

УДК 551.46.082

Кантаков Геннадий Афанасьевич

**ЭВОЛЮЦИЯ И ОПЫТ ИЗМЕРЕНИЙ
ЦУНАМИ ОТКРЫТОГО ОКЕАНА
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ
ПАЦИФИКИ**

INTERNET DRAFT

ВВЕДЕНИЕ (VERSION JANUARY 17 2017)

VERSION 2

**В ПЕЧАТЬ
НА САЙТЕ НПО ДЭКО**

Москва,
2017

РЕФЕРАТ

Стр. Рис. Табл. Приложений Библ. *Прим. по выпуску последней части*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ТИХОГО ОКЕАНА, РАННЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЦУНАМИ, СИСТЕМА DART, DART-II, ETD, G4, РАЗВЕРТЫВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАБОТ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЦУНАМИ

В книге представлены материалы по эволюции и опыту измерений цунами северо-западной части Тихого океана. Содержатся данные по организации работ по раннему предупреждению цунами в открытой, за пределами 200-мильной экономической зоны РФ северо-западной части Тихого океана в период 2010-2016 гг., рассмотрены эволюция создания автономных платформ для измерения и передаче данных о цунами DART, ETD и G4. Раскрыты техническое описание DART и ETD, перспективы развертывания и дальнейшей поддержки океанских станций, включая организацию судового обеспечения работ и исследований по цунами на Дальневосточных морях РФ и северо-западной части Тихого океана.

Введение

Глава 1 Краткая история
инструментальных автономных измерений цунами открытого океана

Глава 2 Составляющие и Эволюция системы DART с 1965 по настоящее
время

Глава 3 Техническое описание DART-II (STB) и DART-III (ETD)

Глава 4 Опыт, Результаты, дальнейшие Перспективы и Пути организации
работ с DART №№ 21401, 21402 (WMO) в северо-западной части Тихого
океана

Глава 5 Дискуссия

Заключение

Список литературы

Приложения

Книга посвящается светлой памяти:

Гейлорда Миллера
Роберта Харви
Сергея Соловьева

Ее написание было бы невозможно без деятельного участия, совместной работы, иногда заочных дискуссий и квалифицированной помощи следующих людей, которым автор искренне благодарен:

Александру Воронину, ТОИ ДВО РАН
Александру Ломакину, руководителю первой экспедиции российской системы DART
Александру Рабиновичу, исследователю цунами ИО РАН РФ, IOS Canada
Александру Фролову, руководителю Росгидромета
Алексею Щербинину, ДВНИГМИ
Василию Титову, отдел цунами PMEL NOAA
Василию Соколову, зам. Руководителя ФАР
Георгию Шевченко, зав. лабораторией цунами ИМГиГ ДВО РАН
Дереку Норбергу, РАТОП
Евгению Куликову, зав. лабораторией цунами ИО РАН
Вячеславу Лобанову, директору ТОИ ДВО РАН
Евгению Морозову, ЭКС
Евгению Орешкову, Ген. директору Трансфрайт
Джеку МакГрегору, океанская миссия 2010, 2012 SAIC
Джиму Райтсману, океанская миссия 2014, SAIC
Крису Зиркле, океанская миссия 2010, SAIC
Олегу Кусайло, зав. Лабораторией биоокеанографии СахНИРО
Олегу Сапрыкину, Ген. директору СКС
Олегу Соколову, зам. директора ДВНИГМИ
Петру Дущенко, руководителю отдела СахУГМС
Роберту Лоусону, рук. подразделения цунами, вице-президенту SAIC
Татьяне Ивельской, руководителю службы цунами СахУГМС
Шону Стокли, океанская миссия 2014, SAIC
Эдди Бернару, PMEL NOAA
Юрию Волкову, директору ДВНИГМИ
Юрию Никонову, IT СахУГМС

А также ударной и героической работе капитанов и экипажей:

НИСП *Валериан Урываев* (СахУГМС, Комитет по гидрометеор. СССР) 1978
ПС *Дозорный* (ФГБУ Сахалинрыбвод, Росрыболовство), 2010
НИС *Академик Шокальский* (ФГБНУ ДВНИГМИ, Росгидромет) 2012, 2014

*I've seen things you people wouldn't believe...
All those moments will be lost in time,
like tears...in...rain
(Blade Runner (c),
Roy Batty Monologue fragment,
by Rutger Hauer, 1982)*

Введение

Книга задумана и написана мной, руководителем частной компании, волею судеб вовлеченной в усилия Российского государства сделать жизнь населения более комфортной и защищенной от природных катастроф на Курилах и Камчатке. Речь идет об угрозе волн цунами. Цунами – длинные волны соизмеримые по длине с приливными. Они незаметны в открытом океане, но радикально увеличивают свою высоту при подходе к мелководью. Исторически, риск внезапного появления волн цунами всегда характеризовал особенность жизни на побережье Дальнего Востока РФ и стран Тихоокеанского «огненного пояса». Как будет показано дальше, угроза цунами затрагивает не только тихоокеанское побережье, но и практически все окраинные моря России.

подача материала в книге сделана не в виде отчета о проделанной работе или фиксирование наиболее значимых моментов удивительно интересной работы автора в практической океанологии. Предлагаю рассматривать ее появление как практическое руководство для дальнейших шагов по организации эффективного и раннего предупреждения цунами, как бы неожиданно и внезапно оно бы не возникло.

Предлагаемая вниманию уважаемого читателя книга преследует несколько целей. Одна из них состоит в опубликовании собранных разносторонних данных о технологии наблюдений цунами открытого океана на современном этапе. В ней представлены примеры успешной работы систем раннего предупреждения DART РФ, установленных в океане по Федеральным Целевым Программам (ФЦП), описаны события цунами северо-западной Пацифики в 2010-2016 гг..

В то же время, книга отражает противоречивую картину государственной политики наблюдений цунами в РФ. Поэтому среди ее целей автор отметит логичное обоснование выделения предупреждения цунами из состава малоуправляемых, негибких, часто и просто отстающих от требований времени усилий официальных госструктур, призванных решать такого рода задачи.

Кроме того, содержание книги может стать обоснованием для ряда решений правительственного масштаба: от признания обязательности продолжения

работ по раннему оповещению цунами на ДВ побережье РФ и оживление соответствующих ФЦП до изменения законодательства *Law of the Sea* (1984) с целью усиления по меньшей мере юридической защиты океанских измерительных систем вне зависимости от флага принадлежности.

Кроме того, автору показалось важным затронуть историю по наблюдениям уровня открытого океана и уроки первых опытов наблюдений цунами периода 1970-1980 гг., поскольку без истории развития экспериментальной техники глубоководных измерений гидростатического давления описание эволюции датчиков цунами было бы неполноценным.

В целом, книга призвана акцентировать внимание читателя на главном – создание комфортных и безопасных условий жизни населения и береговой инфраструктуры Дальнего Востока (ДВ), путем непрерывного слежения за угрозами океана, в частности, цунами, метеоцунами, штормовых нагонов и сейш – там, где требуются измерения уровня свободной водной поверхности.

Как автора и участника практических событий по цунами открытого океана меня не может не волновать безвольный дрейф России в сторону от прогресса и достижений морских технологий по точным измерениям процессов в океане. Поэтому появление такой сводки данных, сосредоточенных в одной книге, не относится к случайным событиям. Нам не стоит повторять ошибки недавней истории, когда предшественник современного Российского государства – СССР, организовывал работу по собственной госпрограмме цунами в 80-ых годах прошлого века. Однако, программа цунами СССР канула в лету без результатов, собственности, преемственности команд и памяти целей, которые когда-то ставились на самом высоком государственном уровне.

Собственный опыт выполнения постановок станций в Тихом океане и работа со сбором материала для книги показали, что усилия в направлении работ по цунами открытого океана невозможно продолжать без дальнейшей межведомственной кооперации. Она касается, прежде всего, подразделений Росгидромета (МПР), МЧС, АН РФ, Минвостокразвития, Технадзора, Минтранса, Роскосмоса, Минобороны, МИДа. Здесь главным для продолжения работ на новом уровне является, видимо, выбор между созданием межведомственной рабочей группы, организации ритмичной и продуктивной работы, ее финансирования. Либо проходит поручение правительственного уровня по целевой поддержке сети сбора данных и эксплуатации, а также развития темы цунами отдельному ведомству (оргструктуре) целевым порядком. Или находится еще и третье, нестандартное в существующих условиях организационное решение. Более подробно автор дискутирует тему позже.

В книге рассматриваются результаты работ по мониторингу цунами в открытой северо-западной части Тихого океана с 2010 года по настоящее время. Материалы подаются в формате обмена передовым организационным, техническим и научным опытом. Книга может стать востребованной для создания собственных систем РФ по мониторингу океана касательно как цунами, так и других природных явлений. Пока все еще остаются технические возможности и опыт для развертывания и поддержки систем такого рода в работоспособном состоянии на протяжении многих лет. Однако дело состоит не просто в копировании надежных технологий или организации их производства в стране по лицензии. Далее отмечено, что задача современных наблюдений цунами в открытом океане неизменно ставит более глубокие организационные и производственные вопросы как на уровне Академии Наук (ФАНУ) и Росгидромета, так и многих других ведомств и бизнеса.

Личный опыт общения и совместные работы, библиографический поиск касательно создания и эксплуатации систем DART показали качественный и мощный пласт компетентности научного плана и технических вопросов как минимум двух поколений океанографов. История создания надежной системы отслеживания цунами сосредотачивает в себе более чем 35 летний период разработок, проб, неудач, ошибок и несомненных успехов. DART не представляет собой застывшее достижение, а постоянно претерпевает улучшения и дальнейшее развитие. Возможно, как технология, DART достиг своего апогея, что не может не привлечь к внимательному анализу ее сильных сторон, недостатков, неудач и успехов.

О международном сотрудничестве. Прогресс исследований цунами в 1970-ых годах базировался отчасти на целевой кооперации СССР и США в области охраны окружающей среды от 23 мая 1972 г., раздел IX-2 «Создание объединенной системы США-СССР по предупреждению о цунами («приливных волнах, вызываемых землетрясениями»)). В целом, тема научно-исследовательского взаимодействия двух стран в период «холодной войны» вызывает отдельный интерес и не рассматривается в этой книге, ожидая своих исследователей. Но нельзя не отметить, что расцвет сотрудничества в сфере Росгидромета и Академии по цунами пришелся не просто на период между окончанием войны во Вьетнаме и началом новой в Афганистане, но и на время одной из самых секретных операций ЦРУ по поднятию боевого подводного атомохода СССР К-129 в Пацифике («Project Azorian»). Противоречивые и острые 70-ые прошлого века характеризовались и другими масштабными примерами сотрудничества, например проект Союз-Аполлон или начало разведочного бурения на нефть и газ на шельфе острова Сахалин.

Работая с первоисточниками, веские причины начала кооперации ученых СССР и США по цунами автором не обнаружены. В 70-ые годы 20 века,

техническая отсталость СССР по океанографии (Рабинович, 2016) касалась прежде всего датчиков, электронной элементной базы, программирования, систем дальней передачи данных и гидроакустики, что только, в дальнейшем, будет нарастать. Возможно, что такая активность в совместных морских научных проектах создавала некую смысловую завесу с целью отвлечения внимания, но ни СССР, ни США не создали свои национальные сети глубоководных станций по цунами ни в 1970, ни в 80-ые, ни в 90-ые годы 20 века.

Известно также, что в начале истории международного обмена с США по развитию океанских автономных систем цунами прослеживается деятельное участие специалистов и ученых Академии Наук и Росгидромета. Оно обрывается на официальном уровне в 80-ые годы и возобновляется спустя 30 лет - только в 2000-ых годах, затем снова стопорится после февраля 2014 года. Известно, что сейчас официально специалисты НОАА и Росгидромета, например, общаются через посредников, не напрямую, за исключением редких случаев. Принятая программа в РФ по импортозамещению никоим образом не касается станций цунами, где технологическое отставание РФ определяется автором как безвозвратное. Именно поэтому, совместные работы с DART и, возможно, налаживание их выпуска по лицензии, явятся шагами, устраняющими безнадежную не просто отсталость России на рынке производителей океанской техники, а преодоление запущенности огромного поля деятельности по исследованию океана.

Решение вопроса океанских исследований - что касается автономных глубоководных измерителей цунами - собственными силами не произведено, кроме США, ни одной из стран: Австралия, Великобритания, Израиль, Индия, Китай, Малайзия, Норвегия, страны Средиземноморья, Россия, Таиланд, Тайвань, Филиппины, ФРГ, Чили, и, наконец, Япония.

Поэтому, не смотря на коммуникационные препятствия санкционного времени, ученым и специалистам нашей страны все еще остается шанс и смысл участия в передовых разработках по проблеме цунами на современном этапе. Игнорирование такой возможности, несомненно, станет очередной упущенной возможностью для будущего многих направлений по океанским исследованиям в России. Поэтому, идея написания настоящей книги и связана с необходимостью распространения полученного опыта эксплуатации передовых систем на примере систем раннего предупреждения цунами открытого океана.

Отметим, что здесь – в области высокотехнологичных разработок автономной морской техники для задач мониторинга гидрофизических параметров находится и потенциал по производству собственных станций и автономных измерительных платформ для исследований океана. Речь идет о производстве и применении высокотехнологичной техники для внутреннего

и внешнего потребления, эксплуатации и дальнейшего развития. Затронутый вопрос межведомственной кооперации и перспектив организации производства высокотехнологичных морских измерительных платформ выходит за рамки темы книги, но обозначается как важная тема будущих дискуссий, раздумий и действий управленцев, организаторов производства, вовлеченных инженеров и ученых.

Международное взаимодействие по цунами в рамках затрагиваемой тематики рассматривается как кооперация по наблюдениям цунами открытого океана, обмену данными и технологиями с США, Японией, Южной Кореей, КНДР в части возможного размещения станций в северо-западной части Тихого океана и в акватории Японского моря. Оно базируется на преемственности истории международного взаимодействия по цунами. Прежде всего - между СССР и США в 1972-1978 гг., а также на совместных работах Россия – США в Тихом океане с 2010 года по настоящее время, исходя из текущих результатов и перспектив сотрудничества по техобслуживанию станций DART в северо-западной части Тихого океана.

В предлагаемой книге не рассматривается подробно или в сравнении история инструментальных наблюдений на береговых станциях (постах), поскольку наблюдения цунами открытого моря отличаются от прибрежных наблюдений, прежде всего, наличием запаса по времени (минимального для ближней зоны) для предупреждения населения о выходе цунами на берег и смягчении числа людских потерь и материального ущерба. Эти данные полезны также для планирования при строительстве в прибрежной зоне и разработке мероприятий по защите имеющейся прибрежной инфраструктуры и минимизации ущерба от цунами.

Также мы не приводим здесь подробно информацию о кабельных установках по измерению уровня открытого океана для задач измерений и предупреждения цунами по причине их высокой стоимости строительства, частичной уязвимости и вероятности меньшей живучести при сильных землетрясениях вследствие внезапного порыва кабелей, подводных оползневых явлениях и мутьевых потоках на склонах в результате действий землетрясений или вулканической деятельности. За рамками книги остаются и перспективы спутниковых альтиметрических наблюдений открытого океана за цунами в реальном времени. Также мы не обсуждаем здесь возможности использования океанских донных линий связи или трасс оптоволоконных кабелей для наблюдений морских длинноволновых процессов в Тихом океане для решения задач океанографии.

Коротковолновые радары (HF-radars) предоставляют возможность обнаружения волн цунами на удалении от берега (Lipa et al., 2012), но пока не приходится говорить о подготовленной к повседневной работе новой технологии по измерению цунами с помощью коротковолновых радарных

наблюдений. Кроме того, само по себе обнаружение и измерение волн цунами у берега дистанционными методами не раскрывает параметры очага цунами – как раз такую принципиальную задачу и решают океанские автономные станции глубокой и мелкой воды.

Поэтому предлагаемая книга целиком посвящена измерениям уровня воды в открытом океане с помощью автономных устройств. В ней, собранная информация сводилась и рассматривалась с точки зрения перспектив применения океанских автономных станций раннего предупреждения цунами в интересах защиты прибрежного населения в северо-западной части Тихого океана, а также в акваториях Японского, Охотского, Берингова, Черного, Балтийского и Белого морей, Арктического шельфа и свала глубин.

Книга публикуется после спонтанного прекращения финансирования работ по цунами открытого океана Правительством РФ по причине сжатия целевой бюджетной статьи* в 2013 году Минфином, а затем и завершения программы в 2015 году. Хотя, может быть именно этот пример и характеризует действия Правительства РФ по отбрасыванию новых, эффективных и малоемких по ресурсам технологий в угоду сохранения статус кво сложившихся громоздких организационных структур управления отраслями, распределения финансовых потоков между ними и невозможности принять новые технологии.

Завершая введение, автор обращает особое внимание на следующее - затрагиваемая проблематика организации наблюдений цунами открытого океана оценивается не только с позиций необходимого финансирования.

Работы по цунами рассматриваются как возможность передачи передового опыта для создания и опытного производства собственных систем и платформ наблюдений за параметрами окружающей среды. Более того, работа НПО ДЭКО с рядом российских и зарубежных участников по проблематике цунами с 2010 года показала, что дальнейшие успехи России по цунами невозможны без участия и роста нового поколения океанографов, сейсмологов, акустиков, разработчиков аппаратуры, прикладных программистов, развития экспериментального производства приборов для открытого океана, современных научных судов и сегмента космической связи передачи сигналов с автономных измерительных платформ. Наверное, в этом и заключается основной урок и видение того, что необходимо делать в направлении цунами в самое ближайшее время непосредственно в России, если развивать такое направление в стране самостоятельно.

Последующие рекомендации книги предлагаются для информационной поддержки решений управленцев, ученым, специалистам и заинтересованной публике. Они касаются дальнейших перспектив наблюдений длинноволновых процессов и цунами открытого океана автономными

приборами и платформами для защиты населения, береговой инфраструктуры субъектов РФ и ближайших к дальневосточному побережью России стран – Японии, Южной и Северной Корей, Китая и США.

Структура книги следующая: после введения информация разбита на 5 глав. В Главе 1 рассмотрена краткая история инструментальных автономных измерений цунами открытого океана. Здесь, на основе литературных источников, показана диспозиция стран и разработок на начало 70-ых гг. 20 века в вопросе создания систем предупреждения цунами, начинавших собственные и международные исследования. Отмечено, что наличие государственных специализированных программ не являлось гарантией быстрого технического прогресса и научного успеха по цунами нигде – ни в СССР, ни в Японии, ни в США. В то же время, успех DART можно объяснить сохранением изначальной команды создателей, достижениями на близких по задачам направлениях - ТАО, спутниковой передачи данных, гидроакустических модемов и постепенное развитие прототипа до нынешней формы DART-II и его модификаций. В то же время, 2004 год являлся официально последним годом разработок DART в США (Bernard, персональное сообщение) и лишь цунами на Суматре 26 декабря 2004 года и последовавшая гуманитарная катастрофа привлекает повышенное глобальное внимание, а затем и усиленную поддержку правительства США разработок по цунами PMEL (NOAA, Seattle), сохраняемой и по настоящее время.

В Главе 2 мы рассматриваем составляющие и эволюцию системы DART, включая находящиеся в российской эксплуатации – STB DART-II © и ETD©. Здесь же приведены принципиально важные с точки зрения развития технологии и дальнейших перспектив DART тезисные источники в качестве реперных вех прошлого, настоящего и будущего развития технологии.

Глава 3 дает полное подробное техническое описание DART-II© и ETD© и их работы. С разрешения разработчика и патентодержателя – SAIC.

Глава 4 посвящена результатам работ русского сегмента DART тихоокеанской сети раннего предупреждения цунами в северо-западной части Тихого океана с ноября 2010 по январь 2017 г. Она включает в себя подробную информацию по эксплуатации, отслеженным событиям цунами. Освещен также и ряд внештатных форс-мажорных ситуаций, включая необъяснимое уничтожение измерителей цунами и судебное преследование специалистов по цунами управлением ФСБ Сахалинской области в 2013-2014 гг., исковую подготовку документов к китайской компании по доказательствам фатального вывода из строя STB № 21401, необходимость внесения новых международных норм права для охраны океанских измерительных систем.

Отдельно рассмотрен вопрос фактического бездействия подразделений Правительства РФ по поддержке океанских станций раннего предупреждения цунами и их дальнейшего развития в 2016 году и далее.

Глава 5 – дискуссия по вопросам подходов к измерению цунами и его последствий, эксплуатации и перспективам использования DART на ДВ и иных морях РФ, возможности организации сервиса станций DART в северо-западной части Тихого океана.

Заключение включает в себя основные выводы и рекомендации по работам с DART в российских морях северо-западной части Тихого океана и, возможно, на других акваториях.

Приложения включают в себя ряд дополнительных материалов, требовавших отдельного освещения и демонстрации по содержанию книги.