

IV. ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ IV. PROBLEMS AND OPINIONS



■ С. В. Бычков // S.V. Bychkov
serguei58@rambler.ru

■ горный инженер, Канада, Ванкувер
mining engineer, Vancouver, Canada

УДК 550.34, 551.2, 537.86

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ПЛОХИЕ НОВОСТИ... FORECAST OF EARTHQUAKES, BAD NEWS ...

Естественный процесс урбанизации, сопутствующий общечеловеческому прогрессу, приводит к увеличению количества жертв подземных толчков и грозит многократно увеличиваться в будущем. Время идёт, а результатов в деле сколько-нибудь мизерного прогресса в деле прогноза подземных катаклизмов, как не было, так и нет. Но учёные не сдаются [1], [2], [3], [4] и каждый год разрабатывают всё новые и новые методы прогноза землетрясений. Проблема, казавшаяся простой и понятной в границах теории возникновения землетрясений в интерпретации Рейда и Рихтера [5], когда две тектонические плиты (блока) трутся друг о друга и "высекают искры", в реальности обернулась неразрешимой загадкой природы. Сколько бы учёные ни бились над её решением, сколько бы средств ни выделяли правительственные органы многих стран, ничего, что заслуживало бы серьёзного внимания, геофизики не изобрели, и каждое очередное разрушительное землетрясение оказывалось для обескураженных исследователей, словно снег на голову. Человеку, который первым сумеет создать реально работающую теорию землетрясений и их прогнозирования, благодарное человечество поставит памятники по всей Земле... Только вот, после регулярных неудач с прогнозами землетрясений у людей начали закрадываться сомнения, а существует ли в принципе решение задачи прогноза землетрясений и не водят ли учёные за нос мировую общественность, обещая решить проблему прогноза в самом ближайшем будущем?

The natural process of urbanization, accompanying the general human progress, leads to tremors victim number increase and threatens to be multiplied in the future. Time goes by, and there has not been any progress in forecasting underground cataclysms, either. But scientists do not give up [1], [2], [3], [4] and every year they develop new and new methods for earthquake forecasting. The problem, which seemed simple and understandable within the boundaries of earthquake occurrence theory in the interpretation of Reid and Richter [5], in which two tectonic plates (blocks) rub against each other and "cut sparks", in reality turned into an unsolvable nature riddle. No matter how much scientists struggle to solve it, no matter how many government agencies of many countries allocate, nothing that deserves serious attention to geophysics was invented, and every next destructive earthquake turns out to be like a snow on the head for discouraged researchers. Grateful humanity will put monuments around the Earth to the man who will be the first to create a really working theory of earthquakes and their prediction... But after regular failures with earthquake predictions people did begin to creep in, if there is a solution in principle for the problem of earthquake prediction and whether the scientists make fools of the world community, promising to solve the forecast problem in the very near future?

Ключевые слова: ОЧАГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ПРОГНОЗ, ПРЕДВЕСТНИК ПОДЗЕМНЫХ ТОЛЧКОВ, ДЕФОРМАЦИОННАЯ ЭНЕРГИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, ГЕОДЕЗИЯ, ГОРНЫЙ МАССИВ

Key words: EARTHQUAKE EPICENTRUM, FORECAST, UNDERGROUND SHOCK HERALD, MINE ROCKS DEFORMATION ENERGY, GEODESY, ROCK MASSIF

Теоретическая часть:
В современной геофизике почти все методы прогноза землетрясений основываются на теории упругой (резиновой) отдачи, основанной на положении гипотезы

Г.Ф. Рейда и Рихтера. Данная гипотеза трактует процесс подвижек земной коры как разрушение горной породы, вызванное упругими деформациями обусловленных смещением прилегающих друг к другу блоков горного массива с реали-

зацией накопленной массивом энергии деформаций в виде сейсмического удара. Исходя из этого простого положения и простого механизма действия сейсмологических сил казалось, что сделать прогноз о силе, времени и месте очередного удара подземной стихии не составляет большого труда. Всего-то, что необходимо сделать сейсмологам, это отследить горный массив, где по ряду достоверных признаков и предвестников землетрясения возник очаг землетрясений и происходит подготовка к выбросу накопленной массивом энергии деформации. Затем сопоставить эти признаки и предвестники землетрясений с наработанным опытом прохождения подобных процессов в подобных горно-геологических условиях, сравнить и проанализировать все имеющиеся данные и объявить, когда и где произойдёт очередное землетрясение, провести эвакуацию людей и животных, переждать разгул подземной стихии и главное не забыть получить заслуженную награду от благодарного человечества. Но почему-то (?) укротить процесс не получалось и до сих пор не получается. И это при колоссальных финансовых вливаниях правительств передовых стран и насыщенности сейсмологических центров высокоточной и умной аппаратурой! В начале 50х годов XX века в СССР после катастрофического Ашхабадского землетрясения 1948 года под руководством академика Г.А. Гамбурцева [6], назначенного директором Института физики Земли, началась разработка программы прогноза землетрясений. В основание этой программы предполагалось заложить исследовательскую работу по изучению источников энергии и очагов землетрясений на основании гипотезы Рейда-Рихтера, поклонником которой был академик, но после его внезапной смерти в 1955 году новым руководством ИФЗ было принято решение, что путь, выбранный академиком Гамбурцевым, слишком долгий и затратный. Началась разработка новых направлений и методик в деле прогноза землетрясений, итогом которой стала “Программа работ по поискам предвестников землетрясений”, которая была принята в 1971 году. Учёные решили пойти по самой простой схеме - отслеживать природные признаки готовящихся землетрясений, так называемые предвестники землетрясений в сейсмоактивных районах, и на основании их анализа и сопоставления разработать универсальный алгоритм прогноза землетрясений. Принятая программа на первое место поставила поиск закономерностей в сопутствующих землетрясениям явлениях с целью предугадать поведение сейсмической зоны в течение

прогнозируемого периода времени. Этот путь, по мнению руководства ИФЗ, обещал принести быстрые плоды при незначительных расходах бюджетных средств. Это же направление поиска было выбрано не только у нас, но и в ряде стран, регулярно страдающих от разрушительных землетрясений, в том числе и в Китае, где программу пустили в народ, обязав каждого гражданина сообщать властям о наблюдаемых им предвестниках землетрясений. Было предложено множество схем, где учитывались даже живые “предсказатели” землетрясений в виде реакции животных на происходящие под землёй процессы, которая проявлялась в беспокойстве и панике перед подвижками земной коры. Наблюдали за лягушками, пчелами, птицами и даже медведями, которые перед землетрясениями покидают свои жилища, места гнездований и берлоги (!). Следили за поведением рыб. Следили за уровнем воды в колодцах и родниках. Улавливали газы, исходящие из разломов (водород, метан, радон и др.). Следили за изменением электрического сопротивления горных пород, изменением электрического и магнитного полей и ещё целым рядом верных предвестников землетрясений. Ситуация в геофизической среде была похожа на классическую сцену в казино, где попавший в зависимость азартный игрок свято верил в разработанную им “верную схему ставок в рулетке для гарантированного выигрыша”, но в которую только осталось внести (и он это обязательно сделает, если не сегодня, то завтра) маленький и последний штрих, чтобы его выстрадавшая “потом и кровью” схема работала, как швейцарские часы. Геофизики вносили штришки в наблюдения за предвестниками толчков, меняли их местами, тасовали в разных вариантах и направлениях, но почему-то ожидаемый успех упорно не приходил. Данная схема сработала только один раз, когда 4.02.1975 года в Китае произошло крупное землетрясение – Хайченское. В этот день наконец-то удалось успешно спрогнозировать землетрясение по внезапному изменению уровня воды в колодцах, из которых утром по всему городу вдруг ушла вода, за несколько часов до толчка и эвакуировать людей. На этом успехи исследователей предвестников землетрясений закончились. Учёные поняли, что дело намного серьезнее, и перешли от тактики “наскока и махания шашкой” к стратегии решения поставленной задачи через фундаментальные исследования сейсмического процесса и его проявлений. Правительства ряда стран, напуганные большим количеством жертв землетрясений и огромными разрушениями ин-

фраструктуры городов, начали ежегодно выделять из бюджетов сотни миллионов долларов на решение проблемы прогноза землетрясений. В результате такой поддержки была проведена колоссальная работа по созданию и оснащению различных исследовательских полигонов, лабораторий, научных центров. Финансовое обеспечение работ принесло свои плоды в виде дорогостоящих исследовательских программ и появление на их основе новых методик прогноза, которые обещали дать обильный урожай в виде точных прогнозов: где, когда, с какой силой произойдёт очередное землетрясение. К примеру, в США, Японии, Мексике, Китае решили пойти по пути высокотратного геодезического мониторинга поверхности сейсмически опасных районов через создание разветвленных сетей геодезического слежения с использованием программного обеспечения и автоматического сопровождения дат мониторинга через искусственные спутники Земли. В нашей стране этим вплотную занимался А. К. Певнев [7] - фанатик признания геодезии в качестве определяющей точки при изучении геодинамических процессов и прогноза землетрясений и ярый приверженец идей Рейда и Рихтера. Японцы, американцы, мексиканцы начали следить за миллиметровыми отклонениями от рельефа огромных площадей сейсмически опасных зон, но всё было напрасно, высокоточная аппаратура пропустила ряд крупных землетрясений, показав свою полную бесполезность! Были придуманы и другие многочисленные методы прогноза именитыми учёными, но время шло, а результаты работы в виде достоверных и точных прогнозов землетрясений отсутствовали. Ни одного точного прогноза на все исследовательские центры и всю научную геофизическую гвардию мира! Обескураженные учёные наконец-то поняли, что ничего не поняли и ничего не понимают в механизме образования и реализации энергии деформаций земной коры, но тем не менее заключили, что проблема прогноза землетрясений не имеет решения, и в 1999 году зубры зарубежной сейсмологии вынесли окончательный вердикт [8] по упорно не решаемой проблеме, который гласил:

1. Детерминистические предсказания отдельных землетрясений с точностью, достаточной для того, чтобы можно было планировать программы эвакуации, нереальны;

2. По крайней мере, некоторые формы вероятностного прогноза текущей сейсмической опасности, основанные на физике процесса и материалах наблюдений, могут быть оправданы.

Учёные геофизики прямым текстом распи-

сались в своей некомпетенции и умыли руки. В результате такого решения правительства ряда стран урезали выделяемые “на ветер” средства и свернули финансирование на практические и исследовательские работы в генерации достоверных методик прогноза землетрясений. В 1994 году конгресс США принял решение о прекращении целевого субсидирования программ прогноза землетрясений и переводе усилий на задачи сейсмостойкого строительства (считаем это решение правильным).

Давайте попробуем разобраться, в чём же дело и почему учёных постигла неудача в столь важном для человечества вопросе? Зададимся простым и наивным вопросом: устоит ли дом, который строитель построит на зыбком, не отвечающем условиям прочности фундаменте? Ответ очевиден. Такой же не менее наивный вопрос возникает с прогнозом землетрясений: будет ли воплощаться на практике теория землетрясений и их прогноз, если сама теория построена на чуждом физическом фундаменте? Ответ также очевиден. Из чего исходят 99,99% исследователей сейсмических процессов и их прогнозов в своих работах? Они исходят из основных положений теории Рейда-Рихтера о многолетнем накоплении энергии деформации горным массивом и подготовке очага землетрясения к выбросу накопившейся энергии через сейсмические возмущения земной коры. На самом деле данная теория, словно ядовитое и очень плодотворное растение борщевик [*Heracleum*], представляющее собой великолепное зрелище, в действительности раскидывает по окружающей местности ядовитые семена и отравляет всё вокруг. Не отсюда ли хронические неудачи геофизиков? И теория, на которой построена вся база сейсмологии, является ложной? В работе [9] показано, что теория Рейда-Рихтера противоречит второму закону термодинамики, в частности принципу минимума энергии системы. Это значит, что абсолютно во всех исследованиях, расчётах, методиках, в основах которых лежит теория Рейда-Рихтера, изначально закралась фундаментальная ошибка, которая ставит жирный крест на всех усилиях геофизиков как в исследованиях самого процесса землетрясения, так и методик прогноза этого явления. Цена этой ошибки огромна: потраченные впустую значительные финансовые средства, годы исследований и не спасённые от подземной стихии человеческие жизни. Последователям Рейда и Рихтера, да и всем остальным исследователям сейсмических процессов, прежде чем объяснять процессы землетрясения и пути его прогнозирования, было бы

правильно предложить научному сообществу хотя бы один из известных науке механических, физических или химических механизмов накопления энергии породами горного массива, ибо, только решив вопрос энергетики процесса, тогда можно переходить непосредственно к вопросу механизма землетрясения, его срабатывания и прогноза. Разве это не очевидно? Тогда почему сейсмологи, коих в геофизике подавляющее большинство, вместо поиска ответов на эти изначальные и обязательные вопросы сразу перешли к решению вопросов её финальной части? А как же исследования необходимых условий накопления энергии для горного массива? Почему они не объясняют в своих трудах, в какой форме в горном массиве происходит накопление энергии деформации горных пород? В какие ещё замысловатые формы, кроме механической, она будет трансформироваться при образовании и прохождении сейсмической волны? Странно, но почему-то никто за последнее столетие не попытался и не пытается объяснить с точки зрения физической, химической или математической модели работу природного аккумулятора энергии землетрясений и показать нам, где же в горном массиве расположены «плюс» и «минус», которые десятками лет аккумулируют энергию деформаций земной коры, чтобы потом этой энергией запустить процесс землетрясения? Нам не только не объясняют детальное устройство этого чудо накопителя энергии, но даже в общих чертах физический смысл и приблизительный принцип его магической работы. Нет ответа и на ещё один важный вопрос: что собой представляют явление или процесс, не позволяющие упругой энергии деформаций рассеиваться в окружающем пространстве хотя бы в виде элементарного теплового излучения? Почему энергия не расходуется до последнего Джоуля на естественные, нескончаемые процессы метаморфизма, горообразования и тектогенеза горных пород, которые требуют ежесекундного грандиозного расхода энергии? А ответы на эти вопросы очевидны и сводятся к одному принципиальному положению: никакого природного аккумулятора энергии землетрясений не существует и не может существовать! Аккумуляция энергии любой существующей в природе горной системе противоречит хорошо известному любому физику и химику постулату Принципа Минимума Энергии, который гласит, что любая система стремится к самому низкоэнергетическому из доступных системе состояний. А это означает, что горный массив при неизменном объёме и форме физически не мо-

жет накапливать энергию упругих деформаций. Следовательно, абсолютно все теории, построенные на ошибочном выводе Рейда-Рихтера о накоплении горным массивом энергии деформаций, несостоятельны и вредны. Именно эта грубейшая ошибка завела сейсмологию в глухой тупик, из которого учёные не могут найти выход вот уже многие десятилетия, год за годом наматывая теоретические круги вокруг гипотез Резиновой отдачи и Зацепов. Суммируя опыт наблюдений за землетрясениями, горными ударами и внезапными выбросами, можно с уверенностью сказать, что энергия подземных толчков образуется при изменении горного давления в массиве и многократного перехода кинетической энергии в потенциальную и, наоборот, в результате механико-электро-магнитических явлений в массиве и перехода одних форм энергии в другие. Как мы знаем, потенциальная энергия системы (массива) описывается его взаимодействием с некоторым полем в некоторой точке и зависит от трех факторов: напряженности поля, координаты, описывающей точку, в которой находится массив и способности массива воспринять данное поле. Эта способность массива воспринять данное поле является важнейшей характеристикой тела, которая и объясняет, откуда в горном массиве появляется энергия сейсмического удара и которая объясняет и всю суть процесса подвижек земной коры. Именно в способности массива воспринимать электромагнитное поле заключено решение образования энергии землетрясений и построена теория Деформационного взрыва, суть которого заключена в следующем и весьма простом положении: Если в массиве нет электрического заряда q , то есть если он равен нулю, электрическое поле «не существует» для данного участка массива и его энергия равна нулю или близка к нему. Это верно и для магнитного поля. Если у массива нет магнитного момента, он не будет реагировать на магнитное поле и энергия массива будет также близка к нулю. При действии горного давления в массиве есть один интересный момент, который проливает свет на механику энергии деформаций атома и позволяет нам сделать ряд важных выводов. Согласно постулату Бора [10], при нагружении горного массива атомам молекул вмещающих пород будет сообщена энергия от воздействия внешних сил. В этом случае электроны обязаны перейти на внешнюю орбиталь с поглощением кванта энергии (Рис.1а). То есть электронное облако каждого атома должно уменьшиться по плотности, но увеличиться в границе атома, а следовательно, должен увеличиться объём каж-

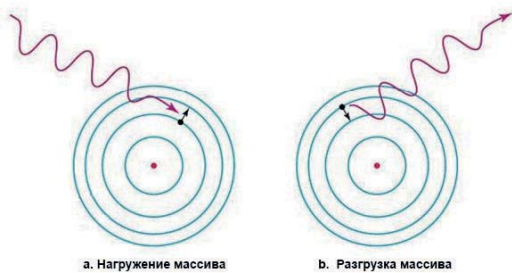


Рисунок 1 – Нагрузка и релаксация горного массива
Figure 1 – Rock massif loading and relaxation

дого атома. Но в то же время электронное облако атома будет прижиматься силой горного давления к ядру, то есть электрон должен уйти ближе к ядру на низшую орбиталь и при этом, согласно постулату Бора, он обязан отдать квант энергии (Рис.1б).

При релаксации горного массива всё произойдёт с точностью до наоборот, но результат в обоих случаях будет одинаков: при воздействии на горный массив энергии деформаций электронные облака атомов и молекул вмещающих пород будут меняться в объёме, форме и размере и порциями (порцией) сбрасывать потенциальную энергию электронов. И это не противоречит первому постулату Бора, который гласит: атомная система может находиться только в особых стационарных либо квантовых состояниях, каждому из которых соответствует некоторая энергия E_n . В стационарном состоянии атом не излучает энергии, а переход атомной системы из одного стационарного состояния в другое происходит скачком. Из этого постулата вытекает очевидный вывод: энергия деформаций массива реализуется скачком, что уверенно подтверждается всеми произошедшими землетрясениями, горными ударами и внезапными выбросами пород и газов. Следовательно, как только в массиве появляются деформационные силы в виде изменившегося горного давления, электроны вещества массива выходят из стационарного состояния, и согласно постулату Бора, массив получает возможность реализовать полученную энергию в абсолютно любой момент проявления сил деформаций. С этого момента массив находится в положении “взведённого курка” и начинается отсчёт времени до момента землетрясения, то есть счёт в лучшем случае идёт на часы, в худшем – на минуты и секунды. Никакого времени для накопления энергии землетрясения измеряемого столетиями, как учит нас догма Рейда-Рихтера, не требуется, так как горный массив реализует энергию текущих, сиюминутных деформаций. Именно в этом заключён физический

смысл форшоков, что подтверждено практикой. Это утверждает и гипотеза Деформационного взрыва. К великому сожалению, из этого следует сверхважный и печальный вывод для человечества – **прогноз землетрясений в принципе невозможен**, ибо это противоречит законам физики, в частности второму закону термодинамики. В таком случае выделять бюджетные деньги на программы прогноза землетрясений – это всё равно, что выделять деньги (ежегодно сотни миллионов долларов в развитых странах) на постройку вечного двигателя. Мы понимаем, что вызовем шквал негодования “проедателей” бюджетных денег, выделяемых на решение проблемы прогноза землетрясений, но физические законы и жизненный опыт упрямо доказывают наш вывод. Несмотря на все современные и дорогостоящие методы и техники прогноза: космической геодезии, различных ультрасовременных датчиков и приборов электромагнитных измерений и зондирования, заложения высокочувствительных станций глубокого слежения, оборудование сейсмических станций с использованием GPS и их компьютерной связи через систему спутников – результатов этой затратной работы нет, и не может быть. Деньги выбрасываются на ветер. Калифорнийское землетрясение 1980 года, которое произошло в районе с существующей там суперсовременной мониторинговой сети, оснащённой многочисленными и умными датчиками, телеметрией и полной компьютеризацией этой системы, наглядно нам это продемонстрировало. Здесь необходимо оговориться, что ультракраткосрочный прогноз землетрясения всё-таки возможен и не противоречит никаким физическим законам. Он измеряется теми несколькими часами, что может дать нам массив от момента потери устойчивости и до толчка. Следующий вывод, который мы можем сделать, заключается в том, что форма, размер и радиусы электронных облаков в момент изменения горного давления в массиве меняются, и это даёт возможность атомам горного массива трансформировать энергию деформаций в форме потенциальной энергии электронных облаков в энергию сейсмического удара. Здесь вполне уместна аналогия грозового облака земной атмосферы и электронного облака отдельно взятого атома. Совершенно очевидный и важный вывод, вытекающий из постулата Бора – горный массив, в котором его атомная система находится в стационарном состоянии, не может излучать сейсмических волн. Значит, чтобы предотвратить землетрясения, нам необходимо удерживать массив в этом стационарном состо-

янии. Какой бы фантастической не казалась эта идея, но опыт горных инженеров по борьбе с горными ударами и внезапными выбросами наглядно подтверждают: предупреждать подземные толчки вполне возможно!

Заключение.

В многообразии форм энергии землетрясений для человечества есть хороший плюс. Если гравитационная, электромагнитная, механическая, тепловая, химическая и другие виды энергии могут переходить друг в друга при землетрясениях в виде изменения движения, то это позволяет нам количественно и качественно записать зависимости этих превращений и определить способность массива воздействовать на окружающую систему с силой, пропорциональной величине её энергии. А это уже лежит в достигаемой области предотвращения катастрофических землетрясений и других динамических явлений в горном массиве. Из текста статьи и сделанных нами выводов становится совершенно очевидно, что согласно второму термодинамическому закону и постулату минимума энергии системы прогноз землетрясений, кроме ультракраткосрочного, в принципе невозможен. Именно потому, что массив физически не способен к аккумуляции энергии деформаций, а источником землетрясений является скачкообразный переход потенциальной энергии электронных облаков атомов горного массива в многообразные формы энергии при изменении горного давления в массиве, которое может измениться практически в любом месте и в любое время. По нашему мнению, в деле прогноза землетрясений возможен только краткосрочный прогноз в интервале времени от нескольких часов до нескольких суток, в момент от изменения горного давления в горном массиве до ударного проявления в виде подземного толчка или внезапного выброса горных пород. Но, зная источник энергии землетрясений и происходящие при этом события процессы, у человечества есть реальный шанс найти способы обуздать подземную стихию через систему превентивных мер, исключая цепное развитие событий в сейсмоопасных и густонаселённых районах путём создания поясов безопасности. Окно очень короткого периода времени прогноза драматически ограничивает наши возможности в борьбе с подземной стихией и заставляет напрячь все силы в этом направлении. Если мы знаем механизм образования энергии землетрясений и формы

её проявления, то у нас должны появиться возможности если не предупредить, то повлиять на мощность подземных толчков в целях снижения их мощности от катастрофического до приемлемого уровня. Об этом и о путях реализации этой научной мысли пишет в своей работе [11] один из корифеев советской и российской сейсмологии член - корреспондент РАН А.В.Николаев: “Опыт исследования влияний сейсмических и электрических воздействий на земную кору убеждает нас в том, что сильными землетрясениями можно управлять, их магнитуду можно снизить, а момент возникновения ускорить или задержать”. Мы бы хотели действительно добавить, что влияние на очаги землетрясений должно происходить через комбинации техногенных воздействий с природными деформационными силами в горных массивах. Именно в непонимании обязательной связки внешних и внутренних причин и многообразии форм энергии деформаций, приводящих к подземным перемещениям блоков, скрывается загадка сейсмических ударов. В этом же заключаются провалы в испытаниях управляемого техногенного воздействия на процесс подготовки очага подвижек земной коры, на процессы стимулирования разрядки тектонических напряжений, на способность уменьшить магнитуду разрушительных землетрясений, как и на возможность регулировать время их возникновения. Наша задача заключается в поиске комбинаций способных либо стимулировать процесс незначительных форшоков, либо найти варианты процессов приводящих к полной блокировке возможного процесса подвижек горного массива и изменения в нём горного давления. Но не с целью, так называемой разрядки или сброса напряжений, как утверждает современная геофизика, ибо, как мы выяснили, массив не может накапливать энергию деформаций, а с целью “утрясти и утрамбовать” блоки массива, исключая их проскальзывание относительно друг друга. “Утрясая и утрамбовывая” горные блоки и плиты, мы исключим случайный и произвольный переход массива в неравновесное состояние, которое может привести массив к катастрофическим подвижкам. Для нас главное подобрать такую комбинацию совместного воздействия на горный массив, на которую массив начнёт “с удовольствием откликаться” с нужной нам частотой и энергией, пока не “утрамбуется” и не успокоится на многие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуфельд И.Л., Матвеева М.И., Новоселов О.Н. Почему мы не можем осуществить прогноз сильных коровых землетрясений // Геодинамика и тектонофизика. 2011. Т. 2. № 4. С 378-415. doi: 10.5800/GT-2011-2-4-005.
2. Родкин М. Прогноз непредсказуемых катастроф // Вокруг Света. 2008. № 6. С. 88-100.
3. Гуфельд И. Л. Возможен ли прогноз сильных коровых землетрясений? // Вестник Российской академии наук. 2013. Т. 83. № 3. С. 236–245.
4. Ребецкий Ю. Л. Современное состояние теорий прогноза землетрясений. Результаты оценки природных напряжений и новая модель очага землетрясений. Режим доступа: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak/Pages359-395.pdf>.
5. Литовченко И.Н. О типах очагов землетрясений, их модели и формирование: Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4977.pdf>
6. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87
7. Певнев А.К. Прогноз землетрясений возможен. (О месте геодезических исследований в решении проблемы прогноза землетрясений) // Пространство и время. 2015. № 4 (22). С 195-201.
8. Main I. Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal? Nature. 02.1999. Режим доступа: https://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_frameset.html
9. Бычков С.В. Горный массив как аккумулятор энергии землетрясений, горных ударов и внезапных выбросов. Миф или реальность? // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. №1. DOI 10.26631/issn.2072-6554
10. Электронный ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8B_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B0
11. Николаев А.В. О возможности искусственной разрядки тектонических напряжений с помощью сейсмических и электрических воздействий // Двойные технологии. 1999. № 2. С 6-10.

REFERENCES

1. Gufeld, I.L., Matveeva, M.I., & Novoselov, O.N. (2011). Pochemu my ne mozhem osushchestvit prognoz silnykh korovykh zemletryaseni [Why can not we carry out the strong crustal earthquakes forecast]. *Geodinamika i Tektonofizika - Geodynamics and Tectonophysics*, V.2, No. 4, 378-415 [in Russian].
2. Rodkin, M. (2008). Prognoz nepredskazuemykh katastrof [Forecast of unpredictable disasters]. *Vokrug Sveta – Around the World*, 6, 88-100 [in Russian].
3. Gufeld, I.L. (2013). Vozmozhn li prognoz silnykh korovykh zemletriaseni? [Is it possible to predict strong crustal earthquakes?]. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk – Russian Academy of Sciences Herald*, V. 83, No. 3, 236-245 [in Russian].
4. Rebetskii, Yu.L.YU. *Sovremennoe sostoianie teorii prognoza zemletryaseni. Rezultaty otsenki prirodnykh napryazhenii i novaia model ochaga zemletryaseni [The current state of earthquake prediction theories. Natural stresses assessment results and a new model of the earthquake focus]*. Retrieved from: <http://yak.ifz.ru/pdf-lib-yak> [in Russian].
5. Litovchenko, I.N. *O tipakh ochagov zemletriaseni, ikh modeli i formirovaniie [On the types of earthquake foci, their models and formation]*. Retrieved from: <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4977.pdf> [in Russian].
6. Retrieved from: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 [in Russian].
7. Pevnev, A.K. (2015). Prognoz zemletryaseni vozmozhn. (O meste geodezicheskikh issledovani v reshenii problemy prognoza zemletryaseni) [An earthquake forecast is possible. (On the place of geodetic research in solving the problem of the earthquake forecast)]. *Prostranstvo i Vremia - Space and Time*, 4 (22), 195-201 [in Russian].
8. Main, I. (1999). Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal? Nature. Retrieved from: https://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_frameset.html [in English].
9. Bychkov, S.V. (2018). Gornyi massiv kak akkumuliator ehnergii zemletryaseni, gornykh udarov i vnezapnykh vybrosov. Mif ili realnost? [Rock massif as an earthquake energy, rock shocks and sudden outbursts accumulator. Myth or reality?]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti – Herald of Safety in Mining Industry Scientific Center*, 1, [in Russian].
10. Retrieved from: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8B_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B0 [in Russian].
11. Nikolaev, A.V. (1999). O vozmozhnosti iskusstvennoi razriadki tektonicheskikh napryazhenii s pomoshchiu seismicheskikh i ehlektricheskikh vozdeystvii [On the tectonic stresses artificial discharge possibility when using seismic and electrical influences]. *Dvoinyie Tekhnologii – Double Technologies*, 2, 6-10 [in Russian].