

О глубинной структуре земной коры района острова Ольхон по гипоцентрам землетрясений

П. Г. Дядьков^{1,2}, М. П. Козлова^{1,3}, А. В. Михеева¹, Н. А. Гилева⁴*

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН г. Новосибирск, Российская Федерация

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

³Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск, Российская Федерация

⁴Байкальский филиал ФИЦ Единая геофизическая служба РАН, г. Иркутск, Российская Федерация

* e-mail: DyadkovPG@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В районе острова Ольхон на основе анализа распределения сейсмичности выделена асейсмичная структура, которая ассоциируется с центральной частью комплекса Шибарта, сложенного метаморфическими породами. Наблюдается эффект погружения сейсмоактивного слоя под остров Ольхон, а к центру Байкальской впадины происходит его подъем.

Ключевые слова: асейсмичная структура, остров Ольхон, оз. Байкал

About the Deep Earth's Crust Structure by Earthquake Hypocenters in the Region of Olkhon Island

P. G. Dyadkov^{1,2}, M. P. Kozlova^{1,3}, A. V. Mikheeva¹, N. A. Gileva⁴*

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

³Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Russian Federation

⁴Baikal Branch of Federal Research Center, Geophysical Survey of RAS, Irkutsk, Russian Federation

* e-mail: DyadkovPG@ipgg.sbras.ru

Abstract. The aseismic structure identified by the analysis of seismicity in the region of Olkhon Island which is associated with the central part of the Shebart complex, composed of metamorphic rocks. The effect of subsidence of the seismically active layer under Olkhon Island is observed, and it rises to the center of the Baikal depression.

Keywords: aseismic structure, Olkhon Island, Lake Baikal

Введение

Побережье Байкала и остров Ольхон, которые разделены проливами Малое Море и Ольхонские Ворота, довольно подробно изучены геологами, петрологами, минералогами, геоморфологами, сейсмологами [1-10]. Этот регион представляет особый интерес, т.к. имеет сложное геологическое и тектоническое строение: на его площади сосредоточено большое разнообразие структур и пород, генезис и возраст которых постоянно уточняется. В настоящее время гео-

логи полагают, что Ольхонский террейн представляет собой коллаж субтеррейнов, микротеррейнов и тектонических пластин, сформированный в процессах фронтальной и косой коллизии структур Палеоазиатского океана с Сибирским кратоном [2]. Однако, из-за сложности строения и неоднократных тектонических перестроек остается много нерешенных геологических и геодинамических проблем [5]. Сейсмичность региона довольно подробно изучена, на её основе выделены и описаны сейсмоактивные структуры, блоки и разломы [6, 7]. Цель работы – изучение асейсмичной структуры, выделенной в районе о. Ольхон на основе анализа расположения гипоцентров землетрясений. Ранее нами были выделены две асейсмичные структуры на юго-западном окончании озера Байкал [14,15] и Зареченская структура, расположенная на юго-восточном побережье Байкала [16]. Показано, что эти структуры хорошо выражены на картах аномального магнитного поля.

Методы и материалы

В ходе работы использовались уточненные каталоги, предоставленные БФ ГС РАН [7]. Для получения результатов выполнялся анализ погрешности определения глубин, который показал лучшие результаты начиная с 1989 г. Представленные на рисунках 1 и 2 данные о распределении гипоцентров включают 1838 событий с магнитудой 2 и более, произошедших в 1968-2018 гг. Из них 90 % событий (N=1636) приходятся на период 1989 – 2018 гг. Анализ сейсмичности проводился на разработанном в ИНГГ СО РАН пакете EEDB.

Результаты

В результате анализа пространственного распределения сейсмичности выделена асейсмичная структура в западной части острова Ольхон (рис. 1). Согласно геологической карте [9] на поверхность выходят породы Ольхонского супертеррейна, представленного коллажем пластин террейнов Нутгей и Тутай, составленные раннепалеозойским метаморфическим комплексом Шебарта. Состав пород: гнейсы и мигматиты, гранито-гнейсы, линзы и горизонты амфиболитов.

Обсуждение

Выделенное асейсмичное тело (рис.1 а, б) достигает нижней границы сейсмичности региона. Со стороны северного окончания Малого моря граница асейсмичной структуры полого падает, достигая глубины 20-25 км (рис. 1 а). На юго-западе, в районе пролива Ольхонские ворота, граница асейсмичного тела субвертикальна. Со стороны центральной котловины оз. Байкал происходит погружение границы асейсмической структуры под остров Ольхон (рис. 1 б). На глубине около 20 км вертикальная проекция окончания сейсмически активной границы приблизительно совпадает с Главной сдвиговой зоной субвертикального тектонического потока в Ольхонском супертеррейне вдоль его границы с Сибирским кратоном [9].

Выделенная асейсмичная структура находится в центре метаморфического комплекса Шебарта. На юго-западе целостность комплекса существенно нару-

шена разломообразованием, включением пород другого состава и возраста, что отражается на сейсмичности этой области – на глубине 15-30 км фиксируются сейсмические события (рис. 1 а). В геодинамическом отношении выделенная структура совпадает с кембрийским задуговым бассейном микроконтинента [13].

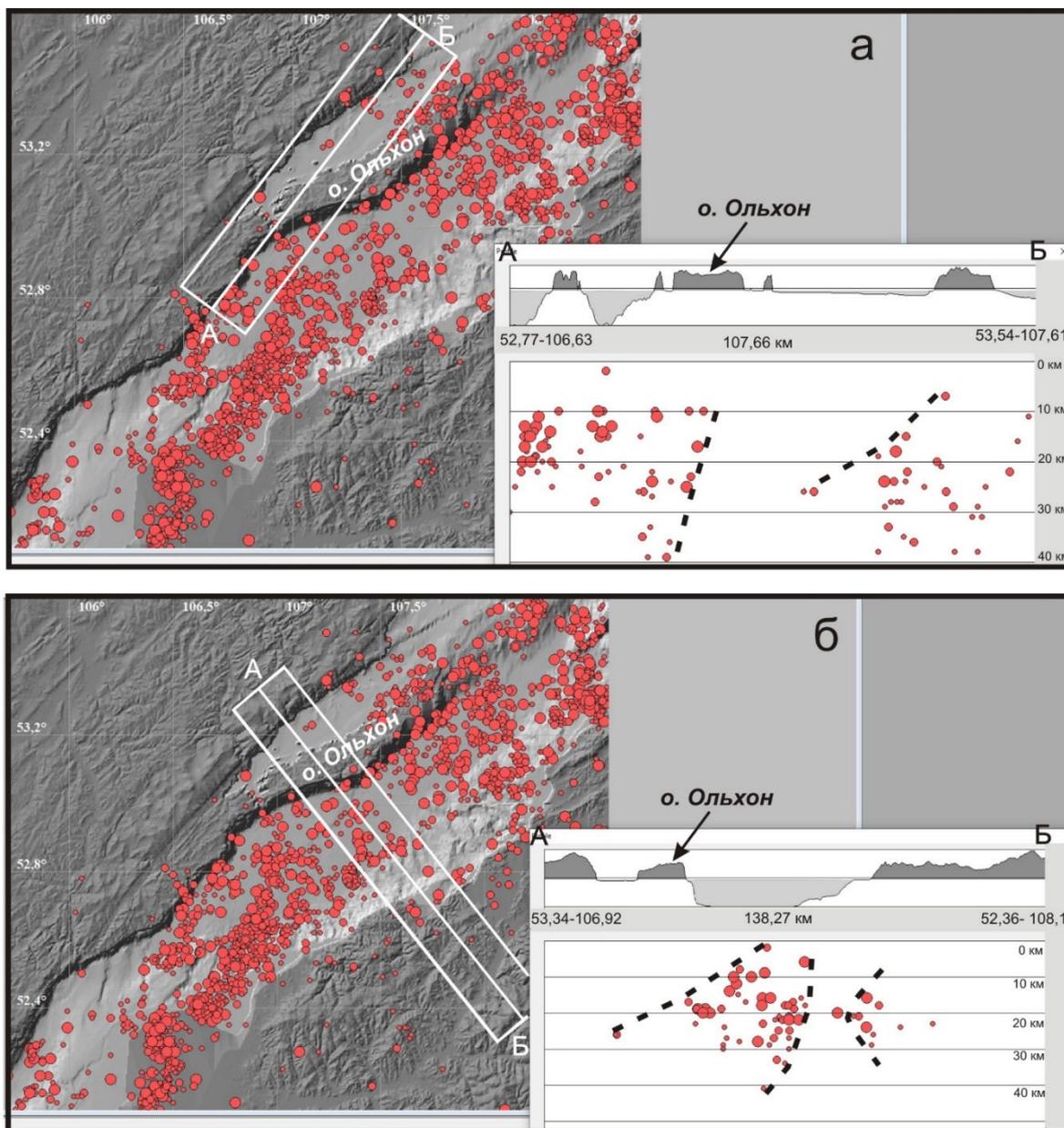


Рис. 1. Выделение асейсмичной структуры в районе острова Ольхон (пунктир) по гипоцентрам землетрясений с $M \geq 2$ за период наблюдения с 1968 года по 2018 год

На юго-восточном побережье озера Байкал (рис.1б) отмечена выделенная нами ранее асейсмичная структура в районе Зареченской магнитной аномалии [16]. Последняя вызвана повышенными магнитными свойствами гнейсогранитов архейского (?) возраста. Важно отметить, что рассматриваемая асейсмичная структура в районе о. Ольхон сложена породами сходного состава: гнейсами,

гнейсогранитами и некоторыми другими. Возможно, это свидетельствует о повышенной прочности пород, слагающих выделенные структуры.

Анализ распределения сейсмических событий с магнитудой $M \geq 2,5$ по трем уровням глубины за период с 1962 года по 2021 год (рис. 2), показал их заглубление от оси озера Байкал к бортам впадины, что уже отмечалось нами ранее [16].

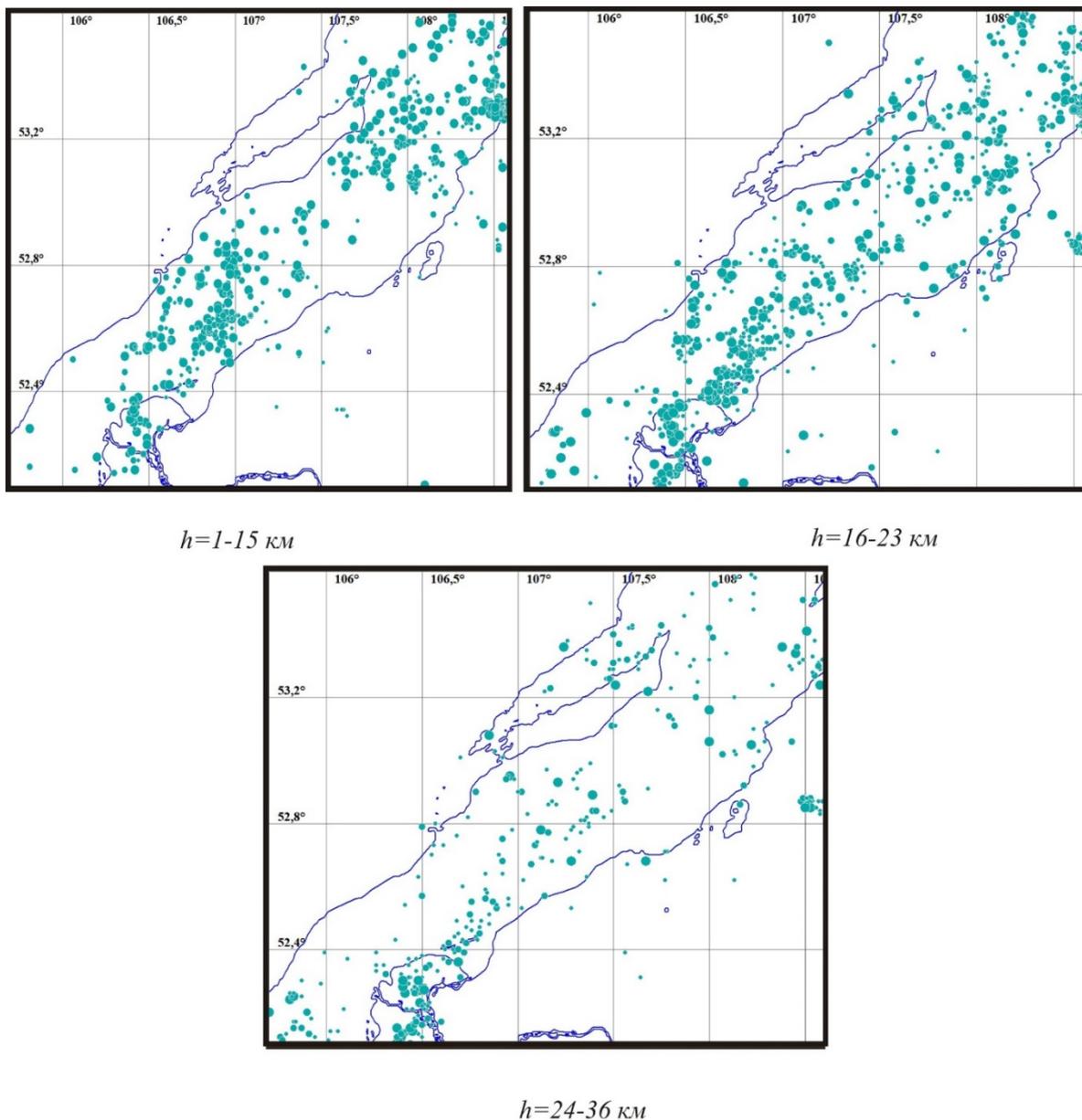


Рис. 2. Распределение сейсмических событий с $M \geq 2$ по трем уровням глубин в центральной части озера Байкал, которые произошли в период с 1968 года по 2018 год

Заключение

В районе острова Ольхон выделена асейсмичная структура, которая ассоциируется с центральной частью комплекса Шебарта, сложенного метаморфическими породами, преимущественно гнейсами, гнейсогранитами. Сходная по не-

скольким параметрам структура - Зареченская магнитная аномалия – была выделена нами ранее на восточном побережье озера Байкал. Возможно, это свидетельствует о повышенной прочности пород, слагающих обе структуры.

Наблюдается эффект погружения сейсмоактивного слоя под остров Ольхон, а к центру Байкальской впадины происходит подъем. Вариации глубины залегания верхней и нижней границ сейсмичности могут быть использованы для получения информации об особенностях строения земной коры и реологических свойствах.

Благодарности

Работа выполнялась при поддержке проекта Минобрнауки FWZZ-2022-0019.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология Ольхонского композитного террейна: путеводитель экскурсии. — Иркутск: ИГХ СО РАН, 2021. 22 с.
2. Скляр Е.В., Лавренчук А.В., Федоровский В.С., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Котов А.Б., Мазукабзов А.М., Старикова А.Е. Региональный и контактовый метаморфизм и автометаморфизм Ольхонского террейна, Западное Прибайкалье // Петрология. – 2020. – Т. 28. – № 1. – С. 55-71.
3. Владимиров А.Г., Изох А.Э., Поляков Г.В., Бабин Г.А., Мехоношин А.С., Крук Н.Н., Хлестов В.В., Хромых С.В., Травин А.В., Юдин Д.С., Шелепаев Р.А., Кармышева И.В., Михеев Е.И. Габбро-гранитные интрузивные серии и их индикаторное значение для геодинамических реконструкций // Петрология. – 2013. – Т. 21 (2), – С. 177-201.
4. Семинский К.Ж., Бобров А.А. Геоэлектрический имидж сбросовых зон: тектонофизическая интерпретация малоглубинной электротомографии на примере Бугульдейско-Чернорудского грабена в Западном Прибайкалье // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9. – № 4. – С. 1339-1361.
5. Макрыгина В.А., Суворова Л.Ф., Антипин В.С., Макагон В.М. Редкометалльные пегматоидные граниты - маркеры начала герцинского внутриплитного этапа развития в Ольхонском регионе Прибайкалья // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 12. – С. 2040-2054.
6. Активные разломы Южно-Байкальской впадины по сейсмологическим данным / Радзиминович Н.А., Тубанов Ц.А., Санжиева Д.П.Д., Мирошниченко А.И. // В книге: Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ. тезисы докладов Всероссийского совещания, посвященного памяти профессора С. И. Шермана. Рекомендовано к печати ученым советом ФГБУН ИЗК СО РАН. Протокол № 4 от 01.04.2021. Иркутск, 2021. С. 43-44.
7. Прибайкалье и Забайкалье / Гилёва Н.А., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И. // В сборнике: Землетрясения России в 2019 году. Ежегодник. Обнинск, 2021. С. 147-149.
8. Федоровский В.С., Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Донская Т.В., Лавренчук А.В., Старикова А.Е., Добрецов Н.Л., Котов А.Б., Тевелев А.В. Коллизионная система Западного Прибайкалья: аэрокосмическая геологическая карта Ольхонского региона (Байкал, Россия) // Геодинамика и тектонофизика. – 2020. – №11(3). – С. 447-452. <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-3-0485>
9. Аэрокосмическая геологическая карта Ольхонского региона (Байкал, Россия) / Федоровский В.С., Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Донская Т.В., Лавренчук А.В., Старикова А.Е., Добрецов Н.Л., Котов А.Б., Тевелев, Арк.В // Иркутск, 2020. (электронная версия карты). Москва. Профессиональный Центр Копимастер, 2020 (издание на бумаге)

10. Федоровский В.С., Скляр Е.В. Ольхонский геодинамический полигон (Байкал): аэрокосмические данные высокого разрешения и геологические карты нового поколения // Геодинамика и тектонофизика. – 2010. – Т. 1. – № 4. – С. 331-418.
11. Скляр Е.В., Лавренчук А.В., Федоровский В.С., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Котов А.Б., Мазукабзов А.М., Старикова А.Е Региональный и контактовый метаморфизм и автометаморфизм Ольхонского террейна, Западное Прибайкалье // Петрология. – 2020. – Т. 28. – № 1. – С. 55-71.
12. Тевелев А.В., Федоровский В.С. Кинематика аккомодационных структур байкальской рифтовой зоны // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2017. – № 2. – С. 25-34.
13. Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Fedorovsky V.S. et al. Pre-collisional (>0.5 Ga) complexes of the Olkhon terrane (southern Siberia) as an echo of events in the Central Asian Orogenic Belt // Gondwana Res. – 2017. – Vol. 42. – P. 243–263.
14. Rigid blocks in the earth's crust and strong earthquakes / Dyadkov P., Kozlova M., Mikhееva A., Tsibizov L. // The International Conference on Astronomy and Geophysics in Mongolia, 2017 (Ulaanbaatar, Mongolia, 20-22 July, 2017): Book Extended Abstracts Ulaanbaatar. 2017. P. 59-62.
15. Жесткие структурные элементы земной коры юго-запада Байкальского рифта по данным сейсмической активности / Дядьков П.Г., Козлова М.П., Цибизов Л.В., Михеева А.В., Романенко Ю.М. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (г. Новосибирск, 13-25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология": Сб. материалов в 3 т. СГУГиТ. Новосибирск, 2015. Т. 2. С.113-117
16. Сейсмическая активность центральной впадины озера Байкал как отражение разломно-блоковой структуры земной коры / Дядьков П.Г., Козлова М.П., Михеева А.В., Романенко Ю.М., Гилева Н.А. // Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ: Тезисы докладов Всероссийского совещания, посвященного памяти профессора С. И. Шермана (Иркутск, 26-30 апреля 2021 г.) ИЗК СО РАН 2021. с.188-188.

© П. Г. Дядьков, М. П. Козлова, А. В. Михеева, Н. А. Гилева, 2022