

## ГЕОФИЗИКА И ТЕКТОНИКА

УДК [550.83:551.44] (5.012)

### ТИПЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ И ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

**Ю.Ф. Малышев**

*Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*

По данным 49 региональных и трансрегиональных сейсмических профилей (геотрансектов) построена схема типов земной коры Восточной Азии. Выделено 6 типов континентальной коры и 2 переходной. Установлены: 1) эволюционный ряд типов земной коры от нормальной и повышенной мощности и нормальной сейсмической скорости континентальной коры через кору нормальной мощности и пониженной скорости внутри континента к тонкой коре пониженной скорости, а затем к переходным типам коры на его тихоокеанской окраине; 2) аномальные характеристики тектонических элементов земной коры по сравнению с мировыми данными; 3) контрастные параметры реликтовой и новообразованной коры в крупных осадочных бассейнах (Виллюйская синеклиза, Сунляо, Северо-Китайский) и в Якутской алмазонасной провинции. Это указывает на переработку больших объемов континентальной коры под преобладающим воздействием тихоокеанских плит.

**Ключевые слова:** земная кора, геотрансекты, геодинамика, Восточная Азия.

#### ВВЕДЕНИЕ

Изучение типов земной коры Восточной Азии остается актуальной задачей, несмотря на повышенный интерес к исследованию более глубоких оболочек Земли [12, 25]. В последнем крупном обобщении сейсмических материалов по глубинному строению территории СССР [11] на приведенных схемах типов земной коры Восток России фактически оказался белым пятном. Этот пробел до сих пор не восполнен.

К настоящему времени изученность земной коры Восточной Азии глубинными сейсмическими методами улучшилась. Хотя и неравномерно, она покрыта сетью профилей глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), многоволнового глубинного сейсмического профилирования (МГСП) и наблюдений методом обменных волн от землетрясений (МОВЗ), за исключением Северо-Востока России. Особенно много профилей и геотрансектов выполнено на территории Восточного Китая. Появились обобщающие работы по сейсмическому изучению земной коры Китая [42]. Но в них не выделены типы земной коры и нет районирования по типам коры. Тем не менее накопленные данные позволяют осу-

ществить попытку составления схемы районирования по типам земной коры на значительную часть территории Восточной Азии.

Информативность сейсмических разрезов на разных сейсмических профилях региона неодинаковая из-за различий в методах и технике выполненных работ (ГСЗ, МГСП, МОВЗ). Для использования максимального количества имеющихся разрезов и, соответственно, наибольшего охвата территории необходим выбор классификации типов земной коры, которая оперирует минимумом признаков, определяемых на подавляющем большинстве сейсмических разрезов. Этим достигается однородность описания обширной территории и представляется возможность для сравнения земной коры различных районов Восточной Азии по выбранным ее характеристикам.

Однако при такой фильтрации данных остаются неосвещенными многие вопросы строения и эволюции земной коры, информация о которых существует на наиболее полно изученных современных сейсмическими методами разрезах (профили МГСП, протяженные геотрансекты). К подобным вопросам можно отнести проблему моделей строе-

ния и эволюции земной коры и ряд других. Для рассмотрения любой из этих проблем необходимо тщательно проанализировать известные в регионе разрезы и сопоставить их с трактовками аналогичных материалов в других регионах.

Исследованию сформулированных трех задач посвящена настоящая работа. При этом из рассмотрения исключены Северо-Восток России, Камчатка, Сахалин и большая часть Кореи, главным образом из-за слабой изученности либо отсутствия публикаций по выполненным сейсмическим профилям.

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧЕННОСТИ ГЛУБИНЫМИ СЕЙСМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Проанализированы все известные нам опубликованные сейсмические профили и геотрансекты указанной территории Востока России и Восточного Китая и один профиль в пределах КНДР. Было выбрано 49 сейсмических разрезов, пригодных для определения типа земной коры. Положение этих профилей и геотрансектов показано на рис. 1, а их краткая характеристика приведена в табл. 1.

Наиболее густая сеть сейсмических профилей наблюдается в Северном Китае, причем на рис. 1 помещены только те профили, по которым опубликованы сейсмические разрезы. Значительным количеством сейсмических разрезов охвачены провинции Цзянсу, Аньхой, Хубэй, Хэнань, Цзянси, Фуцзянь. На территории России лучше других изучен юг Дальнего Востока, на рис. 1 показаны не все профили на его площади, а также Западная Якутия (Якутская алмазоносная провинция, Вилюйская синеклиза).

По протяженности профилей сейсмические разрезы можно подразделить на геотрансекты (тысячи км) и региональные профили (сотни км). На территории России к геотрансектам относятся профили Березово – Усть-Мая, мыс Невельского – Рубцовск, в Китае – профиль Маньчжурия – Суйфэнхэ, Дун Учжумцын Ци – Дунгоу, Мэньюань – Ниндэ, Хэйшуй – Цюаньчжоу. Часть геотрансектов являются составными (Мэньюань – Ниндэ), состоящими из нескольких отдельных профилей, выполненных ранее (в 1988 году), но переинтерпретированных как единый геотрансект позднее (в 1995 году). В качестве составного геотрансекта рассматривается профиль Улан-Удэ – Маньчжурия – Суйфэнхэ [23]. На территории России можно выделить дополнительно составные геотрансекты. Например, Ингода – Ленск – Олгуйдах – Айхал и Джалинда – Алдан – Угун – Муна – Урюнг-Хая. Причем некоторые участки этих геотрансектов уже переинтерпретированы [5, 27]. В Институте тектоники и геофизики ДВО РАН составлен проект по интерпретации и допрофилированию двух геотрансектов: Тында – мыс Невельского – Северный Саха-

лин – Камчатка и Тында – Облучье – Советская Гавань – Южный Сахалин – Южно-Курильск – Камчатка. Материалы выполненных сейсмических исследований по значительной части этих профилей, особенно на акваториях, не опубликованы. В проекте предполагается участие институтов ДВО РАН и ГЕОНА.

На рис. 1 выделены профили ГСЗ, МГСР и МОВЗ. Из профилей МОВЗ рассмотрены только те, на разрезах которых приведены скоростные характеристики: профили Чара – Тында и Джалинда – Алдан – Улу [5,6,7].

В табл. 1, помимо привязки профиля, указано его тектоническое положение, ссылки на публикации, средняя скорость консолидированной коры и средняя мощность земной коры. Для геотрансектов – диапазон средних значений этих параметров.

#### **ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ТИПОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

Существуют различные классификации типов земной коры и даже понятие "коротип" [4]. Большинство классификаций построено на сочетании двух признаков: скорости сейсмических волн и мощности земной коры и ее слоев. Имеются классификации типов коры, где количество признаков увеличивается за счет привлечения геотермических, гравиметрических, геоморфологических и других характеристик, а для определения типов коры используется кластерный анализ многопризнакового пространства. В результате количество типов коры достигает нескольких сотен [26]. Представляет значительный интерес нетрадиционное районирование по типам свойств отраженных от поверхности М волн [17], но это возможно лишь для территорий, обеспеченных такими наблюдениями.

Учитывая разнородность данных глубинных сейсмических исследований во временном диапазоне их проведения (около 30 лет) и требования по минимизации классификационных признаков, высказанных нами выше, для выделения типов земной коры Восточной Азии была привлечена классификация В.В. Белоусова и Н.И. Павленковой [3]. В ней в качестве признаков классификации используются параметры земной коры, не зависящие от типа ее модели: мощность земной коры, средняя скорость сейсмических волн ее консолидированной части и, дополнительно, мощность осадочного чехла.

В результате применения выбранной классификации для анализа сейсмических разрезов на изученной части Восточной Азии, включая Бохайский залив, установлено шесть типов (подтипов, по [3]) континентальной и два переходной земной коры и построена схема типов земной коры этой обширной площади (рис. 2).

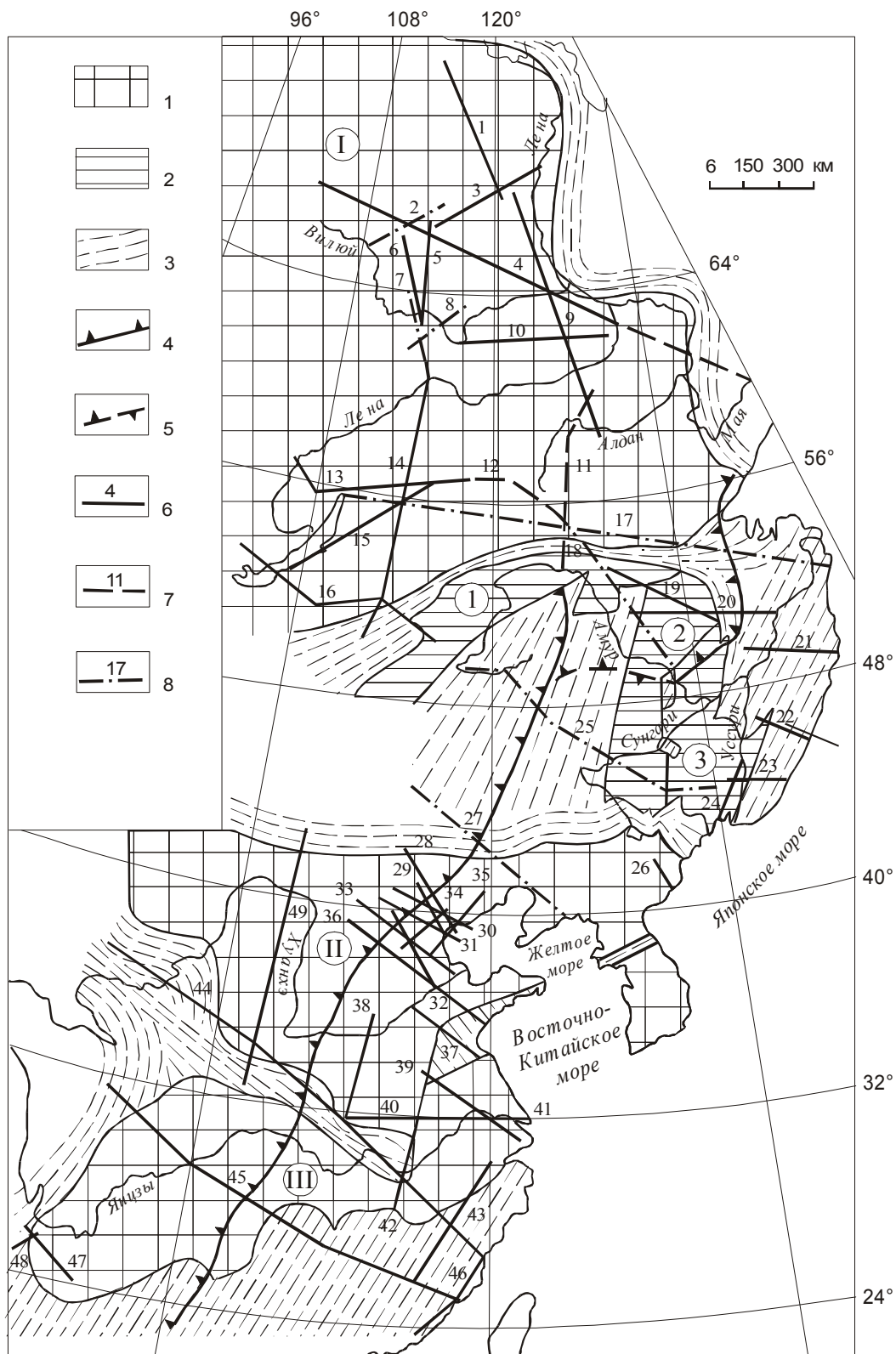


Рис. 1. Схема расположения сейсмических профилей Восточной Азии.

1–3 – Структурные элементы по Л.П. Карсакову [16], Окаи А.Д., Сенгор А.М.С. [49], Рен Жуншун и др. [50, 51]: 1 – древние платформы ( I – Сибирская, II – Сино-Корейская, III – Янцзы; 2 – композитные массивы (цифры в кружках: 1 – Аргуно-Мамынский, 2 – Турано-Чжайгуанцайлинский, 3 – Буреинско-Цзямусы-Ханкайский); 3 – складчатые системы; 4 – пограничная гравитационная ступень (на территории Китая – Дахинган-Тайхан-Улинская); 5 – место разрыва ступени; 6–8 – сейсмические профили: 6 – ГСЗ, 7 – МГСП, 8 – МОВЗ; номер профиля – из таблицы 1.

Таблица 1. Краткая характеристика сейсмических профилей и геотрансектов Восточной Азии.

№ на рисунке 1	Название профиля	Тектоническое положение	Литературный источник	Средняя скорость консолидированной земной коры $\bar{V}_p$ , км/с		Мощность земной коры $H_m$ , км
				5	6	
1	Муна – Урюнг-Хая	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.5	40–45	
2	Маркоко – Муна	Сибирская платформа	Суворов, 1993 [27]	6.5–6.7	45–60	
3	Шологонцы – Джарджан	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.5	38–40	
4	Березово – Усть-Мая, отрезок Котуй – Усть-Мая	Сибирская платформа	Глубинное строение..., 1987 [10]	6.5–6.7	35–50	
5	Мирный – Шологонцы	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.6	41–42	
6	Мирный – Айхал	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.7	50	
7	Олунда – Ленск	Сибирская платформа	Суворов, 1993 [27]	6.5	40–43	
8	Тас-Юрх – Малькай	Сибирская платформа	Суворов, 1993 [27]	6.5	40–45	
9	Угун (Джалинда) – Муна	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.5–6.8	38–48	
10	Жатай – Сунгар	Сибирская платформа	Бабаян и др., 1978 [2]	6.7	47–48	
11	Джалинда – Алдан – Улу	Сибирская платформа, Монголо-Охотская складчатая система (СС)	Булин и др., 1972 [6]	6.5	38–44	
12	Чара – Тында	Сибирская платформа	Булин, 1979 [7]	6.4	40	
13	Усть-Кут – Чара	Сибирская платформа	Недра Байкала, 1981 [20]	6.4	38–43	
14	Ингода – Ленск	Сибирская платформа, Монголо-Охотская СС	Недра Байкала, 1981 [20]	6.4	38–42	
15	Селенга – Муя	Сибирская платформа, Монголо-Охотская СС	Недра Байкала, 1981 [20]	6.4	37–43	
16	Улан-Удэ – Чита – Борзя	Монголо-Охотская СС, Аргунский массив	Сун Юншэн, Крылов и др., 1996 [28]	6.4	38–43	
17	Байкал – мыс Невельского	Сибирская платформа, Монголо-Охотская и Сихотэ-Алинская СС	Егоркин, 2000; Егоров, 2000 [13, 14]	6.4–6.6	35–45	
18	Тында – Амурзет	Сибирская платформа, Монголо-Охотская СС, Аргуно-Мамынский массив, Больше-хинганго- Селемджинская СС	Золотов, Ракигов, 2000 [15]	6.5	38–43	
19	Зая – Буряя	Аргуно-Мамынский, Цзямусы – Буреинский массивы, Большехинганго-Селемджинская СС	Мишенькин и др., 1989 [19]	6.35	34–38	

1	2	3	4	5	6
20	Свободный – Комсомольск	Большехингано-Селемджинская СС, Цзямуьсы-Бурейнский массив, Сихотэ-Алинская СС	Потапов и др., 1979 [24]	6.5–6.4	32–40
21	Литовко – Иннокентьевский	Сихотэ-Алинская СС	Потапов и др., 1979 [24]	6.1–6.3	30–38
22	Бикин – В. Кема	Сихотэ-Алинская СС	Аргентов и др., 1976 [1]	6.3–6.4	30–38
23	Спасск – Зеркальная	Ханкайский массив, Сихотэ-Алинская СС	Аргентов и др., 1976 [1]	6.3–6.4	33–40
24	Зарубино – Кировский	Ханкайский массив	Аргентов и др., 1976 [1]	6.3	30–34
25	Маньжурия – Суифэнхэ	Большехинганская, Гирин-Хэйлунцзянская СС, Цзямуьсы-Бурейнский массив, Больше-Хинганский вулканический пояс (ВП), осадочный бассейн (ОС) Сунляо	Yang Baojin et al, 1996; Сун Юншэн, Крылов и др., 1996 [28, 57]	6.45–6.6	31–40
26	Ким-Чхэк – Паэкту	Сино-Корейская платформа	Geology of Korea, 1996 [38]	6.4–6.6	28–38
27	Дун Учжумцин Ци – Дунгоу	Внутримонгольско-Большехинганская СС, Сино-Корейская платформа	Lu Zaohui, Xia Huarquan, 1992 [47]	6.3–6.4	32–40
28	Байгэчжуан – Чжесланцы	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Jia Shixi, 1986 [45]	6.2–6.4	32–42
29	Тангу – Миюнь	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Yang Deyan, 1982 [44]	6.3	33
30	Лэтин – Чжанцзякоу	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Yang Deyan, 1982 [44]	6.3	33
31	Нинхэ – Чжолу	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Yang Deyan, 1982 [44]	6.2	33
32	Яньшань – Дасин – Янцин	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Yang Deyan, 1982 [44]	6.2	33
33	Фынчжэнь – Датун – Чжанхуа	Сино-Корейская платформа	Сюн Шаобай, 1987 [29]	6.4	29–43
34	Аньто – Цзуньхуа	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Yang Deyan, 1982 [44]	6.3	34
35	Цанчжоу – Кэлациньцзюи	Сино-Корейская платформа	Liu Changquan, Jia Shixi, 1986 [45]	6.2–6.4	32
36	Инсянь – Цзыбо	Сино-Корейская платформа	Геотраверс..., 1991 [9]	6.3–6.4	27–42
37	Сишуй – Ляньюнган	Сино-Корейская и Янцзы платформы	Liu Changquan et al, 1988 [46]	6.3–6.5	29–33

Таблица 1. (Окончание)

№ на рисунке 1	Название профиля	Тектоническое положение	Литературный источник	Средняя скорость консолидированной земной коры $V_p$ , км/с	Мощность земной коры $H_m$ , км
38	Суйсянь – Аньян	Циньлин-Дабэшаньская СС, Сино-Корейская платформа	Hu Hongxiang, Chen Xuebo et al, 1986 [40]	6.45	30–34
39	Линби – Фынсянь (Шанхай)	Сино-Корейская и Янцзы платформы	Zhang Siwei et al, 1988 [58]	6.4–6.45	29–35
40	Суйсянь – Мааньшань	Сино-Корейская и Янцзы платформы, Циньлин-Дабэшаньская СС	Zheng Ye, Teng Jiwen, 1989 [59]	6.3	31–38
41	Мааньшань – Цидун	Сино-Корейская и Янцзы платформы	Сюн Шаобай, 1987 [29]	6.3	28–33
42	Люань – Аньи	Сино-Корейская и Янцзы платформы, Циньлин-Дабэшаньская СС	Dong Shuwen et al, 1998 [32]	6.3–6.4	32–41
43	Ганьчжоу – Ханьчжоу	Южно-Китайская СС	Zhu Liangbao, Song Zhonghe, 1987; Li Songlin, Mooney, 1998 [42, 60]	6.1	32
44	Мэньюань – Ниндэ	Цзянь, Циньлин, Южно-Китайская СС, Сино-Корейская и Янцзы платформы	Wang Chunyong et al, 1995 [54]	6.2–6.4	30–60
45	Хэйшуй – Цюаньчжоу	Сунпань-Ганьцзы, Южно-Китайская СС, платформа Янцзы	Wang Maoji, 1994 [55]	6.2–6.4	30–65
46	Шаньтоу – Фучжоу	Южно-Китайская СС, Восточно-Китайский ВП	Liao Qilin et al, 1988 [43]	6.25–6.3	28–35
47	Эрюань – Юйси (Цзяньчжуань)	СС Саньцзян, платформа Янцзы	Hu Hongxiang, Lu Hanxing et al, 1986 [41]	6.3	38–43
48	Биньчжуань – Луси (Чжэфан)	СС Саньцзян	Hu Hongxiang, Lu Hanxing et al, 1986 [41]	6.4	42–55
49	Синьань – Баотоу – Баянобо	Сино-Корейская платформа, Внутримонгольская Дахинганская СС	Геотраверс Северо-Китайская равнина..., 1991; Li Songlin, Mooney, 1998 [9, 42]	6.35	38–42

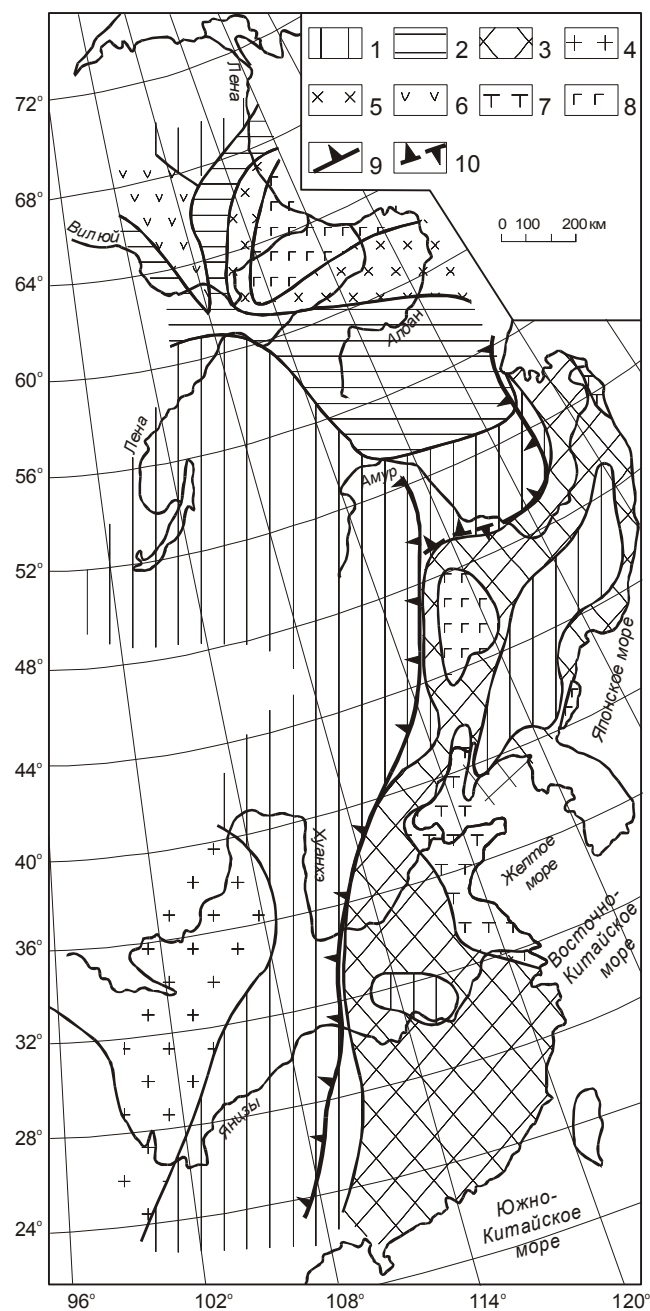
При построении схемы определение типов земной коры осуществлялось в отдельных сечениях сейсмических разрезов и не осреднялось по разрезу в целом. При этом учитывалось положение структурных элементов земной коры относительно сейсмических сечений. Если соответствие между ними устанавливалось, то характеристика типа земной коры относилась к этому тектоническому элементу. В противном случае она была дифференцирована и подлежала дополнительному истолкованию. Указанной процедуре предшествовала увязка пересекающихся профилей по сейсмическим параметрам. Обнаружено расхождение в мощности земной коры между данными МОВЗ, с одной стороны, ГСЗ и МГСР – с другой. В связи с этим все профили МОВЗ, кроме двух (Джалинда – Алдан – Улу и Чара – Тында), не были востребованы. Они не нанесены на рис. 1 и не помещены в табл. 1. На двух указанных профилях расхождение в данных носит характер систематической погрешности, что было учтено введением поправок в значения мощности земной коры и в среднюю скорость.

**ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ТИПОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

По сравнению с опубликованной нами ранее схемой типов земной коры Восточной Азии [18] настоящая схема тщательно откорректирована, дополнена и уточнена. Изменения касаются в первую очередь земной коры осадочных бассейнов. В работе [18] не различалась земная кора осадочных бассейнов от коры окружающих ее толщ. Для некоторых крупных бассейнов это различие существенное. К ним относятся осадочные бассейны с корой переходного типа: Сунляю, Вилюйской синеклизы и Северо-Китайский. Первые два характеризуются высокоскоростной корой, а Северо-Китайский – низкоскоростной. Все три бассейна считаются рифтогенными, но разного возраста: Вилюйская синеклиза – палеозойского, Сунляю – мезозойского, Северо-Китайский – преимущественно кайнозойского.

Второе изменение касается названия типа тонкой континентальной коры. В [18] дано название подтипа этой коры согласно таблицы [3] с параметрами  $H_m=30-35$  км,  $V_{\text{сред}}=6.2-6.3$  км/с, названного высокоскоростным относительно других подтипов этого типа. На рис. 2 этот тип коры показан (в соответствии с параметрами) в качестве тонкой низкоскоростной коры.

Тонкая низкоскоростная континентальная кора широко распространена на окраинах континентов. В исследуемом регионе она охватывает разные тектонические элементы: восточную часть Сино-Корейской и Янцзы платформ, складчатые системы каледонид (Южно-Китайская), герцинид (Гириин-Хэйлунцзянская), мезозой (Сихотэ-Алиньская), окраинно-континентальные мезозойско-кайнозойские вулканогенные пояса (Восточно-Сихотэ-Алиньский, Восточно-Китайский). Композитные докембрийские массивы (микроконтиненты) по типу коры неоднородны. Они характеризуются не только тонкой



**Рис. 2.** Типы земной коры Восточной Азии.

Типы земной коры (1–8): континентальной (1–6): 1 – нормальной мощности (35–40 км) и низкой скорости сейсмических волн (6.4 км/с), 2 – нормальной мощности (35–40 км) и скорости (6.5 км/с), 3 – тонкой (25–35 км) низкой скорости (6.2–6.3 км/с), 4 – толстой (45–60 км) низкой скорости (6.2–6.3 км/с), 5 – толстой (45–60 км) нормальной скорости (6.4–6.5 км/с), 6 – толстой (45–60 км) высокой скорости (6.6–6.7 км/с); переходной (7–8): 7 – низкой скорости (6.3–6.5 км/с), 8 – высокой скорости (6.6–6.7 км/с); 9 – Пограничная гравитационная ступень (включает Дахинган-Тайхан-Улинскую ступень); 10 – место разрыва ступени.

низкоскоростной, но и нормальной по мощности низкоскоростной и частично нормальной по мощности и скорости континентальной корой.

Обширные площади Восточной Азии внутри континента заняты нормальной мощности низкоскоростной корой. Она слагает западные блоки Янцзы, Сино-Корейской платформ, юго-востока Сибирской и фанерозойских складчатых систем региона. Западная граница платформы Янцзы четко фиксируется сменой этого типа коры на толстую низкоскоростную континентальную кору.

Толстой и нормальной мощности континентальной коре принадлежат восточная и северная части Сибирской платформы. На Алдано-Становом щите преобладает нормальной мощности и скорости континентальная кора. В обрамлении Виллюйской синеклизы она сменяется толстой нормальной скорости корой. Для Якутской алмазоносной провинции характерна толстая высокоскоростная континентальная кора, окаймленная корой нормальной мощности.

Анализ пространственного размещения типов земной коры на Востоке Азии показывает, что отсутствует адекватное совпадение контуров их распространения с контурами тектонических элементов региона. Это связано, по-видимому, с геодинамическими перестройками и глубинным преобразованием коры, которые способствуют гомогенизации свойств земной коры на значительных территориях.

Наиболее четкая связь смены типов коры устанавливается с Пограничной и Дахинган-Тайхан-Улинской трансрегиональными гравитационными ступенями. Наблюдается хорошее совпадение этих аномалий с границей между нормальной по мощности и тонкой низкоскоростной корой. К востоку от гравитационных ступеней на преобладающем их протяжении мощность коры сокращается, и уменьшается средняя скорость сейсмических волн. Внутри обширного поля тонкой низкоскоростной коры, отвечающей окраине континента, просматриваются реликты нормальной низкоскоростной коры и коры переходных типов, последние – в крупных осадочных бассейнах.

Новообразованная кора переходного типа отмечается прерывисто вдоль побережья Японского, Желтого и Восточно-Китайского морей. Такая ситуация свидетельствует, по-видимому, в пользу постаккреционного формирования основного блока тонкой низкоскоростной континентальной коры на окраине континента в результате взаимодействия тихоокеанских плит с континентом. Результатом этого взаимодействия является значительное редуцирование древней коры, особенно показательное в хорошо изученном восточном блоке Сино-Корейской платформы. В пользу этого свидетельствует не только сокращение мощности

земной коры, но и понижение ее средней скорости за счет деструкции низов коры.

В Северо-Китайском осадочном бассейне, по-видимому, существуют в генетическом отношении два вида переходной коры: более древняя реликтовая и новообразованная кайнозойская.

Рассмотрение типов земной коры Восточной Азии показывает, что на их формирование оказали большое влияние наложенные глубинные процессы, связанные с активной геодинамикой на большей части ее территории и на сопредельных площадях.

Среди типов земной коры наиболее стабильной геодинамической обстановке отвечает нормальная по скорости толстая и нормальной мощности континентальная кора, распространенная практически целиком на Сибирской платформе. В ее пределах аномальным геодинамическим ситуациям соответствует земная кора Якутской алмазоносной провинции (тип толстой высокоскоростной коры) и Виллюйской синеклизы (тип переходной высокоскоростной коры).

Сравнительно мало, но все-таки изменена нормальной мощности низкоскоростная континентальная кора, охватывающая большую часть Восточной Азии. На Сибирской платформе этот тип коры представлен в Забайкалье, достаточно активном в геодинамическом отношении регионе.

Следующим после низкоскоростной нормальной мощности континентальной коры по степени ее трансформации является низкоскоростная тонкая континентальная кора. Этот тип коры, как было показано выше, слагает обширные площади на окраинах континента и ограничен на западе Пограничной гравитационной ступенью. Преобразование земной коры сопровождается ее редуцированием.

Типы переходной коры, по-видимому, относятся к еще более преобразованной коре (мантийные плюмы, мантийный диапиризм, структуры типа «slab-window» и др.). Они преимущественно локализованы в региональных осадочных бассейнах (Виллюйская синеклиза, Сунляо, Северо-Китайский бассейн).

Сложнее определить место в этом ряду толстой низкоскоростной континентальной коры. Она распространена к западу от платформы Янцзы в ее фанерозойском складчатом окружении. Еще западнее находятся Гималаи и Тибет с мощной континентальной корой в области взаимодействия Индийской и Евразийской плит с преобладанием широкомащштабных субдукционных и коллизионных процессов.

Количественная оценка распределения типов земной коры на изученной территории Восточной Азии по ее структурным элементам представлена в табл. 2. Оценка распространенности типов коры осуществлялась по количеству сейсмических профилей, пересекающих



структурный элемент с определенным типом коры. Несмотря на некоторую условность такой оценки, зависящей от равномерности изученности региона, она в целом качественно отражает реальную ситуацию. Это подтверждается сопоставимостью с данными расчетов по площадям, с изученными типами коры. В табл. 2 по строчкам показано распределение конкретного типа коры по ее структурным элементам, а по столбцам – соотношение типов коры в пределах данного структурного элемента.

Из табл. 2 следует, что континентальная кора разной мощности и средней скорости ее консолидированной части, кроме толстой низкоскоростной, превалирует на древних платформах. Последняя установлена только на юго-западе региона в фанерозойских складчатых системах разного возраста (Саньцзян, Сунпань-Ганьцзы, Циньлин, Цилян). Переходная кора слагает преимущественно крупные рифтогенные впадины возрастного диапазона палеозой – кайнозой. Толстая высокоскоростная кора наблюдается только в Якутской алмазоносной провинции.

Среди древних платформ выделяются блоки тонкой низкоскоростной коры, слагающие восточные части Сино-Корейской и Янцзы параплатформ. Нормальная по скорости кора установлена только на Сибирской плат-

форме, а нормальной мощности низкоскоростная кора присутствует как на Сибирской, так и на китайских платформах.

Древние массивы – микроконтиненты – сложены нормальной мощности и тонкой низкоскоростной корой, а в Аргуно-Мамыньском массиве имеются участки коры нормальной мощности и скорости.

В мезозойских и герцинских складчатых системах преобладает нормальной мощности низкоскоростная континентальная кора, а в каледонских – тонкая низкоскоростная.

Широкий диапазон типов коры наблюдается в рифтогенных впадинах, но за счет обилия наложенных структур преимущество имеет низкоскоростная переходная и континентальная тонкая кора. В наложенных вулканогенных поясах превалирует тонкая низкоскоростная кора, характерная для окраинно-континентальных структур.

Сопоставление с мировыми данными, систематизированными Н.Кристенсенем и В.Мунеем [31], показывает, что средневзвешенные значения мощности континентальной коры и средней скорости, соответственно, 41 км и 6,45 км/с, близки к коре нормальной мощности и скорости ( $H_m$  – до 40 км,  $V_p$  – 6,45 км/с). Следовательно, мы не ошиблись, выбрав в качестве исходной коры этот ее

Таблица 2. Типы земной коры тектонических элементов Восточной Азии.

Элемент Тип коры	древние платформы		микроконтиненты		складчатые системы						рифты, впадины		вулканогенные пояса		
					Mz		Pz <sub>2</sub>		Pz <sub>1</sub>						
<b>континентальная</b>															
нормальной мощности низкоскоростная	15	30/25	6	12/50	13	24/48	9	18/70	1	2/12	4	8/16	3	6/17	
нормальной мощности и скорости	9	36/15	3	12/25	4	16/14	3	12/23	-	-	3	12/12	3	12/17	
тонкая низкоскоростная	16	34/27	3	6/25	5	10/19	1	4/7	6	13/76	6	13/21	10	20/60	
толстая низкоскоростная	1	15/2	-	-	5	70/19	-	-	1	15/12	-	-	-	-	
толстая нормальной скорости	3	100/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
толстая высокоскоростная	5	100/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>переходная</b>															
высокоскоростная	4	50/7	-	-	-	-	-	-	-	-	4	50/16	-	-	
низкоскоростная	6	38/10	-	-	-	-	-	-	-	-	9	56/35	1	6/6	

Примечание. Первое число – количество разрезов; второе число – дробь, в числителе которой указано распределение данного типа коры по тектоническим элементам (строкам), в знаменателе – характеристика данного тектонического элемента по типам коры (столбцам), в %.

тип. То, что в регионе наибольшую площадь занимает низкоскоростная кора нормальной и пониженной мощности, объясняется повышенной геодинамической активностью этой территории Восточной Азии и влиянием тихоокеанских плит.

Значительно большие расхождения этих характеристик, особенно мощности земной коры, с мировыми данными наблюдаются у основных структурных элементов земной коры: складчатых систем, древних платформ, вулканических поясов, рифтовых систем (табл. 3). Так, средневзвешенная мощность земной коры древних платформ, вулканогенных поясов, рифтогенных структур Восточной Азии меньше на 4 км, а складчатых систем – даже на 8 км, по сравнению с мировыми данными для аналогичных структур [31]. Более выровнены значения средневзвешенных средних скоростей земной коры большинства тектонических элементов, кроме вулканогенных поясов (островных дуг) и рифтогенных структур. Они ниже мировых для вулканогенных поясов и выше – для рифтогенных осадочных бассейнов Восточной Азии. Эти различия свидетельствуют о значительных преобразованиях земной коры, включая редуцирование, на преобладающей территории Восточной Азии, особенно на ее континентальных окраинах.

#### СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ И ВОПРОСЫ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Недостаточная информативность карт типов земной коры для изучения связей поверхностных и глубинных структур и прогнозирования эндогенных факторов природных явлений и минерализации может быть дополнена изучением глубинных разрезов земной коры. В качестве структурно-вещественных признаков для исследования могут быть привлечены: тип модели земной коры, наличие волноводов и высокоскоростных слоев коры, присутствие в ней диапиров и иных структурных форм.

**Таблица 3. Сравнительная характеристика параметров земной коры тектонических элементов Восточной Азии с мировыми по [31].**

Средние параметры земной коры	Тектонические элементы							
	Складчатые системы		Щиты и древние платформы		Вулканогенные пояса		Рифтогенные структуры	
	Восточной Азии	Мира	Восточной Азии	Мира	Восточной Азии	Мира	Восточной Азии	Мира
Мощность земной коры, $H_m$ (км)	38.4	46.3	37.4	41.5	34.1	38.7	32.5	36.9
Средняя скорость в консолидированной коре, $\bar{V}_p$ , (км/с)	6.34	6.39	6.43	6.42	6.33	6.44	6.42	6.36

Из-за невозможности рассмотрения всех вопросов в одной статье остановимся кратко на характеристике расслоенности коры и характере распределения высокоскоростных слоев в низах коры в регионе. Эти вопросы подробно описаны в мировой литературе, но почти не затрагивают территорию Восточной Азии. Для их изучения важно наличие сейсмических наблюдений высокого качества (ОГТ, МГСП). Из-за ограниченности таких данных удалось выбрать не более 25 разрезов ГСЗ для изучения расслоенности земной коры, из них шесть МГСП и два ОГТ.

При анализе расслоенности коры на разрезах ГСЗ и МГСП учитывался характер ее проявления: количество границ, наличие скоростных и структурных неоднородностей, положение в разрезе, соответствие тектоническим элементам. Рассмотрена расслоенность земной коры в целом, нижней, средней и верхней частей ее разреза, в зависимости от типов сейсмических моделей. Наибольшей расслоенностью характеризуется нижняя кора: 46% разрезов с расслоенной только нижней корой и 96% – в сочетании с другими частями разреза. Средняя кора в таком сочетании – 38%, верхняя кора – 33%. Следовательно, нижняя кора Восточной Азии имеет повышенную расслоенность практически во всех сейсмических разрезах выборки, на втором месте – разрезы средней коры, на третьем – верхней.

Слои с пониженной скоростью сейсмических волн установлены в нижней и средней коре, реже – в верхней, с повышенной и пониженной скоростью – в подошве земной коры. Тектоническое положение участков земной коры с повышенной расслоенностью указывает на их преимущественную локализацию в геодинамически активных структурных элементах: мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадинах и вулканогенных поясах, активизированных частях древних платформ и микроконтинентов.

Слои с повышенной скоростью сейсмических волн (более 7,0 км/с) в подошве земной коры региона наблюдаются в разрезах древних платформ (Сибирская, Янцзы), композитных массивов – микроконтинентов (Туранский, Мамынский блоки), палеозойских складчатых систем северо-западного (Внутреннемонгольско-Дахинганский) и юго-западного (Цзянь) обрамления Сино-Корейской платформы и мезозойских (Сунпань-Ганьцзы, Саньцзян) – западного обрамления платформы Янцзы, рифтогенных впадин (Амуро-Зейская, Вилюйская). Специфично проявление высокоскоростного слоя в подошве коры Восточно-Китайского мезозойского вулканогенного пояса. Он фиксируется на профиле Шаньтоу – Цюаньчжоу – Фучжоу, расположенном вдоль пояса, и отсутствует в разрезах профилей, поперечных к поясу, что свидетельствует о резкой скоростной анизотропии низов земной коры вулканогенного пояса.

Большое внимание в литературе уделено объяснению природы высокоскоростных слоев в нижней коре древних платформ. Л.В. Витте [8] считает, что сейсмический слой со скоростями продольных волн более 7,0 км/с является новообразованным и располагается на окраине древних континентов. Н.И. Павленкова [21-23] объясняет утолщение земной коры платформ ее приростом снизу за счет материала верхней мантии. При этом петрология слоев со скоростью волн 7,1–7,3 км/с связывается с гранулитами и эклогитами, а слоев со скоростью 7,4–7,6 км/с – с базитами и ультрабазитами мантии. Причина отсутствия таких слоев в земной коре, по [21-23], относится к процессам деструкции низов коры при тектоно-магматической активизации. В обобщениях мировых данных по древним платформам [31,33–37, 48] предпочтение в формировании высокоскоростного слоя в основании коры отдается механизму андерплейтинга (магматического, континентального). При этом считается [35], что архейская кора тоньше протерозойской и в ее основании отсутствует высокоскоростной слой, присущий протерозойской коре. Литосферная мантия под архейскими толщами обогащена Mg и истощена Fe, тепловой поток низкий, а мощность литосферы больше, чем у постархейских платформ.

На территории Восточной Азии указанные особенности в целом соблюдаются на юго-востоке Сибирской платформы и в северо-западной части платформы Янцзы. Высокоскоростной слой установлен в основании земной коры в центральной и восточной частях Станового мегаблока (7,2–7,4 км/с) Алдано-Станового щита и под впадиной Сычуань (7,2–7,6 км/с) на северо-западной окраине платформы Янцзы. Интересно отметить, что в Становом мегаблоке широко распространены мезозойские гранитоиды, а их состав свидетельствует о возможном переплавлении докембрийской коры. Возникает

вопрос о возрасте пород, слагающих высокоскоростной нижнекоревой слой. Не исключено, что вероятный магматический андерплейтинг имеет здесь мезозойскую датировку. Согласно [37], районы, характеризующиеся сменой типа взаимодействия плит с конвергентного на трансформный, благоприятны для корового андерплейтинга. К таким районам относятся юго-восток Сибирской платформы, запад и северо-запад платформы Янцзы, северо-восточная окраина Буреинско-Ханкайского композитного массива. Под ними установлены высокоскоростные слои в подошве земной коры. На Сибирской платформе высокоскоростные нижнекоревые слои выделяются не только на ее окраине, но и внутри платформы. Механизм их формирования не выяснен, скорее всего он не связан с андерплейтингом.

Существование высокоскоростных слоев в основании земной коры рифтогенных впадин и складчатых систем, расположенных на окраине древних континентов, может быть объяснено с позиций модели андерплейтинга. Примером такой интерпретации в литературе может служить рифтогенная структура континентальной окраины Хэттон Бэнк на северо-западе Англии [56].

Большое внимание к модели андерплейтинга в данной работе не означает, что только эта модель пригодна для истолкования природы высокоскоростных слоев в низах коры. Ее трудно использовать для внутриплатформенных, внутриплитных ситуаций. Да и сама модель андерплейтинга трактуется неоднозначно. Хочется подчеркнуть другое: наряду с поступлением мантийного вещества в земную кору по вертикальным каналам, существуют значительные горизонтальные перемещения этого вещества в расслоенной нижней коре, особенно на окраине континентов. В этом отношении интересно проследить распределение слоев с повышенной скоростью сейсмических волн на профиле Хэйшуй – Цюаньчжоу [55]. По направлению с северо-запада на юго-восток профиль пересекает мезозойскую складчатую систему Сунпань-Ганьцзы (высокоскоростной горизонт в подошве коры присутствует); параплатформу Янцзы, сначала впадину Сычуань (горизонт присутствует), затем поднятие Цзяннань до Пограничной гравитационной ступени (его нет), восточнее ступени (он появляется, но  $V_p < 7,0$  км/с); Южно-Китайскую каледонскую систему (горизонт отсутствует). В Южно-Китайской складчатой системе различными авторами [39,52,53] предлагались докаледонские, каледонские и мезозойские коллизийные модели. Такое поведение высокоскоростного горизонта в низах коры трудно объяснить иначе, как горизонтальными движениями масс.

Возможности геодинамических построений по сейсмическим разрезам земной коры безусловно не исчерпываются изучением нижней коры. В качестве ус-

пешного рассмотрения строения и геодинамики верхней, средней и нижней коры, их взаимодействия с движением литосферных плит и связи с мантийной конвекцией можно считать статью Ю.К. Щукина с соавторами [30], посвященную изучению сейсмического разреза района Спитакского землетрясения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование типов земной коры Восточной Азии позволило установить следующие особенности в строении и эволюции земной коры этого обширного региона:

1. Возможность существования эволюционного ряда типов земной коры от нормальной и повышенной мощности и нормальной сейсмической скорости континентальной коры через кору нормальной мощности и пониженной скорости к коре тонкой пониженной скорости на окраине континента или толстой коре пониженной скорости в направлении Тибет-Гималайского региона, а затем к переходным типам коры.

2. Наличие аномальных осредненных характеристик структурных элементов земной коры по сравнению с мировыми данными и, как правило, отсутствие конформности их контуров контурам типов земной коры, указывающих на сложность геодинамических обстановок с переработкой больших объемов земной коры в регионе.

3. Применимость сейсмических разрезов земной коры для изучения проблем геодинамики региона, несмотря на неоднородность их качества.

4. Необходимость дальнейшего сопоставления результатов районирования по типам земной коры с районированием подкорковой литосферы, литосферы в целом и астеносферы.

5. Целесообразность использования типов земной коры для прогнозирования эндогенной минерализации, особенно при размещении рудных объектов в зонах экзо- и эндоконтактов блоков земной коры, и определения перспектив нефтегазоносности, алмазносности и рудоносности территорий.

### ЛИТЕРАТУРА

- Аргентов В.В., Гнибиденко Г.С., Попов А.А., Потапьев С.В. Глубинное строение Приморья (по данным ГСЗ). М.: Наука, 1976. 90 с.
- Бабаян Г.Д., Мокшанцев К.Б., Уаров В.Ф. Земная кора восточной части Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1978. 55 с.
- Белоусов В.В., Павленкова Н.И. Типы земной коры // Геотектоника. 1985. №1. С. 3–14
- Берлянд Н.Г. Карта глубинного строения земной коры Урала. 11000000. Объяснительная записка. СПб.: Роскомнедра, ВСЕГЕИ, 1993. 121 с.
- Борукаев Т.Б., Булин Н.К., Виноградова Н.П., Косыгин Ю.А., Мальшев Ю.Ф., Смыслов А.А., Черкасов Р.Ф. Алданская сверхглубокая скважина: проблема места заложения // Тихоокеан. геология. 1990. №1. С. 36–54.
- Булин Н.К., Афанасьева Н.А., Проняева Е.А., Эрглис Е.И. Глубинный разрез юго-востока Сибирской платформы и ее складчатого обрамления по сейсмологическим данным // Сов. геология. 1972. №10. С. 134–140.
- Булин Н.К. Глубинный разрез западной части трассы БАМ (Усть-Кут – Тында) // Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер. 1979. Т. 303. С. 68–75.
- Витте Л.В. Типы континентальной земной коры и история их развития. Новосибирск: Наука, 1983. 182 с.
- Геотраверс Северо-Китайская равнина – Филиппинское море – Марианский желоб. М.: Наука, 1991. 152 с.
- Глубинное строение слабосейсмичных регионов СССР. М.: Наука, 1987. 238 с.
- Глубинное строение территории СССР. М.: Наука, 1991. 224 с.
- Добрецов Н.Л. Мантийные суперплюмы как причина главной геологической периодичности и глобальных перестроек // Докл. РАН. 1997. Т. 357, №6. С. 797–800.
- Егоркин А.В. Глубинные сейсмические исследования с трехкомпонентной регистрацией почвы // Физика Земли. 1999. №7–8. С. 44–64.
- Егоров А.С., Гурьев Г.А., Зотова И.Ф., Кириков Д.А., Мовчан И.Б., Чистяков Д.Н. Геолого-геофизическая и геодинамическая модели литосферы по линии геотраверса Рубцовск – мыс Невельского // Региональная геология и металлогения. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. № 10. С. 143–151.
- Золотов Е.Е., Ракитов В.А. Структура литосферы Примурья по данным МОВЗ – ГСЗ // Там же. С. 236 – 240.
- Карсаков Л.П. Раннедокембрийские комплексы в структуре Восточной Азии: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. Хабаровск, 1995. 88 с.
- Кунин Н.Я., Шейх-Заде Э.Р. Исследование литосферы докритическими отраженными волнами. М.: Наука, 1993. 224 с.
- Мальшев Ю.Ф. Типы земной коры Востока Азии // Закономерности строения и эволюция геосфер: Материалы V симпозиума. Владивосток: ДВО РАН, 2000. С. 18–22.
- Мишенькин Б.П., Колмаков Е.А., Мишенькина З.Р. и др. Результаты глубинного сейсмического зондирования на востоке трассы БАМ // Тихоокеан. геология. 1989. № 3. С. 89–94.
- Недра Байкала по сейсмическим данным. Новосибирск: Наука, 1981. 105 с.
- Павленкова Н.И. Развитие представлений о сейсмических моделях земной коры // Геофизика. 1996. №4. С. 11–19.
- Павленкова Н.И. Эндогенные режимы и плитовая тектоника // Проблемы эволюции тектоносферы. М.: ОИФЗ РАН, 1997. С. 371–387.
- Павленкова Н.И. Сейсмические модели земной коры и верхней мантии и их геологическая интерпретация // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты. М.: ГЕОС, 1998. Т. II. С. 72–75.
- Потапьев С.В., Спирина Е.С., Мараханов В.И., Петров А.В. Результаты глубинного сейсмозондирования в Хабаровском крае // Сов. геология. 1979. №3. С. 84–97.
- Пушаровский Ю.М. Геологическое выражение нелинейных геофизических процессов // Геотектоника. 1998.

- №1. С. 3–14.
26. Рейснер Г.И. Типизация земной коры и современные эндогенные режимы Охотии // Проблемы эволюции тектоносферы. М.: ОИФЗ РАН, 1997. С. 62–83.
  27. Суворов В.Д. Глубинные сейсмические исследования в Якутской кимберлитовой провинции. Новосибирск: Наука, 1993. 136 с.
  28. Сун Юншэн, Крылов С.В., Ян Баоцзюнь и др. Глубинное сейсмическое зондирование литосферы на международном трансекте Байкал – Северо-Восточный Китай // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, №2. С. 3–15.
  29. Сюн Шаобай. Структура земной коры и верхней мантии восточной окраины китайского континента // 1-й Советско-Китайский симпозиум, г. Находка, 1987 г. «Геология, геофизика, геохимия и металлогения зон перехода от Азиатского континента к Тихому океану». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 64. (Тез. и докл, 6 с., 12 рис.)
  30. Щукин Ю.К., Астахов К.П., Белов А.А., Кадулин И.Н., Ивановская Л.В. Геолого-геофизические условия в очаговой зоне Спитакского землетрясения (к 10-летию трагедии) // Геофизика. 1998. №5. С. 54–66.
  31. Christensen N.J., Mooney W.D. Seismic velocity structure and composition of the continental crust: A global view // Journal of Geophysical Research. 1995. V. 100, N B7. P. 9761–9788.
  32. Dong Shuwen, Wu Xuan, Gao Rui et al./ On the crust velocity levels and dynamics of the Dabieshan orogenic belt // Acta geophysica Sinica. 1998. V. 41, N 3. P. 349–361.
  33. Drummond B.J., Collins C.D.N. Seismic evidence for the underplating of the lower continental crust of Australia // Earth Planetary Science Letters. 1986. V. 79. P. 361–372.
  34. Durrheim R.J., Mooney W.D. Archean and Proterozoic crustal evolution: evidence from crustal seismology // Geology. 1991. V. 9. P. 606–609.
  35. Durrheim R.J., Mooney W.D. Evolution of the Precambrian lithosphere: seismological and geochemical constraints // Journal of Geophysical Research. 1994. V. 99, N B8. P. 15259–15374.
  36. Fife W.S. Archean tectonics // Nature. 1974. V. 249. P. 338.
  37. Furlong K.P., Fountain D.M. Continental crustal underplating: thermal considerations and seismic-petrologic consequences // Journal of Geophysical research. 1986. V.91, N B8. P. 8285–8264.
  38. Geology of Korea. Pyongyang, 1996. 469 p.
  39. Hsu K.J., Sun Shu, Li Jiliang et al. Mesozoic overthrust tectonics of the South China // Geology. 1988. V. 16, N 5. P. 418–421.
  40. Hu Hongxiang, Chen Xuebo, Zhang Bixin et al. On the interpretation of the DSS data of Suixian-Anyang profile in Central China // Acta seismologica Sinica. 1986. V. 8, N1. P. 37–49.
  41. Hu Hongxiang, Lu Hanxing, Wang Chunyong/ Explosion investigation of the crustal structure in western Yunnan province // Acta geologica Sinica. 1986. V. 29, N2. P. 133–144.
  42. Li Songlin, Mooney W.D. Crustal structure of China from deep seismic sounding profiles // Tectonophysics. 1998. V. 288. P. 105–113.
  43. Liao Qilin, Wang Zhenming, Wang Pinglu et al. Explosion seismic study of the crustal structure in Fuzhou – Quanzhou – Shantou region // Acta geophysica Sinica. 1988. V. 31, N 3. P. 270–280.
  44. Liu Changquan, Yang Deyan. A preliminary survey on the crustal velocity structure beneath the Beijing – Tianjin region and its environs // Acta seismologica Sinica. 1982. V. 4, N 3. P. 217–226.
  45. Liu Changquan, Jia Shixu. Structural property of the crust and the upper mantle in the Tangshan earthquake region // Acta seismologica Sinica. 1986. V. 8, N 1. P. 1–22.
  46. Liu Changquan, Liu Guangxia, Du Guanheng. Seismic refraction in the prediction of mineral occurrences on the basis of crustal tectonic features on the middle segment of the Tanshan – Liujiang paleorift valley // An overview of exploration geophysics in China – 1988. Tulsa: Society of exploration geophysists, 1988. P. 147–159.
  47. Lu Zaoxun, Xia Huaikuan. Global geoscience transect 13 Dong Ujimqin, Nei Mongol to Donggou, Liaoning, China. 1992. 26 p.
  48. Nelson K.D. A unified view of craton evolution motivated by recent deep seismic reflection and refraction results // Geophysical Journal International. 1991. V. 105, N 1. P. 25–35.
  49. Okay A.J., Sengor A.M.C. Tectonics of an ultrahigh-pressure metamorphic terrane: the Dabie Shan – Tongbai Shan Orogen, China // Tectonics. 1993. V. 6. P. 1320–1334.
  50. Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, Qin Deyu. Geotectonic evolution of China. Science press. Springer Verlag, 1987. 203 p.
  51. Ren Jishun, Chen Tingui. Tectonic evolution of the continental lithosphere in eastern China and adjacent areas // Journal of Southeast Asian Earth Sciences. 1989. V.3, N 1–4. P. 17–27.
  52. Shi Yangshen, Yang Shufeng, Guo Lingshi et al. Crustal genesis and plate tectonics // Tectonophysics. 1991. V. 187, N 1–3. P. 277–284.
  53. Shui Tao. Tectonic framework of continental basement of South-East China // Scientia Sinica. 1988. Ser. B. V. XXXI, N 7. P. 85–826.
  54. Wang Chunyong, Lin Zhongyang, Chen Xuebo. Comprehensive study of geophysics on geoscience transect from Menyuan, Qinghai province, to Ningde, Fujian province, China // Acta geophysica Sinica. 1995. V. 38, N 5. P. 590–598.
  55. Wang Maoji. Gravity and magnetic interpretation of Heishui – Quanzhou geoscience transect // Acta geophysica Sinica. 1994. V. 37, N 3. P. 321–329.
  56. White R.S., Westbrook G.K., Bowen A.N. et al. Hatton bank (northwest U.K.) continental margin structure // Geophys. Journal Royal Astr. Society. 1987. V. 89. P. 265–272.
  57. Yang Baojin, Mu Shimin, Jin Xu, Liu Cai. Synthesized study on the geophysics of Manzhouli – Suifenhe geoscience transect, China // Acta geophysica Sinica. 1996. V. 39, N 6. P. 772–782.
  58. Zhang Siwei, Zhang Souxi, Tang Rongyu et al. Interpretation of the Fuliji – Fengxian DSS profile in Xiayangzu region // Acta geophysica Sinica. 1988. V. 31, N 6. P. 637–648.
  59. Zheng Ye, Teng Jiwen. The structure of the crust and upper mantle in the Shuixian – Maashan zone and characteristics of the south part of the Tan-Lu tectonic belt //

- Acta geophysica Sinica. 1989. V. 32, N 6. P. 648–658.
60. Zhu Liangbao, Song Zhonghe. Reinterpretation of the data from the NE survey line of Yongping explosion // Acta geophysica Sinica. 1987. V. 30, N 2. P. 169–177.

*Поступила в редакцию 1 августа 2001 г.*

*Рекомендована к печати Н.П. Романовским*

***Yu. F. Malyshev***

### **Types of the earth's crust in East Asia, and their geological interpretation**

A scheme is constructed showing types of the earth's crust in East Asia from the data of 49 regional and transregional seismic profiles (geotranssects). There have been distinguished 6 types of the continental crust and 2 types of the transitional crust. As a result, the following has been established: 1. Evolutionary series of types of the crust from normal and high thickness and normal seismic velocity of the continental crust through that with the normal thickness and low velocity inside the continent to the thin crust with low velocity, and then to the transitional types of the crust at its Pacific margin. 2. Anomalous characteristics of tectonic elements of the crust as compared to the world data. 3. Contrasting parameters of the relict and newly formed crust in the major sedimentary basins (the Vilyui Syncline, Songliao, the North China one) and in the Yakutia diamond-bearing province. This indicates a transformation of large volumes of the continental crust affected by the Pacific plates.