УДК 551.248(571.56)

РАЗВИТИЕ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Козьмин Б.М.

Институт геологии алмаза и благородных металлов, Якутск, пр. Ленина, 39, e-mail: b.m.kozmin@diamond.ysn.ru

В работе приводится экскурс по развитию сейсмотектонических исследований в Южной Якутии за последние 50 лет. Рассматриваются сведения об учёных, научных организациях и результатах их работ по названной тематике.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмотектоника, сейсмическое районирование, фокальный механизм землетрясения, Байкало-Становой сейсмический пояс, Южная Якутия.

THE DEVELOPMENT OF SEISMOTECTONIC STUDIES IN SOUTH YAKUTIA

Kozmin B.M.

Diamond and precious metal geology institute SB RAS, Yakutsk, Lenina pr., 39, e-mail: b.m.kozmin@diamond.ysn.ru

The paper gives insight into the development of seismotectonic studies in South Yakutia over the past 50 years. We consider the information about scientists, scientific organizations and the results of their work on above topics.

Key words: seismicity, seismotectonics, seismic zoning, focal mechanism of earthquake, Baikal-Stanovoy seismic belt, South Yakutia.

Начало сейсмологических исследований на территории Республики Саха (Якутия) относится к 60-м годам XX века, когда были проведены первые инструментальные наблюдения за землетрясениями Якутии. Тогда Якутский Филиал СО АН СССР возглавлял академик Н.В. Черский. Он понимал важность и необходимость изучения местной сейсмичности, в особенности в связи с активным промышленным и гражданским строительством на территории республики. Поэтому на работу в ЯФ СО РАН СССР был приглашен молодой специалист, только что закончивший МГУ, В.М. Кочетков, который стал организатором сейсмической станции в г. Якутске, начавшей регистрацию местных землетрясений в 1957 г.

Следует отметить значительную поддержку в организации геофизических исследований в Якутии и на Северо-Востоке СССР известных учёных (геологов, сейсмологов и тектонистов). К их числу относятся Е.Ф. Саваренский, Д.П. Кирнос, Н.В. Шебалин, Н.В. 57

Кондорская и др. (Институт Физики Земли АН СССР, г. Москва), а также сибирские учёные – А.А. Тресков, В.П. Солоненко, К.В. Пшенников, Л.А. Мишарина и др. (Институт земной коры СО АН СССР, г. Иркутск).

Для регистрации землетрясений в г. Якутске на его окраине был выбран участок территории с минимальным уровнем помех, где было построено специальное здание, а для установки сейсмоприёмников выкопана вертикальная шахта глубиной 11 м. Это позволило иметь в условиях вечной мерзлоты стабильную температуру на дне шахты (-4°C) в любое время года, что особенно важно для стабильной эксплуатации приборов. Упомянутое сооружение функционирует и сейчас. При этом запись сейсмических событий в 1957 г. производилась на фотобумагу (аналоговая запись), в отличие от современной цифровой записи на компьютер. Уже в первый год работы сеймостанция «Якутск» зарегистрировала два сильных 9-балльных землетрясения (Олёминское и Нюкжинское 1958 г.) в Южной Якутии, где в последствии была развёрнута сеть сейсмических станций. Так, первые пункты наблюдений были

открыты в Чульмане и Усть-Нюкже (1964 г.) [Кочетков В.М.]. Это позволило создать при ЯФ СО АН СССР сейсмическую лабораторию, первым руководителем которой являлся В.М. Кочетков. С этого момента стал проводиться постоянный мониторинг за землетрясениями Южной Якутии.

В конце 1964 г. лаборатория сейсмологии была передана в состав Института геологии ЯФ СО АН СССР. Кроме сейсмологических наблюдений в лаборатории развивались сеймотектонические исследования. Такие работы впервые были проведены в эпицентральных областях названных землетрясений 1958 г. В дальнейшем макросейсмическое обследование эпицентральных зон сильных сейсмических событий стало нормой. Так, были изучены сеймотектонические деформации и сеймопроявления в эпицентре 9-10-балльного Тас-Юряхского землетрясения 1967 г., 7-8-балльного Ларбинского землетрясения 1971 г., 8-балльного Южно-Якутского подземного толчка 1989 г. и др. С появлением в составе сейсмологического подразделения молодых специалистов из МГУ, Иркутского и Якутского госуниверситетов и привлечением сотрудников из смежных лабораторий Института геологии ЯФ СО АН СССР в 1971-1975 гг. был создан авторский коллектив для выполнения исследований по общему сейсмическому районированию территории Якутии. Работы проводились под руководством директора Института геологии д.г.-м.н., проф. К.Б. Мокшанцева, в ней приняли участие специалисты других научных направлений, в том числе тектонисты: Г.С. Гусев и А.Ф. Петров, неотектонисты и геоморфологи: О.В. Гриненко и З.Ф. Бороденкова, геофизики: Г.И. Штех и И.Г. Сафиулин. Итогом этой работы явилась «Карта общего сейсмического районирования территории Якутии» м-ба 1:2.5 млн. [Сейсмическое районирование Якутии..., 1975], которая вошла составной частью в «Карту общего сейсмического районирования территории СССР» 1978 г.

В 1968 г. лабораторию сейсмологии возглавил Б.М. Козьмин, который продолжил развивать сеть сейсмических наблюдений. В частности, в 1975-1979 гг. была организована временная сеть станций Института геологии ЯФ СО АН

СССР по заданию Госкомитета по науке и технике при СМ СССР для выполнения проекта: «Проведение исследований сейсмических наблюдений с целью детального изучения сейсмического режима наиболее сеймоактивных участков района строительства БАМ и мест расположения ответственных сооружений». В данном проекте кроме сейсмологов участвовали сейсмогеологи как из Института геологии ЯФ СО АН СССР (В.С. Имаев, В.Ф. Тимофеев), так и Института земной коры СО АН СССР (В.П. Солоненко, С.Д. Хилько, В.В. Николаев, О.В. Павлов, Р.Ф. Семенов и др.). Полученные по данной теме результаты дали возможность провести детальное районирование трассы БАМ, которые были отражены в коллективной монографии «Геология и сейсмичность зоны БАМ», опубликованной в 1983-1985 г. в издательстве «Наука» в 8 томах. Редактором этого издания был зам. директора ИЗК СО АН СССР, член-корреспондент АН СССР В.П. Солоненко [Солоненко и др., 1985].

В 1979 г. сеть станций выделилась в самостоятельное подразделение – Якутскую опытно-методическую сейсмологическую партию, которая затем вошла составной частью в Геофизическую службу СО РАН. В дальнейшее развитие системы наблюдений за землетрясениями Южной Якутии свой вклад внесли А.Г. Ларионов (1979-1999 гг.) и С.В. Шибеев (2000 г. по настоящее время). В результате число станций здесь выросло с 2-х (1964 г.) до 10 (2014 г.). Кроме постоянной системы наблюдений в случае крупных сейсмических катастроф, сопровождаемых повторными толчками, в их эпицентральных зонах устанавливались группы временных полевых пунктов, регистрирующих афтершоки, как это было при сильных подземных толчках в 1967 г., 1971 г., 1989 г. и 2005 г. [Козьмин, 1984].

В 1990 г. лаборатория сейсмологии в связи с расширением профиля исследований сменила название на лабораторию сейсмологии и геодинамики, т.к. её сейсмологическое направление было дополнено комплексом работ по сеймотектонике и структурной геологии (В.С. Имаев), изучению рельефа и неотектонике (Л.П. Имаева), стратиграфии кайнозойских отложений (О.В.

Гриненко). В последующий 5-летний период на юге РС(Я) произошло одно из сильнейших сейсмических событий – Южно-Якутское землетрясение 1989 г. с интенсивностью в эпицентре до 8 баллов. Многие жители г. Нерюнгри хорошо помнят панику, которая возникла в момент главного толчка, а также при появлении его сильных афтершоков, где их воздействия достигали 5-6 баллов. Многие жители боялись возвращаться в свои благоустроенные квартиры и ночевали в дачных домиках. Это событие ощущалось на территории Южной и Центральной Якутии, севере Бурятии, Иркутской, Читинской и Амурской областей и севере КНР на площади около 1.5 млн.км² [Козьмин и др., 1992]. Следует отметить, что изучение проявлений Южно-Якутского землетрясения было проведено усилиями трёх академических институтов: ИГ ЯФ СО АН СССР (Якутск), ИЗК СО АН СССР (Иркутск) и СахКНИИ ДВО АН СССР (Южно-Сахалинск) с использованием данных сети станций Якутской Опытнометодической сейсмологической партии (А.Г. Ларионов) и Байкальской ОМСП СО АН СССР (Масальский О.К.). В этих исследованиях также участвовали сотрудники Якутского госуниверситета (А.С. Статива) и работники Якутского аэрогеодезического предприятия (Г.В. Бочаров). Результаты данной работы, где кроме сеймотектонических характеристик Южно-Якутского землетрясения выявлены его предвестники, были опубликованы в ряде статей, препринтах и доложены на Всесоюзных конференциях и симпозиумах в Москве, Хабаровске, Иркутске, Нерюнгри, Якутске и др.

Сегодня на территории Южной Якутии и прилегающих районах Забайкалья и Приамурья действует обширная система инструментальных сейсмологических наблюдений Якутского, Байкальского и Сахалинского филиалов Геофизической службы СО РАН и ГС РАН, а также Технического института СВФУ (Нерюнгри), состоящая из более, чем 50 сеймостанций, оснащённых новейшей цифровой аппаратурой как отечественного, так и зарубежного производства. Она обеспечивает проведение мониторинга за сейсмичностью данного региона и позволяет без пропусков фиксировать все

сейсмические события с интенсивностью до 1 балла. За 50-летний период наблюдений в регионе зарегистрировано свыше 40 тысяч местных землетрясений, в их числе более 30 крупных сейсмических событий с интенсивностью в эпицентре до 7-10 баллов. На основе этих данных по пространственно-временному распределению эпицентров землетрясений совместно с американскими учёными из Университета штата Мичиган (К.Д. Маккей, К. Фуджита и др.) и российскими исследователями из ИЗК СО РАН, ИГ ЯФ СО РАН, ИТИГ, СВКНИИ и ИМГиГ ДВО РАН, а также ГС РАН и ГС СО РАН была составлена детальная карта сейсмичности Восточной Сибири и Дальнего Востока за 1960-2007 гг. [Maskey et al., 2010] На ней в пределах Республики Саха (Якутия) отчётливо выделяются два крупных сейсмических пояса: Арктико-Азиатский на северо-востоке и Байкало-Становой на юге региона. На рисунке 1, Б приведён фрагмент названной карты, показывающей расположение Байкало-Станового сейсмического пояса, вытянутого в широтном направлении от оз. Байкал через Забайкалье и Южную Якутию к Охотскому морю. Пояс маркирует границу крупных литосферных плит (Евразийской и Амурской) [Имаев и др., 2000].

Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Южной Якутии в 1964 г. (А) и в 2014 г. (Б).

Сравнение двух карт сейсмичности с момента появления первых сейсмостанций в Южной Якутии в 1964 г. и современного распределения

эпицентров землетрясений (Рис. 1, А и Б) уверенно показывает насколько пополнилась «картина» сейсмических проявлений в первоначальный и настоящий период наблюдений. Определение фокальных механизмов сильных южнокурских землетрясений позволило обосновать тип геодинамического режима на границе рассматриваемых плит. В частности, было установлено, что в Байкало-Становом сейсмическом поясе режим растяжения земной коры, характерный для Байкальского рифта, в бассейне р. Олёкмы сменяется сжатием в Олёкмо-Становой сеймотектонической зоне в Южной Якутии [Козьмин, 1984].

Изучение эпицентральных областей катастрофических землетрясений и сопровождающих их сеймотектонических деформаций земной коры [Солоненко и др., 1966], составление компьютерных баз инструментальных данных, построение набора карт по сейсмичности и макросейсмическим проявлениям, сведения по «живой» тектонике и геофизическим полям послужили количественной основой для построения карт сейсмического районирования территории РС(Я), в том числе Южной Якутии, использованные также при построении карты сейсмического районирования Российской Федерации 1997 и 2012 гг.

Следует отметить, что кроме уже названных академических институтов в последние 20 лет к изучению сейсмичности и сейсмической опасности Южной Якутии активно подключились Академия наук РС(Я) (И.И. Колодезников), исследователи из Технического Института СВФУ, г. Нерюнгри (Н.Н. Гриб, В.С. Имаев, С.В. Трофименко и др.). Благодаря координации исследований с учёными Москвы, Иркутска, Якутска, Хабаровска др. были выполнены научно-исследовательские работы по оценке сейсмической опасности ряда крупных народно-хозяйственных объектов. действующих и проектируемых при реализации мегапроекта «Комплексное развитие Южной Якутии». В частности, изучено сейсмическое состояние территории Эльгинского угольного месторождения, Тарыннахского ГОКа, Эльконского ГМК и др. Одной из таких

последних работ является оценка сейсмической опасности ныне действующего нефтепровода ВСТО, где головной организацией выступил Институт физики земли РАН, г. Москва (Е.А. Рогожин, А.Н. Овсяченко, А.В. Мараханов и др.).

Результаты сейсмологических, сейсмотектонических и геологических исследований в Южной Якутии за последние 15 лет отражены на региональных сейсмотектонических картах, а также ряде коллективных монографий, опубликованных при поддержке РФФИ, СО РАН, Академии наук РС(Я) и СВФУ. К их числу относится «Карта сейсмотектоники Восточной Сибири» (2015г.), монографии: «Сейсмотектоника Якутии» (2000г.), «Сейсмогенерирующие структуры Байкало-Патомского и Алдано-Станового блока (анализ трассы нефтепровода ВСТО)» (2008г.), «Опасные геологические процессы на юге Якутии и сопредельных территориях» (2011г.), «Эволюция сейсмотектонических процессов восточного фланга Байкальской рифтовой зоны» (2012г.) и др.

Всё это свидетельствует, что благодаря конструктивному сотрудничеству перечисленных научно-исследовательских организаций накоплен значительный научный задел, позволяющий переходить от общего к детальному и микросейсмическому районированию данного региона. Это даёт возможность также обеспечить не только проведение постоянного мониторинга за сейсмичностью и сейсмотектоническими процессами в земной коре, но и выполнять оперативное комплексное научное сопровождение планируемых стратегических объектов промышленности и инфраструктуры, предусмотренных мегапроектом «Комплексное развитие Южной Якутии».

Список литературы

1. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии – М.: ГЕОС, 2000. – 227 с.
2. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизм очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
3. Козьмин Б.М., Голенецкий С.И., Николаев В.В., Имаев В.С. Имаева Л.П. и др. Южно-Якутское землетрясение 20 апреля 1989 года. Препринт. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1992. – 45 с.
4. Кочетков В.М. Сейсмичность Якутии. – М.: Наука, 1966. – 92 с.
5. Сейсмическое районирование Якутии и сопредельных территорий. / ред. К.Б. Мокшанцев. – Якутск: Якутское книжн. изд-во, 1975. – 92 с.
6. Солоненко В.П., Тресков А.А., Курушин Р.А., Мишарина Л.А., Павлов О.В., Пшенников К.В., Солоненко М.А., Фомина Е.В., Хилько С.Д. Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья. – М.: Наука, 1966. – 231 с.
7. Солоненко В.П., Николаев В.В., Семёнов Р.М., Демьянович М.Г., Курушин Р.А., Хромоских А.В., Чипизубов А.В. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Сейсмогеология и сейсмическое районирование. – Новосибирск: Наука, 1985. – 190 с.
8. Mackey K.G., Fujita K., Hartse H.E., Stead R.J., Steck L.K., Gunbina L.V., Leyshuk N., Shibaev S.V., Koz'min B.M., Imaev V.S., Gordeev E.I., Chebrov V.N., Masal'ski, Gileva N.A., Bormatov V.A., Voitenok A.A., Levin Y.N. and Fokina T.A. Seismicity map of Eastern Russia, 1960-2010 // Seismological Research Letters. 2010. V.81, № 5. С. 761-768.