

ПЕРВАЯ ОЧЕРЕДЬ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ СЛУЖБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ЦУНАМИ

*Чебров В.Н.¹, Гусев А.А.^{1,2}, Дроздин Д.В.¹, Мишаткин В.Н.³,
Сергеев В.А.¹, Шевченко Ю.В.¹, Чебров Д.В.¹*

¹Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, chebr@emsd.ru

²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, gusev@emsd.ru

³Геофизическая служба РАН, Обнинск, vmish@gstras.ru

Введение

До последнего времени службу цунами на Дальнем Востоке России несли всего 3 сейсмические станции «Петропавловск-Камчатский», «Южно-Сахалинск» и «Северо-Курильск», входящие в систему наблюдений ГС РАН и оснащенные устаревшим специальным аналоговым оборудованием. На станциях «Петропавловск-Камчатский» и «Южно-Сахалинск» при оценке параметров землетрясений кроме аналоговых приборов привлекались данные широкополосных станций IRIS. Основной недостаток – решение об опасности возникновения цунами от возникшего землетрясения принималось каждой сейсмической станцией автономно, обработка данных по сети станций не проводилась.

С 2006 г. ГС РАН в рамках ФЦП "Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года" ведет НИОКР по проекту "Развитие сети сейсмологических наблюдений и средств обработки и передачи данных в целях предупреждения о цунами". Разработаны концепция развития системы сейсмологических наблюдений (сейсмической подсистемы) для СПЦ на Дальнем Востоке России (СП СПЦ) [1, 2], задания на создание программно-технических комплексов сейсмических станций для службы предупреждения о цунами, выполнены работы по созданию методического и информационного обеспечения сейсмической подсистемы СПЦ.

В 2008 г. введена в опытную эксплуатацию первая очередь сейсмической подсистемы службы предупреждения о цунами (СП СПЦ), которая включает в себя: созданные в ходе НИОКР специализированные станции - опорные (ОЦС) «Петропавловск» и «Южно-Сахалинск» с группами акселерометров, вспомогательную (ВЦС) «Владивосток»; региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) «Петропавловск».

Функций первой очереди СП СПЦ и ее частей [4]

Производство сбора и обработки сейсмических данных

Обработка данных на локальном уровне для сильных землетрясений ($M > 6.0$) с эпицентральным расстоянием до 200 км, формирование сигналов предупреждения о цунами по данным одной станции.

Обработка данных на уровне ИОЦ «Петропавловск» для сильных землетрясений ($M > 6.0$) с эпицентральным расстоянием до 200 км по данным двух и более станций СПСПЦ

Обработка данных сильных землетрясений в дальней зоне

Техническое обеспечение первой очереди СП СПЦ

Основу сейсмической подсистемы службы предупреждения о цунами (СП СПЦ) составляют сейсмические станции, созданные специально для решения задач обнаружения землетрясений, оценки их цунамигенности и выработки решения о возможности цунами. В зависимости от предъявляемых функциональных требований разработаны и созданы два типа специализированных сейсмических станций для СПЦ: вспомогательные (ВЦС) и опорные (ОЦС).

Опорная сейсмическая станция СП СПЦ предназначена для защиты населенных пунктов, ответственных объектов или участков побережья от локальных цунами и только по своим данным должна обеспечивать принятие решения о возможности локального цунами от землетрясений в ближней зоне (до 200 км). Она должна давать предупреждение в локальную систему оповещения населенного пункта о происходящем сильном землетрясении и возможности цунами, должна обеспечивать сейсмическими данными СПЦ на уровне принятия решения о возможности цунами по сети станций.

Вспомогательная сейсмическая станция СП СПЦ предназначена для обеспечения данными ИОЦ и для оповещения населенного пункта о происходящем сильном землетрясении и возможности цунами в автоматическом режиме.

Для оснащения специализированных сейсмических станций в СПЦ выбраны сейсмические датчики компании Güralp. Для канала по скорости используется широкополосный электронный сейсмометр SMG-3ESPCB специального исполнения с пониженным значением коэффициента преобразования. Для канала по ускорению используется форс-балансный акселерометр SMG-5. Акселерометры поставляются как в скважинном исполнении, так и для установки на постамент.

Опорная станция сейсмической подсистемы службы предупреждения цунами ОЦС «Петропавловск» состоит из центрального пункта (ЦП), четырех выносных пунктов (ВП) и комплекса сбора и обработки данных (КСОД). Все оборудование ОЦС обеспечено бесперебойным питанием. Местоположение комплекса сбора и пунктов сейсмических наблюдений (ЦП и ВП), входящих в ОЦС «Петропавловск», показано на рис. 1, пункты с координатами и характеристикой грунтовых условий приведены в табл. 1. Общая апертура группы 20 – 30 км. Потоки данных с пунктов наблюдений буферизуются на сервере сбора данных, который, в режиме близком к реальному времени, обеспечивает доступ к сейсмическим записям и результатам обработки. Подробно разработка, создание и ввод в опытную эксплуатацию ОЦС «Петропавловск» описаны в [3].

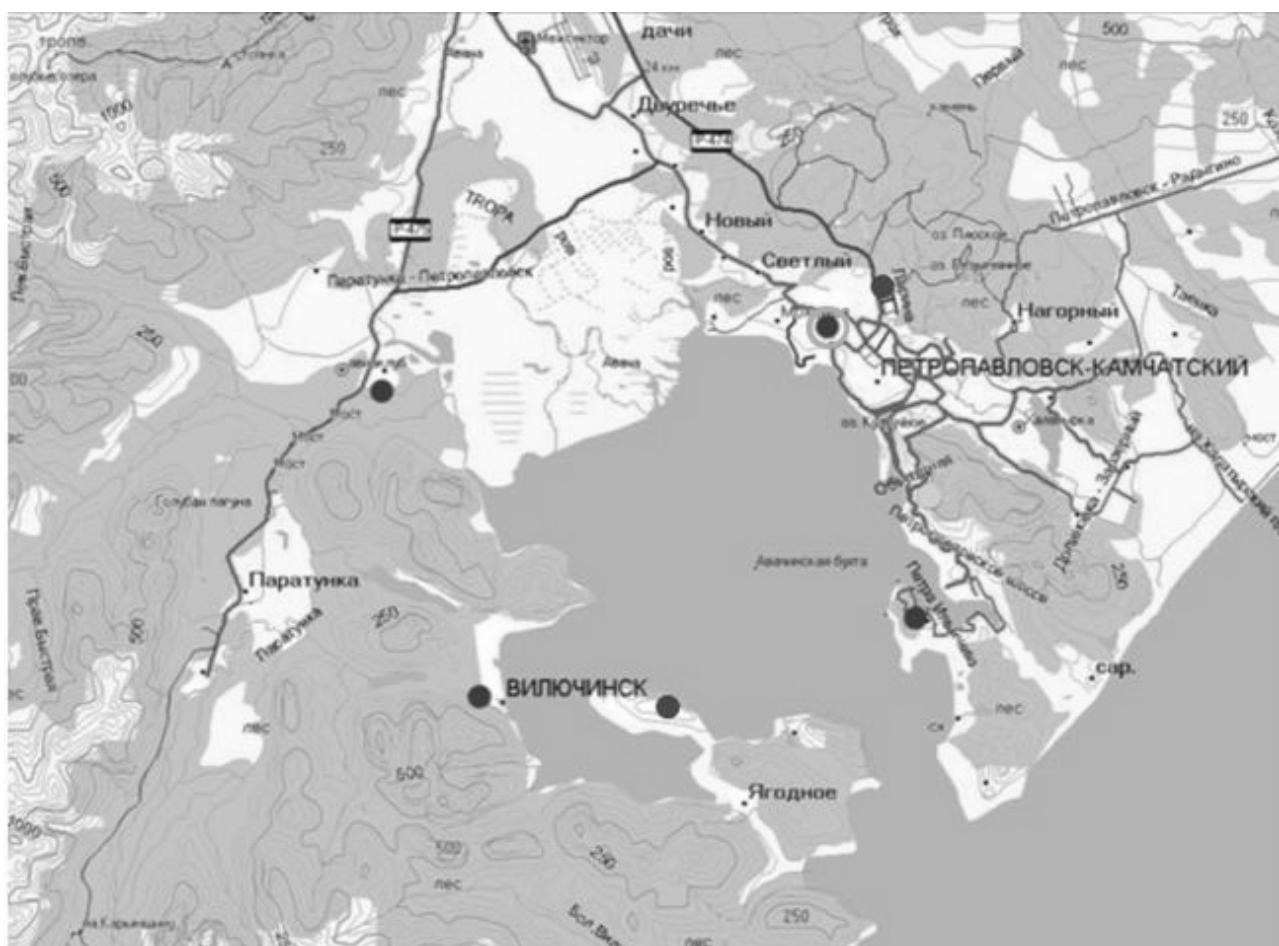


Рис. 1 ОЦС «Петропавловск»

Опорная станция сейсмической подсистемы службы предупреждения цунами ОЦС «Южно-Сахалинск» состоит из центрального пункта (ЦП), четырех выносных пунктов (ВП) и комплекса сбора и обработки данных (КСОД). Все оборудование ОЦС обеспечено бесперебойным питанием. Комплекс сбора и обработки данных и ЦП станции находятся в г. Южно-Сахалинск, а ВП находятся в 33, 40, 51 и 72 км на метеостанциях в г. Корсаков, г. Долинск, г. Холмск и г. Невельск. Местоположение пунктов сейсмических наблюдений (ЦП и ВП), входящих в ОЦС «Южно-

Сахалинск”, показано на рис. 2, пункты с координатами и характеристикой грунтовых условий приведены в табл. 2.

Таблица 1. ОЦС «Петропавловск», местоположение пунктов наблюдений

Станция	код	каналы	код сети	координаты			Грунт
				j, N	l, E	h, м	
Школа_A	SCH	HN(E,N,Z)	D0-00	52,9583	158,6743	72	уплотнённый (скала)
НИИГТЦ_A	НИ	HN(E,N,Z)	D0-00	53,0803	158,6407	223	консолидированный (глыбы, щебень, дресва)
Николаевка_A	NIC	HN(E,N,Z)	D0-00	52,9310	158,4045	39	консолидированный (глыбы, щебень, глина)
Институт_A	IVS	HN(E,N,Z)	D0-00	53,0665	158,6086	173	консолидированный (глыбы, щебень, дресва)
Институт_V	IVS	ВН(E,N,Z)	D0-00	53,0665	158,6086	173	консолидированный (глыбы, щебень, глина)
Рыбачий_A	RIB	HN(E,N,Z)	D0-00	52,9182	158,5330	103	консолидированный (глыбы, щебень, глина)

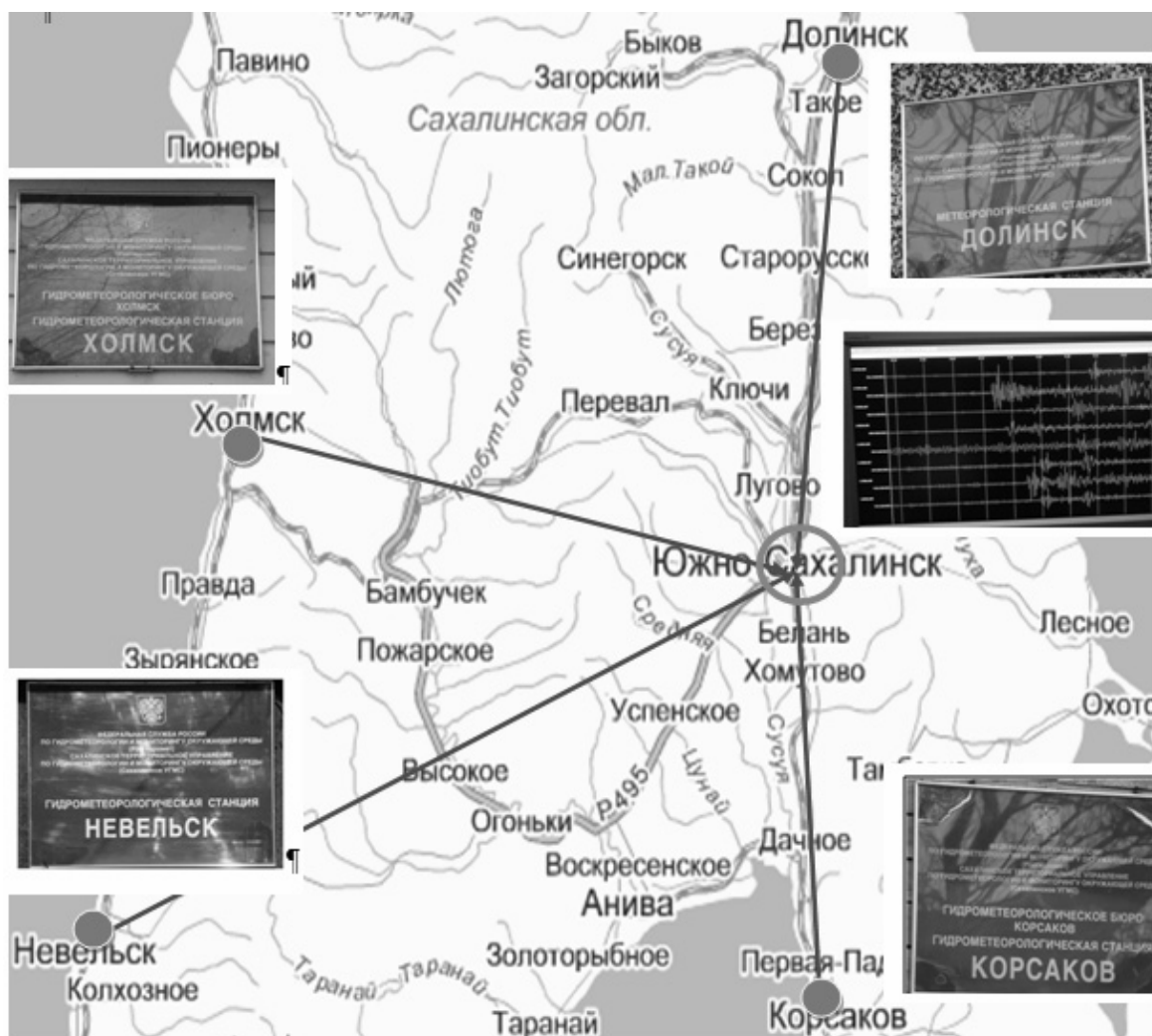


Рис.2 ОЦС “Южно-Сахалинск”

Вспомогательная станция сейсмической подсистемы службы предупреждения цунами ВЦС “Владивосток” состоит из одного пункта наблюдений и комплекса сбора и обработки данных (КСОД). Все оборудование ВЦС обеспечено бесперебойным питанием. Пункт наблюдений расположен на мысе Шульца (скальные грунты) примерно в 80 км от Владивостока, где находится комплекс сбора и обработки данных. Местоположение станции показано на рис. 3.

Таблица 2. ОЦС «Южно-Сахалинск», местоположение пунктов наблюдений

Пункт наблюдений	код	каналы	код сети	координаты			Грунт
				j, N	l, E	h, м	
Южно-Сахалинск	SSH	ВН(Е,N,Z)	D0-00	46,9589°	142,7599°	99	дресва
Долинск_	DOL	НН(Е,N,Z)	D0-00	47,3208°	142,7868°	17	глина
Корсаков	KOR	НН(Е,N,Z)	D0-00	46,6461°	142,7658°	40	дресва
Невельск	NEV	НН(Е,N,Z)	D0-00	46,6757°	142,8583°	24	щебень
Холмск_	KHL	НН(Е,N,Z)	D0-00	47,0555°	142,0518°	39	щебень



Рис. 3 Местоположение ВЦС “ Владивосток ”

Региональный ИОЦ «Петропавловск» организован на базе вычислительной сети КФ ГС РАН, оснащен АРМ оператора и осуществляет сбор данных, обработку данных и позволяет проводить отладку алгоритмов формирования сигналов предупреждения.

Потоки данных всех сейсмических станций и пунктов наблюдений ОЦС буферизуются на серверах КСОД станций и на сервере сбора данных ИОЦ, который в режиме близком к реальному времени обеспечивает доступ к сейсмическим записям и результатам обработки. АРМ станций и ИОЦ состоят из одной или нескольких рабочих станций с операционной системой Windows с возможностью накопления больших массивов информации и отображения сейсмических данных. Данные всех сейсмических станций и пунктов наблюдений ОЦС могут передаваться для обмена с другими станциями и центрами сейсмических данных по сети Internet. Описание системы сбора, обработки, хранения и представления сейсмологических данных и результатов их обработки в СП СПЦ, ее технические средства, алгоритмы и ПО дано в [4].

Результаты опытной эксплуатации первой очереди СП СПЦ

На этапе опытной эксплуатации первой очереди СП СПЦ проводилась отработка созданных алгоритмов и ПО оценки параметров землетрясений в автоматическом и автоматизированном режиме в ближней и дальней зоне (до 200 км от станции и > 200 км) как на уровне опорной станции, так и на уровне ИОЦ. Оработка алгоритмов и ПО на уровне ИОЦ «Петропавловск» проводилась с привлечением данных региональных цифровых сейсмических станций ГС РАН и данных станций глобальной системы IRIS.

Опытная эксплуатация 1-й очереди сейсмической подсистемы в составе: ОЦС «Петропавловск», ОЦС «Южно-Сахалинск», ВЦС «Владивосток», ИОЦ «Петропавловск» проводилась в соответствии с программой, временным руководством пользователя пакетом программ первой очереди СПСПЦ (ПП СПСПЦ-1) [5, 6], руководствами по эксплуатации специализированных сейсмических станций. Пакет программ первой очереди сейсмической подсистемы ПП СПСПЦ-1 включает в себя следующие компоненты: программа «Дисплей Реального Времени», интерактивная программа обработки DIMAS, программу предварительной оценки параметров сильного землетрясения на уровне ИОЦ в автоматическом режиме «БЛИЦ».

Персоналом станции «Петропавловск» с начала опытной эксплуатации до февраля 2010 г. в режиме реального времени обработано более 350 землетрясений Дальнего Востока России и мира с магнитуды более 4.0. Персоналом станции Южно-Сахалинск с января 2009 г. до февраля 2010 г. в режиме реального времени обработано около 200 землетрясений Дальнего Востока России и мира с магнитуды более 4.0.

По предварительным результатам опытной эксплуатации первой очереди СП СПЦ время реакции на сильные землетрясения ($M > 6.0$) с эпицентральным расстоянием до 200 км от станции не превышает 7 минут (оценка их параметров и готовность тревожного сообщения к рассылке по схеме оповещения).

Список литературы

1. Чебров В.Н. Развитие системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России. // Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле. 2007. №1. Вып. №9. С. 27-36.
2. Чебров В.Н., Гусев А.А., В.К. Гусяков В.К., Мишаткин В.Н., Поплавский А.А. Концепция развития системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России. // Сейсмические приборы. 2009. Т.45. № 4
3. Чебров В.Н., Дрознин Д.В., Ландер А.В., Сергеев В.А., Сеницын В.И., Шевченко Ю.В. Макет опорной (базовой) сейсмической станции «Петропавловск» для службы предупреждения о цунами. // Сб. Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России: в 2 томах. Труды региональной научно-технической конференции. Том 2 / Отв. ред. В.Н. Чебров и В.А. Салтыков. Петропавловск-Камчатский. 11-17 ноября 2007 г. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2008. С.142-149.
4. Чебров В.Н., Дрознин Д.В., Сергеев В.А., Пантюхин Е.А. Система сбора, обработки, хранения и представления сейсмологических данных и результатов их обработки в СП СПЦ, технические средства, алгоритмы и ПО. // Наст. Сборник.
5. ГСКФ. 43 1410.003 ПМ – Первая очередь сейсмической подсистемы Службы предупреждения о цунами (СП СПЦ-1). Программа опытной эксплуатации СП СПЦ-1 и ее частей.
6. ГСКФ. 43 1410.001 ИЗ - Пакет программ Первой очереди сейсмической подсистемы Службы предупреждения о цунами (СП СПЦ-1). Временное руководство пользователя.