

ИТ-ТЕХНОЛОГИИ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ РОЕВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

В. С. Лютикова

*ПМ ИС университета «Туран», Алматы, Казахстан
Nikki.valo16@gmail.com*

Предлагается применить ИТ-технологии в области сейсмологии для распознавания образов роев землетрясений и их математических критериев. Распознавание образов роев землетрясений осуществлялось на примере сейсмичности региона исследования. В результате распознаны роевые события и приведены их математические критерии распознавания.

Ключевые слов: ИТ-технологии; распознавание образов; рои землетрясений; сейсмичность.

IT-TECHNOLOGIES IN EARTHQUAK PATTERN RECOGNITION AND THEIR MATHEMATICAL CRITERIA

V. S. Lyutikova

*PM IS University "Turan", Almaty, Kazakhstan
Nikki.valo16@gmail.com*

It is proposed to apply IT-technology in the field of seismology for recognition of images of earthquake swarms and their mathematical criteria. Earthquake swarm pattern recognition was carried out on the example of the seismicity of the study region. As a result, swarm events are recognized and their mathematical recognition criteria are given.

Keywords: IT technologies; pattern recognition; earthquake swarms; seismicity.

Введение

ИТ-технология распознавания образов в 21 веке стала широко применяться во многих отраслях знаний. При интеллектуальном анализе больших объемов данных любой природы, ИТ-специалист не всегда может распознать тот или иной объект, который он пытается найти. На помощь ему приходят интеллектуальные технологии, интеллектуальные информационные системы, математические модели и алгоритмы. Таким интеллектуальным алгоритмом может являться – распознавание образов. Традиционно задачи распознавания образов включают в круг задач искусственного интеллекта (ИИ). Теория распознавания образов – раздел

кибернетики, развивающий теоретические основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и т. п. объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков. Применяемая ИТ-технология является одним из методов распознавания образов и программ графической кластеризации временных последовательностей событий. ИТ-технология реализована для распознавания образов в задачах сейсмологии (распознавание роевых событий). Такие задачи решаются довольно часто в различных приложениях с применением указанных ИТ-технологий распознавания образов. Например, в области сейсмологии, когда среди массы сейсмических событий необходимо распознать вполне конкретные события, отвечающие тем или иным математическим критериям. К таким событиям можно отнести форшоки, рои, сильные толчки и афтершоки и др. [1-3]. В данном случае, специалисту в области ИТ-технологии и сейсмологии при анализе временных последовательностей событий (землетрясений) на помощь приходит математический алгоритм распознавания образов, в частности графическая кластеризация временных последовательностей событий. Создание искусственных систем распознавания образов остаётся сложной теоретической и технической проблемой. Необходимость в таком распознавании возникает в самых разных областях знаний. Специалист перекладывает трудоемкий процесс распознавания образов в программу.

Методология исследования и теоретические основы

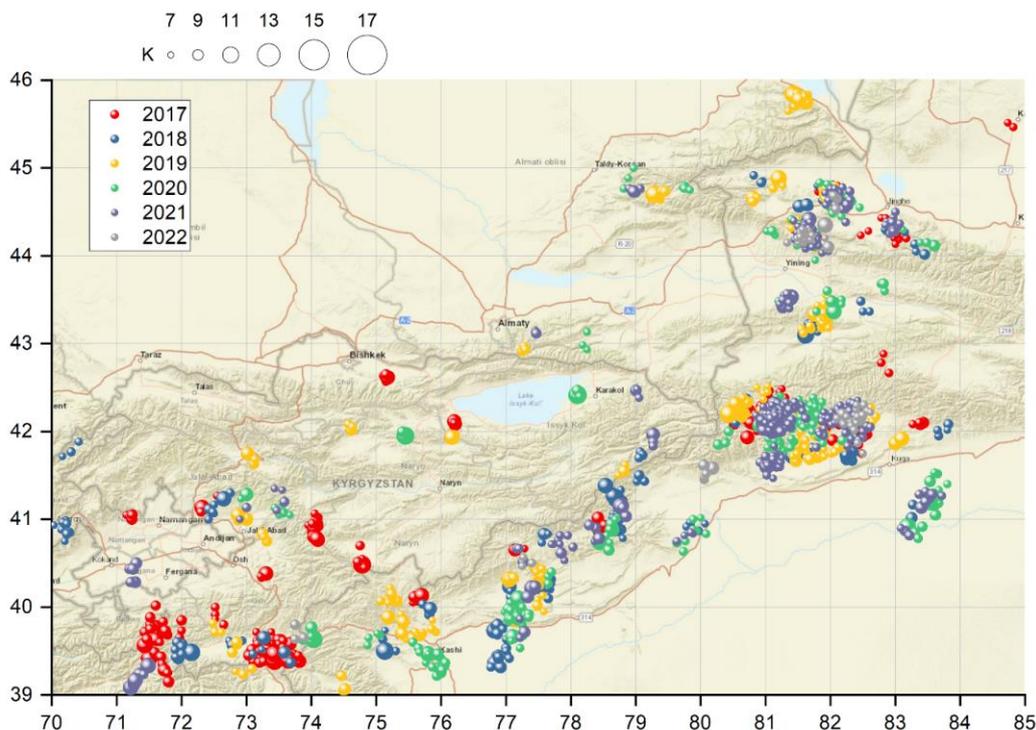
На базе современного экспериментального материала (сейсмичность) необходимо распознать рои землетрясений. В данной ИТ-технологии применяется графическое распознавание образов — это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных. При постановке задач распознавания образов пользуются математическим языком, стараясь в отличие от теории искусственных нейронных сетей, где основой является получение результата путем эксперимента, заменить эксперимент логическими рассуждениями и математическими доказательствами. В этой задаче необходимо придерживаться принципа выделения существенных признаков, характеризующих данные в соответствии с определенными критериями из массы несущественных данных.

Применение алгоритма графической кластеризации и обсуждение

Алгоритм графической кластеризации ранее применялся в [3]. Он дает достаточную математическую статистику для обоснования математических критериев (характеристик) роев землетрясений: число землетрясений в рое $N_{sw} > 3$; расстояние между эпицентрами $L_{sw} < 10'$; время между следующими землетрясениями $0 < T_{sw} < 26$ дней. Если эти математические критерии (условия) выполнены, то относим данные землетрясения к роям. Рой землетрясений имеет тенденцию формироваться вблизи тектонических неоднородностей. После возникновения в такой области роев землетрясений в течение 10-15 лет могут произойти сильные землетрясения с $M=6-7$. Отмечается, что рои землетрясений - это особый вид проявления сейсмической активности, когда за достаточно короткое время, в течение нескольких суток от 1 до 5-15-26 суток (редко более длительное время), в одном и том же месте, на ограниченной площади, происходит большое количество землетрясений, как правило, малых энергетических классов, характерных для фоновой сейсмичности региона. Причем, в отличие от афтершоковой последовательности, роевые последовательности землетрясений не всегда имеют главное событие старшего энергетического класса, а также характерного затухания энергии событий во времени. Физическая природа возникновения роев не ясна. Они возникают, как в зонах континентальной сейсмичности (например, на Кавказе), так и в зонах субдукции (Курило-Камчатская зона) [4,6]. Иногда в тех областях, где в прошлые годы имели место сильные землетрясения, обнаруживаются рои, а иногда нет. В работе представлены результаты применения IT-технологии распознавания роевых землетрясений в обширном сейсмоактивном регионе [5], распознаны роевые события и их распределения в пространстве и времени. Проанализировано положение роевых землетрясений на фоне общей сейсмической активности в регионе исследования.

Результаты

В результате применения графической кластеризации событий получены: пространственно-временное распределение роевых сейсмических событий для сейсмоактивных регионов исследования (см. рисунок).



Карта–схема роев землетрясений сейсмоактивного региона исследования 39°-46°N, 70°-85°E за 2017-2022 г.г. (разным цветом – по годам)

Причем математический алгоритм распознавания можно адаптировать не только для конкретного региона исследования, но и других регионов. По результатам применения ИТ-технологии распознавания образов сейсмических событий получен: каталог распознанных роев каждого сейсмоактивного региона. Применение ИТ-технологии распознавания образов на сейсмических данных, позволили выделить из совокупности сейсмических событий региона исследования роевые события (см. рисунок), что является важным практическим достижением применяемого алгоритма графической кластеризации и получения математических критериев распознавания роев.

Библиографические ссылки

1. Курскиеев А. К. Землетрясения и сейсмическая безопасность Казахстана. Алматы, 2004.- 504с.
2. Лютикова В. С. Современные средства распознавания образов (на примере роев землетрясений).-«Вестник «Туран»».-2022, Алматы.-5С.
3. Казаков В. В., Литовченко И. Н., Париуков М. Ю. Рои землетрясений на Северном Тянь-Шане // Прогноз землетрясений и глубинная геодинамика. Материалы международного симпозиума. Алматы, 1997. - СС.145-151.
4. Славина Л. Б., Левина В. И., Бабанова Д. Н. Особенности возникновения и распределения роевых последовательностей землетрясений в сейсмоактивной зоне в

акватории Тихоокеанского побережья Камчатки // <http://www.emsd.iks.ru/konf091011/pdf/largesteqs/10.pdf>

5. Региональный сейсмический каталог за 1960-2022 гг./ ТОО «СОМЭ МЧС РК» Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Республики Казахстан. Главная – Товарищество с ограниченной ответственностью «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» (some.kz)

6. *Zobin V. M., Ivanova E. I.* Earthquake swarms in the Kamchatka-Commander Region // *Geophys. J. Int.*. 1994. 117.P. 38-47.