

УДК 550.34.063

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ СЕТЕЙ О. ХОККАЙДО И ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Богинская Н.В.¹, Костылев Д.В.^{1,2}, Ичиянаги М.³, Такахаши Х.³

¹ Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, fily77@mail.ru

² Сахалинский филиал ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», г. Южно-Сахалинск

³ Институт вулканологии и сейсмологии Университета Хоккайдо, г. Саппоро, Япония

Введение

Активное сотрудничество трёх научных организаций: Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (ИМГиГ ДВО РАН), Сахалинского филиала Федерального исследовательского центра Единой геофизической службы РАН (СФ ФИЦ ЕГС РАН) и Института сейсмологии и вулканологии Университета Хоккайдо (ISV) берет своё начало с середины 90-х годов XX века, после катастрофического Нефтегорского землетрясения 27 (28) мая 1995 года. Такое редкое для Сахалина по силе землетрясение вызвало профессиональный интерес не только российских сейсмологов, но и иностранных. Через несколько дней после главного толчка была организована международная российско-японская эпицентральной экспедиция, в которую вошли ученые Объединенного института физики Земли РАН (ОИФЗ РАН), ИМГиГ ДВО РАН, Сахалинской опытно-методической сейсмологической партии (СОМСП) и научно-исследовательского центра по прогнозу землетрясений Хоккайдского университета [5]. В настоящий момент действует соглашение о научном сотрудничестве между Институтом Сейсмологии и Вулканологии Хоккайдского Университета (г. Саппоро, Япония) и Сахалинским филиалом ФИЦ ЕГС РАН. Данное соглашение, является продолжением ряда соглашений о научном сотрудничестве между сообществом университетов Японии, Геофизической службы и институтами Российской академии наук по проекту «Исследования сейсмотектоники Охотоморской плиты», которое было подписано 01 июля 2018 года со сроком действия до 31 декабря 2022 года. Одним из направлений данного сотрудничества является работы по совместному исследованию сейсмичности Южных Курильских островов.

Инструментальное обеспечение сейсмического мониторинга.

Сеть сейсмических станций СФ ФИЦ ЕГС РАН на Южных Курилах в настоящий момент состоит из двух стационарных станций («Южно-Курильск» и «Курильск») с обслуживающим персоналом, который на месте обрабатывает получаемые данные и выполняет текущие работы по обслуживанию эксплуатируемого оборудования. По результатам обработки регистрируемых землетрясений персоналом станций составляются ежеквартальные классификационные таблицы зарегистрированных землетрясений. Станция «Малокурильское» имеет обслуживающий персонал, выполняющий работы по контролю и поддержанию работоспособности оборудования. Данные этой станции поступают на сервера сбора данных станции «Южно-Курильск» и в Региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) «Южно-Сахалинск». Ещё два стационарных пункта наблюдения («Головнино» на острове Кунашир и «Рейдово» на острове Итуруп) работают без обслуживающего персонала, в автоматическом режиме, с передачей регистрируемых данных в реальном времени на серверы сбора данных. Все пункты оборудованы цифровым оборудованием известных фирм: Guralp Systems Limited (Великобритания) и GeoSIG Ltd (Швейцария).

Наблюдательная сеть Института Сейсмологии и Вулканологии Хоккайдского Университета состоит из пятидесяти сейсмических станций на острове Хоккайдо. Оборудование станций располагается в туннелях (штольнях), скважинах или с монтажом оборудования на поверхности. Все станции объединены в единую сеть, дополненную данными от станций Японского метеорологического агентства (JMA) и Национального института Земли и стихийных бедствий (NIED), доступ к которой реализован в ISV в режиме реального времени. Сейсмическая сеть ISV начала развиваться в 1976 году в рамках Программы исследований по прогнозированию землетрясений [4]. Основу сети ISV составляют короткопериодные сейсмометры, позволяющие вести детальный мониторинг локальной сейсмичности острова и прилегающих территорий. Часть станций оборудована широкополосными сейсмометрами STS-1 и STS-2.

Формы и методы сотрудничества ISV и СФ ФИЦ ЕГС РАН

После закрытия ряда сейсмических станций на Курильских островах, в частности станций Средних Курил: «Уруп» (1976 год), «Матуа» (1992 год) и «Симушир» (1993 год), представительность каталогов Геофизической службы РАН, в том числе и в районе Южных Курильских островов, снизилась. Частично решить эту проблему помогает такая форма сотрудничества с ISV, как включение данных семи станций ISV в систему сбора данных СФ ФИЦ ЕГС РАН в режиме реального времени. В качестве примера можно рассмотреть работу сейсмической станции Южно-Курильск, которая использует в обработке сейсмических событий, как данные российских станций Южных Курил, так и данные двух станций на востоке Хоккайдо («Немуро» и «Раусу»). На рисунке 1 показано изменение расчетных регистрационных возможностей сети СФ ФИЦ ЕГС РАН на Южных Курилах за счет включения станций ISV в сеть СФ ФИЦ ЕГС РАН.

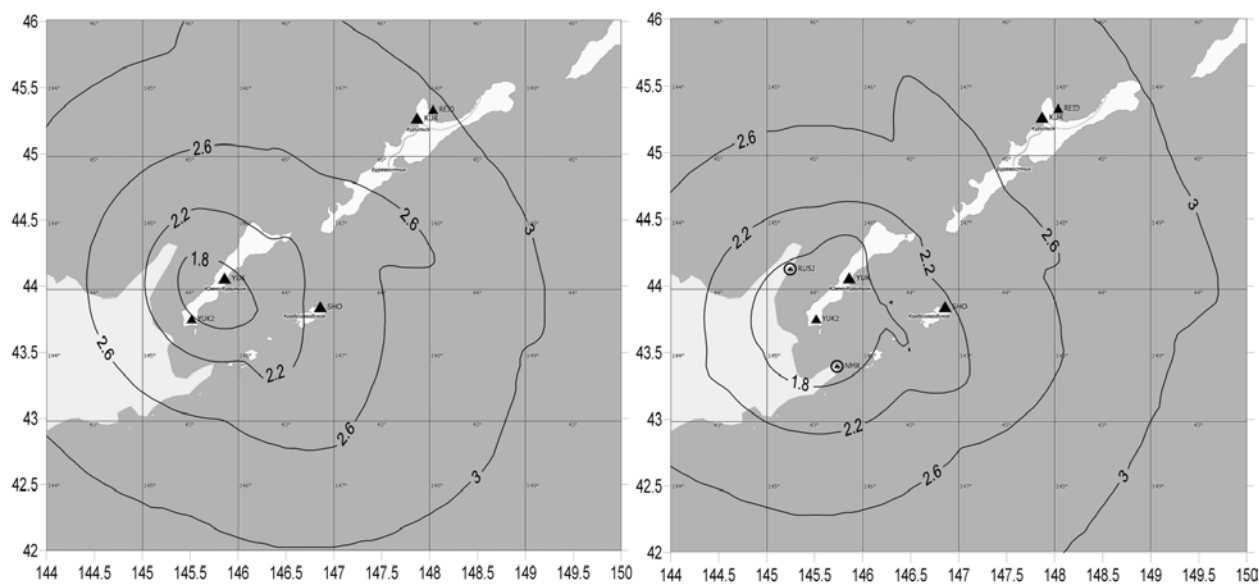


Рис. 1. Регистрационные возможности сети СФ ФИЦ ЕГС РАН на Южных Курилах без привлечения данных станций ISV (слева) и с привлечением данных станций «Немуро» и «Раусу» (справа)

Эти расчетные данные подтверждаются статистикой, полученной на основании ежегодных информационных отчетов станции из которых следует, что для обработки фактически каждого третьего сейсмического события в районе Южных Курил, используются данные станций Хоккайдо (рисунк 2)

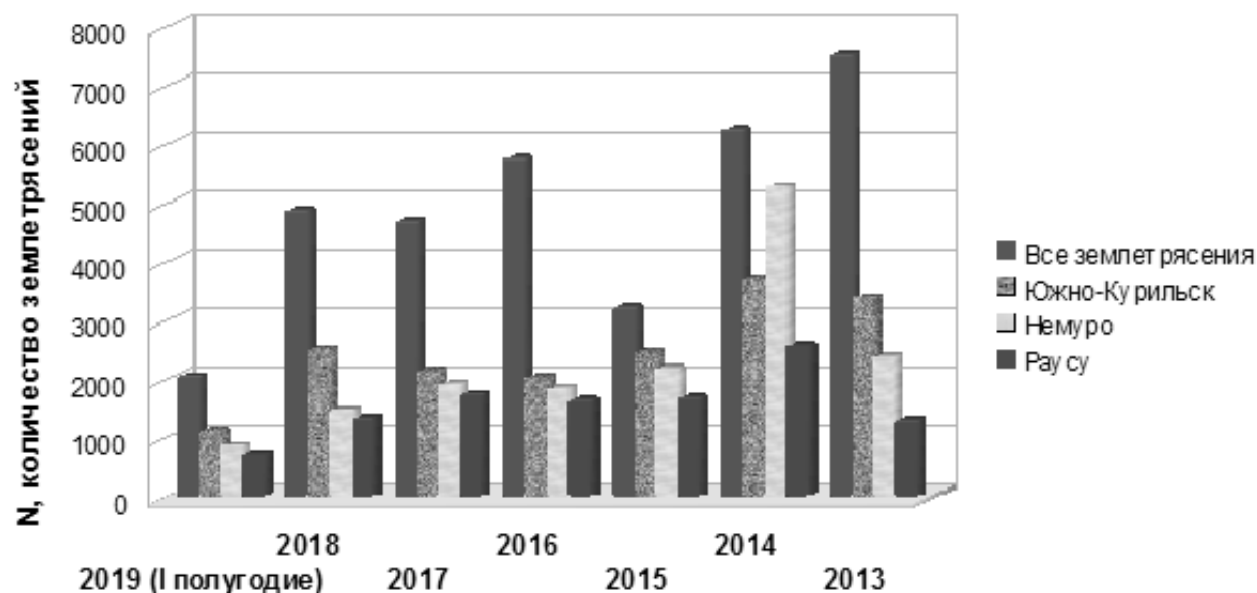


Рис. 2. Диаграмма распределения землетрясений по количеству используемых источников данных в обработке на сейсмической станции «Южно-Курильск».

Следующей формой сотрудничества ISV и СФ ФИЦ ЕГС РАН является обмен оперативными сводками о зарегистрированных сейсмических событиях и каталогами данных между организациями. Так, Отдел Сводной Обработки Сейсмических Данных (ОСОСД) СФ ФИЦ ЕГС РАН, в оперативном режиме, получает сводку о произошедшем сейсмическом событии в регионе по данным станций сети ISV, информация из которой (в частности, времена прихода волн на станции ISV) используется для уточнения положения эпицентров событий в программе MGP [1]. В свою очередь, ОСОСД СФ ФИЦ ЕГС РАН дважды в неделю отправляет каталог сейсмических событий, зарегистрированных сетью станций СФ ФИЦ ЕГС РАН в районе Южных Курил для ISV.

На основании полученных каталогов и данных своей сети, ISV, в свою очередь, проводит научные исследования, что является следующей формой сотрудничества. Описанная ниже экспериментальная работа ISV показывает достаточно интересные результаты. В работе, для периода с 06.09.2010 по 19.04.2012 гг. в ISV были исследованы данные о сейсмических событиях в районе южной части Курило-Камчатской дуги с целью уточнения положения гипоцентров. Последовательно рассмотрены сейсмические события в районе Курило-Камчатской дуги по данным только станций ISV и по совместным данным. Распределение сейсмических событий по глубинам варьируется в достаточно широких пределах в различных субрегионах этой зоны. Полный интервал глубин в исследуемой части распадается на две группы с достаточно четко выраженными границами [2]. Одна группа объединяет события с глубиной от 0 до 80 км, другая группа – от 120 до 240 км. На рисунке 3 показано, что после переопределения положения гипоцентров второй группы произошло уточнение глубин в группе сейсмических событий в районе Южных Курил непосредственно под островами, где глубина существенно не уменьшилась, а осталась в рамках глубинного слоя, приуроченного к данному району, с наименьшими погрешностями.

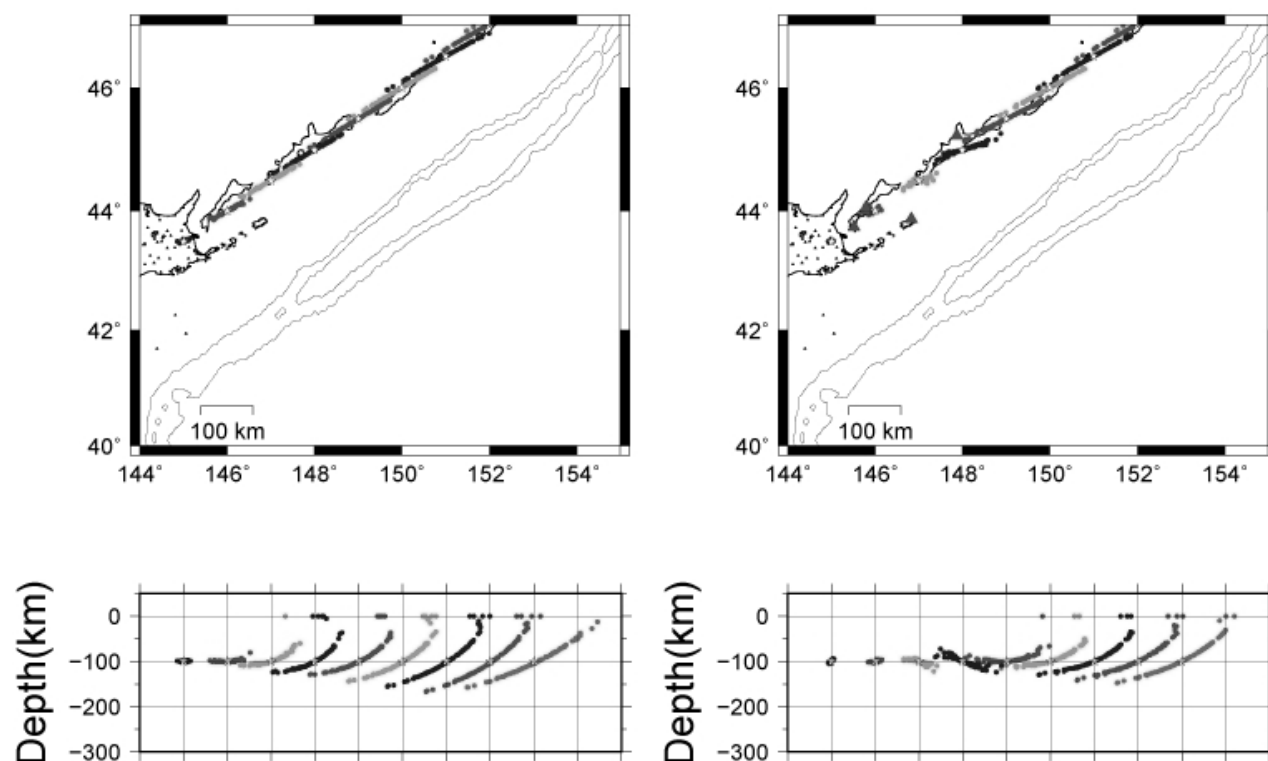


Рис. 3. Положение гипоцентров сейсмических событий и их распределения по глубинам по данным только сейсмических станций ISV (слева) и с привлечением данных станций сейсмической сети СФ ФИЦ ЕГС РАН (справа)

На рисунке 4 показано как изменилось глубинно-пространственное расположение переопределенных землетрясений по данным станций сети ISV и станций СФ ФИЦ ЕГС РАН, расположенных на Курильских островах. Полученные результаты хорошо согласуются с ранее проведенными исследованиями в южной и средней частях Курило-Камчатской дуги [3]. Показано, что сейсмические события имеют ярко выраженную тенденцию к кластеризации по глубине. Основное количество землетрясений с магнитудой от 4.5 локализовано на глубинном уровне 80–220 км.

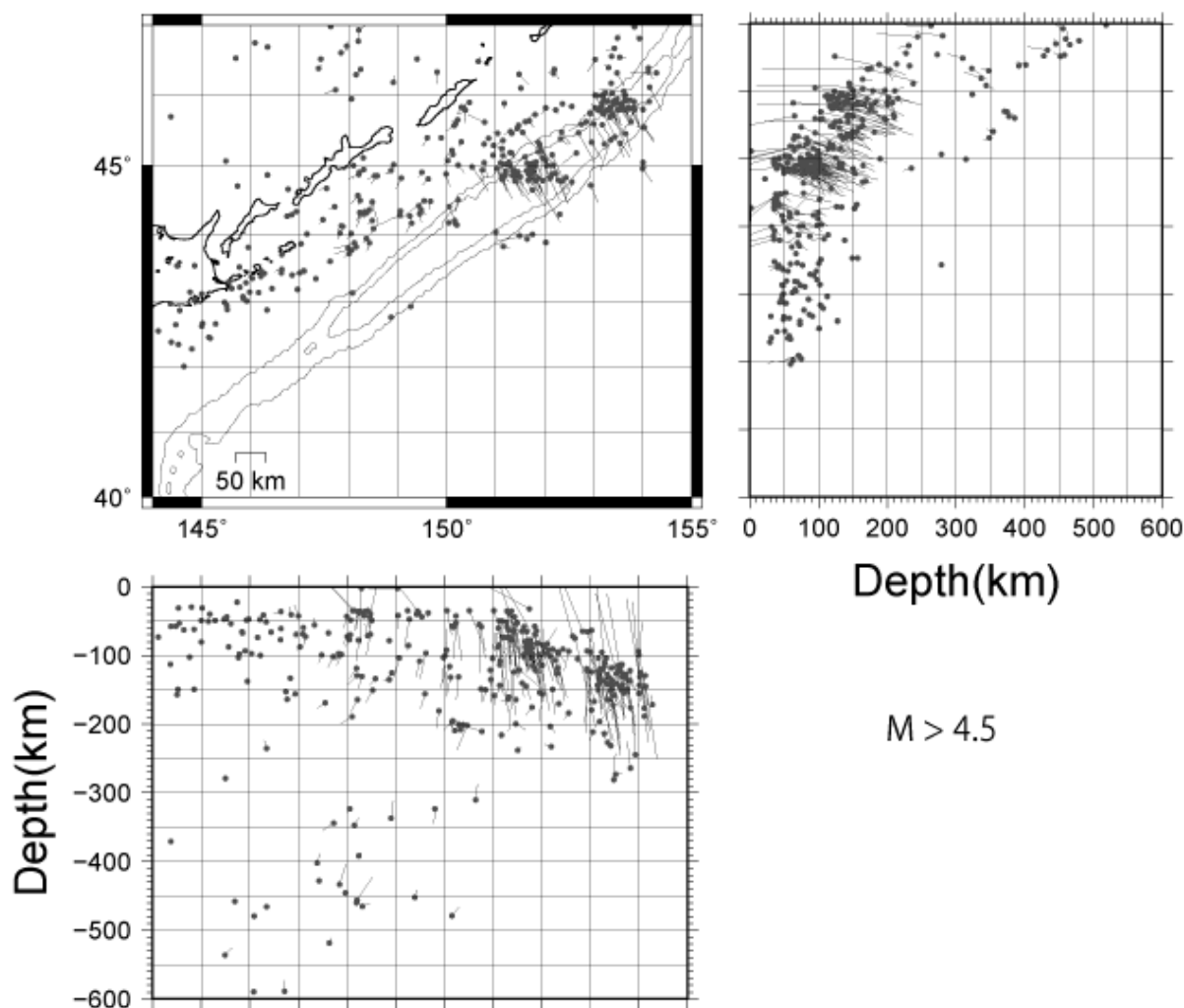


Рис. 4. Глубинно-пространственное расположение гипоцентров переопределенных землетрясений

При этом, наибольшая плотность событий с глубинами очагов 30–60 км отмечается на южном фланге Курильской дуги и реже на Средних Курилах.

Выводы

Показано, что сотрудничество СФ ФИЦ ЕГС РАН и ISV является отличным примером того, что даже не столь разветвленная сеть станций СФ ФИЦ ЕГС РАН (в сравнении с сетью ISV) позволяет, при совместном использовании данных, составить более точное представление о глубинно-пространственном распределении сейсмических событий в южной части Курило-Камчатской дуги, а также значительно улучшить качество определения положений гипоцентров землетрясений.

Список литературы

1. Богинская Н.В. Обработка сейсмических сигналов в Сахалинском филиале ФИЦ ЕГС РАН // Материалы XI Международной сейсмологической школы. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016. С. 58–60.
2. Сасорова Е.В., Андреева М.Ю. Глубинное распределение гипоцентров землетрясений Курильского региона // Тихоокеанская геология. 2010. Том 29. № 6. С. 107–115.
3. Сасорова Е.В., Андреева М.Ю., Левин Б.В. Динамика сейсмичности Курильской дуги на основе многомерного статистического анализа // Тихоокеанская геология. 2013. Том 32. № 1. С. 75–84.
4. Eichelberger J., Gordeev E., Kasahara M. et al. Volcanism and Subduction: The Kamchatka Region. Washington, DC: American Geophysical Union, 2007. P. 369.
5. Katsumata K., Kasahara M., Sen S. et al. Japan-Russia Joint Observation of Aftershocks of the 1995 Sakhalin Earthquake // Geophysical Bulletin of Hokkaido University, Sapporo, Japan. 1996. No. 59. P. 177–188.