

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ АРКАДЬЕВИЧА КУЛИКОВА (27.01.1950–21.11.2020)

Рабинович А.Б.¹, Файн И.В.², Медведев И.П.¹, Яковенко О.И.¹

¹ *Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: tsucen@ocean.ru*

² *Институт наук об океане, г. Сидни, Британская Колумбия, Канада,
Вест Саанич Роуд, д. 9860, г. Сидни, Британская Колумбия, V8L 4B2, Канада,
e-mail: ifine54@gmail.com*

Статья поступила в редакцию 07.12.2020, одобрена к печати 18.12.2020.

21 ноября 2020 г. в возрасте 70 лет скоропостижно ушел из жизни один из крупнейших мировых специалистов в области цунами, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории цунами ИО РАН Евгений Аркадьевич Куликов. С 1980 по 1986 гг. он был заведующим Лабораторией физики океана Отдела цунами СахКНИИ/ИМГиГ ДВНЦ АН СССР (г. Южно-Сахалинск), а с 2004 по 2018 гг. руководил Лабораторией цунами ИО РАН. У Куликова есть ученики и коллеги по всему миру – в России от Сахалина до Москвы, в Европе, в Канаде и США. Он оставил яркий след в океанологии, в науке о цунами, а также в памяти всех тех, кто знал его как замечательного ученого, наставника и прекрасного человека.

В представленной статье приведены основные этапы научной жизни Е.А. Куликова.

Ключевые слова: Е.А. Куликов, цунами, краевые волны, шельфовые волны, статистика, обработка данных

21 ноября 2020 г. скоропостижно ушел из жизни один из крупнейших мировых ученых и специалистов в области цунами, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Лаборатории цунами Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН, Евгений Аркадьевич Куликов, определявший работу Лаборатории с момента ее основания.

Е.А. Куликов родился 27 января 1950 г. в Краснодаре. После окончания школы он в 1967 г. поступил в Московский физико-технический институт. Будучи студентом третьего курса, Куликов, пройдя собеседование, выбрал свою будущую специальность и перевелся на недавно



Фото 1. 1972–1973, студенты последнего курса Физтеха. В центре Е. Куликов, справа В. Лапшин, слева В. Жмур, девушка в центре – И.Усыченко.

образованную Кафедру термогидромеханики океана. Руководитель кафедры профессор С.С. Войт лично проводил собеседование и поблажек не делал. Это была одна из самых популярных кафедр в МФТИ. Кроме приличного физико-математического образования, кафедра отличалась от других кафедр Физтеха тем, что ее студенты проходили прибрежную практику в Южном отделении института океанологии в Геленджике, а морскую практику на научных судах Академии наук. Своим научным руководителем Е.А. Куликов выбрал преподавателя кафедры, известного ученого-океанолога М.Н. Кошлякова. В качестве морской студенческой практики Е.А. Куликову посчастливилось принять участие в трансатлантическом 12-ом рейсе НИС «Академик Курчатов», под руководством ведущего советского океанолога Михаила Николаевича Кошлякова. Материалы, полученные в экспедиции, легли в основу дипломной работы Куликова, посвященной анализу течений и внутренних волн в Атлантическом океане и дали автору неоценимый опыт исследования динамических процессов в океане.

После окончания МФТИ в 1973 г. Е.А. Куликов выбрал распределение в Сахалинский комплексный научно-исследовательский институт (СахКНИИ) Дальневосточного научного центра АН СССР (г. Южно-Сахалинск), (ныне Институт морской геологии и геофизики (ИМГиГ) Дальневосточного отделения РАН). В этом институте он проработал с 1973 по 1979 гг. в качестве инженера, младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, а с 1980 по 1986 гг. – в качестве заведующего Лабораторией физики океана Отдела цунами, сменив на этом посту основателя лаборатории, известного советского/российского ученого-океанолога, будущего директора ИО РАН, С.С. Лаппо.

Четырнадцать лет, проведенные на Сахалине, оказались для Е.А. Куликова необыкновенно продуктивными. Отдел цунами и Лаборатория физики океана были организованы в СахКНИИ в 1974 г. по инициативе член-корреспондента АН СССР (академика с 1991 г.) С.Л. Соловьева, а первым заведующим Отделом цунами стал пришедший из Морского гидрофизического института (г. Севастополь), молодой доктор физ.-мат. наук В.В. Ефимов. С.Л. Соловьев был крупнейшим мировым авторитетом в области цунами, председателем Международной комиссии по цунами и



Фото 2. 1975 г. Е. Куликов после Первой советско-американской экспедиции.



Фото 3. 1977 г. На демонстрации в Южно-Сахалинске. А.А. Поплавский, С.С. Лаппо и Е.А. Куликов.

основателем школы советских цунамистов, из которой вышло множество ведущих ученых, определивших высочайший уровень советских/российских исследований в этой области. В свою очередь, В.В. Ефимов, ставший научным руководителем Е.А. Куликова, был первоклассным специалистом в области волновых процессов в океане. С.Л. Соловьев и В.В. Ефимов оказали большое влияние на формирование Е.А. Куликова как ученого-практика, способного сочетать глубокое физическое понимание реальных океанических процессов и умение применять это понимание при решении конкретных прикладных задач.

Коллектив Лаборатории физики океана (ЛФО), сформировавшийся в середине 70-х годов, во многом оказался уникальным. Средний возраст сотрудников (не считая заведующего лабораторией С.С. Лаппо) был около 25 лет. Молодые ученые были выпускниками МГУ, МФТИ и других центральных вузов страны: А.В. Скрипник, О.И. Яковенко, Е.А. Куликов, А.Е. Рождественский, О.Н. Лихачева, А.А. Харламов, А.Б. Рабинович, И.В. Файн, П.Д. Ковалев и др. Позже к этой группе присоединился и Г.В. Шевченко. Коллектив оказался очень сильным: пять человек стали в дальнейшем докторами наук и еще многие – кандидатами. В этой группе хорошо подготовленных, амбициозных и инициативных сотрудников Е.А. Куликов очень быстро стал несомненным лидером. Сотрудников лаборатории связывали не только рабочие, но и тесные дружеские отношения. Активная творческая атмосфера, созданная усилиями С.С. Лаппо и В.В. Ефимова, способствовали успехам лаборатории и быстрому профессиональному росту ее сотрудников и, прежде всего, Е.А. Куликова.

Знаменательным эпизодом в жизни СахКНИИ явился визит на Сахалин в 1976 г. академика М.А. Лаврентьева. В течение месяца он чаще всего бывал гостем



Фото 5. 1976 г. Михаил Алексеевич Лаврентьев в Лаборатории физики океана, СахКНИИ.

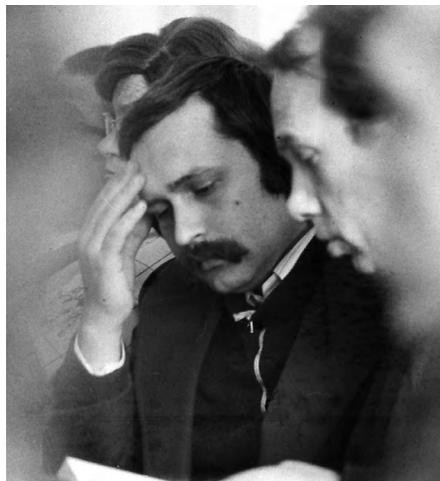


Фото 4. 1979 г. На ученом совете СахКНИИ.
Е.А. Куликов и С.С. Лаппо.

лаборатории, выступал и участвовал в многочисленных семинарах. Уникальная, яркая личность Лаврентьева, общение, беседы с ним, прочитанные им лекции, оказали на всех огромное влияние.

К началу 70-х годов прошлого века стало ясно, что дальнейший прогресс научного исследования волн цунами и надежного оперативного оповещения об их угрозе невозможны без прямых измерений волн цунами в открытом океане. Такие работы, в частности, интенсивно ве-

лись в СССР и США. Редкое в то время сотрудничество между странами привело к организации совместных научных экспедиций: в 1975 г., благодаря усилиям С.Л. Соловьева и руководителя Американской программы исследования цунами Гейлорда Миллера (Гавайский университет, Гонолулу, Гавайи, США), была проведена Первая советско-американская экспедиция по проблеме цунами.

Основной целью экспедиции, проходившей на НИС «Валериан Урываев» (ГМС), было получение глубоководных записей цунами в районе Курило-Камчатского желоба. С американской стороны в экспедиции участвовали руководитель проекта: д-р Роберт Харви, и инженер Дон Шинмото. Начальником экспедиции был С.С. Лаппо, а ее активным участником стал Е.А. Куликов. Именно на Куликова легла основная нагрузка по обработке собранных материалов. После окончания экспедиции Р. Харви и приехавший на Сахалин Г. Миллер в течение месяца работали в СахКНИИ вместе с сотрудниками ЛФО над анализом полученных данных. Приезд в институт двух ведущих американских ученых оказался возможным только благодаря энергии и большим дипломатическим способностям С.Л. Соловьева. Для Е.А. Куликова и других сотрудников лаборатории совместная работа с Г. Миллером, учеником Вальтера Манка, и Р. Харви, пионером глубоководных исследований длинных океанских волн, дала



Фото 6. 1975 г. СахКНИИ. Слева направо: Р. Харви, Г. Миллер и С.Л. Соловьев.



Фото 7. 1978 г. Работы в море во время Второго советско-американского рейса. На переднем плане Е.А. Куликов.

возможность познакомиться с мировым уровнем исследований волновых движений в частотном диапазоне волн цунами.

С 1976 г. проект с американской стороны возглавил Р. Харви. Именно благодаря его усилиям в 1978 г. состоялась Вторая советско-американская экспедиция по проблеме цунами. Его помощником в экспедиции с американской стороны стал Стив Пул. Экспедиция проходила на том же судне – «Вале-

риан Урываев». От СахКНИИ в экспедиции приняли участие Е.А. Куликов, А.Б. Рабинович, А.А. Харламов и А.И. Спирин. Е.А. Куликов был заместителем начальника экспедиции с советской стороны, но, фактически, именно он был научным руководителем всего проекта. Во время Первой и Второй экспедиций в Тихом океане не произошло сильных землетрясений, и волны цунами в открытом океане не были зарегистрированы, но в научном отношении собранные материалы оказались бесценными: были получены первые сведения о характере длинноволновых движений с пространственными и временными масштабами волн цунами, исследованы эффекты их волнового захвата и резонансного усиления на шельфе, получены оценки приливных колебаний в открытом океане в районе Курило-Камчатского и Японского желобов. В обработке и анализе полученных данных основная роль принадлежала Е.А. Куликову. Одним из неожиданных и интересных эффектов, выявленных при анализе глубоководных записей колебаний придонного гидростатического давления, явилось обнаружение в открытом океане радиационных приливов, то есть колебаний с периодами, кратными солнечным суткам, обусловленных радиационным воздействием Солнца на поверхность океана (Куликов, Рабинович, 1983). Во многом исследования, проведенные во время Первой и Второй экспедиций, заложили основы современных систем предупреждения о цунами, в частности, системы DART¹.

Не менее важным оказалось то, что экспедиции показали возможность и эффективность международного сотрудничества в исследовании цунами и во многом заложили основы для совместных работ в этой области.

Материалы, полученные во время Первой и Второй советско-американских экспедиций, во многом определили два основных направления дальнейших исследований Е.А. Куликова: (1) Динамика волновых процессов в зоне шельфа, захваченные и излученные волны; (2) Глубоководные измерения длинных волн в океане. Используя высокоточные измерения придонного гидростатического давления в открытом океане, он впервые в СССР сумел выявить эффекты «захвата» и «шельфового резонанса» на шельфе Курильской гряды, показал существование захваченных (краевых волн Стокса) и излученных волн в этой зоне и их основополагающую роль в формировании волн цунами. Им также было показано, что низкочастотные (метеорологические) колебания образуются под сильным влиянием субинерционных захваченных шельфовых волн (топографических волн Россби). Результаты этих исследований послужили основой многочисленных статей, написанных в это время вместе с научным руководителем В.В. Ефимовым (например, Ефимов и др., 1978; Ефимов, Куликов, 1978). Особо следует отметить работу «Дифракция волн Кельвина на неоднородностях линии берега» (Куликов, 1979), которая заложила основы целого направления в исследовании волновых процессов в океане.

В 1979 г. в ИО АН (Москва) Е.А. Куликов блестяще защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по теме «Ис-

¹ DART – Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunami – глубоководная система датчиков, развернутая США вдоль сейсмически активных областей Мирового океана для мониторинга волн цунами.

следование длинных волн в краевой области океана» и вскоре после этого был назначен заведующим ЛФО. Основные результаты диссертации и дальнейших работ Е.А. Куликова по данной тематике, а также двух других диссертаций, подготовленных под руководством В.В. Ефимова (А.Б. Рабиновича и И.В. Файна), были обобщены в фундаментальной монографии «Волны в пограничных областях океана» (Ефимов и др., 1985). Монография получила большую известность и до сих пор широко используется в курсах «Динамика океанских волн» в различных университетах страны.

Особенно следует отметить серию теоретических работ Куликова, посвященных исследованию механизма генерации краевых и шельфовых волн в результате рассеяния крупномасштабных волновых образований (типа приливов и штормовых нагонов) на неоднородностях рельефа (Куликов, 1987; Куликов, Шевченко, 1991). Они явились продолжением его ранних исследований.

Дальнейшая работа Е.А. Куликова была связана, прежде всего, с обработкой данных глубоководных станций (см., например, Kulikov et al., 1983), кабельных станций, установленных на шельфе о-ва Шикотан, а также береговых станций Курильской гряды. Он был первым исследователем, кто стал разрабатывать концептуальные основы гидрофизического метода прогноза цунами, основанного на наблюдениях цунами в открытом океане и на шельфе. 23 февраля 1980 г. при активном участии Е.А. Куликова подобная запись впервые в мире была получена и тщательно проанализирована (Дыхан и др., 1981; Dykhan et al., 1983). Продолжая эти исследования, совместно с С.Л. Соловьевым, он опубликовал серию статей, посвященных анализу реальных записей цунами (в частности, Soloviev, Kulikov, 1987). При этом Куликов продолжал активно разрабатывать методы и алгоритмы регистрации и выделения «опасного сигнала» (волн цунами) на основе наблюдений волновых движений в открытом океане и на берегу с целью применения этих методов в оперативной службе цунами. Как результат этой работы совместно с А.А. Поплавским и Л.Н. Поплавской была подготовлена монография «Методы и алгоритмы автоматизированного прогноза цунами» (Поплавский и др., 1988).

К сожалению, в 1984 г., в связи с реорганизацией института и его переименованием (ИМГиГ ДВО РАН), Отдел цунами и три из четырех его лабораторий, включая ЛФО, были упразднены. Многие сотрудники отдела, включая Куликова, покинули институт.

С 1986 г. Е.А. Куликов начинает работать в Москве: сначала в Гидрометеоцентре, а с 1987 г. – в Государственном океанографическом институте (ГОИН). При этом он продолжает исследовать тему цунами, в частности, вопросы детектирования и выделения сигнала цунами на фоне шума (Куликов, 1990), публикует серию статей по анализу записей волн цунами в бухтах о-ва Шикотан (например, Djumagaliev et al., 1993). Накопившийся огромный опыт анализа и обработки данных и прекрасное понимание физических процессов в океане позволили Е.А. Куликову стать одним из лучших в мире специалистов в области анализа инструментальных записей волн цунами. Совместно с Фрэнком Гонзалесом (NOAA/PMEL, США),

на основе очень тщательной и оригинальной обработки высокоточных измерений цунами в глубоком океане в районе Алеутских о-вов, ему удалось выявить эффекты дисперсии распространяющихся в открытом океане волн цунами и восстановить начальный источник цунами (González, Kulikov, 1993; Куликов, Гонзалес, 1995). Эти работы стали классическими и были использованы, в частности, для определения источников волн цунами и особенностей добегания этих волн до пунктов установки систем DART в Тихом, а ныне и в других океанах. Их также применили в программе обработки данных DART-ов для мировой Службы предупреждения о цунами.

Осенью 1993 г. Е.А. Куликов и А.Б. Рабинович приняли участие в международной конференции OCEANS-93, которая проходила в г. Виктория, о. Ванкувер, Британская Колумбия, тихоокеанское побережье Канады. В 30 км от Виктории, в небольшом городке Сидней, расположен Институт океанских наук (Institute of Ocean Sciences), в котором работали известные ученые-океанологи и геофизики: Рик Томсон, Эдди Кармак, Брайан Борнхольд, Джозеф Чернявский и Фред Стивенсон. Завязалось тесное сотрудничество по широкому кругу динамических задач, включая исследование волн цунами как сейсмического, так и оползневого происхождения, приливы, внутренние волны, эстуарийная циркуляция и др. В результате этого сотрудничества было написано большое количество совместных статей, опубликованных в престижных международных журналах, в частности: *Journal of Geophysical Research*, *Geophysical Research Letters*, *Continental Shelf Research*, *Natural Hazards*, *Pure and Applied Geophysics*, *Marine Geology*, *Advances in Geosciences* и др. В период с 1995 по 2007 гг. Е.А. Куликов вместе с А.Б. Рабиновичем регулярно посещает и подолгу занимается исследованиями в этом институте. С 1996 г. к работе по численному моделированию волн цунами оползневого происхождения был привлечен И.В. Файн.

В ноябре 1994 г. в порту Скагуэй, северо-восточная Аляска, произошло обрушение строящегося дока. Образовавшееся оползневое цунами привело к человеческим жертвам, разрушению терминала и значительного участка канадской железной дороги. Это событие явилось предметом тщательного расследования, в котром

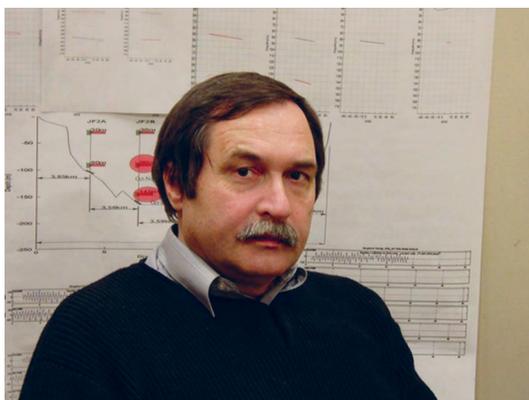


Фото 8, 9. 2003 г. Е.А. Куликов во время работе в Институте океанских наук (IOS), Сидни, Британская Колумбия, Канада.

участвовало несколько соревнующихся групп, но именно группа в составе Е.А. Куликова и его российских и канадских коллег играла ключевую роль. Разработанная ими численная длинноволновая модель генерации цунами движущимся оползнем, с учетом деформации оползня и взаимодействия оползня и поверхностных волн, явилась первой практической моделью оползневых цунами, позволяющей моделировать реальные события (Fine et al., 2005). Эта модель использовалась различными группами исследователей для моделирования исторических и предполагаемых оползневых цунами в Британской Колумбии и у Ньюфаундленда (Канада), на Аляске и в России (Сахалин).

По результатам проведенных в Канаде в 1995–2007 гг. исследований был опубликован десяток статей (см., например, Kulikov et al., 1996; Rabinovich et al., 1999; Thomson et al., 2001, Kulikov et al., 2005), которые в дальнейшем составили ядро докторской диссертации Куликова. Кроме исследования цунами, следует выделить серию из четырех работ, выполненных Е.А. Куликовым совместно с Эдди Кармаком, опубликованных в JGR и Continental Shelf Research (1998–2010 гг.), посвященных анализу крупномасштабных, мезо-масштабных и приливных движений на шельфе моря Бофорта в Северном Ледовитом океане (Kulikov et al., 1998, 2004, 2010; Carmack, Kulikov, 1998). Так, в двух последних работах из этой серии, в результате очень тщательного и скрупулезного анализа удалось разделить различные составляющие полусуточных течений в этом районе (баротропную, «когерентную» бароклинную, «случайную» бароклинную и инерционную), оценить вклад этих составляющих в общий энергетический баланс приливных течений и выявить области генерации внутренних приливных волн. Кроме того, данная работа является одной из первых, в которой был выявлен эффект резонансного усиления внутренних приливов в районе критических широт.

С 1995 г. Е.А. Куликов начинает работать в Москве совместителем в лаборатории микропроцессоров Института Океанологии РАН (ИО РАН). Одновременно Б.В. Левин совместно с Е.А. Куликовым и А.Б. Рабиновичем организовали Научно-координационный центр Цунами при ИО РАН, явившийся основной для создания Лаборатории цунами в 1999 г. В 2002 г. Е.А. Куликов переходит работать в эту лабораторию ведущим научным сотрудником. В 2004 г. член-корреспондент РАН Б.В. Левин, став директором ИМГиГ ДВО РАН, уезжает на Сахалин, а Е.А. Куликов становится заведующим лабораторией (2004–2018 гг.). В 2005 г. в ИО РАН Е.А. Куликов защищает диссертацию «Изучение цунами: измерение, анализ, моделирование» на соискание степени доктора физико-математических наук.

Катализатором исследований по цунами явилось сильнейшее Суматранское землетрясение, произошедшее 26 декабря 2004 г. у берегов Индонезии и вызвавшее катастрофическое цунами, приведшее к огромным разрушениям и многочисленным жертвам. Е.А. Куликов включился в исследования этого явления сразу после события. Он был первым ученым, который проанализировал альтиметрические данные спутников TOPEX-Poseidon и Jason, пролетавших над зоной очага, и показал существенный эффект дисперсии цунами (Kulikov, 2006).

После 2004 г. по Тихому океану прошла серия значительных цунами-генных землетрясений, вызвавших разрушительные волны на побережьях разных стран. Сотрудники ИО РАН, в числе которых был Е.А. Куликов, предсказали сильнейшие цунами-генные события в районе Средних Курил, которые случились в 2006 и 2007 гг. (Лобковский и др., 2008, 2009). Вскоре в Тихом океане произошли два еще более мощных землетрясения, которые вызвали ужасные цунами: Чилийское землетрясение 2010 г. и Великое японское землетрясение 2011 г.



Фото 10. 2011 г. Е.А. Куликов на своем рабочем месте в Лаборатории цунами.

от обширного разлома в прибрежной части Японии, в районе Тохоку. Возникшие цунами были зарегистрированы сетью, состоящей из большого количества глубоководных донных датчиков, что позволило более подробно оценить параметры и свойства волн. После катастрофического цунами 2011 г. Е.А. Куликов публикует статью «Японское цунами 2011: характеристики распространяющихся волн по наблюдениям и модели» (Fine et al., 2013) в которой, основываясь на данных глубоководных измерений и моделировании, оцениваются общие пространственные свойства волнового поля в Тихом океане. Эта работа – развитие концепции стохастизации волнового поля, высказанная в ранних работах В. Манка и получившая новые подтверждения в наши дни, благодаря развитию методов наблюдений и моделирования.

В 2006–2009 гг. Е.А. Куликов являлся соруководителем проекта the Science for Peace NATO (НАТО для мира) «Анализ опасности наводнений в Финском заливе и Санкт-Петербурге». В проекте принимали участие ведущие ученые России, Канады, Эстонии и Белоруссии. В рамках проекта была собрана уникальный массив многолетних ежечасных рядов наблюдений за изменениями уровня Балтийского моря. В результате проведенных исследований были изучены механизмы формирования, созданы численные и вероятностные модели экстремальных штормовых нагонов в Финском заливе. Эти исследования были продолжены в 2010–2014 гг. в рамках проекта Министерства образования и науки (мегагранта) в Лаборатории оценки природных рисков (Географический факультет МГУ), где Е.А. Куликов был соруководителем рабочей группы. Была усовершенствована численная модель изменчивости уровня Балтийского моря – создана 3D модель, основанная на системе ROMS и использующая в качестве вынуждающей силы данные об атмосферном давлении и ветре из базы реанализа NCEP/CFRSR. Выявлена существенная роль частотно-избирательных свойств акватории (резонанс) в формировании экстремальных подъемов уровня в Финском заливе (Куликов, Медведев, 2013). В результате этих проектов получен большой задел в исследованиях колебаний уровня морей

и океанов, который в дальнейшем получил развитие в рамках проектов РФФИ и РНФ. Проекты под руководством Е.А. Куликова выполняли его ученики: И.П. Медведев, А.А. Иванова, А.Ю. Медведева, М.Е. Куликов. Таким образом, изучение приливов, штормовых нагонов, долгопериодных колебаний уровня моря стало вторым направлением работ Лаборатории цунами.

В период с 2013 по 2020 гг. у Е.А. Куликова с соавторами вышел цикл работ, посвященный особенностям колебаний уровня в изолированных морях европейской части России, опубликованный в журналах: «Океанология», «Метеорология и гидрология», «Frontiers in Marine Science», «Frontiers in Earth Science», «Ocean Science», «Tellus», «Continental Shelf Research». В этих работах были получены детальные оценки приливных колебаний уровня Балтийского, Черного и Каспийского морей и выявлены физические механизмы их формирования (Medvedev et al., 2016; Medvedev et al., 2020). В работе (Kulikov et al., 2015) по данным длительных рядов наблюдений в Балтийском и Северном морях с помощью взаимного спектрального анализа впервые были получены количественные оценки ограниченной пропускной способности Датских проливов, которые являются естественным низкочастотным фильтром, успешно подавляющим короткопериодные колебания уровня, приходящие извне. Е.А. Куликовым совместно с его учеником И.П. Медведевым было впервые выделено неизвестное ранее 255-суточное колебание, характерное как для изменений уровня Балтийского моря, так и для атмосферных процессов над ним (Medvedev, Kulikov, 2019).

В последние годы важным направлением работы Лаборатории цунами стало исследование возможных событий цунами в Арктике, что оказалось крайне актуальным в связи с добычей нефти на шельфе арктических российских морей и современным развитием Северного морского пути. Для решения этой задачи впервые в отечественной океанологии был использован вероятностный метод оценки цунамиопасности. Ведущий научный сотрудник лаборатории – выдающийся сейсмолог А.И. Иващенко – разработал модель сейсмичности региона и создал с помощью метода Монте-Карло виртуальный каталог землетрясений и цунами, моделирующий процесс возникновения этих событий на протяжении многих тысяч лет. На основании этого каталога Е.А. Куликов со своими коллегами впервые выполнил цунамирайонирование побережья Российской Арктики, обзорные карты которого были опубликованы в журнале Геориск (Куликов и др., 2019а, б).

Е.А. Куликов являлся одним из ведущих специалистов в мире по физико-математическому анализу динамических процессов в океане. Основными направлениями его научного интереса были:

- исследование волн цунами и других волновых процессов в океане;
- динамические процессы в зоне шельфа и в проливах;
- анализ временных рядов;
- численное моделирование волн цунами, в том числе вызванных подводными оползнями;
- изучение экстремальных колебаний уровня моря;

- разработка вероятностных моделей проявления штормовых нагонов и цунами;
- разработка сценарных методов моделирования цунами и внедрение вероятностного метода оценки цунамиопасности.

Е.А. Куликов был экспертом РАН, членом диссертационного совета ИО РАН № Д 002.239.02 по специальности «Океанология», членом Российской комиссии по цунами; членом рабочей группы по цунамирайонированию при Научном совете по проблемам сейсмологии РАН и членом Русского географического общества.

На протяжении многих лет Е.А. Куликов читал студентам Кафедры термомеханики океана Физико-технического института курс лекций «Геофизическая гидродинамика». Помимо этого он руководил курсовыми и дипломными работами студентов в МФТИ и на географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова. Некоторые из этих студентов стали сотрудниками лаборатории, успешно защитили кандидатские диссертации и продолжают активную научную работу. В 2018 г. Е.А. Куликов передал руководство лабораторией своему ученику – И.П. Медведеву, что позволило ему полностью переключиться на научную работу в должности главного научного сотрудника.

Е.А. Куликов оставил яркий след в океанографии, его вклад в науку о цунами обширен и неоценим. Евгений Аркадьевич навсегда останется в памяти своих многочисленных друзей, учеников и коллег по всему миру как замечательный ученый, наставник и прекрасный человек.



Фото 11. Одна из любимых фотографий Е.А. Куликова. 2013 г.
На острове Кулебра, Пуэрто-Рико.

Основные публикации Е.А. Куликова

- Дыхан Б.Д., Жак В.М., Куликов Е.А. и др.* Первая регистрация цунами в открытом океане (цунами 23 февраля 1980 г. у Южных Курильских островов) // ДАН СССР. 1981. Т. 257. № 5. С. 1088–1092.
- Ефимов В.В., Куликов Е.А.* Применение метода адаптивной оценки пространственно-временных спектров к анализу захваченных волн // Изв. АН СССР, сер. ФАО. 1978. Т. 14. № 7. С. 748–756.
- Ефимов В.В., Куликов Е.А., Лаппо С.С., Соловьев С.Л.* Краевые волны в северо-западной части Тихого океана // Изв. АН СССР, сер. ФАО. 1978. Т. 14. № 3. С. 318–327.
- Ефимов В.В., Куликов Е.А., Рабинович А.Б., Файн И.В.* Волны в пограничных областях океана. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 280 с.
- Куликов Е.А.* Дифракция волн Кельвина на неоднородностях линии берега // Волновые процессы в краевых областях океана. Южно-Сахалинск, 1979. С. 3–11.
- Куликов Е.А.* Генерация шельфовых волн атмосферными возбуждениями // Изв. АН СССР, сер. ФАО. 1987. Т. 23. № 7. С. 769–776.
- Куликов Е.А.* Измерение уровня океана и прогноз цунами // Метеорология и гидрология. 1990. № 6. С. 61–68.
- Куликов Е.А., Гонзалес Ф.* Восстановление формы сигнала цунами в источнике по измерениям колебаний гидростатического давления удаленным донным датчиком // ДАН. Т. 344. № 6. 1995. С. 814–818.
- Куликов Е.А., Иващенко А.И., Медведев И.П., Яковенко О.И.* Цунамиопасность арктического побережья России. Часть 1. Каталог вероятных цунамигенных землетрясений // Геориск. 2019а. Т. 13. № 2. С. 18–32. <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2019-13-2-18-32>.
- Куликов Е.А., Иващенко А.И., Медведев И.П., Файн И.В., Яковенко О.И.* Цунамиопасность арктического побережья России. Часть 2. Численное моделирование цунами // Геориск. 2019б. Т. 13. № 3. С. 6–17. <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2019-13-3-6-17>.
- Куликов Е.А., Медведев И.П.* Изменчивость уровня Балтийского моря и наводнения в Финском заливе // Океанология. 2013. Т. 53. № 2. С. 167–174. DOI: 10.1134/S0001437013050123.
- Куликов Е.А., Рабинович А.Б.* Радиационные приливы в океане и атмосфере // ДАН СССР. 1983. Т. 271. № 5. С. 1226–1230.
- Куликов Е.А., Шевченко Г.В.* Резонансное возбуждение шельфовых волн движущимся циклоном // Мор. гидрофиз. журн. 1991. № 5. С. 8–16.
- Лобковский Л.И., Куликов Е.А., Рабинович А.Б., Иващенко А.И., Файн И.В., Ивельская Т.Н.* Землетрясение и цунами 15 ноября 2006 г. и 13 января 2007 г. в районе Центральных Курил: оправдавшийся прогноз // Доклады РАН. 2008. Т. 418. № 6. С. 829–833. DOI: 10.1134/S1028334X0802030X.
- Лобковский Л.И., Рабинович А.Б., Куликов Е.А., Иващенко А.И., Файн И.В., Томсон Р.Е., Ивельская Т.Н., Богданов Г.С.* Курильские землетрясения и цунами 15 ноября 2006 г. и 13 января 2007 г. (наблюдения, анализ и численное моделирование) // Океанология. 2009. Т. 49. № 2. С. 181–197. <https://doi.org/10.1134/S0001437009020027>.
- Поплавский А.А., Куликов Е.А., Поплавская Л.Н.* Методы и алгоритмы автоматизированного прогноза цунами. М.: Наука, 1988. 128 с.
- Carmack E.C., Kulikov E.A.* Wind-forced upwelling and internal Kelvin wave generation in Mackenzie Canyon, Beaufort Sea // J. Geophys. Res., 1998. Vol. 103. No. C9. P. 18447–18458. <https://doi.org/10.1029/98JC00113>.

- Djumagaliev V.A., Kulikov E.A., Soloviev S.L.* Analysis of ocean level oscillations in Malokuril'skaya bay caused by tsunami of 16 February 1991 // *Science of Tsunami Hazards*. 1993. Vol. 11. No. 1. P. 47–58.
- Dykhan B.D., Jaque V.M., Kulikov E.A., et al.* Registration of tsunamis in the open ocean // *Marine Geodesy*. 1983. Vol. 6. No. 3–4. P. 303–309.
- Fine I.V., Kulikov E.A., Cherniawsky J.Y.* Japan's 2011 Tsunami: characteristics of wave propagation from observations and numerical modelling // *Pure Appl. Geophys.* 2013. Vol. 170. No. 6–8. P. 1295–1307. DOI: 10.1007/s00024-012-0555-8.
- Fine I.V., Rabinovich A.B., Thomson R.E., Bornhold B.D., Kulikov E.A.* The Grand Banks landslide-generated tsunami of November 18, 1929, preliminary analysis and numerical study // *Marine Geology*. 2005. Vol. 215. P. 45–57.
- González F.I., Kulikov E.A.* Tsunami dispersion observed in the deep ocean // *Tsunamis in the World*. Dordrecht, Kluwer Publ. House, 1993. P. 7–16.
- Kulikov E.A.* Dispersion of the Sumatra Tsunami waves in the Indian Ocean detected by satellite altimetry // *Russian Journal of Earth Sciences*. 2006. Vol. 8. ES4004. DOI: 10.2205/2006ES000214.
- Kulikov E.A., Carmack, E.C., Macdonald R.W.* Flow variability at the continental shelf break of the Mackenzie Shelf in the Beaufort Sea // *J. Geophys. Res.* 1998. Vol. 103 (C6). No. 12. P. 725–741.
- Kulikov E.A., Medvedev I.P., Koltermann K.P.* Baltic sea level low-frequency variability // *Tellus A*. 2015. Vol. 67. 25642. <http://dx.doi.org/10.3402/tellusa.v67.25642>.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Carmack E.C.* Barotropic and baroclinic tidal currents on the Mackenzie shelf break in the southeastern Beaufort Sea // *J. Geophys. Res.* 2004. Vol. 109. C05020. DOI:10.1029/2003JC0011986.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Carmack E.C.* Variability of baroclinic tidal currents on the Mackenzie Shelf, the southeastern Beaufort Sea // *Continental Shelf Research*, 2010. No. 30. P. 656–667.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Thomson R.E.* Estimation of tsunami risk for the coasts of Peru and Northern Chile // *Natural Hazards*. 2005. Vol. 35. No. 2. P. 185–209.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Thomson R.E., Bornhold B.* The landslide tsunami of November 3, 1994, Skagway Harbour, Alaska // *J. Geophys. Res.* 1996. Vol. 101. No. C3. P. 6609–6615.
- Kulikov E.A., Spirin A.I., Rabinovich A.B., et al.* Measurement of tsunamis in the open ocean // *Marine Geodesy*. 1983. Vol. 6. No. 3–4. P. 311–329.
- Medvedev I., Kulikov E.* Low-frequency Baltic sea level spectrum // *Frontiers in Earth Sciences*. 2019. Vol. 7. No. 284. P. 1–14. DOI: 10.3389/feart.2019.00284.
- Medvedev I., Kulikov E., Fine I.* Numerical modelling of the Caspian Sea tides // *Ocean Science*. 2020. Vol. 16. No. 1. P. 209–219. DOI: 10.5194/os-16-209-2020.
- Medvedev I.P., Rabinovich A.B., Kulikov E.A.* Tides in three enclosed basins: the Baltic, Black and Caspian seas // *Front. Mar. Sci.* 2016. Vol. 3. 46. DOI: 10.3389/fmars.2016.00046.
- Rabinovich A.B., Thomson R.E., Kulikov E.A., Bornhold B.D., Fine I.V.* The landslide-generated tsunami of November 3, 1994 in Skagway Harbor, Alaska: A case study // *Geophys. Res. Lett.* 1999. Vol. 26. No. 19. P. 3009–3012.
- Soloviev S.L., Kulikov E.A.* Spectral analysis of mareograms from Urup tsunamis of 13 and 20 October 1963 // *Science of Tsunami Hazards*. 1987. Vol. 5. No. 1. P. 57–63.
- Thomson R.E., Rabinovich A.B., Kulikov E.A., Fine I.V., Bornhold B.D.* On numerical simulation of the landslide-generated tsunami of November 3, 1994 in Skagway Harbor, Alaska // *Tsunami Research at the End of a Critical Decade*, ed. G. Hebenstreit. Kluwer, Dordrecht, 2001. P. 243–282.

**IN MEMORY OF EVGENY ARKADIEVICH KULIKOV
(27.01.1950–21.11.2020)**

Rabinovich A.B.¹, Fine I.V.², Medvedev I.P.¹, Yakovenko O.I.¹

¹ *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nahimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: tsucen@ocean.ru*

² *Institute of Ocean Sciences, Sidney, British Columbia, Canada,
Bld. 9860, West Saanich Road, V8L 4B2, Sidney, British Columbia, Canada,
e-mail: ifine54@gmail.com*

Submitted 07.12.2020, accepted 18.12.2020.

On November 21, 2020, at the age of 70, one of the world's largest specialists in the science of tsunamis, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Chief Researcher of the Tsunami Laboratory in the Shirshov Institute of Oceanology, the Russian Academy of Sciences, Evgeny Arkadievich Kulikov, suddenly passed away. From 1980 to 1986 he was the Head of the Ocean Physics Laboratory in the Tsunami Department of the Sakhalin Complex Research Institute / Institute of Marine Geology and Geophysics, Far East Scientific Center of the USSR Academy of Sciences (Yuzhno-Sakhalinsk). From 2004 to 2018, E.A. Kulikov headed the Tsunami Laboratory of the Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences. E.A. Kulikov had students and colleagues all over the world – in Russia from Sakhalin to Moscow, in Europe, Canada, and the U.S.A. He left a bright mark in oceanology, in the science of tsunamis, as well as in the memory of numerous friends and colleagues around the world as a remarkable scientist, teacher, and wonderful person. The presented article describes the main scientific stages of E.A. Kulikov.

Keywords: E.A. Kulikov, tsunamis, edge waves, shelf waves, statistics, data processing

Main publications of E.A. Kulikov

- Carmack E.C. and Kulikov E.A.* Wind-forced upwelling and internal Kelvin wave generation in Mackenzie Canyon, Beaufort Sea. *J. Geophys. Res.*, 1998, Vol. 103, No. C9, P. 18447–18458, <https://doi.org/10.1029/98JC00113>.
- Djumagaliev V.A., Kulikov E.A., and Soloviev S.L.* Analysis of ocean level oscillations in Malokuri l'skaya Bay caused by tsunamis of 16 February 1991. *Science of Tsunami Hazards*, 1993, Vol. 11, No. 1, pp. 47–58.
- Dykhan B.D., Jaque V.M., Kulikov E.A., et al.* Pervaja registracija tsunami v otkrytom okeane (tsunami 23 fevralja 1980 g. u Juzhnyh Kuril'skih ostrovov) (The first tsunami registration in the open ocean (the tsunami of February 23, 1980 near the South Kuril Islands)). *Doklady Earth Sciences*, 1981, Vol. 257, No. 5, pp. 1088–1092.
- Dykhan B.D., Jaque V.M., Kulikov E.A., et al.* Registration of tsunamis in the open ocean. *Marine Geodesy*, 1983, Vol. 6, No. 3–4, pp. 303–309.
- Efimov V.V. and Kulikov E.A.* Primenenie metoda adaptivnoj ocenki prostranstvenno-vremennyh spektrov k analizu zahvachennyh voln (Application of the method of adaptive estimation of space-time spectra to the analysis of trapped waves). *Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Atmospheric and Oceanic Physics*, 1978, Vol. 14, No. 7, pp. 748–756.
- Efimov V.V., Kulikov E.A., Lappo S.S., and Soloviev S.L.* Kraevye volny v severo-zapadnoj chasti

- Tihogo okeana (Edge waves in the North-West part of the Pacific Ocean). *Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Atmospheric and Oceanic Physics*, 1978, Vol. 14, No. 7, pp. 318–327.
- Efimov V.V., Kulikov E.A., Rabinovich A.B., and Fine I.V. Volny v pogranichnykh oblastyakh okeana (Waves in the border area of the ocean). Leningrad: Hydrometeoizdat, 1985, 280 p.
- Fine I.V., Kulikov E.A., and Cherniawsky J.Y. Japan's 2011 Tsunami: characteristics of wave propagation from observations and numerical modelling. *Pure Appl. Geophys*, 2013, Vol. 170, Nos. 6–8, pp. 1295–1307, doi: 10.1007/s00024-012-0555-8
- Fine I.V., Rabinovich A.B., Thomson R.E., Bornhold B.D., and Kulikov E.A. The Grand Banks landslide-generated tsunami of November 18, 1929, preliminary analysis, and numerical study. *Marine Geology*, 2005, Vol. 215, pp. 45–57.
- González F.I. and Kulikov E.A. Tsunami dispersion observed in the deep ocean. In: *Tsunamis in the World*. Dordrecht, Kluwer Publ. House, 1993, pp. 7–16.
- Kulikov E.A. Difrakcija voln Kel'vina na neodnorodnostyakh linii berega (Diffraction of von Kelvin waves by coastline irregularities). In: *Volnovye processy v kraevykh oblastyakh okeana* (Wave processes in the edge areas of the ocean), Yuzhno-Sakhalinsk, 1979, pp. 3–11.
- Kulikov E.A. Generaciya shel'fovykh voln atmosferynymi vzbuzhdeniyami (Generation of shelf waves by atmospheric perturbations). *Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Atmospheric and Oceanic Physics*, 1987, Vol. 23, No. 7, pp. 769–776.
- Kulikov E.A. Izmerenie urovnya okeana i prognoz tsunami (Ocean level measurement and tsunami forecast). *Meteorology and Hydrology*, 1990, No. 6, pp. 61–68.
- Kulikov E.A. Dispersion of the Sumatra Tsunami waves in the Indian Ocean detected by satellite altimetry. *Russian Journal of Earth Sciences*, 2006, Vol. 8, ES4004, doi: 10.2205/2006ES000214.
- Kulikov E.A., Carmack E.C., and Macdonald R.W. Flow variability at the continental shelf break of the Mackenzie Shelf in the Beaufort Sea. *J. Geophys. Res.*, 1998, Vol. 103 (C6), No. 12, pp. 725–741.
- Kulikov E.A. and González F.I. Vosstanovlenie formy signala tsunami v istochnike po izmereniyam kolebaniy gidrostaticheskogo davleniya udalennym donnym datchikom (Reconstruction of the tsunami signal shape in a source from measurements of hydrostatic pressure fluctuations by a remote bottom sensor). *Doklady Earth Sciences*, 1995, Vol. 344, No. 6, pp. 814–818.
- Kulikov E.A., Ivashchenko A.I., Medvedev I.P., and Yakovenko O.I. Tsunamiopasnost' arkticheskogo poberezh'ya Rossii. Chast' 1. Katalog veroyatnykh tsunamigennykh zemletrjaseniy (Tsunami hazards for the Arctic coast of Russia. Part 1. The catalogue of probable tsunamigenic earthquakes). *Georisk*, 2019a, Vol. 13, No. 2, pp. 18–32, <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2019-13-2-18-32>.
- Kulikov E.A., Ivashchenko A.I., Medvedev I.P., Fine I.V., and Yakovenko O.I. Tsunamiopasnost' arkticheskogo poberezh'ya Rossii. Chast' 2. Chislennoe modelirovanie tsunami (Tsunami hazards for the Arctic coast of Russia. Part 2. Numerical tsunami modelling). *Georisk*, 2019b, Vol. 13, No. 3, pp. 6–17, <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2019-13-3-6-17>.
- Kulikov E.A. and Medvedev I.P. Variability of the Baltic Sea level and floods in the Gulf of Finland. *Oceanology*, 2013, Vol. 53, No. 2, pp. 145–151, doi: 10.1134/S0001437013020094.
- Kulikov E.A., Medvedev I.P., and Koltermann K.P. Baltic sea level low-frequency variability. *Tellus A*, 2015, Vol. 67, 25642, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusa.v67.25642>.
- Kulikov E.A. and Rabinovich A.B. Radiacionnye prilivy v okeane i atmosfere (Radiational tides in the ocean and atmosphere). *Doklady Earth Sciences*, 1983, Vol. 271, No. 5, pp. 1226–1230.

- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., and Carmack E.C.* Barotropic and baroclinic tidal currents on the Mackenzie shelf break in the southeastern Beaufort Sea. *J. Geophys. Res.*, 2004, Vol. 109, C05020, doi: 10.1029/2003JC0011986.
- Kulikov, E.A., Rabinovich A.B., and Carmack E.C.* Variability of baroclinic tidal currents on the Mackenzie Shelf, the southeastern Beaufort Sea. *Continental Shelf Research*, 2010, No. 30, pp. 656–667.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., and Thomson R.E.* Estimation of tsunami risk for the coasts of Peru and Northern Chile. *Natural Hazards*, 2005, Vol. 35, No. 2, pp. 185–209.
- Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Thomson R.E., and Bornhold B.* The landslide tsunami of November 3, 1994, Skagway Harbour, Alaska. *J. Geophys. Res.*, 1996, Vol. 101, No. C3, pp. 6609–6615.
- Kulikov E.A. and Shevchenko G.V.* Rezonansnoye vzbuzhdeniye shel'fovykh voln dvizhushchimsya tsiklonom (Resonant initiation of shelf waves by a moving cyclone). *Morskoy Gidrofisicheskiy Zhurnal*, 1991, No. 5, pp. 8–16.
- Kulikov E.A., Spirin A.I., Rabinovich A.B., et al.* Measurement of tsunamis in the open ocean. *Marine Geodesy*, 1983, Vol. 6, Nos. 3–4, pp. 311–329.
- Lobkovsky L.I., Kulikov E.A., Rabinovich A.B., Ivashchenko A.I., Fine I.V., and Ivelskaya T.N.* Zemletryaseniye i tsunami 15 noyabrya 2006 g. i 13 yanvarya 2007 g. v rayone Tsentral'nykh Kuril: opravdavshiysya prognoz (Earthquake and tsunamis on November 15, 2006 and January 13, 2007 in the Central Kuriles: a justified forecast). *Doklady Earth Sciences*, 2008, Vol. 418, No. 6, pp. 829–833, doi: 10.1134/S1028334X0802030X.
- Lobkovsky L.I., Rabinovich A.B., Kulikov E.A., Ivashchenko A.I., Fine I.V., Thomson R.E., Ivelskaya T.N., and Bogdanov G.S.* The Kuril Earthquakes and tsunamis of November 15, 2006, and January 13, 2007: Observations, analysis, and numerical modeling. *Oceanology*, 2009, Vol. 49, No. 2, pp. 166–181, doi: 10.1134/S0001437009020027.
- Medvedev I. and Kulikov E.* Low-frequency Baltic sea level spectrum. *Frontiers in Earth Sciences*. 2019, Vol. 7, No. 284, pp. 1–14, doi: 10.3389/feart.2019.00284.
- Medvedev I., Kulikov E., and Fine I.* Numerical modelling of the Caspian Sea tides. *Ocean Science*. 2020, Vol. 16, No. 1, pp. 209–219, doi: 10.5194/os-16-209-2020.
- Medvedev I.P., Rabinovich A.B., and Kulikov E.A.* Tides in three enclosed basins: the Baltic, Black and Caspian seas. *Front. Mar. Sci.*, 2016, Vol. 3, 46, doi: 10.3389/fmars.2016.00046.
- Poplavskiy A.A., Kulikov E.A., and Poplavskaya L.N.* Metody i algoritmy avtomatizirovannogo prognoza tsunami (Methods and algorithms for automated tsunami forecast). Moscow: Nauka, 1988, 128 p.
- Rabinovich A.B., Thomson R.E., Kulikov E.A., Bornhold B.D., and Fine I.V.* The landslide-generated tsunami of November 3, 1994 in Skagway Harbor, Alaska: A case study. *Geophys. Res. Lett.*, 1999, Vol. 26, No. 19, pp. 3009–3012.
- Soloviev S.L. and Kulikov E.A.* Spectral analysis of mareogramms from Urup tsunamis of 13 and 20 October 1963. *Science of Tsunami Hazards*, 1987, Vol. 5, No. 1, pp. 57–63.
- Thomson, R.E., Rabinovich A.B., Kulikov E.A., Fine I.V., and Bornhold B.D.* On numerical simulation of the landslide-generated tsunami of November 3, 1994 in Skagway Harbor, Alaska. In: *Tsunami Research at the End of a Critical Decade*, ed. G. Hebenstreit. Kluwer, Dordrecht, 2001, pp. 243–282.