

## БИОПРЕДВЕСТНИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

М. А. САРКИСЯН. Б. Н. АГАБАБЯН

Центр технобиометрии ЕрПИ, Институт физиологии АН АрмССР, Ереван

Оценивается состояние биосейсмопрогноза на сегодняшний день—достижения, проблемы, перспективы, определена роль биопредвестника в совокупности методов прогноза землетрясений.

Պատկարված է կենսաօրգանական ֆիզիոլոգիայի ակադեմիայի, Երևանի քաղաքի կենտրոնում, Կենսաֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի կենտրոնում:

A present—day appreciation is represented—main achievements, problems, perspectives, the role of bioseismic prediction in the complexity of methods in earthquake prediction are defined.

*Землетрясения—биосейсмопрогноз—биоиндикация.*

Наблюдения взаимосвязи между аномальным поведением животных и последующим сейсмическим событием имеют более чем двухтысячелетнюю историю. Однако серьезное внимание ученых к этому явлению было привлечено лишь в последние два десятилетия [12]. Вероятно, это обусловлено, с одной стороны, проблематичной информативностью геофизических методов прогноза землетрясений, а с другой—результатами медико-биологических исследований, указывающими на принципиальную возможность воздействия слабых физических полей, и, в частности, геомагнитных возмущений на живые организмы [9].

Исключая сведения, полученные при опросах населения после сейсмического события, которые могут содержать фактор субъективности, в настоящее время мы знаем несколько сотен случаев, когда аномальное поведение фиксировалось до сейсмического события, а в отдельных случаях наблюдалось множество аномалий, что служило биологическим предвестником землетрясений [13].

Путем анализа отечественной литературы Никонову удалось выделить до двадцати землетрясений (с 1792 г.), которым предшествовало аномальное поведение животных [6]. Свыше двадцати случаев землетрясений отмечены предшествующим аномальным поведением рыб и других обитателей моря в японских источниках [16]. Значительные аномалии в поведении животных предшествовали девяти землетрясе-

ниям в Китае [14]. Нет необходимости приводить отдельные факты наблюдений, чему посвящено немало литературы как на популярном, так и научном уровне. Только при Тангшанском землетрясении в 1976 г. ( $M=7.8$ ) выявлено 2093 случая аномального поведения животных [18]. Исходя из убедительности многократно проверенных факторов, мы считаем целесообразным оценить состояние биосейсмопрогноза на сегодняшний день, т. е. достижения, проблемы, перспективы и роль биопредвестника в совокупности методов прогноза землетрясений.

**Достижения.** Как уже отмечалось, в настоящее время накоплен большой материал, касающийся аномального поведения животных перед сейсмическим событием. Это позволило провести анализ и выявить определенные закономерности аномального поведения [2—5, 8, 10, 12, 15, 17]

— глубина очагов землетрясений, предвараемых аномальным поведением животных, находится в широком диапазоне — от менее 10 км до 120—150 км. Эпицентральные расстояния, на которых отмечаются аномалии поведения животных, большей частью не превышают 100 км, в отдельных случаях увеличиваясь до 150—200 км.

— можно выделить два типа реакций в поведении животных перед землетрясением: это или изменение общей реактивности животных в результате неясной тревоги, которое не сопровождается целенаправленным избегающим поведением (повышением или, наоборот, полным отсутствием двигательной активности, дрожью, изменением характера звуковой активности и т. п.), либо целенаправленное поведение, связанное с избеганием предчувствуемой опасности (миграция из мест обитания, желание покинуть помещение, у собак — попытки предупредить хозяина и т. п.).

— в настоящее время известны, по крайней мере, 70 видов животных, предчувствующих землетрясение. Причем в зависимости от вида можно выделить две группы: «краткосрочные предвестники» — время упреждения сейсмического события от нескольких минут до 6 ч и «среднесрочные предвестники» — время упреждения от трех часов до 1,5 месяцев. В первую группу входят собаки, рогатый скот, лошади, составляющие 81% от общего числа наблюдений, и некоторые другие животные (19%), а также птицы, 45% которых составляют домашние (куры, утки и т. п.) и 55% — дикие. Во второй группе собаки, рогатый скот, лошади составляют 9%, остальные — 91%; из птиц 19% — домашние и 81% — дикие.

— предчувствие проявляется перед землетрясением от 5 баллов и выше независимо от класса и магнитуды. Однако животные разных видов и даже одного вида обладают различной чувствительностью, что усложняет корректное определение зависимости интенсивности реакции от силы последующего сейсмического события.

— время упреждения события аномальным поведением большинством животных (кроме пресмыкающихся и рыб) редко превышает 24 часа. Количество животных, проявляющих аномальное поведение, резко увеличивается за 2—3 ч, а затем за минуты и секунды до события. Чем больше магнитуда, тем длительней время упреждения. Филогене-

тически древние виды (птицы, пресмыкающиеся, рыбы, и др.) раньше чувствуют землетрясение, чем другие животные.

—Зона проявления аномального поведения животных имеет сложную форму, что, возможно, обусловлено крупными геологическими структурами.

—Качественные различия в аномальном поведении животных перед близкими по магнитуде землетрясениями могут быть обусловлены различиями в механизмах или разной глубиной очагов.

Это основные, статистически достоверные закономерности, которые создают предпосылки для разработки научно обоснованных критериев оценки аномального поведения различных животных перед землетрясением и методических подходов к приборной автоматизированной регистрации выявленных информативных параметров аномального поведения животных.

Немаловажное значение имеет выявление причин и механизма явления биоупреждения сейсмического события. Это может быть целый спектр возможных причин: вариации электромагнитного поля, инфразвук, ультразвук, микросейсмическая активность, выделение газов, изменения ионного состава воды, метеорологические аномалии и т. п. [12]. Наиболее предпочтительным можно считать предположение, что ни одна из причин в отдельности не может являться единой, всеобщей и наиболее вероятной причиной аномального поведения животных перед землетрясением [4]. Однако в силу ряда соображений особое внимание следует уделить электромагнитным аномалиям различной природы, которые проявляются до сейсмического события [11].

С практической точки зрения основным достижением биосейсмопрогноза можно считать прогнозы ряда землетрясений в Китае [1, 4], осуществленные на основе сведений службы систематических наблюдений за поведением животных.

*Проблемы и подходы к их решению.* В настоящее время можно выделить следующие проблемы, стоящие перед биосейсмопрогнозом:

—оценка поведения животных проводится визуально. Это требует разработки научно обоснованных критериев оценки поведения для каждого вида из числа биопредвестников, т. е. выделение для каждого вида наиболее информативных параметров и составление тестов оценки поведения с возможностью регистрации результатов наблюдений в виде ответов «ДА»—«НЕТ» или балльной оценки поведения животных и рассчитанных на неквалифицированных наблюдателей.

—в большинстве случаев наблюдения носят случайный характер, отмечаются только факты аномального поведения и чаще всего сбор информации происходит после сейсмического события. Это снижает достоверность наблюдений и затрудняет возможность систематизации полученного материала. Более целесообразно вести непрерывные наблюдения с тестированием поведения в определенные часы суток или определенное время (кормление, сон и т. п.) с привлечением для этого служащих зоопарков, ферм, конюшен и других мест содержания животных.

—визуальный характер наблюдений вносит существенный субъек-

тивный фактор при оценке поведения даже при высоком профессиональном уровне наблюдений. С другой стороны, подобный традиционный подход усложняет возможность включения биопредвестника в систему геофизических сейсмопрогностических методов. Решение этой проблемы заключается в создании автоматизированных систем регистрации определенных информативных параметров состояния объекта наблюдения, первичной обработки информации и передачи информации в центр сбора сейсмопрогностической информации.

— аномальное поведение животных может быть обусловлено не только сейсмическими явлениями, но и другими, в частности, погодноклиматическими. Однако при регистрации аномального поведения животных не принимаются во внимание и не фиксируются подобные факторы, что снижает информативность наблюдений и увеличивается вероятность «ложного» прогноза. Следовательно, необходима также регистрация сопутствующих погодноклиматических параметров с целью корректного анализа причин аномального поведения.

— при самых различных гипотезах о механизме предчувствия животными землетрясений не существует научно обоснованных данных о характере упреждающего сейсмического события воздействия на биообъект. Выявление причин и механизма воздействия возможно только при синхронной регистрации поведения животных и геофизических данных с последующей обработкой материалов математическими методами биометрии. Это позволит выделить основные факторы воздействия.

— индивидуальные, внутривидовые различия и чувствительности биопредвестников значительно усложняют сравнительный анализ и систематизацию данных по району предполагаемого сейсмического события и его эпицентра. Тривиальный подход к решению этой проблемы — увеличение числа наблюдений. Однако возможны и другие подходы, как например, создание тренажеров для повышения чувствительности животных к ее оценки в условной шкале.

— исключительно малое внимание уделяется проблеме воздействия процессов, упреждающих сейсмическое событие, на человека, несмотря на имеющиеся уже на сегодняшний день соответствующие данные и сведения о влиянии геофизических факторов на состояние человека [7]. Целесообразно уделить большое внимание анализу статистики вызовов скорой помощи или обращений в поликлинику с нарушениями сердечно-сосудистой системы и т. п. Анализ этих данных может внести существенный вклад в изучение механизма воздействия на биообъект процессов, происходящих перед землетрясением.

Решение указанных проблем позволит включить биопредвестник в комплексную систему сейсмопрогноза.

*Роль биопредвестника в комплексной системе сейсмопрогноза.* Живой объект есть определенный комплексный индикатор изменений совокупности параметров внешней среды (погодно-климатических, геофизических и т. п.). Причем чувствительность его к изменению отдельного параметра может быть ниже чувствительности соответствующей геофизической аппаратуры. Преимуществом биопредвестника является его реакция, заключающаяся в аномальном поведении, на существующую

шую, но неизвестную нам совокупность изменений параметров внешней среды, закономерно предшествующую сейсмическому событию. Однако из-за несовершенства критериев оценки поведения реакции биопредвестника, предшествующая сейсмическому событию, может быть трудно отличимой от реакции, обусловленной другим погодно-климатическим или геофизическим событием. Следовательно, информативность живых индикаторов внешних воздействий как предвестников землетрясений существенно возрастает при анализе их поведения в контексте всей совокупности изменений факторов внешней среды. Это справедливо и на этапе разработки методических подходов к биосейсмопрогнозу и во время режимных наблюдений по отработанной методике. Такой комплексный анализ позволит не только повысить надежность биосейсмопрогноза, но и определить временные интервалы, в которых необходимо вести поиск неизвестных вариаций геофизических факторов, закономерно предшествующих сейсмическому событию. В перспективе это позволит выделить наиболее информативные вариации отдельных геофизических факторов или (что более вероятно) их определенной совокупности.

Роль биопроводника в сейсмопрогнозе возрастает с совершенствованием этого методического подхода, что условно можно разбить на этапы развития основных направлений (визуальных наблюдений и инструментальных методов) в биосейсмопрогнозе.

Первый этап включает:

—определение и создание условий содержания и подготовки биообъектов к режимным наблюдениям. Выбор биообъекта определяется исходя из накопленного исторического материала наблюдений.

—научно обоснованное выделение информативных параметров для наблюдения за поведением и приборной регистрации состояния биообъекта

—создание систем регистрации информативных параметров биообъекта, в частности, двигательной и акустической активности.

—накопление информации по режимным визуальным и инструментальным наблюдениям с параллельной регистрацией погодно-климатических и геофизических параметров.

Второй этап включает:

—автоматизированное получение информации и ее обработка с использованием микро ЭВМ для включения биопредвестника в комплексную систему прогноза землетрясений.

—создание математического обеспечения анализа многомерного статистического материала наблюдений на основе математического аппарата биометрии.

—уточнение информативности регистрируемых параметров, полученных при анализе материала наблюдений первого этапа и на основе этого выбор оптимального методического подхода.

—выявление характера воздействия процессов, предшествующих сейсмическому событию, на биообъект исходя из анализа корреляции между состоянием биообъекта и вариацией геофизических факторов.

—моделирование внешнего воздействия на биообъект с помощью

физических полей (электромагнитных, акустических и т. п.) с целью подтверждения адекватности характера воздействия и поведения биообъекта.

Третий этап заключается в создании комплексного датчика внешних воздействий и алгоритма обработки информации в соответствии с результатами первых двух этапов, позволяющими выявить вариацию геофизических, погоднo-климатических и др. факторов, закономерно предшествующих сейсмическому событию.

Таким образом, биосейсмопрогноз, органически связанный с другими сейсмопрогностическими методами, с одной стороны, повышает с их помощью свою надежность, а с другой—дает информацию, представляющую существенный интерес для других геофизических сейсмопрогностических методов и тем самым претендует на роль одного из основных методов в комплексной системе прогноза землетрясений.

Приведенные данные об использовании животных в прогнозе землетрясений далеко не полностью охватывают работы, ведущиеся в этом направлении. К сожалению, в Армении эти работы в свое время не получили должного развития и поддержки со стороны сейсмопрогностической службы. Интенсивный опрос населения о случаях аномального поведения животных и аппаратная регистрация поведения начаты после землетрясения 7 декабря 1988 г., полученные данные в настоящее время обрабатываются специалистами. Трагические последствия землетрясения требуют серьезного отношения к организации сейсмопрогностической службы в республике, и в комплексе методов достойное место должен занять биосейсмопрогноз.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Землетрясение на юге провинции Ляонин. 15. Пер. № Ц-94057. М., 1976.
2. Добровольский Н. П., Зубков Т. И., Мячкин В. И. Об оценке размеров зоны проявления предвестников землетрясений. 7, М., 1980.
3. Кучик Н. Я., Харчибин Е. В. Биологические предвестники землетрясений и целесообразность их изучения при прогнозе землетрясений в СССР (обзор и рекомендации). 26, М., 1979.
4. Никонов А. А. Аномальное поведение животных как предвестник землетрясений. ДСП № 4316-81, 54, М., ВНИИТИ, 1981.
5. Никонов А. А. Изв. АН СССР. Физика Земли, 8, 108, 1980.
6. Никонов А. А. Знание—сила, 8, 16—18, 1981.
7. Никонов А. А. Знание—сила, 4, 24—26, 1983.
8. Осика Д. Г., Саидов С. А., Могова А. Б. Сейсмологический бюллетень Кавказа. январь—декабрь 1974—1976, Тбилиси, 1976.
9. Реакция биологических систем на магнитные поля. М., 1978.
10. Рикитакэ Т. Предсказание землетрясений 383, М., 1979.
11. Электромагнитные предвестники землетрясений. М., 1981.
12. Abnormal animal behavior prior to earthquakes, Conference 1, California, 435, 1976.
13. Aiken C. J. In: Conf. 1 Abnormal animal behavior prior to earthquakes, Calif., 1976.
14. Lee W. H. K., Ando M., Kawaz W. H. In: Conf. 1 Abnormal animal behaviour prior to earthquakes, Calif., 1976.
15. Lott D. E., Hart B. L., Verosub K. L., Howell M. W. Geophys. Res. Letters, 66, 9, 685, 1979.
16. Rikitake T. Tectonophysics, 51, 1, 1978.
17. Rikitake T. Tectonophysics, 54, 293, 1979.
18. Shen Ling—Huang Earthquake Inform. Bull., US Dep. Interior Geol. Surv., 19, 6, 231, 1978.

Поступило 16.III 1989 г.