

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF WIND-GENERATORS IN ALMATY

С. К. Шерьязов, К.Т.Тергемес

УСЛОВИЯ ВЫБОРА ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

С.И. Латыпов, Н.И. Калантаевская, К.Т. Кошекков, А.А. Савостин

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Б.С. Байкенов, К.С. Савин, А.Р. Фазылова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
ДВИЖЕНИЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА

В. А. Васильев, К. М. Асанова

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕХА МАГНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТИТАНА

Е.С. Риттер, В.П. Кисмирешкин, К.Т. Кошекков, Д.В. Риттер

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАГРЕВ НА ОСНОВЕ ОДНОПРОВОДНОЙ
ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ СВЧ ЭНЕРГИИ

Г.В. Савостина, Д.В. Риттер, С.И. Латыпов

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ
ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЯХ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Б.В. Кошеккова, Ю.Н. Кликушин, А.А. Савостин

АЛГОРИТМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ
ИЗМЕРЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ
ДАННЫХ

Тойбаев С. Н., Ибраев М.С., Сәрсенбай А.С.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ
КОЛЕБАНИЯ СТЕРЖНЯ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДОЙ ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КОНТАКТА

И. Э. Сулейменов, Е. С. Витулёва
ПРОЛЕГОМЕНЫ К ОБЩЕЙ ТЕОРИИ РАЗВИТИЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНДУСТРИИ

**Витулёва Е.С., Сапанова Э.С., Сысоева-Массон И.С., Сулейменова
З.К., Сулейменов И.Э.**
К ВОПРОСУ О ПРИНЦИПАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРОВ
КОМПЕТЕНЦИЙ

Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г., Трепашко С.
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Айтмагамбетов А.З., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.
МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В
РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

М. М. Молдабеков, Д. И. Еремин, Д. Г. Жаксыгулова, С. Трепашко
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ
ИНФРАСТРУКТУРОЙ РЕФЕРЕНЦНЫХ GNSS СТАНЦИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

Зальцман М. Д., Абдрешов Ш. А., Махимова А. М.
ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Ахмедов Д.Ш., Еремин Д.И., Жаксыгулова Д.Г.

**АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
МОРЕНЫХ ОЗЕР**

М.Ж. Жантурин, К.Т. Тергемес

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

ИННОВАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Zh. Erzhanova, J. K. Koxegen, Sh. I. Imangaliev

**TO THE QUESTION OF LEARNING ENGLISH SYSTEMATICALLY
FOR TECHNICAL SPECIALTIES**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МРНТИ 47.01.81: 59.71.35: 37.31.19

Б.В. Кошекova¹, Ю.Н. Кликушин², А.А. Савостин

¹Северо-Казахстанский государственный университет им. М.Козыбаева, г.Петропавловск, Казахстан;

²Омский государственный технический университет, г.Омск, Россия

АЛГОРИТМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Аннотация. Представлен анализ компьютерных технологий обработки сейсмограмм для прогнозирования землетрясений. Предложены методика и алгоритм поиска оперативных предвестников землетрясений (ОПЗ) на основе применения S- и FRaSN-методов идентификационных измерений, базирующийся на математических

преобразованиях выборочных реализаций временных характеристик сейсмограммы, ее приращений и ранжированных функций. В результате формируются идентификационные параметры формы и виртуальной частоты сейсмограммы, оптимальные пороговые значения которых являются ОПЗ. Представлены результаты моделирования группы реальных сейсмограмм, позволившие определить численные значения ОПЗ с временными промежутками прогнозирования. Разработанный алгоритм применим также для решения задач оперативного прогнозирования других катастроф с автоматической выдачей пользователю числовых оценок и лингвистических описаний.

Ключевые слова: идентификационные измерения, предвестники землетрясений, форма сейсмограммы, виртуальная частота, алгоритм.

Практически еженедельно в мире случаются землетрясения разной силы, достаточно мощные из которых сопровождаются катастрофическими последствиями и цунами с аномально высокими волнами, смывающими поселки и города вместе с жителями.

Несмотря на то, что известно около 600 [1] предвестников землетрясений и имеются методы и приборы, фиксирующие деформации земной коры, большинство землетрясений неожиданны, внезапны и непредсказуемы.

Традиционная стратегия прогнозирования катастроф [1] сводится к выявлению отчётливой аномалии-предвестника, порождённой, например, концентрацией напряжений у окончаний, изломов, взаимопересечений разрывов. Чтобы стать достоверным признаком приближающегося толчка, такая аномалия должна быть единичной и контрастно выделяющейся на окружающем фоне. Но реальная геосреда устроена по-другому. Под нагрузкой она ведёт себя как грубо- и самоподобноблочная (фрактальная), т.е. не может быть чётко обособленных аномалий на однородном фоне, в ней присутствуют неконтрастно различающиеся макро-, мезо- и микроаномалии. Это делает требуемую надёжность и точность прогнозов конкретных землетрясений недостижимыми.

Вместе с тем, в мире ученые активно выполняют научно-исследовательские работы по совершенствованию технологий прогнозирования землетрясений. В частности, в июле 2015 года геологическая служба США [2, 3] выделила сейсмологической лаборатории Беркли 4 миллиона долларов для разработки глобальной сейсмической сети раннего предупреждения ShakeAlert для калифорнийских городов и транспортных сетей. Данные системы представляют собой системы акселерометров, системы коммуникаций, компьютеры и системы сигнализации, которые позволяют предупредить население городов о приближении подземных толчков, или возникновении сейсмической активности. Главной проблемой данного проекта является разработка эффективного программного обеспечения по распознаванию и идентификации сейсмограмм с определением количественных признаков.

Активно ведутся работы по совершенствованию сейсмографов - приборов регистрации и сбора сейсмических данных. В настоящее время развитие сейсмографов связано с применением новых технологий инерциальных и гравитационных измерений, обработки и анализа сейсмограмм, современных инфокоммуникационных достижений [4]. А ученые из Калифорнийского университета в Беркли разработали приложение для Android, регистрирующее сотрясение грунта во время землетрясения.

В настоящее время сейсмографы являются принципиально новыми разработками. Лидером по производству в России сейсмографов является высококомпьютерная компания ZETLAB. Их инновационной разработкой является сейсмограф ZET 7152-N VER.3, сочетающий в себе функции акселерометра и велосиметра с широким динамическим диапазоном до 176 дБ, возможностью подключения дополнительных внешних датчиков, автономной записью до 18 часов, с интерфейсами LAN и GSM и высокой скоростью передачи данных.

Высококчувствительные и эффективные сейсмографы могут фиксировать все аномалии, однако решение проблемы по поиску эффективных ОПЗ связано с применением интеллектуальных методик и алгоритмов анализа и обработки сейсмограмм. В частности, в работе [5] описано использование искусственных нейронных сетей для решения частной задачи классификации зашумленных сейсмических сигналов.

Из представленного анализа следует, что задача разработки новых методик и алгоритмов для программного обеспечения обработки и анализа сейсмограмм с поиском ОПЗ продолжает оставаться актуальной.

Авторы предлагают использовать для анализа и обработки сейсмограмм теорию идентификационных измерений сигналов (ТИИС) [6], представляющий собой комплекс интеллектуальных технологий идентификации, распознавания и цифровой обработки формы и вариабельности случайных сигналов в структуре глобальных эталонов. В зависимости от конкретной формулировки задачи методики могут быть разными.

В результате проведенных исследований была предложена новая методика обработки сейсмограмм, базирующаяся на технологиях оценки формы и виртуальной частоты временных характеристик сейсмограмм. Из временной характеристики исследуемой сейсмограммы $X^u(t)$ формируется массив формы - выборочной реализации мгновенных значений $X[N]$ с заданной размерностью N и массив приращений

$$\Delta X[N] = [X(i) - X(i - 1)]_{i=1}^N. \quad (1)$$

Путем идентификационного преобразования определяются параметры из соответствующих массивов $ReS = IdP\{X[N]\}$ и $ImS = IdP\{\Delta X[N]\}$.

Идентификационное преобразование $IdP\{\dots\}$ базируется на S-методе ТИИС, который реализуется несколькими этапами: в начале формируется массив $X_r[N]$ путем ранжирования элементов массива $X[N]$ сейсмограммы, далее на основе равномерной дискретизации выбираются 9 значений и вычисляется идентификационный S-параметр:

$$S = \frac{C(8) - C(2)}{C(9) - C(1)} 100, \quad (2)$$

где $C(j)$ – j-ое значение ранжированной функции исследуемой выборки.

Вторая группа идентификационных параметров определяется FRaSH-методом. Виртуальная частота определяется математической зависимостью

$$F = \frac{|\overline{\Delta X[N]}|}{|\overline{\Delta X_r[N]}|}, \quad (3)$$

где $|\overline{\Delta X[N]}|$ - модуль среднего значения массива характеристики приращения сейсмограммы;

$|\overline{\Delta X_r[N]}|$ - модуль среднего значения массива характеристики приращения ранжированной функции сейсмограммы.

Параметр формы на основе FRaSH-метода определяется следующей математической зависимостью

$$A = 2 \times \frac{|\overline{\Delta X_r[N]}|}{|\overline{X_r[N]}|} \times N, \quad (4)$$

где $|\overline{X_r[N]}|$ - модуль среднего значения ранжированной функции (массива) сейсмограммы.

Определенные параметры объединяются в вектор идентификационных измерений

$$\vec{Id}[N] = \begin{cases} ReS; \\ ImS; \\ dA; \\ dF. \end{cases} \quad (5)$$

где dA - изменение параметра формы сейсмограммы по FRaSH-методу;

dF - изменение виртуальной частоты.

При обработке сейсмограмм в соответствии с (2) было установлено, что по мере приближения к моменту землетрясения наблюдается одновременное уменьшение значений идентификационных ReS - и ImS -параметров, но с разными коэффициентами наклона характеристик. Если ввести пороговые значения $ReS_{пор}$ и $ImS_{пор}$ и принять, что параметр t_1 – временной промежуток между моментами начала наблюдения и моментом землетрясения, t_2 – временной промежуток между моментами начала наблюдения и выполнением условия $ReS[N]=ReS_{пор}$ и $ImS[N]=ImS_{пор}$, то $t_3^{ReS} = t_1^{ReS} - t_2^{ReS}$ и $t_3^{ImS} = t_1^{ImS} - t_2^{ImS}$ – временные промежутки прогнозирования землетрясения. Следовательно, установленные пороговые значения $ReS_{пор}$ и $ImS_{пор}$ будут являться оперативными предвестниками землетрясений (ОПЗ).

Анализ сейсмограмм в соответствии с (3) и (4) показал, что на графиках изменения формы A и частоты F в области времен непосредственно перед землетрясением имеет место быть скачкообразное изменение характеристик сейсмограммы: по амплитуде формы $dA = (5 \div 11)\%$ и по характеристической виртуальной частоте $dF = (150 \div 600)\%$. Эти факты можно использовать в качестве оперативного предвестников для прогнозирования землетрясений. В момент наступления землетрясения $dA = (380 \div 810)$. Поскольку скачкообразные изменения наблюдаются как по форме, так и по виртуальной частоте, то, установив два компаратора с соответствующими порогами срабатывания $dA_{пор}$ и $dF_{пор}$, можно выделить прогнозируемое количество отсчетов $\Delta n = n_{зем} - n_c$, ($n_{зем}$ – момент землетрясения, n_c – момент срабатывания компараторов), соответствующий временному промежутку прогнозирования t_3^A или t_3^F .

На основе разработанной методики авторами предложен алгоритм обработки и анализа сейсмограмм с поиском ОПЗ (рисунок 1), реализуемый следующими шагами.

Шаг 1. Ввод из сейсмографа временной характеристики $X^I(t)$ исследуемой сейсмограммы.

Шаг 2. Ввод размерности выборочной реализации сейсмограммы N и вектора $\vec{Id}_{пор}[N]$ в соответствии с (5) с оперативными предвестниками землетрясений – пороговыми значениями идентификационных параметров: $ReS_{пор}$, $ImS_{пор}$, $dA_{пор}$, $dF_{пор}$.

Шаг 3. Обращение к процедуре создания для исследуемой сейсмограммы массивов: формы $X^I[N]$, характеристики приращения $\Delta X^I[N]$, ранжированной функции $X_r^I[N]$ и характеристики приращения ранжированной функции $\Delta X_r^I[N]$.

Шаг 4. Формирование по формулам (2) – (5) вектора идентификационных параметров $\vec{Id}^I[N]$ для исследуемой сейсмограммы.

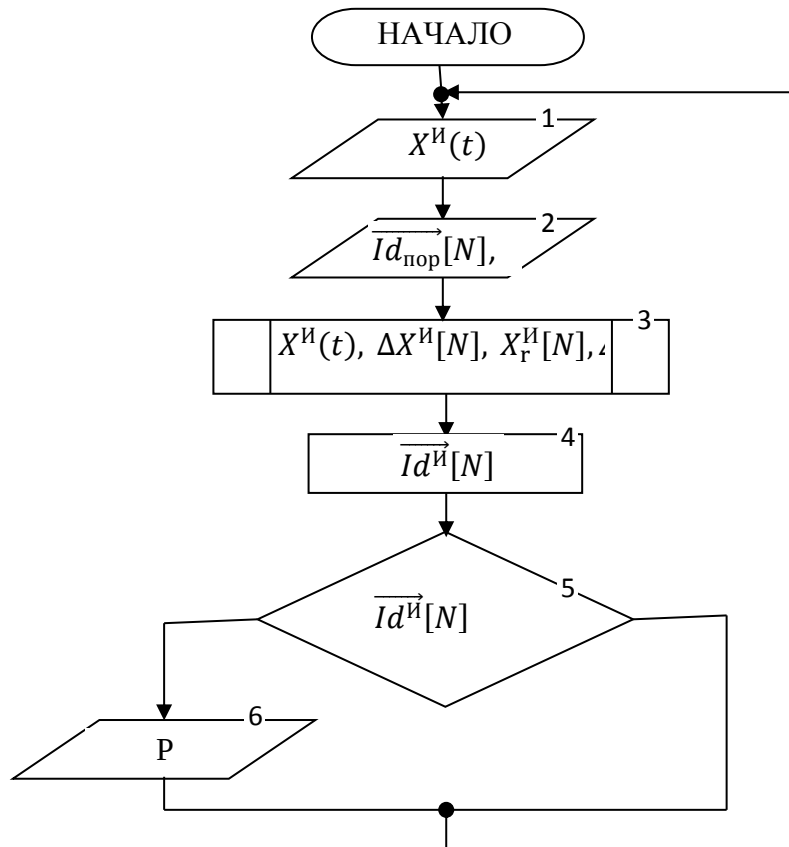


Рисунок 1 - Структура алгоритма обработки сейсмограмм на основе идентификационных измерений

Шаг 5. Если при сравнении вектора $\overrightarrow{Id^И[N]}$ с идентификационными параметрами для исследуемой сейсмограммы с вектором $\overrightarrow{Id_{пор}[N]}$ с оперативными предвестниками землетрясений встречается равенство соответствующих элементов, то переход на **Шаг 6**, иначе переход на **Шаг 1**.

Шаг 6. Вывод P - рекомендаций специалисту в области сейсмологии:

P1 - "Определен ОПЗ $ReS[N] \approx ReS_{пор}$ с точностью $\varepsilon=0.01$, и временным промежутком прогнозирования t_3^{ReS} ";

P2 - "Определен ОПЗ $ImS[N] \approx ImS_{пор}$ с точностью $\varepsilon=0.01$, и временным промежутком прогнозирования t_3^{ImS} ";

P3 - "Определен ОПЗ $A \approx A_{пор}$ с точностью $\varepsilon=0.01$, и временным промежутком прогнозирования t_3^A ";

P4 - "Определен ОПЗ $F \approx F_{пор}$ с точностью $\varepsilon=0.01$, и временным промежутком прогнозирования t_3^F ".

Выводы

Предложенная методика и алгоритм анализа сейсмограмм и поиска ОПЗ на основе ТИИС были реализованы в виде компьютерного прибора в среде LabVIEW.

1. В результате моделирования для группы сейсмограмм, предоставленных НИИ сейсмологии Комитета науки Республики Казахстан, с силами $K = \{9.1, 9.2, 9.9, 10.1, 11.5, 12.5, 13.9, 14.7\}$ было определено наиболее оптимальное пороговое значение для ОПЗ по параметрам $ReS_{пор} = ImS_{пор} = 26 \div 28$, при этом интервалы прогнозирования составили $t_3^{ReS} = (20 \div 2808)$, сек и $t_3^{ImS} = (2500 \div 2800)$, сек.

На рисунке 2 проиллюстрировано применение ОПЗ $ReS_{nop}=ImS_{nop}=28$ для землетрясения с силой $K=9.2$ (левый монитор верхнего ряда), при этом $t_3^{ReS} = 65 \text{ сек}$ $t_3^{ImS} = 2750 \text{ сек}$.

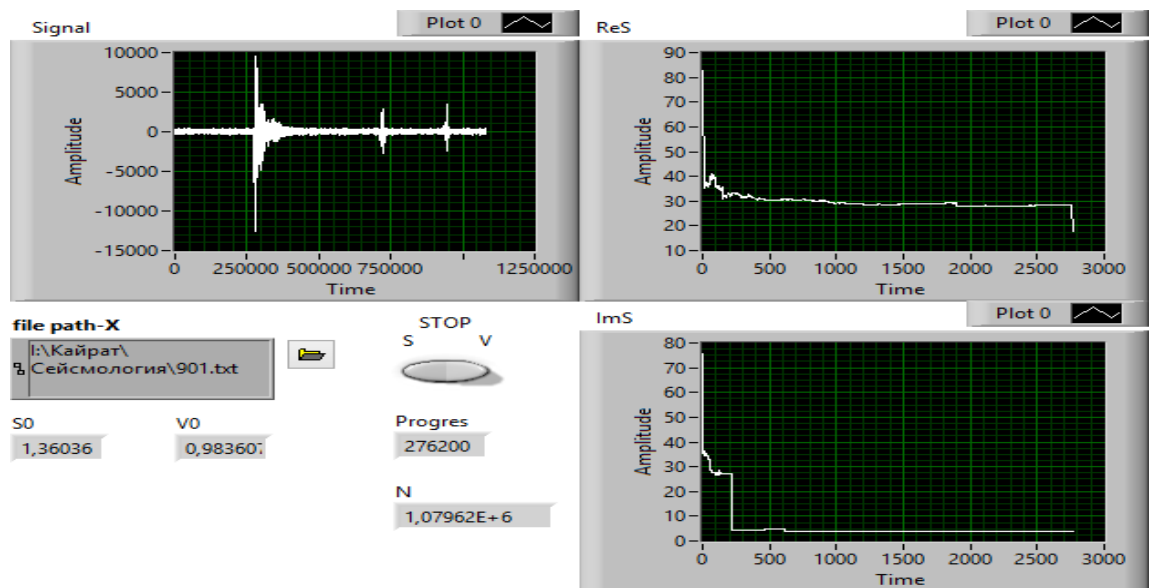


Рисунок 2 - Применение ОПЗ $ReS_{nop}=ImS_{nop}=28$ для землетрясения с силой $K=9.2$

Также определены пороговые значения параметров $dA_{пор} = (5 \div 11), \%$ и $dF_{пор} = (400 \div 600), \%$ для исследуемых реальных сейсмограмм $\Delta n = (763 \div 1322)$ отсчета или с временным промежутком прогнозирования $t_3^A = t_3^F = (2963 \div 5135) \text{ сек}$.

На рисунке 3 применение ОПЗ $dA_{пор} = 5\%$ и $dF_{пор} = 400 \%$ для землетрясения с силой $K=9.2$, при этом $t_3^A = t_3^F = 3366 \text{ сек}$.

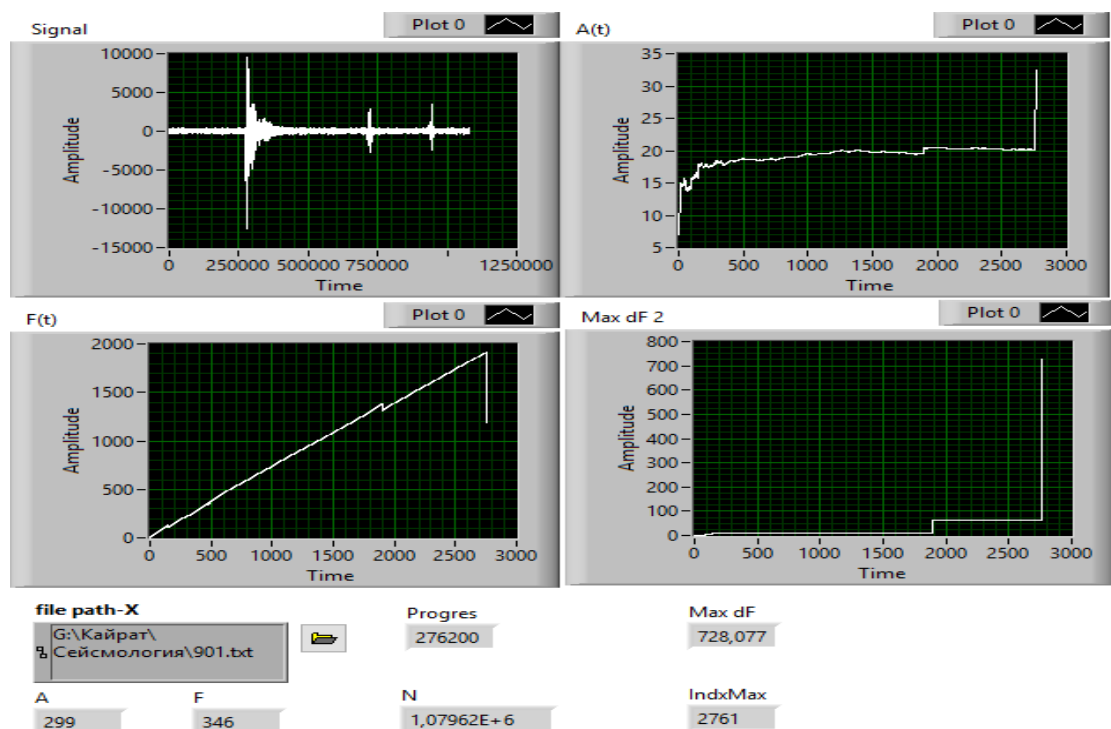


Рисунок 3 - Применение ОПЗ $dA_{\text{пор}} = 5\%$ и $dF_{\text{пор}} = 400\%$ для землетрясения с силой $K=9.2$

Последующие исследования авторов направлены на решения задач в режиме реального времени одновременного фиксирования ОПЗ несколькими станциями, применения технологий искусственного интеллекта для обработки и анализа сейсмограмм, повышения точности поиска.

Следует отметить, что идентификационные измерения можно использовать для решения задач оперативного прогнозирования не только землетрясений, но и других катастроф с автоматической выдачей пользователю рекомендаций в виде числовых оценок и лингвистических описаний в терминах, принятых экспертами данной предметной области.

Работа выполнена в рамках научного гранта №0196ГФ Министерства образования и науки Республики Казахстан и в порядке творческого сотрудничества Северо-Казахстанского государственного университета, Омского государственного технического университета и НИИ сейсмологии Комитета науки Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Короновский Н., Наймарк А. Землетрясения: возможен ли прогноз? //Журнал «Наука и жизнь». - М.: Наука, 2013. - №3. - С. 75-79.
- [2] Hannibal A.E. On the possibility of using artificial neural networks in seismic monitoring tasks. *Seismicheskie Pribory*, 2018, Vol. 54, no. 3. pp. 5–21. DOI: 10.21455/si2018.3-1
- [3] <https://nplus1.ru/news/2016/02/13/seismicmartphones>
- [4] Qingkai Kong, Richard M. Allen, Louis Schreier, Young-Woo Kwon. MyShake: A smartphone seismic network for earthquake early warning and beyond. *Science Advances*, , Vol. 2, no. 2, 12 Feb 2016. e1501055. DOI: 10.1126/sciadv.1501055
- [5] Кислов К.В., Гравиров В.В. Использование искусственных нейронных сетей в классификации зашумленных сейсмических сигналов //Сейсмические приборы. - Москва: ФГБУИ "Институт физики земли им. О.Ю Шмидта РАН", 2016. - Т. 52, - № 2. - С.46–64.
- [6] Кликушин Ю.Н., Кошеков К.Т. Методы и средства идентификационных измерений сигналов. - Петропавловск: Изд-во СКГУ им. М. Козыбаева, 2007. - 186 с.

REFERENCES

- [1] Koronovsky N., Naimark A. Earthquakes: is prediction possible? // Journal "Science and Life." - M.: Science, 2013. - №3.- p. 75-79.
- [2] Hannibal A.E. On the possibility of using artificial neural networks in seismic monitoring tasks. *SeismicheskiePribory*, 2018, Vol. 54, no. 3. pp. 5–21. DOI: 10.21455/si2018.3-1
- [3] <https://nplus1.ru/news/2016/02/13/seismicmartphones>
- [4] Qingkai Kong, Richard M. Allen, Louis Schreier, Young-Woo Kwon. MyShake: A smartphone seismic network for earthquake early warning and beyond. *Science Advances*, , Vol. 2, no. 2, 12 Feb 2016. e1501055. DOI: 10.1126/sciadv.1501055
- [5] Kislov K.V., Gravirov V.V. The use of artificial neural networks in the classification of noisy seismic signals // Seismic devices. - Moscow: O. Schmidt Institute of GeoPhysics FSBI of RAS, 2016. - V. 52, - № 2. - P.46–64.
- [6] KlikushinYu.N., Koshekov K.T. Methods and means of identification measurements of signals. - Petropavlovsk: Publishing house NKSU named after M. Kozybaev, 2007. - 186 p.

СЕЙСМИКАЛЫҚ МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАЛ РЕТІНДЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ИДЕНТИФИКАЦИЯЛЫҚ ӨЛШЕМДЕРДІҢ АЛГОРИТМЫ

Б.В. Кошекova¹, Ю.Н. Кликушин², А.А. Савостин

М.Козыбаев¹ атындағы Солтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавл қ,
Қазақстан Республикасы;

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті, Омбы қ, Ресей Федерациясы

Аңдатпа. Жер сілкінісін болжау үшін сейсмограмманы компьютерлік технологиялардың көмегімен талдау ұсынылды. S- және FRaSN-әдістері негізінде, математикалық түрлендірулер, сейсмограмманың уақытша сипаттамаларының іріктелген өлшеулері, оның үстеме және мәніне қараған функцияларына негізделген жедел жерсілкіну хабаршыларының әдістемесін және алгоритмын анықтауға ұсыныс жасалды. Соның негізінде оңтайлы табалдырық мәндері жедел жерсілкіну хабаршылары боп табылатын сейсмограмманың виртуал жиілігі және идентификациялық сипаттама үлгісі қалыптасады. Шынайы сейсмограммалар тобын модельдеу нәтижелерін ұсыну уақыт аралықтарына бөлінген жедел жерсілкіну хабаршыларының сандық мәндерін анықтауға мүмкіндік берді. Құрастырылған алгоритм басқа да зілзаланы жедел оперативті болжау және қолданушыға сандық бағалау мен лингвистикалық сипаттамаларды анықтауға қолдануға болады.

Түйінді сөздер: сәйкестендіру өлшемдері, жерсілкіну хабаршылары, сейсмограмма пішіні, виртуалды жиілік, алгоритм.

ALGORITHM OF COMPUTER IDENTIFICATION MEASUREMENTS AS A TOOL FOR ANALYSIS OF SEISMIC DATA

B.V. Koshekova¹, Yu.N. Klikushin², A.A. Savostin¹

¹North Kazakhstan State University named after M.Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan;

²Omsk State Technical University, Omsk, Russia

Annotation. The analysis of computer technologies for processing seismograms for earthquake prediction is presented. A technique and algorithm for searching operable earthquake precursors (OEP) based on the use of S- and FRaSH-methods of identification measurements, based on mathematical transformations of sampling realizations of temporal characteristics of the seismogram, its increments and ranked functions are proposed. As a result, the identification parameters of the form and the virtual frequency of the seismogram are formed and the OER are the optimal threshold values. The results of modeling a group of real seismograms, which allowed to determine the numerical values of the OEP with time intervals of prediction, are presented. The developed algorithm is also applicable to solving problems of operable precursors of other disasters with automatic issuance of numerical estimates and linguistic descriptions to the user.

Keywords: identification measurements, earthquake precursors, seismogram form, virtual frequency, algorithm.