УДК 551.24:550.34(571.56)

В.С. Имаев, Б.М. Козьмин, Н.Н. Гриб,
С.В. Трофименко

АНАЛИЗ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОЯСОВ ЯКУТИИ

Комплексные геофизические исследования в Якутии выполнялись по трем направлениям: структурной геофизики, геофизического моделирования и геофизического эксперимента.

Первое направление включает в себя изучение и построение систем разломов по статистическим распределениям аномалий геофизических полей; в том числе:

- изученние тектоники Алданского щита по литературным данным;
- трассирование систем разломов по геофизическим полям.

Второе направление связано с поиском пространственно – временных закономерностей в развитии сейсмических процессов.

Третье научное направление ориентировано на получение информации о непериодических изменениях геофизических полей в связи с прогнозными задачами. Данное направление является связующим звеном всех научных исследований. Оно включает в себя:

- повторные геофизические наблюдения на геодинамических полигонах;
- стационарные наблюдения за вариациями геофизических полей;
- проведение сейсмомониторинга;
- изучение корреляционных связей «аномалия - землетрясение»
- моделирование геотектонических процессов на основе полученных данных;

В 2002г. сейсмомониторинговые исследования выделились в отдельное научное направление в связи с проблемой техногенной сейсмичности.

Геофизические направления изучения геодинамики органически вписались в сейсмологические и сейсмотектонические направления:

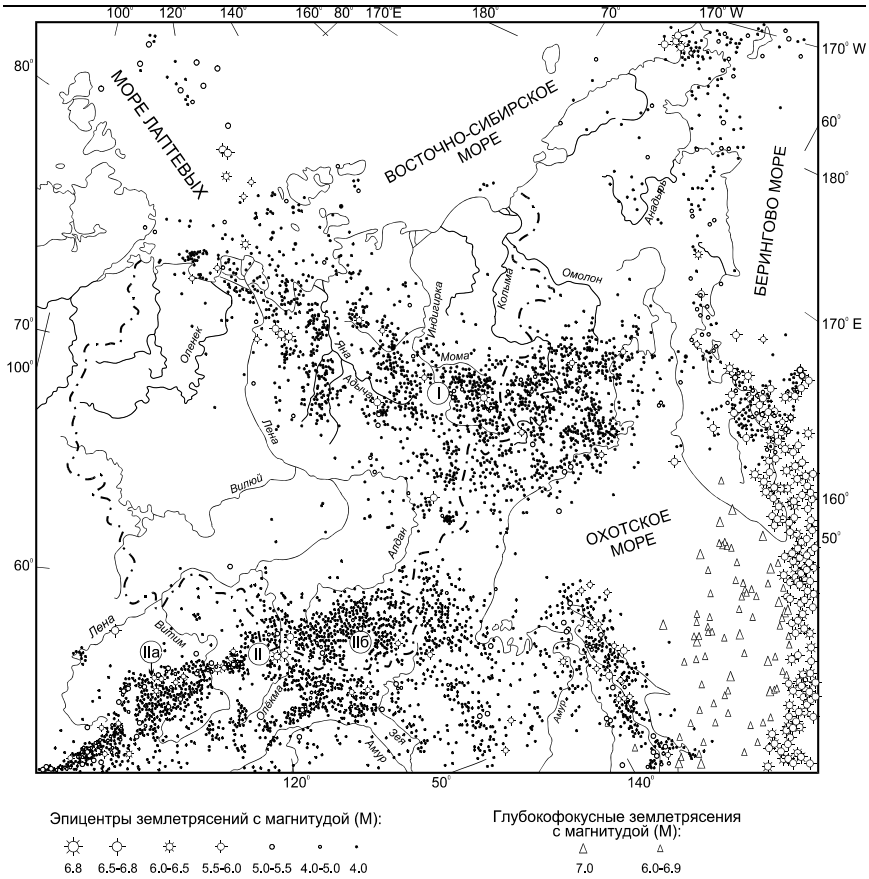
- изучение систем сейсмоактивных разломов;
- выполнение морфоструктурного районирования с оценкой сейсмического потенциала выделенных морфоструктур;
- анализ многообразных сейсмологических связей;
- изучения основных параметров сейсмичности;
- исследование эпицентральных областей сильных землетрясений;
- изучение сейсмического процесса при катастрофических землетрясениях;
- определение фокальных механизмов землетрясений.

Настоящая работа представляет собой геодинамические исследования, объясняющие тектоническую природу двух крупных сейсмических поясов, пересекающих территорию Якутии: Байкало-Станового и сейсмического пояса Черского. Сейсмический пояс Черского (СПЧ) пересекает Северо-Восточную Азию от моря Лаптевых к Командорским островам. Байкало-Становой пояс, протягивается от оз. Байкал к Охотскому морю и объединяет Байкальскую рифтовую (БРЗ) и Олекмо-Становую (ОСЗ) сейсмические зоны. [1].

Сейсмический пояс Черского (СПЧ, рисунок) продолжает проявления сейсмичности Арктической зоны на континент. Полоса эпицентров землетрясений пересекает Северный Ледовитый океан, шельф моря Лаптевых, территорию Якутии и Магаданской области и через полуостров Камчатку соединяется с проявлениями сейсмичности в Тихом океане, разграничивая Североамериканскую плиту от Евразиатской и Охотоморской плит на расстоянии более 8 тыс. км. [2].

Сейсмичность в акватории Северного Ледовитого океана пространственно тяготеет к структурам срединноокеанического хребта Гаккеля, вытянутого на 1700 км при ширине 80-160 км от Гренландского шельфа к шельфу моря Лаптевых. Арктический хр. Гаккеля входит в мировую систему подвод-

ных срединноокеанических хребтов Земли и является ее северным фрагментом, продолжающим Североатлантический срединноокеанический хребет в бассейне Северного Ледовитого океана [3]. Сейсмичность хр. Гаккеля обусловлена процессами рифтогенеза, вызывающим спрединг океанического дна [4]. Структуры шельфа моря Лаптевых имеют продолжение в Хараулахском сейсмоактивном районе, расположенном, как и шельф, в зоне перехода от океанических структур хр. Гаккеля к континентальным образованиям сейсмического пояса Черского.



Эпицентры землетрясений Восточной Сибири и сопредельных территорий: I – Сейсмический пояс Черского, II – Байкало – Становой сейсмический пояс, IIа – байкальская рифтовая область, IIб – Олекмо – Становая сейсмическая зона

Современная природа сейсмичности в Арктико-Азиатском сейсмическом поясе обусловлена обстановкой сжатия, на что указывает преобладающее развитие в его пределах сдвигов, взбросо-сдвигов и надвигов и интенсивная дислоцированность кайнозойских осадков. Это означает, что сейсмичность СПЧ не зависит от развития Момского рифта. Свидетельством этому являются инструментальные сейсмо-

логические данные, структурно-геологические наблюдения, а также, фокальные механизмы землетрясений СПЧ, однозначно указывающие на преобладание условий горизонтального сжатия в его континентальной части.

Таким образом, из анализа напряженного состояния земной коры Хараулахского района следует, что на севере Якутии существует уникальная переходная область смены полей тектонических напряжений растяжения на сжатие, в пределах которой сочленяются срединноокеанические и континентальные структуры земной коры. Под воздействием Тихоокеанской плиты Беринговоморский блок смещается к западу относительно Североамериканской плиты с полюсом вращения, расположенного вблизи Чаунской губы Восточно-Сибирского моря. При этом в его фронтальной части на Корякском нагорье сформировалась система взбросов, надвигов и правых сдвигов, а в его тылу возникла зона растяжения Берингова моря. Не исключено, что названный блок представляет собой остаток древней океанической плиты Кула Тихого океана.

Вдоль единой межплитной границы, прослеживаемой от о. Гренландия до Аляски и отделяющей Североамериканскую плиту от Евразиатской, Охотоморской и Тихоокеанской плит наблюдается смена геодинамических режимов: растяжение земной коры, где литосферные плиты расходятся (хр.Гаккеля); промежуточная зона (смешанное поле тектонических напряжений на шельфе моря Лаптевых и его побережье, где расположен полюс вращения Североамериканской и Евразиатской плит); скольжение с левым сдвигом, вызванное северовосточным сжатием в результате косого сближения плит (хр. Черского); скольжение с правым сдвигом, возникшим под влиянием северо-западного сжатия и большей скорости движения Тихоокеанской плиты (участок от Командорских до Алеутских островов) и, наконец, сжатие земной коры, где плиты сближаются под воздействием фронтальных сжимающих напряжений. При этом рассмотренная граница сопровождается системой микроплит и блоков (Лаптевоморский и Беринговоморский блоки), которые образовались между взаимо-

действующими плитами-гиган-тами и отчетливо трассируются проявлениями местной сейсмичности

Смена геодинамических обстановок (растяжение на сжатие) может быть удовлетворительно объяснена с позиций глобальной тектоники литосферных плит, если считать что полюс вращения Евразиатской и Североамериканской плит находится вблизи губы Буор-Хая (71,24^0 с.ш.,132,05^0 в.д.). В этом случае неотектонические структуры, находящиеся к северу от полюса вращения, должны испытывать в современную эпоху растяжение, а к югу и юго-востоку - сжатие.

Кинематика ансамбля плит и блоков на северо-востоке Азиатского континента убедительно раскрывает причинно-следственные связи геологических, тектонических и сейсмических процессов. Она показывает, что движения этих плит не являются самостоятельными, а существенно зависят от поведения гигантских литосферных плит Земли: Тихоокеанской, Евразиатской и Индийской. Геодинамическая обстановка настоящего времени обусловлена взаимодействием Евразиатской, Северо-Американской и Тихоокеанской плит-гигантов [5]). При этом Тихоокеанская плита, перемещающаяся в северо-западном направлении, погружается под смежные окраины Северной Азии и Северной Америки. Результатом этой субдукции является продолжающаяся активность возникших в миоцене Курило-Камчатской и еще раньше Алеутско-Вран-гельской вулканических дуг. Они сопрягаются между собой по трансформному разлому, который протягивается вдоль Командорских островов.

Юг Республики Саха (Якутия) пересекает Олекмо-Становая сейсмическая зона (IIб), которая протягивается на 800-1000 км. в субширотном направлении вдоль южной окраины Алданского щита от р.Олекмы на западе к Удской губе Охотского моря на востоке. Она представляет собой восточное окончание второго протяженного Байкало-Станового сейсмического пояса (II), отделяющего Евразиатскую плиту на севере от Амурской плиты на юге [6]. Вдоль южной границы Сибирской платформы по данным инструментальных наблюдений выявлен крупный Байкало-Становой сейсмический пояс, который располагается между оз. Байкал и Охотским морем. Параллельно Олекмо-

Становой зоне на 200 км южнее между 54 и 55° северной широты расположена Тугурингра-Джагдинская сейсмическая зона (III), которая протягивается из Монголии в субширотном направлении к Охотскому морю вдоль хребтов Тукурингра - Джагды - Сохтахан в Приамурье.

Комплексный анализ геолого-геофизических, геоморфологических и неотектонических данных систем позднекайнозойских активных разломов, сейсмичности, результаты тектонофизических исследований позволили заключить, что указанные пояса возникли в результате сближения крупных Евразиатской, Североамериканской и Амурской плит и являются их границами, обладая всеми свойственными им специфическими чертами. Взамимодействие континентальных участков этих плит охватывает широкую полосу (до нескольких сотен километров), в пределах которой смещения происходят по серии активизированных разломов.

Для Олекмо-Становой сейсмической зоны характерно наличие левых сдвигов в западной и правых в ее восточной частях. Сдвиговые разломы сопровождаются параллельными им надвигами - Южно-Чульманским и Южно-Токинским. Центральная часть этой сейсмической зоны образована системой диагональных северо-восточных (Западно-Алданский, Тимптоно-Гонамский) и северо-западных правых (Тыркандинский) сдвигов, которые образуют "клин", прослеживаемый на север в пределы Алданского щита. Сейсмичность Олекмо-Становой зоны определяется движением Алдано-Станового блока, зажатого между Евразиатской и Амурской плитами, которые сближаются в субмеридиональном направлении.

Алдано-Становой блок представляет собой активную неотектоническую структуру сжатия, внешне напоминающий ромб, сформированный транспрессионными левыми сдвигами северо-восточного простирания (Байкало-Алданскими), протягивающимися от Чарской впадины до устья р.Тимптон и субширотной Тукурингра-Джагдинской ветвью Монголо-Охотс-кого линеамента, прослеживающейся от Удской губы Охотского моря к верховьям рек Олекмы и Нюкжи. Отдельные небольшие блоки Алданского щита, находящиеся соответственно слева и справа от этого клина, смещаются к западу и востоку и формируют Верхнеалданский левый и Ату-

гей-Нуямский правый сдвиги. Эти субширотные сдвиги, рассекают осевые части горных поднятий - кряжа Зверева и Токинского Становика и обрамляются параллельными им надвигами (Южно-Чульманс-ким и Южно-Токинским), по которым эти горные сооружения надвинуты на предгорные впадины. Формирование таких динамических систем активных разломов (параллельных сдвигов и надвигов) может быть обьяснено конвергентным (сходящимся) смещением Евразиатской плиты относительно Алдано-Станового блока. Вследствии чего сейсмический процесс в Олекмо-Становой зоне протекает в условиях сжатия в отличие от обстановки растяжения, господствующей в Байкальском рифте.

Изучение пространственного размещения современных сейсмических поясов указывает на существование в настоящее время на окраинах сближающихся Евразийской и Северо-Американской плит трех самостоятельных блоков, ограниченных “живыми” разломами: Берингового, Охотского и Амурского [7]. Убедительным подтверждением сближения Евразиатской и Североамериканской плит в субширотном направлении навстречу друг другу служат материалы спутниковой геодезии, полученные в последнее время высокоточными измерениями GPS станциями на территории Якутии, Магаданской области и Аляски [8]. Направление движения реперов Фербенкс (Аляска) и Билибино (Чукотка), расположенных в пределах Северо-Американской плиты, - юго-запад и запад, а пункты наблюдений Иркутск, Якутск, Лхаса (Китай) и др. (Евразиатская плита), перемещаются к ним на встречу на восток и северо-восток, устанавливаются высокие скорости современных горизонтальных движений - 20-25 мм/год для Якутска, Иркутска и Фэрбенкса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Гриненко О.В. и др.,* Сейсмичность и геодинамика Восточной Сибири, Современная тектоническая активность Земли и проблемы сейсмичности, – М. 1986. – С. 26-27.

2. *Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.* Активные разломы и сейсмотектоника Северо-Восточной Якутии, Якутск, ЯНЦ СО АН СССР, 1990, 138 с.

3. *Грачев А.Ф., Деменицкая Р.М., Карасик А.М.* Проблемы связи Момского континентального рифта со структурой срединно-океанического хребта Гаккеля, Геофизические методы разведки в Арктике – Л.: НИИГА, 1973, вып. 8. – С. 56-75.

4. *Savostin L.A., Karasik A.M.,* Recent plate tectonics of the Arctic basin and Northeastern Asia, Tectonophysics, 1981, vol. 74, P.111-145.

5. *Fujita K., Stone D.B., Layer P.W., Parfenov L.M. and Koz'min B.M.,* Cooperative program helps decipher tectonics of Northeastern Russia, Eos, v.78, 1997, p.245, 252-253.

6. *Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаева В.С. и др.,* Геодинамика Олекмо-Становой сейсмической зоны, Якутск, ЯФ СО АН СССР, 1985, - 136 с.

7. *Mackey K.G., Fujita K., Gunbina L.V., Kovalev V.N., Imaev V.S., Koz'min B.M. and Imaeva L.P.,* Seismicity of the Bering Strait region: evidance for a Bering block: Geology, 1997, 64(6), p. 467-471.

8. *Kogan M.G., King R.W., Steblov G.M., Lezner-Lam A., Levin V.E.,* Gllosion of Eurasian and North American Plates in Eastern Siberia: Evidence from Continouns and realet GPS. Fall meet ing AGU, 1998, p. 218.

Коротко об авторах

Имаев В.С. – доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории сейсмологии Институт Земной Коры СО РАН, г. Иркутск,

Козьмин Б.М. - кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией сейсмологии Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск,

Гриб Н.Н. – доктор технических наук, профессор, ТИ (Ф)ГОУ ВПО ЯГУ, г. Нерюнгри,

Трофименко С.В. - кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ТИ (Ф)ГОУ ВПО ЯГУ, г. Нерюнгри.