

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ

И. В. Федюкин

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,
Подольское шоссе, 8/5, 113093, Москва, Россия*

Статья посвящена проблеме прогнозирования землетрясений с использованием долгосрочных предвестников на базе современных компьютерных технологий. Рассматриваемая информационная система прогноза землетрясений разработана с целью обобщить данные по долгосрочным предвестниковым явлениям и скорректировать региональные коэффициенты закономерностей проявления предвестников.

Работы по изучению землетрясений в мире ведутся с XIX века. Но только в XX столетии исследователи разных стран стали применять накопившийся научный потенциал в области прогноза землетрясений. С этой целью применяются теоретические предпосылки, используются различные факторы, такие как геофизические, гидродинамические, деформационные, биологические и др.

Землетрясения являются одним из наиболее грозных и разрушительных природных явлений, в связи с чем теории возникновения предвестников, используемых для прогноза землетрясений, придают во всем мире большое значение. Землетрясения повторяются в одних и тех же сейсмоактивных районах, но, очевидно, не подчиняются какой-либо закономерности. Накопление энергии и напряженного состояния земной коры, которое фиксируется геофизиками вдоль активных разломов, дают основание прогнозировать в этом месте сильное землетрясение. Однако для того, чтобы предсказать время толчка и эпицентр землетрясения, нужно обработать огромное количество независимых данных.

Стремясь получить сведения для надежного предсказания землетрясений, геологи и геофизики используют ряд приборов, таких как деформографы, наклонометры, гравиметры, лазерные дальнометры, магнитометры и др. Среди объектов исследования — местные изменения магнитного поля Земли, электропроводность, временные вариации скорости сейсмических волн, первые вступления сейсмоколебаний, геодезические данные, аномалии наклона земной поверхности, флуктуации уровня воды в скважинах, изменения температуры стенок скважин, содержание радона в грунтовых водах, аномальное поведение животных, а также длительная сейсмическая история [1, 2, 4].

Комплексные прогностические исследования проводятся во всем мире (особенно интенсивно в сейсмоактивных районах Калифорнии, Японии, Китая); на территории бывшего СССР подобные работы продолжаются на Камчатке и на Бишкекском геодинамическом полигоне, расположенном в пределах Северо-Тяньшаньского сейсмического пояса, характеризующегося значительной частотой и интенсивностью сейсмических событий.

В последнее время делаются попытки использовать для предсказания времени предстоящих землетрясений аномальное поведение диких и домашних животных. Эти явления описали в своих трудах Менло Парк, Шен Лин Хьянг, Г.А. Миронов и А.Я. Сидорин в книге «Предвестники землетрясений»

[5-8]. Результаты наблюдений населения за изменениями в поведении животных перед и во время землетрясения записывались, затем проводилась систематизация фактов. Фиксировалось как можно большее количество наблюдений с тем расчетом, чтобы потом можно было их сопоставить.

Основой теории прогноза землетрясений, развиваемой в ряде работ, являются корреляционные зависимости между временем проявления предвестников и энергией землетрясений. При этом фактически предполагается, что предвестники возникают одновременно на различных расстояниях от очага готовящегося землетрясения. Однако процесс подготовки землетрясения развивается не только во времени, но и в пространстве, поэтому длительность предвестников зависит от расстояния пункта наблюдений до очага землетрясения.

Г.А. Соболев, проведя исследования в этой области, взяв за основу работы Т. Рикитаки, С. Зубкова, М. Ниази и А. Сидорина, пришел к выводу, что корреляционные зависимости между временем проявления предвестников, эпицентральным расстоянием и магнитудой землетрясений являются наиболее точными и могут применяться для средне- и краткосрочного прогноза землетрясений [7]. А.Я. Сидорин описывает эти зависимости, как $\lg TR = 0,72(M - 1)$ для долгосрочного прогноза и $\lg TR = 0,65(M - 5)$ для краткосрочного. При этом он показал, что при использовании функции $\lg T$ коэффициент корреляции составил бы лишь 0,71, в то время как функция $\lg TR$ дает коэффициент 0,94 [6].

Основные выводы этой теории А.Я. Сидорин описал следующим образом:

1) все краткосрочные предвестники — это следствие определенного физического процесса в очаговой зоне, и независимо от метода наблюдений они должны проявляться в один и тот же момент времени;

2) длительность краткосрочных предвестников составляет несколько часов;

3) длительность процесса в очаговой зоне, являющегося причиной появления краткосрочных предвестников, увеличивается с ростом магнитуды землетрясения;

4) долгосрочные и краткосрочные предвестники обусловлены изменением характера процесса трещинообразования в зоне включения и должны подчиняться единым качественным закономерностям, различаясь лишь по длительности.

Все эти выводы подтверждают зависимость длительности краткосрочных предвестников землетрясений от магнитуды и справедливость полученной формулы. Уменьшение длительности краткосрочных предвестников с увеличением эпицентрального расстояния также может быть объяснено на основе теории включения, которая описана И.П. Добровольским, С.И. Зубковым и В.И. Мячкиным [3].

Развитие компьютерных технологий за последние годы предоставляет возможность их применения в различных областях науки и техники. Прогноз землетрясений не является исключением. В связи с этим на данный момент существуют системы, позволяющие оперативно в режиме реального времени производить обработку геофизических данных, что, в конечном итоге, ведет к более качественному прогнозу чрезвычайных ситуаций. Так же наблюдается тенденция перехода записи сигналов от аналогового вида в цифровой и увеличения объема носителей цифровой информации. Такие тенденции сближают две области: компьютерную и геофизическую.

На данный момент существуют компьютерные программы, позволяющие по полученным сейсмическим данным оконтурить очаг готовящегося землетрясения. Однако значительное число таких программных комплексов привя-

зано к определенному полигону, а сопоставление и анализ мировых данных распределено во времени. Поэтому предлагаю программу, данные для которой предоставляются различными исследовательскими группами, имеющими доступ к глобальной сети Интернет.

При создании программного комплекса, основной задачей которого является прогноз землетрясений по долгосрочным предвестникам, ставится цель его совместной работы с существующими программами.

Основной архитектурой была выбрана клиент-серверная модель реализации программы, созданная на базе технологии Java.

Java — технология, анонсированная в 1995 г., но, несмотря на ее молодость, она лучше остальных приспособлена для построения сетевых приложений, т.к. и создавалась именно с этой целью.

За последние годы увеличилось множество несовместимых аппаратных архитектур, каждая из которых поддерживает множество несовместимых операционных систем, которые, в свою очередь, управляют несовместимыми графическими пользовательскими интерфейсами. Задача создания приложений сталкивается с проблемой интеграции подобных разрозненных продуктов. Язык Java решает эти проблемы.

Java — это одновременно язык программирования и новая технология, позволяющие обеспечить унифицированную работу разнородных программных и аппаратных компонентов. Главное достоинство технологии Java — независимость от конкретной платформы [9].

Средства безопасности, встроенные в язык, и система исполнения Java позволяют создавать приложения, на которые невозможно «напасть» извне. В сетевых средах приложения, написанные на Java, защищены от вторжения неавторизованного кода, пытающегося внедрить вирус или разрушить файловую систему.

Одним из главных недостатков Java-программ является их относительно низкая производительность. Но и этот недостаток сглаживается в связи с новыми наработками в этой технологии, а также постоянным совершенствованием аппаратных решений.

Информационная система прогноза землетрясений разделена на две части: серверную и клиентскую. Серверная часть производит обработку поступающих данных и основные вычисления, а клиентская отображает результаты вычислений и служит графическим интерфейсом пользователя. Для передачи информации от сервера клиенту за основу взят протокол Интернет/Интранет сетей TCP/IP, а средой переноски данных является протокол HTTP.

Взаимодействие серверной и клиентской частей осуществляется следующим образом:

- 1) загрузка на сервер данных по предвестникам;
- 2) запрос данных клиентом;
- 3) отображение в графическом виде данных на стороне клиента, корректировка коэффициентов пользователем, а также и возможное изменение фоновых значений;
- 4) передача данных серверу;
- 5) обработка и получение результатов прогноза;
- 6) их передача клиенту и графическое отображение результатов. Данные прогноза включают в себя временной диапазон вероятного возникновения землетрясения по долгосрочным предвестникам, диапазон магнитуд и рекомендации по ожиданию краткосрочных предвестников.

В итоге данная система, используя современные технологии, позволяет провести обобщение мировых данных по предвестниковым явлениям и провести их сравнительный анализ, что позволит уточнить существующие закономерности проявления предвестников, повысить качество прогноза землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габриэлов А.М. Долгосрочный прогноз землетрясений: Методические рекомендации. — М.: ИФЗ АН СССР, 1986.
2. Гохберг М.Б., Чирков Е.Б. Электромагнитные предвестники катастроф тектонического происхождения // Геофизика и современный мир: Сб. реф. докл. Междунар. науч. конф., Москва, 9-13 авг., 1993. — М., 1994.
3. Добровольский И.П. О модели подготовки землетрясения // Изв. АН СССР. Физика Земли. — 1980. — №11. — С. 23-31.
4. Кейлис-Борок В.И. Динамика литосферы и прогноз землетрясений // Природа. — 1989. — №12.
5. Миронов Г.А. Прогноз землетрясений с помощью пчел. — Киев, 1992.
6. Сидорин А.Я. Предвестники землетрясений. — М.: Наука, 1992. — 192 с.
7. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. — М.: Наука, 1993.
8. Соболев Г.А. Предвестники сейсмических явлений // Прогноз землетрясений. — 1983. — №4.
9. Java in a Nutshell: Пер. с англ. — Киев: Издательская группа BHV, 1998.

THE INFORMATION SYSTEM OF EARTHQUAKE PREDICTION WITH THE HELP OF LONG-TERM PRESAGES

I.V. Fedjugin

*Ecological Faculty, Peoples' Friendship Russian University,
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

This article deals with the problem of earthquake prediction with the help of long-term presages on the basis of modern computer technologies. The considered information system of earthquake prognosis is developed for data generalization on long-term presages and for adjusting regional coefficients of predictors evidence regularities.