

В.С. Имаев, Л.П. Имаева, Б.М. Козьмин

СЕЙСМОТЕКТОНИКА ЯКУТИИ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ЯКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.К.АММОСОВА
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



В.С.Имаев, Л.П.Имаева, Б.М.Козьмин

СЕЙСМОТЕКТОНИКА ЯКУТИИ

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук
Г.С.Гусев

Москва
ГЕОС
2000

**Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии – М.: ГЕОС, 2000. – 227 с.
ISBN 5-89118-166-5**

Монография посвящена вопросам сейсмотектонического анализа территории Якутии, которая составляет 1/3 всей сейсмоопасной площади Российской Федерации. На основе подробных сведений по сейсмичности, неотектонике, разрывным нарушениям и позднекайнозойским деформациям выделены и прослежены два крупных сейсмических пояса – Байкало-Становой и Арктико-Азиатский, соединяющих собой проявления сейсмичности Байкальской рифтовой зоны и Охотского моря, и в Северном Ледовитом и Тихом океанах.

Байкало-Становой сейсмический пояс, протягивающийся от оз. Байкал к Охотскому морю, включает собственно Байкальскую рифтовую систему и расположенную восточнее Олёкмо-Становую сейсмическую зону.

Арктико-Азиатский сейсмический пояс по особенностям напряженного состояния земной коры и характеру разрывных нарушений подразделяется на Лаптевоморскую, Хараулахскую сейсмотектонические зоны и зону горной системы Черского. Рассмотрены морфокинематические характеристики активных разломов в сопоставлении с фокальными механизмами местных землетрясений. Исследованы области динамического влияния генеральных разрывов и, по данным тектонической трещиноватости, развитой в них, реконструировано позднекайнозойское поле тектонических напряжений. Установлена латеральная зональность в строении полей тектонических напряжений. Изучены сейсмогеологические связи между плотностями разломов, амплитудами неотектонических движений, градиентами вертикальных неотектонических движений, проявлениями гранитоидного магматизма, тепловым потоком, полем силы тяжести и проявлениями землетрясений. Описаны сейсмодислокации, развитые в установленных сейсмических поясах.

По комплексу геолого-геофизических данных рассмотрены сейсмотектонические особенности, прослежена модель современной геодинамики и оценена сейсмическая опасность структур и блоков, выделенных в пределах отдельных сейсмотектонических зон.

Монография рассчитана на специалистов, занимающихся проблемами сейсмогеологии, неотектоники и тектонофизики и может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке студентов геологических дисциплин вузов, специализирующихся в области сейсмологии и геодинамики.

Табл. 15. Ил. 138. Библ. 496 назв.

Публикуется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 98-05-78173).

Рецензенты:

д.г.-м.н. К.И.Микуленко, д.г.-м.н. И.И.Колодезников

На 1-й странице обложки: сеймогенные трещины растяжения района Булунских землетрясений 1928 г. с $M > 7.0$.

На 4-й странице обложки: карта эпицентров землетрясений Якутии (кружки красного цвета с размерами соответствующими величине магнитуд), черно-белые кружки – фокальные механизмы очагов землетрясений с черными секторами – квадрантами растяжения, и белыми секторами – квадрантами сжатия. Желтые линии – предполагаемые границы литосферных плит – EU – Евразийской плиты, NA – Северо-Американской плиты, AM – Амурской плиты, BE – Беринговоморского блока, зеленые стрелки – направления векторов смещения плит.

Введение

Значительная часть Северо-Востока Азии, куда относится территория Республики Саха (Якутия), подвержена воздействию сильных землетрясений, тяготеющих к неотектоническим структурам, которые формируют в ее пределах два протяженных сейсмических пояса, Арктико-Азиатский и Байкало-Становой [Парфенов и др., 1986; Геодинамические модели..., 1987; Имаев и др., 1998] (рис. 1).

В плане сейсмогеологического анализа названные пояса в пределах Якутии являются слабоизученными в силу труднодоступности, малой населенности и удаленности. Их сейсмотектоническое положение и природа возникновения вызывают большой интерес в связи с нерешенностью целого ряда вопросов современной геодинамики и истории развития самих сейсмических поясов как результата взаимодействия крупных литосферных плит, отдельных блоков и микроплит.

Одни из названных вопросов имеют чисто теоретическую направленность, например, касающиеся континентального продолжения через шельф моря Лаптевых подводного арктического хребта Гаккеля. Этот регион является одним из немногих на нашей планете, где сейсмичность срединно-океанического хребта имеет продолжение на континент, вызывая целый спектр геолого-геофизических явлений. Изучая их, мы приближаемся к пониманию фундаментальных научных проблем, таких, например, как раскол континентов. Не менее интересна проблема продвижения Байкальской континентальной рифтовой зоны в восточном направлении в сторону Становой складчатой области на юге Якутии.

Исследование других явлений актуально в связи с их практической направленностью: выявление сейсмоопасных зон, их сейсмического потенциала и создания надежных карт сейсмического районирования. В этом плане существенное значение приобретает анализ геодинамической обстановки формирования сейсмических поясов, который сегодня основывается на современной мобилистической концепции тектоники литосферных плит. Названные сейсмические пояса представляют собой уникальные объекты для такого анализа.

Кроме того, зоны, где возможны сейсмические катастрофы, представляющие угрозу для жизни

проживающих здесь людей, занимают почти половину территории Якутии и около одной трети всех сейсмоопасных областей России. В настоящее время в названных районах Якутии активно развивается промышленное и гражданское строительство. Сравнительно недавно с освоением этих относительно малообжитых районов Республики появились новые населенные пункты (г.Нерюнгри, поселки Серебряный Бор, Беркакит, Золотинка и др. – в Южной Якутии, поселки Тенкели, Сарылах, Лазо – в Северо-Восточной Якутии), объекты энергетики (Нерюнгринская ГРЭС), линия железной дороги (Тында–Беркакит–Алдан–Томмот) и, наконец, крупные горнодобывающие объекты и сооружения (Депутатский и Нежданинский ГОКи, отдельные объекты комбинатов Индигирзолото, Куларзолото) и многие другие.

Все это требует детального изучения проблемы сейсмической опасности в указанных районах, решение которой было бы весьма затруднительно без выяснения геолого-геофизических связей, способствующих возникновению высокого уровня сейсмичности.

Арктико-Азиатский сейсмический пояс пересекает Северный Ледовитый океан и северо-восток Азии и разграничивает Северо-Американскую плиту и Евразийскую и Охотоморскую плиты на расстоянии более 8 тыс. км [Зоненшайн, Савостин, 1979; Cook et al., 1986; Parfenov et al., 1988; Имаев и др., 1990]. По сейсмотектоническим особенностям в нем выделяются три зоны (рис. 2): Лаптево-морская (шельф моря Лаптевых), Хараулахская (прибрежный район между долиной р.Лены и губой Буор-Хая) и зона системы хребтов Черского.

Байкало-Становой сейсмический пояс располагается между оз.Байкал и Охотским морем (рис. 1 и 2). Он объединяет Байкальскую рифтовую зону (западный фланг) и Оллокмо-Становую сейсмическую зону (восточный фланг). Оллокмо-Становая сейсмическая зона продолжает Байкальский рифт в субширотном направлении от р.Оллокмы к Охотскому морю. Рассматриваемый пояс отделяет Евразийскую плиту на севере от Амурской плиты на юге (см. рис. 1.1).

Накопление значительного объема геолого-геофизических и, особенно, сейсмологических данных



Рис. 1. Геодинамические схемы Арктико-Азиатского и Байкало-Станового сейсмических поясов

1 – впадины байкальского типа; 2 – векторы смещения: растяжение, сдвиги, сжатие, соответственно; 3 – границы литосферных плит, микроплит и блоков; 4 – территория исследуемых районов: А – Арктико-Азиатского сейсмического пояса, Б – Олекмо-Становой сейсмической зоны (ОСЗ)

за последние 30 лет, привлечение к их обработке разнообразных методов исследований, в том числе, – на компьютерной основе, позволили приступить к обобщению имеющихся сведений с целью разработки моделей современной геодинамики Северо-Восточной Азии и выявления главных сейсмоопасных зон на качественно новой геолого-геофизической основе.

Комплексные исследования частей Арктико-Азиатского и Байкало-Станового сейсмических поясов, расположенных на территории Республики Саха (Якутия), выполнялись по двум направлениям: нео- и сеймотектоническое и сейсмологическое.

Первое включает в себя исследование особенностей геологической структуры; в том числе:

- изучение систем сейсмоактивных разломов;
- выявление кайнозойских деформаций и их генезис;
- выполнение морфоструктурного районирования

и оценка сейсмического потенциала выделенных морфоструктур;

- изучение трещиноватости горных пород и зеркал скольжения в зонах влияния активных разломов с целью реконструкции полей тектонических напряжений;

- анализ многообразных сейсмогеологических связей (скоростей, неотектонических движений земной коры, сейсмодислокаций, теплового потока, наледей и др.)

Второе – связано с проведением инструментальных наблюдений за местными землетрясениями с помощью сети сейсмических станций и компьютерной обработкой полученных материалов с целью составления унифицированного каталога землетрясений. Анализ сейсмологической информации позволяет провести:

- изучение основных параметров сейсмичности;
- детальное исследование эпицентральных областей сильных землетрясений;

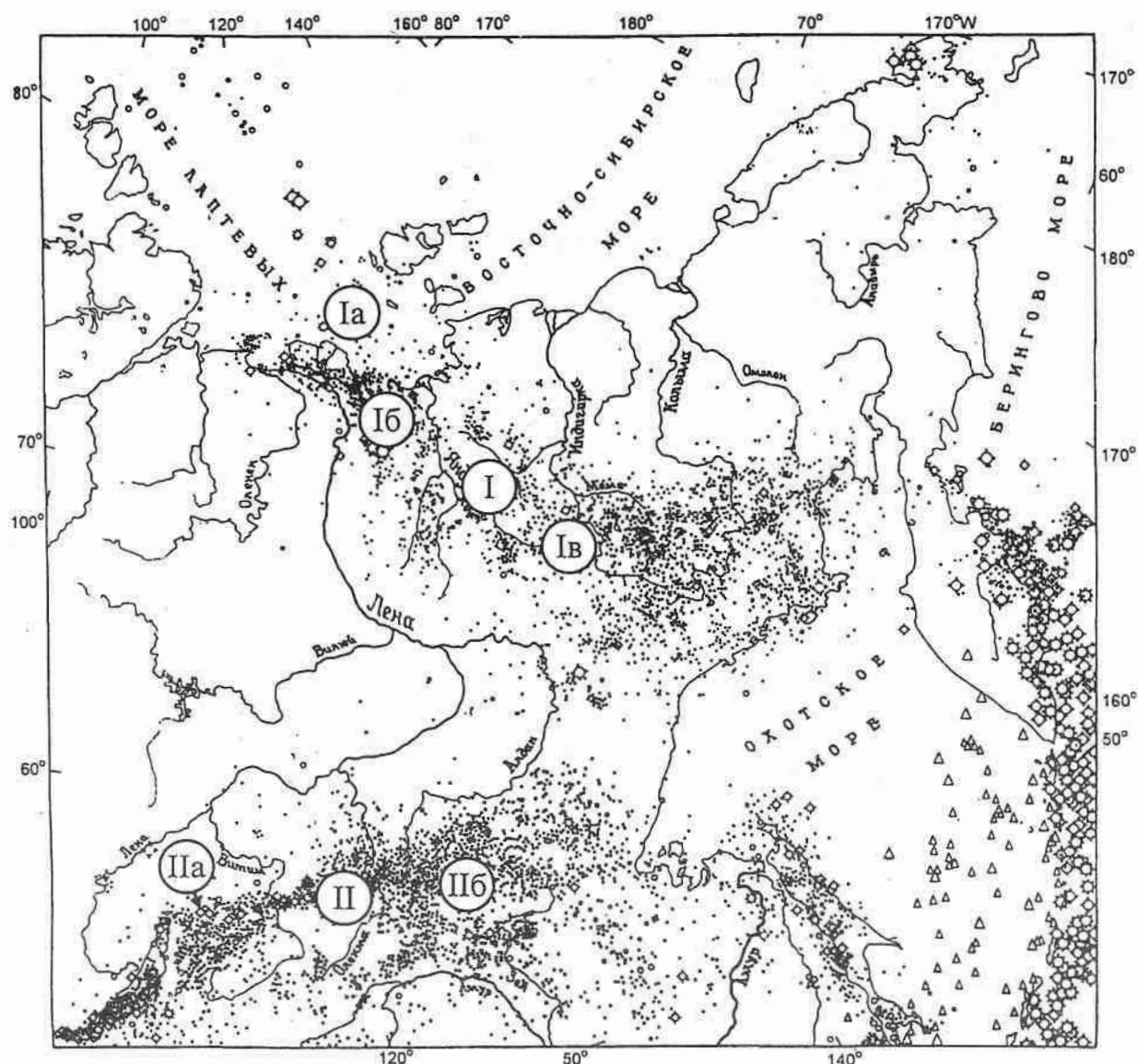


Рис. 2. Карта распределения эпицентров землетрясений в сейсмических поясах Якутии и сопредельных территорий

I – Арктико-Азиатский сейсмический пояс: Ia–Iв – сеймотектонические зоны: Ia – Лаптевоморская, Ib – Хараулахская, Iв – Черская; II – Байкало-Становой пояс: IIa, IIб – сеймотектонические зоны: IIa – Байкальская, IIб – Олёкмо-Становая. Кругами разных размеров и конфигурации показаны землетрясения с глубиной очага 60 км и меньше, треугольниками – землетрясения с глубиной очага больше 60 км

- изучение сейсмического процесса при катастрофических землетрясениях и сериях их афтершоков;

- определение фокальных механизмов землетрясений.

Оба направления исследований преследовали общую цель: составление схемы современной геодинамики Северо-Восточной Азии, которая охватывает также сопредельные области северо-востока Тихоокеанского региона и Аляски. Другая

основная цель работы – на основе предложенной модели современной геодинамики, выделить на территории Якутии главные сейсмогенные зоны и оценить их потенциальную сейсмическую опасность.

Выполненная работа подводит определенный итог комплексным сейсмогеологическим исследованиям на обширной территории Якутии за XX в., включая наиболее детальные наблюдения последних 30 лет. Она не претендует на завершенность и

представляет лишь канву для дальнейшего изучения активных сеймотектонических процессов, протекающих в Арктике и северо-восточной Азии.

В монографии были использованы как собственные материалы полевых геологических изысканий в течении 1976-1998 гг., так и данные инструментальных сейсмологических наблюдений за 1957-1998 гг., проведенных сетью сейсмических станций Опытной-Методической сейсмологической партии Якутского научного центра СО РАН, а также сейсмо-статистические данные с начала века. Кроме того, привлекались сведения по геологии, тектонике, геофизике и сейсмогеологии исследуемой территории, полученные другими производственными и научными организациями, многочисленные литературные источники, включая зарубежные публикации по Беринговоморскому региону и Аляске.

На разных этапах исследований мы имели постоянную поддержку, ценные консультации и дискуссии со стороны Л.М.Парфенова, К.Г.Леви, Е.А.Рогожина, Г.С.Гусева, А.Ф.Грачева, Ф.Ф.Третьякова, В.В.Николаева, Р.М.Семенова, В.И.Улова, В.В.Ружича, С.И.Шермана, В.Г.Трифорова, А.И.Кожурина, С.И. Голенецкого, А.Г.Ларионова, К.Фуджиты, Д.Б.Стоуна, К.Д.Макки; большую помощь в оформлении работы оказала А.Г.Антропова, за что выражаем всем им искреннюю благодарность.

Авторы также благодарны А.М.Новикову и А.Ф.Мошляку (Управление наук о Земле и технологии рационального природопользования Министерства науки и технологий Российской Федерации) за оказанную поддержку в подготовке монографии к ее публикации.

Глава 1

Лаптевоморская сеймотектоническая зона

Сейсмичность в акватории Северного Ледовитого океана представлена "цепочкой" эпицентров землетрясений, следящейся параллельно линии островов Шпицберген – Земля Франца Иосифа – Северная Земля от трансформного разлома Де-Гира, трассируемого между островами Шпицберген и Гренландия, к устью реки Лены (рис. 1.1). Пространственно она тяготеет к структурам срединно-океанического хребта Гаккеля, вытянутого на 1700 км при ширине 80–160 км от Гренландского шельфа к шельфу моря Лаптевых. В Арктической сейсмической зоне с начала века отмечено свыше 150 местных землетрясений с магнитудой 4,5–7,0. Очаги землетрясений группируются здесь, главным образом, в пределах земной коры [Аветисов, 1996; Fujita et al., 1990].

Арктический хребет Гаккеля входит в мировую систему подводных срединно-океанических хребтов Земли и является ее северным фрагментом, продолжающим Северо-Атлантический срединно-

океанический хребет в бассейне Северного Ледовитого океана [Грачев и др., 1973]. Сейсмичность хребта Гаккеля обусловлена процессами океанического рифтогенеза и, соответственно, растяжением земной коры, вызывающим спрединг океанического дна [Savostin, Karasik, 1981; Grachev, 1982]. Это надежно подтверждается данными фокальных механизмов (сбросовые подвижки в очагах местных землетрясений) и особенностями пространственного распределения магнитного поля. Так, в центральной части хребта Гаккеля число аномалий магнитного поля составляет 47, а на его южном окончании оно уменьшается до 6. При этом скорость спрединга понижается от 0,6–0,7 см/год в центре рифта хребта Гаккеля до 0,3 см/год на его южном окончании [Карасик, 1968].

Шельф моря Лаптевых и прибрежные районы континента занимает переходная зона, расположенная между структурами растяжения срединно-океанического хребта Гаккеля и структурами сжа-

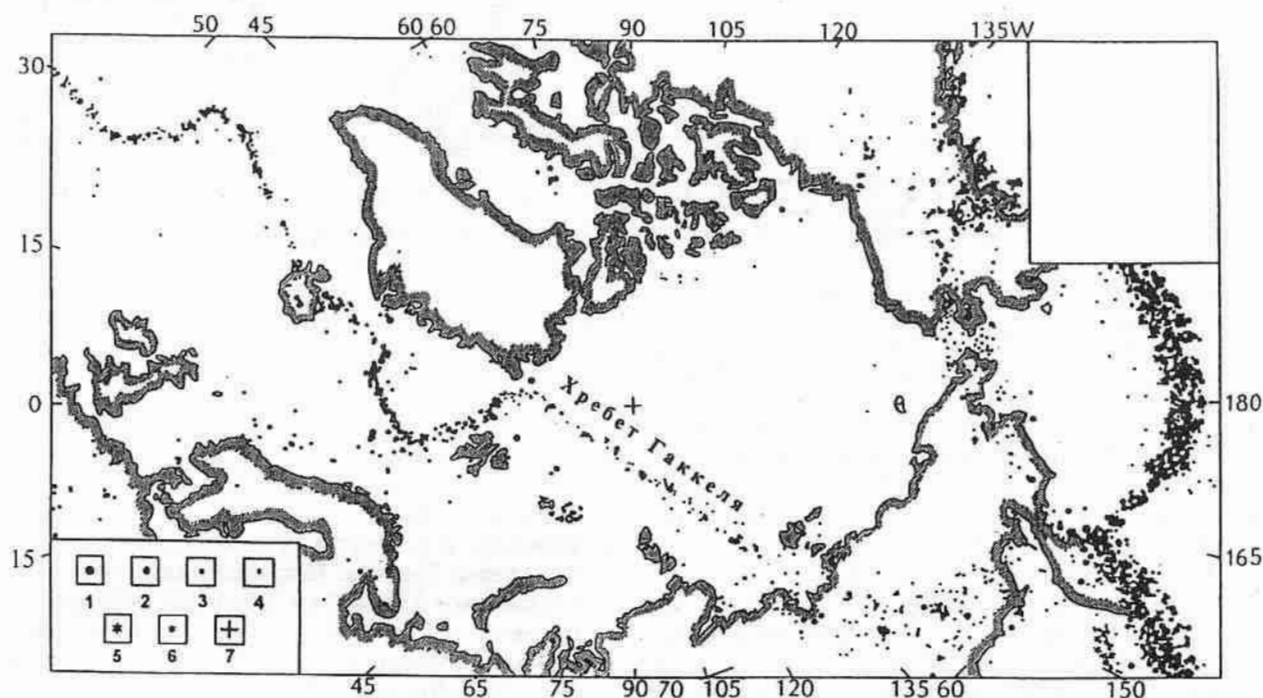


Рис. 1.1. Карта эпицентров землетрясений Арктического региона и прилегающих территорий (по: [Атлас океанов..., 1980] с дополнениями)

1–4 – магнитуды землетрясений с глубиной очага 0–60 км: 1 – $M > 7,0$, 2 – $6,0 < M < 6,9$, 3 – $5,0 < M < 5,9$, 4 – $4,0 < M < 4,9$; 5, 6 – землетрясения с глубиной очага 60 (5) $< h < 300$ (6) км; 7 – расположение Северного полюса

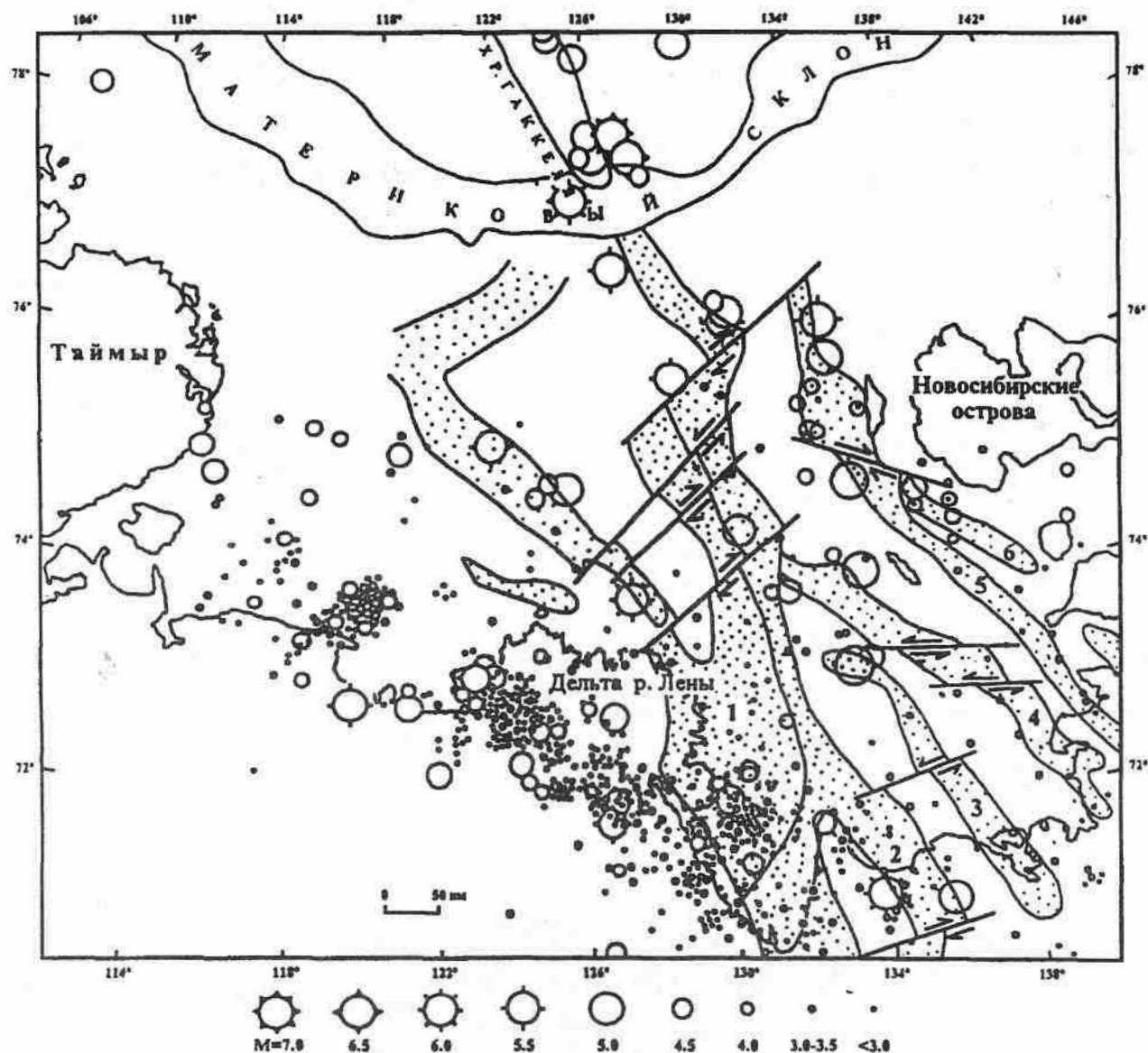


Рис. 1.2. Схема сеймотектоники шельфа моря Лаптевых

Кружками разных диаметров показаны эпицентры землетрясений с магнитудой $M=3.0-7.0$. Прямые линии соответствуют активным сдвигам. Краппом обозначены грабены на дне моря Лаптевых: 1 – Усть-Ленский, 2 – Усть-Янский, 3 – Чондонский, 4 – Широстонский, 5 – Бельковско-Святоносский, 6 – Ляховский

тия хребта Черского на северо-востоке Азиатского континента. Для этой переходной зоны характерно расширение "поля" сейсмичности до 600 км, которое полностью занимает территорию шельфа моря Лаптевых между Новосибирскими островами, п-овом Таймыр и дельтой р. Лены (рис. 1.2).

Имеющиеся морские геофизические данные, дополненные материалами Морской арктической геологоразведочной экспедиции (МАГЭ) ПГО "Севморгеология", позволили выявить характерные особенности строения шельфа [Аветисов, Гусева, 1991; Аветисов, 1996; Грамберг и др., 1990].

Основными структурными единицами шельфа являются протяженные грабены и разделяющие их

поднятия (горсты), занимающие его южную часть и образующие рифтовую систему моря Лаптевых. По данным МАГЭ, она прослеживается далее на север за пределы изученной территории, и, по-видимому, сочленяется в области континентального склона с зоной хребта Гаккеля. Ширина южной части рифтовой системы 350–400 км, длина 400–450 км.

Система узких грабенов и прогибов северо-западного простирания (Усть-Ленский, Омолыйский, Усть-Янский, Чондонский, Бельковско-Святоносский и др.), имеющих длину до 200–250 км при ширине 40–60 км, была выявлена на дне моря Лаптевых по сейсмическим данным, полученным с помощью МОВ объединением "Севморгео-

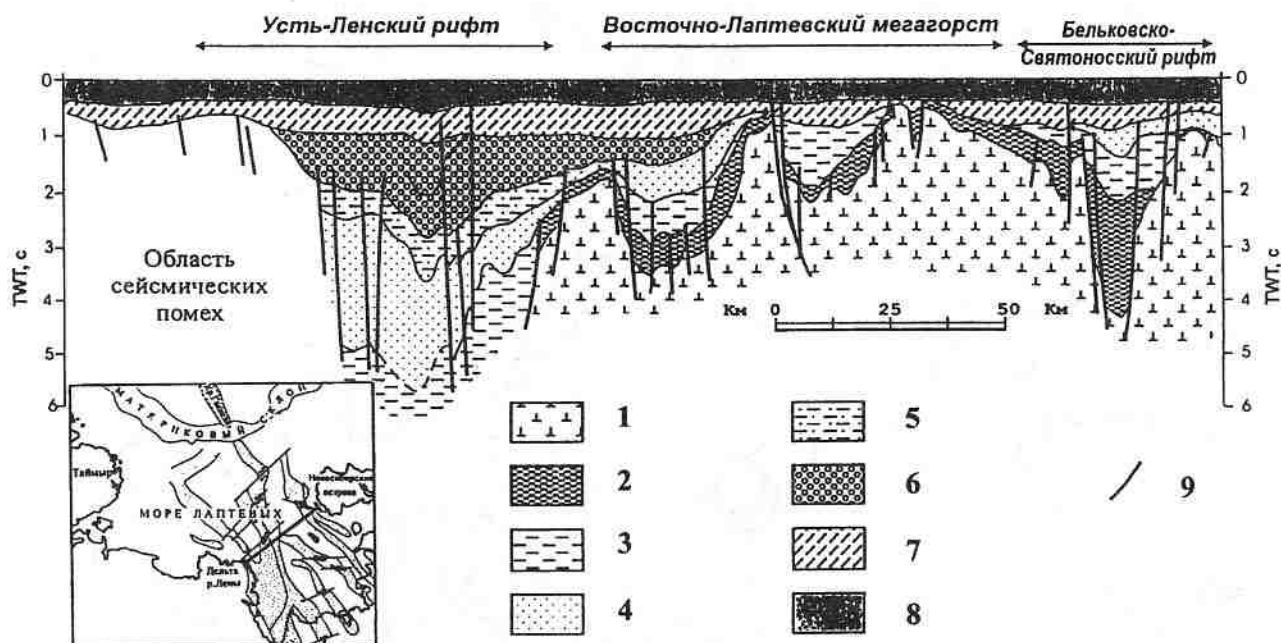


Рис. 1.3. Геологический профиль восточной части шельфа моря Лаптевых (по Н.А.Богданову и др. [1998])

1–8 – сеймостратиграфические комплексы: 1 – акустический фундамент, 2 – верхнемел-палеогеновый, 3 – эоценовый, 4 – олигоцен-среднемиоценовый, 5 – средне-верхнемиоценовый, 6 – плиоценовый, 7 – верхнеплиоцен-четвертичный, 8 – четвертичный; 9 – сбросы

логия" (см. рис. 1.2 и 1.4). Наличие этих грабенов подтверждается также особенностями распределения поля силы тяжести в восточной части моря Лаптевых в виде чередования узких линейных высокоградиентных зон северо-западного и субдолготного простираний, протягивающихся от континентального склона на побережье. Магнитное поле в переходной зоне практически однородно в отличие от резкой полосовой картины магнитных аномалий, соответствующей линейной структуре хребта Гаккеля. Названные впадины разделены между собой и ограничены совокупностью подводных поднятий: Центрально-Лаптевским поднятием, Шилонской структурной террасой, Столбовским горстом и др.

Наиболее ярким элементом рифтовой системы является меридиональный Усть-Ленский грабен, которому в рельефе дна соответствует одноименная депрессия. Он пересечен рядом сейсмических профилей и уверенно прослежен от южной оконечности зал.Буор-Хая до 750° с.ш. на расстояние 400–420 км. В северной части ширина грабена достигает 150–170 км. К югу от постепенно сужается и в средней части зал.Буор-Хая его ширина составляет 30–40 км. Структура грабена довольно сложная. Он на всем протяжении ограничен сбросами с амплитудой вертикального смещения 0,3–0,9 с, что соответствует приблизительно 0,3–1,0 км. В северной и центральной частях грабена его борта кулисообразно смещены серией субширотных сдвигов. Внутри грабена также прослеживается система сбросов, амплитуда смещений по которым в осевой

зоне достигает 1,0 с (более 1 км). Суммарная же амплитуда погружения фундамента в осевой части грабена более 5 с, что указывает на большие (до 10 км) мощности его осадочного заполнения.

Наиболее наглядно Усть-Ленский грабен представлен на геологическом профиле, составленном в Институте литосферы окраинных и внутренних морей РАН [Богданов и др., 1998]. В основу его построения положены материалы сеймопрофилирования, выполненного объединением "Севморгеология" [Грамберг и др., 1990]. Названный профиль пересекает вкрест простирания структуры рифтовой системы моря Лаптевых в ее центральной части от дельты р.Лены до Новосибирских островов. На бортах Усть-Ленского грабена (рис. 1.3) отчетливо прослеживаются сбросовые уступы. При этом сбросы смещают весь комплекс кайнозойских осадков от эоценового до четвертичного возраста.

От восточного борта Усть-Ленского грабена между 720 и 730° с.ш. ответвляется более узкий (40–50 км) Усть-Янский грабен, который протягивается к побережью Янского залива и далее – на континент. Здесь, в низовьях р.Яны, его осадочное заполнение пройдено параметрической скважиной на глубину 420 м. В бортах грабена отмечаются сбросы с амплитудами 0,3–0,5 с.

Усть-Ленский и Усть-Янский грабены разделены горстом п-ова Буор-Хая, имеющим треугольные очертания. Такое сочетание горстов и грабенов создало сложный тектонический узел в зал. Буор-Хая, что, возможно, и определило появление в акватории залива высокий сейсмической активности.

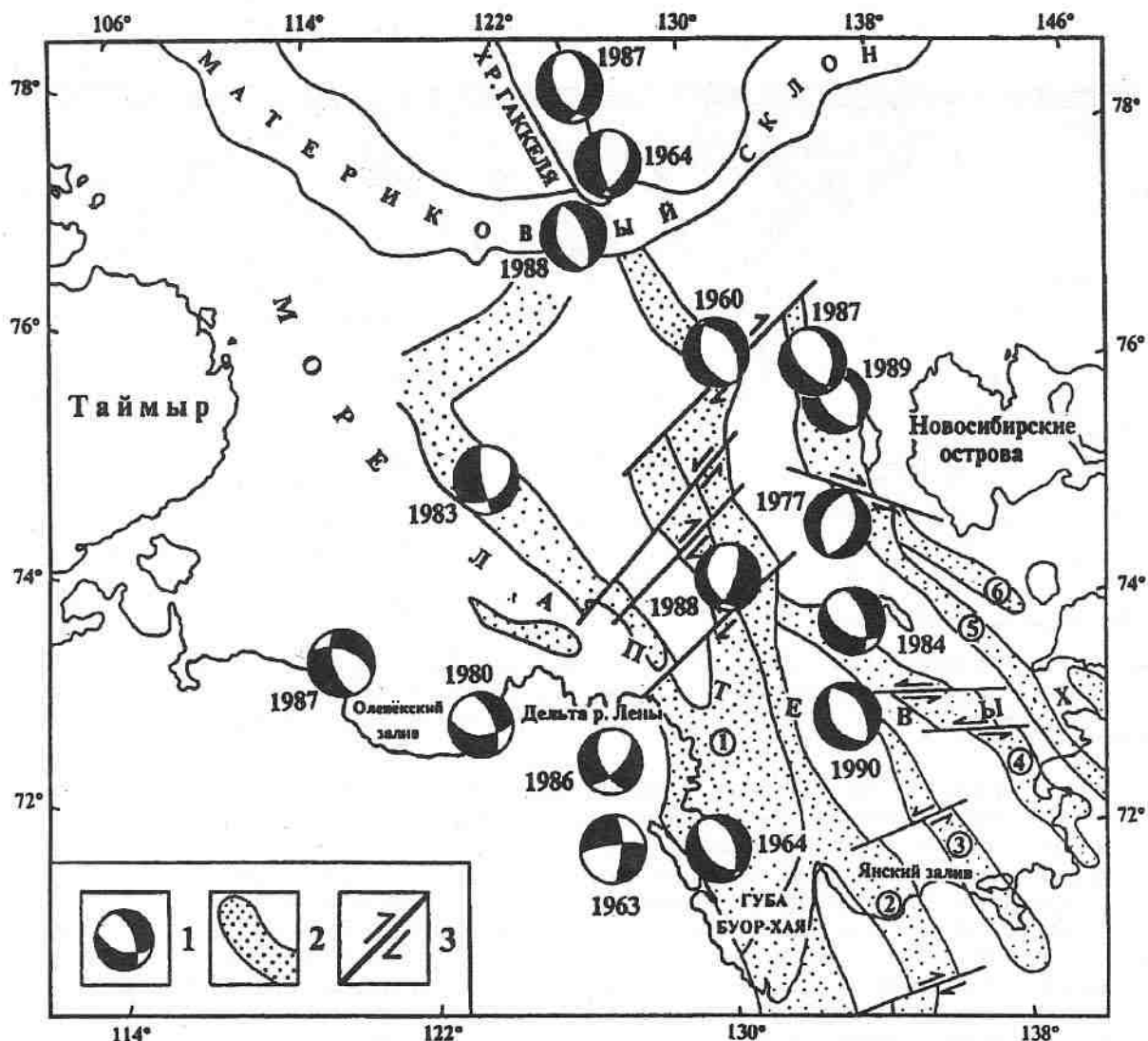


Рис. 1.4. Активные разломы и фокальные механизмы землетрясений ($M > 4,5$) шельфа моря Лаптевых за 1960–1994 гг.

1 – фокальные механизмы землетрясений и год их возникновения (белое – области действия напряжений сжатия, черное – растяжения); 2 – грабены дна моря Лаптевых (цифры в кружках: 1 – Усть-Ленский, 2 – Усть-Янский, 3 – Чондонский, 4 – Широустонский, 5 – Бельковско-Святоносский, 6 – Ляховский); 3 – активные сдвиги, выявленные по геофизическим данным

Разрывные нарушения восточной части шельфа моря Лаптевых непосредственным образом связаны с рассмотренной окраинно-континентальной рифтовой системой, возникшей и развивавшейся в кайнозое на продолжении океанического спредингового хребта Гаккеля [Граммберг и др., 1990]. Они контролируют границы грабенов и детальную структуру их внутренних частей. Выделяются две разновидности разломов: субдолготные и северо-западные сбросы и субортогональные им сдвиги. Последние представлены тремя системами: субширотные (восток-северо-восточные), северо-восточные и северо-западные, которые, согласно геофизическим данным, смещают отложения впадин с горизонтальной амплитудой до 2 км.

Анализ распределения сейсмичности на шельфе моря Лаптевых показывает, что здесь следует выделить две зоны эпицентров землетрясений. Одна из них (основная), где отмечено большинство крупных сейсмических событий с $M=5,5-7,0$, фиксируется от юго-восточного окончания хребта Гаккеля в направлении Янского залива, обозначая границу Евразийской и Северо-Американской плит. При этом, большинство эпицентров землетрясений этой зоны сосредоточено в пределах названных грабенов (на рис. 1.2, впадины выделены краппом) или тяготеет к их бортам, в том числе, – к самой крупной из них – губе Буор-Хая (южная часть Усть-Ленского грабена). Другая (Лено-Таймырская зона слабых землетрясений) прослеживается от

Омолойской впадины в северо-западном направлении через дельту р. Лены к п-ову Таймыр и далее к островам Северная Земля, возможно намечая, вместе с первой, границей контуры Лаптевоморского блока. В южной части этого блока наблюдается протяженная Быковско-Ленская полоса максимумов гравитационных аномалий, соответствующих крупному выступу древних высокоплотностных пород фундамента, которая пространственно совпадает с Лено-Таймырской полосой слабых.

По данным фокальных механизмов 16 сильных землетрясений, произошедших в 1960–1990 гг. на шельфе моря Лаптевых и в прибрежных районах, в

очагах землетрясений фиксируются подвижки типа сброса и сбросо-сдвига (рис. 1.4), при этом очевидно преобладание сбросовых перемещений. Обе возможные плоскости разрыва на диаграммах фокальных механизмов имеют субдолготное или север-северо-западное простирания, что хорошо согласуется с ориентацией границ грабенов рифтовой системы моря Лаптевых.

Приведенные материалы свидетельствуют о возможном влиянии на шельф моря Лаптевых рифта хребта Гаккеля от его юго-восточной окраины до прибрежных районов континента [Fujita, Cambrey, Velbel, 1990; Имаев и др., 1998].

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Лаптевоморская сеймотектоническая зона	7
Глава 2. Хараулахская сеймотектоническая зона	12
2.1. Геолого-структурный очерк	12
2.2. Неотектоника	16
2.3. Сейсмичность	21
2.4. Активные разломы и палеосейсмодислокации	25
2.5. Поле тектонических напряжений	37
Глава 3. Сеймотектоническая зона горной системы Черского	42
3.1. Геолого-структурный очерк	42
3.2. Неотектоника	46
3.3. Сейсмичность	65
3.4. Активные разломы и палеосейсмодислокации	71
3.5. Поле тектонических напряжений	102
Глава 4. Сеймотектоника Олёкмо-Становой зоны	104
4.1. Геолого-структурный очерк	104
4.2. Неотектоника	108
4.3. Сейсмичность	115
4.4. Активные разломы и палеосейсмодислокации	131
4.5. Поле тектонических напряжений	149
Глава 5. Сейсмогеологические связи и зоны ВОЗ сейсмических поясов Якутии	160
5.1. Арктико-Азиатский сейсмический пояс	162
5.2. Олёкмо-Становая сейсмическая зона	176
Глава 6. Природа сейсмичности и геодинамика сейсмических поясов Якутии	183
6.1. Арктико-Азиатский сейсмический пояс	183
6.2. Олёкмо-Становая сейсмическая зона	198
Заключение	209
Литература	212

Научное издание

**Валерий Сулейманович Имаев,
Людмила Петровна Имаева,
Борис Михайлович Козьмин**

СЕЙСМОТЕКТОНИКА ЯКУТИИ

*Художник О.В.Кураленко
Редактор И.М.Ерофеева*

Подписано к печати 28.10.2000
Формат 60х90 1/16. Бумага офсет № 1, 80 г/м
Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 500 экз.
Тип. зак. № 159С, Москва

Издательство ГЕОС
Изд. лицензия ИД № 01613 от 19.04.2000
109017, Москва, Пыжевский пер., 7.
Тел.: (095) 230-80-92
Факс: (095) 951-04-43