

Л. А. ДАРАГАН-СУЩОВА, Д. М. ЧИТАЙЛО (ВСЕГЕИ), А. В. ЗИМОВСКИЙ (МАГЭ)

Скоростной анализ осадочных бассейнов Северного Ледовитого океана

Выполнен анализ пластовых и средних скоростей, полученных по результатам зондирований МОВ–МПВ. Выявлены сходство и различия в закономерностях распределения средних и пластовых скоростей в разных морфоструктурах осадочного чехла Северо-Востока Арктики. Можно выделить две группы распределения скоростей. Первая группа отличается меньшими значениями скоростей по сравнению со второй и включает в себя Евразийский бассейн, котловину Макарова, западный прогиб котловины Подводников и отчасти хребет Ломоносова. Вторая – прогибы Северо-Чукотский, Чарли, восточный прогиб котловины Подводников и Чукотское плато. Осредненная кривая средних скоростей по всем структурам может быть использована при мелкомасштабных структурных построениях.

Ключевые слова: *средняя скорость, пластовая скорость, Северный Ледовитый океан.*

L. A. DARAGAN-SUSHCHOVA, D. M. CHITAYLO (VSEGEI), A. V. ZIMOVSKIY (MAGE)

Velocity analysis of sedimentary basins of the Arctic Ocean

The analysis of layer and average velocities obtained from the results of soundings by the reflection and refraction waves. Identified similarities and differences in the regularities of the distribution of average and layer velocities in various sedimentary cover morphostructures of the North-East Arctic. It is possible to allocate two groups according to the similarity of speed distribution. The first group characterized, in general, smaller values of the velocities, compared with the second, and includes the Eurasian basin, the Makarov basin, the western part of the Podvodnikov basin and, in part, the Lomonosov ridge. The second is the North Chukchi and Charlie troughs, the eastern part of the Podvodnikov basin and the Chukchi plateau. The averaged curve of average velocities for all structures can be used in small-scale structural constructions.

Keywords: *average velocity, layer velocity, Arctic Ocean.*

Введение. Анализ скоростной расслоенности состоит в поисках закономерностей в распределении средних ($V_{\text{ср}}$) и пластовых скоростей ($V_{\text{пл}}$) в различных морфоструктурах бассейнов, выделении и сравнении сейсмокомплексов, определении общности и различий в их строении. Подобный анализ необходим для построения обобщенных скоростных моделей по котловинам, хребтам, склонам и шельфам, которые можно было бы использовать при структурных построениях ($V_{\text{ср}}$) и получении дополнительных характеристик ($V_{\text{пл}}$) квазисинхронных седиментационных сейсмических комплексов (КССК) для реконструкции истории формирования изучаемых осадочных бассейнов.

Попытки поиска закономерностей строения осадочных бассейнов и скоростных особенностей Северного Ледовитого океана (СЛО) предпринимались и ранее [1–2, 6–9, 11–13] (Д. Г. Батулин, 1988; С. Б. Секретов, 1993). Однако детальный анализ скоростных закономерностей осадочного чехла был сделан только по Евразийскому бассейну в 2002 г. [4]. Вычислений по скоростям на тот момент было мало. Но уже тогда, по крайней мере для Евразийского бассейна, были сделаны важные геологические выводы.

Фактический материал. Территория хорошо исследована зондированиями МОВ–МПВ, выполнявшимися в 2011–2014 гг. вдоль профилей

МОВ–ОГТ. Общее количество зондов 201 (рис. 1). Работы велись с обращенной фланговой системой наблюдений, в качестве приемника использовалась радиотелеметрическая система сбора данных BOX (Fairfield Industries, США), источник возбуждения BoltAPG: рабочий объем 1025 куб. дюймов, давление 141 bar 2000 PSI, максимальное удаление до 25 км, длина записи 8–12 с, шаг возбуждения 50 м.

Обработка результатов зондирований производилась ГНИНГИ, Севморгео и МАГЭ по одинаковой методике. Использовалось программное обеспечение FOCUS 5.2, ProMax 5000.8.3.0, SeisWide, XТomo Dru 2.1, «Граница». Динамическая обработка включала в себя выравнивание амплитуд, балансировку сигнала трапецеидальным фильтром, ослабление и масштабирование амплитудных выбросов, предсказывающую деконволюцию. Кинематическая обработка – формирование систем годовграфов, построение скоростных моделей и решение прямой задачи методом лучевого и синтетического моделирования.

Методика. Анализ результатов зондирований проводился в несколько этапов. На первом этапе все данные по зондам были собраны в общую базу данных и распределены по геологическим структурам на сейсмические профили (временные и глубинные) с корреляцией опорных горизонтов (ОГ), к которым они относились. Вопросы корреляции и стратиграфической привязки ОГ на профилях

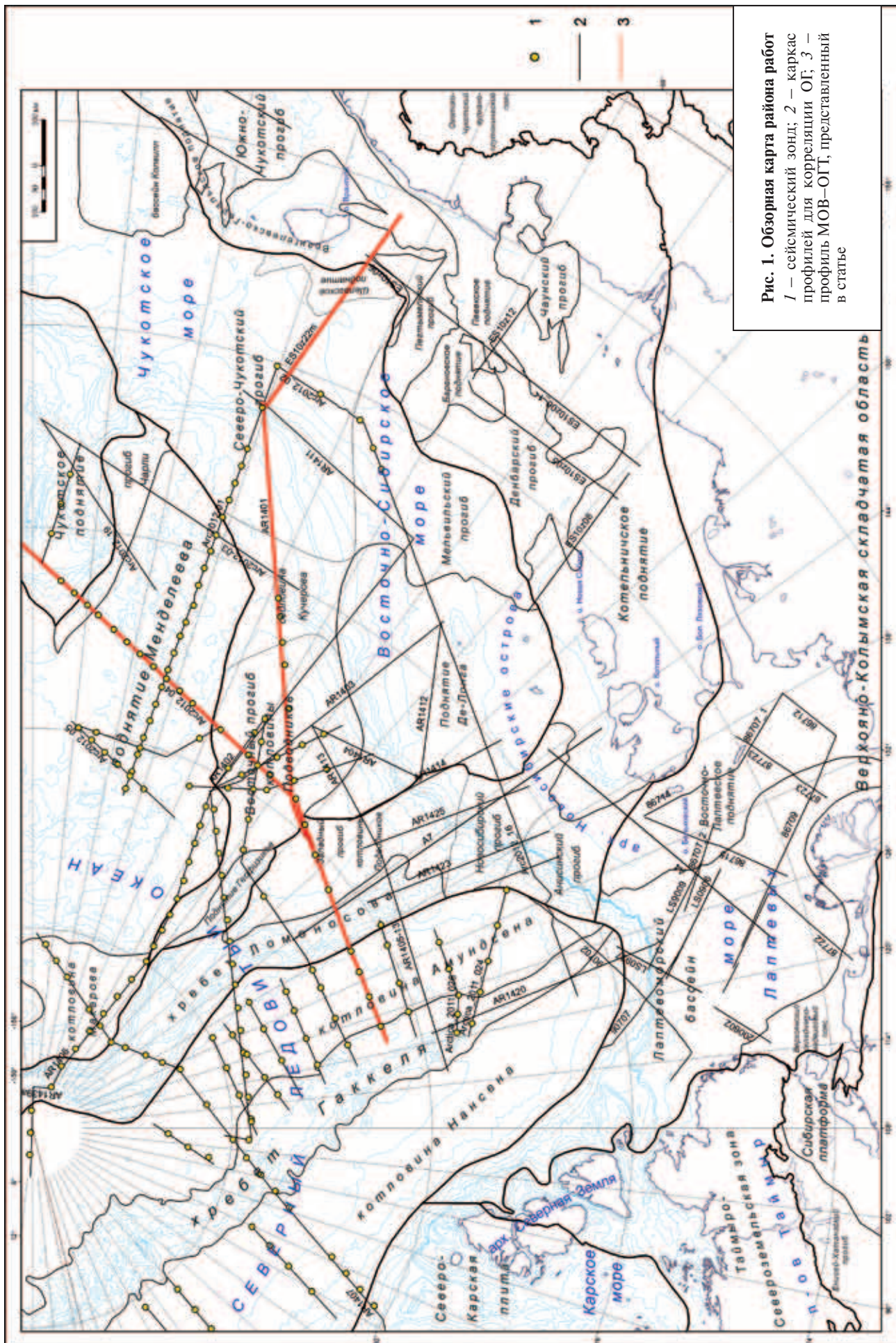


Рис. 1. Обзорная карта района работ
 1 – сейсмический зонд; 2 – каркас
 профилей для корреляции ОГ; 3 –
 профиль МОВ–ОГТ, представленный
 в статье

Сводная таблица количества зондов в каждой структуре

Название структуры	Количество зондов	
	общее	отбракованных
Котловина Нансена	34	1
Хребет Гаккеля	10	0
Котловина Амундсена	43	2
Котловина Макарова	11	1
Хребет Ломоносова	11	11
Западный прогиб котловины Подводников	3	3
Восточный прогиб котловины Подводников	39	4
Поднятие Менделеева	40	0
Чукотское плато	1	0
Впадина Чарли	1	0
Северо-Чукотский прогиб (шельф)	8	2

обсуждены нами в других работах [5, 10] и здесь не рассматриваются. На представленных сейсмогеологических разрезах в соответствии с предлагаемой интерпретационной моделью выделены и прослежены 9 ОГ и два разновозрастных фундамента А и Af: RU – региональное миоценовое несогласие, подошва среднего миоцена, UB – подошва нижнего олигоцена, EoU – подошва нижнего эоцена, рсU – посткампанское несогласие, подошва палеогена, K₂ – подошва верхнего мела, BU – брукское несогласие, подошва апта, LCU – раннемеловое несогласие, подошва готтерива, JU – юрское несогласие, подошва верхней юры, PU – подошва верхней перми, фундамент А – подошва апта (совпадает с ОГ BU), Af – временные рамки формирования – верхний девон – миссисипий (ранний карбон).

База данных по скоростям представляет собой таблицу, в которую внесены значения времени, глубины и средней скорости по каждому ОГ, а также пластовые скорости в толщах между ними.

В пределах каждой геологической структуры анализировались данные зондирования сначала по средним скоростям, затем по пластовым. Для исключения влияния водного слоя скоростные зависимости в построениях использовались от глубины дна.

Анализ средних скоростей. По каждому отражающему горизонту построены зависимости средней скорости от глубины залегания горизонта. На графиках выявилась прямая зависимость распределения скорости от глубины. Точки, выходящие за пределы общего тренда, исключались из анализа.

Как правило, исключенные точки по разным отражающим горизонтам принадлежат к одному зонду, что говорит о неудачном расположении зонда (в разломной зоне) или об ошибке в процессе обработки данных зондирования.

Количество зондов по каждой структуре и отбракованных зондов показаны в табл. 1. По хр. Ломоносова и западному прогибу котловины (котл.) Подводников мы не имели практически ни одного кондиционного зонда, поэтому расчеты скоростей произведены по скоростным SEG-Y на профилях МОГТ, полученных по современному полевому методикам с приёмным устройством (косой) 4,5–7,0 км. Значения осреднённых зависимостей V_{ср} по каждому ОГ объединены в общие кривые осреднённых V_{ср} по осадочному чехлу в отдельных геологических структурах (рис. 2).

При сопоставлении полученных кривых средних скоростей наблюдаются две закономерности (рис. 2). Евразийский бассейн, котл. Макарова и в большей части западный прогиб котл. Подводников характеризуются меньшими скоростями, тогда как поднятие Менделеева, прогиб Чарли и восточный прогиб котл. Подводников имеют более высокоскоростные зависимости. Средние скорости по МОВ–ОГТ в западном прогибе котл. Подводников и на хр. Ломоносова соответствуют скоростям в Евразийском бассейне в верхней части разреза (до 2–2,5 км), но с глубиной быстро увеличиваются и выходят на уровень значений скоростей восточного прогиба котл. Подводников. Увеличение скорости с глубиной вписывается в общую закономерность поведения скоростей в терригенных породах [3]. Что касается различий на поднятиях в верхней части

разреза (до 2–2,5 км), то здесь в первую очередь сказывается более высокий гипсометрический уровень хребтов и поднятий. А вот различия в прогибах могут говорить о разных источниках сноса.

Максимальные отклонения от осреднённого графика ± 100 м/с, что при погрешности определения скорости 15–20 м/с и разрешающей способности применяемой сейсморазведки по вертикали в среднем от 50 до 90 м вполне допустимы. При мелкомасштабных построениях мы можем использовать одну осреднённую кривую V_{ср} по изучаемым структурам (например, для пересчета карт из временной области на глубинную).

Анализ пластовых скоростей. Для анализа пластовых скоростей использованы V_{пл}, полученные по зондам МОВ–МПВ с учетом имеющейся корреляции ОГ. В пределах структур по каждому пластику построены гистограммы значений скоростей. Гистограммы хорошо иллюстрируют разброс значений в каждом пласте. С помощью данных построений определены средние пластовые скорости внутри каждой толщи. Для большей точности осреднения скоростей значения, выбивающиеся из общего тренда, были исключены.

На основании анализа совокупности сейсмогеологических разрезов построены обобщенные графики пластовых скоростей по основным мегаструктурам СЛО.

В Евразийском бассейне кривые по котловинам Амундсена и Нансена (табл. 2, рис. 3) практически совпадают в верхней части разреза, скорости между дном и RU 1800–1900, между RU и UB 2200–2300, между UB и EoU 2500, между EoU и рсU 2700–2800 м/с. В меловых комплексах скорости отличаются на 300–400 м/с (3000 м/с в котл. Нансена и 3300 в котл. Амундсена). Скорость в фундаменте по Евразийскому бассейну 5300–5700 м/с. В котл. Нансена в двух нижних КССК и по фундаменту наблюдаются меньшие скорости при их большем погружении по сравнению с котл. Амундсена, что может указывать на разные условия их формирования.

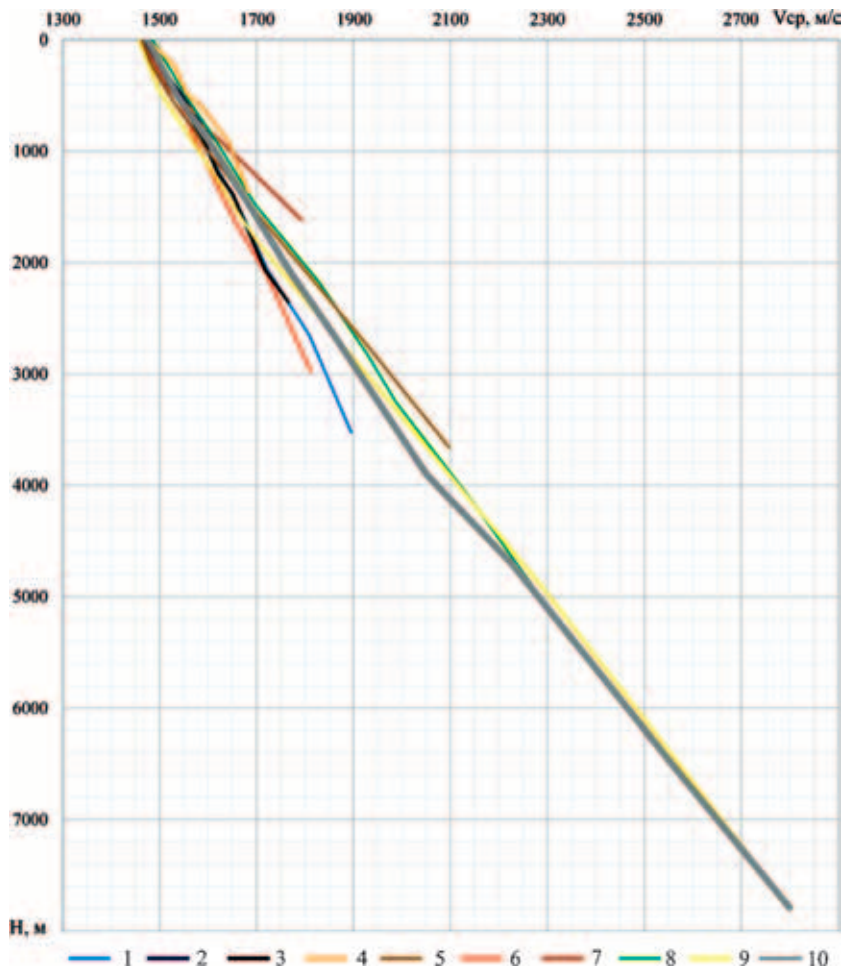


Рис. 2. Сопоставление осреднённых V_{cp} по осадочному чехлу в отдельных геологических структурах с общим для всех структур осреднённым графиком V_{cp}
 1 – котл. Нансена; 2 – хр. Гаккеля; 3 – котл. Макарова; 4 – поднятие Менделеева; 5 – прогиб Чарли; 6 – котл. Амундсена; 7 – хр. Ломоносова (по МОВ–ОГТ); 8 – вост. прогиб котл. Подводников (по МОВ–ОГТ); 9 – зап. прогиб котл. Подводников; 10 – осредненная кривая по всем структурам

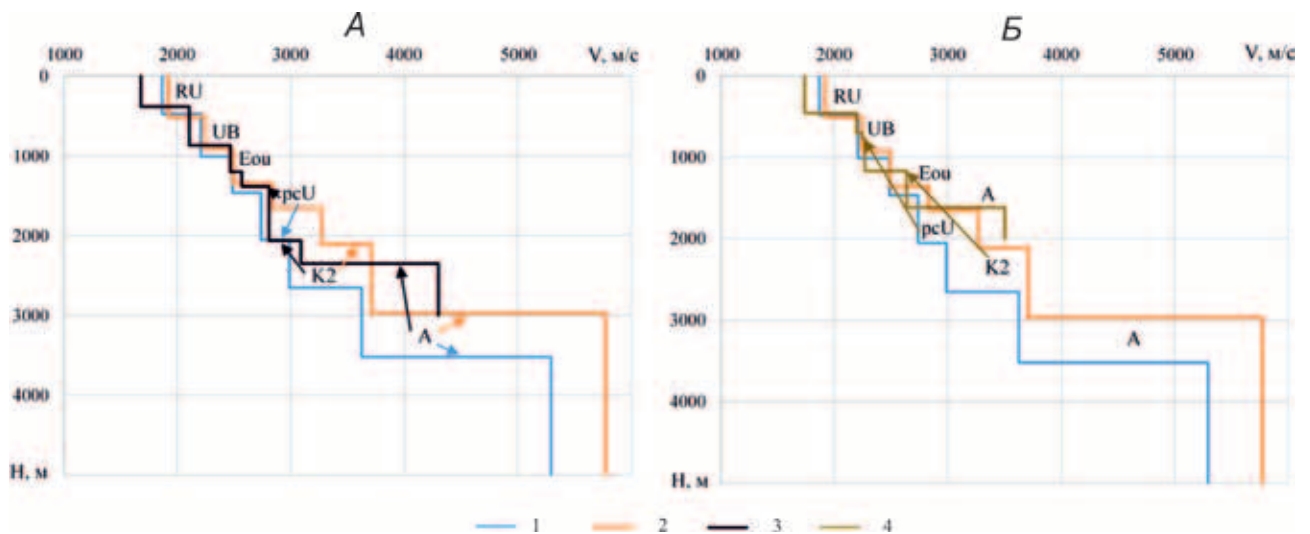


Рис. 3. Сравнение средних $V_{пл}$ Евразийского бассейна и котл. Макарова – А; сравнение осреднённых $V_{пл}$ хр. Ломоносова и Евразийского бассейна – Б

1 – котл. Нансена; 2 – котл. Амундсена; 3 – котл. Макарова; 4 – хр. Ломоносова

**Сопоставление осреднённых $V_{пл}$ КССК
в котловинах Нансена, Амундсена, Макарова и на хр. Ломоносова**

КССК	Котловина Нансена	Котловина Амундсена	Котловина Макарова	Хребт Ломоносова
Дно – RU	1868	1926	1678	1738
RU–UB	2208	2243	2105	2197
UB–ЕоU	2486	2490	2470	2246
ЕоU–pcU	2740	2837	2570	
pcU–K ₂	2988	3270	2810	2268
K ₂ – фундамент	3623	3707	3090	2639
Фундамент	5294	5772	4300	3500

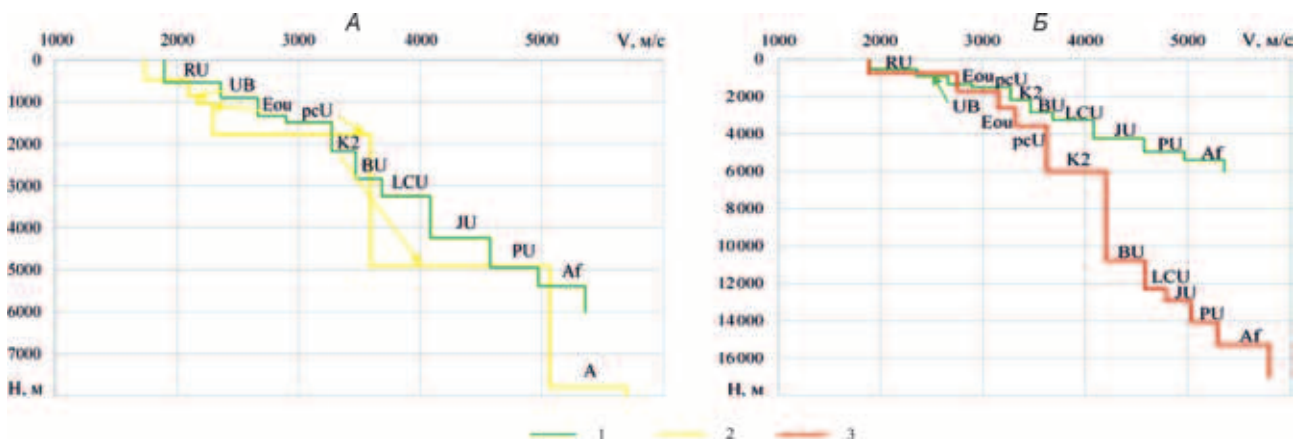


Рис. 4. Сравнение осредненных $V_{пл}$ в западном и восточном прогибах котл. Подводников – А; сравнение осредненных $V_{пл}$ КССК в вост. прогибе котл. Подводников и Северо-Чукотском – Б

1 – вост. прогиб и 2 – зап. прогиб котл. Подводников; 3 – Северо-Чукотский прогиб

Таблица 3

**Сравнение осредненных $V_{пл}$ КССК в восточном и западном прогибах котловины Подводников,
Северо-Чукотском и Чарли прогибах, Чукотском плато, поднятии Менделеева**

КССК	Восточный прогиб котловины Подводников	Северо-Чукотский прогиб	Прогиб Чарли	Чукотское плато	Поднятие Менделеева	Западный прогиб котловины Подводников
Дно – RU	1892	1887	1686	1722	1689	1733
RU–UB	2360	2754	1910	1907	1889	2089
UB–ЕоU	2663	3147	2000	2155	2012	2160
ЕоU–pcU	2896	3322	2056	2304	2183	2295
pcU–K ₂	3270	3624	2461	2626	2506	3593
K ₂ –BU	3468	4199	2807	2838	2674	5063
BU–LCU	3684	4580	3107	3505	4110-Af	5694-A
LCU–JU	4081	4791	3318	3715		
JU–PU	4575	5032	3473	3889-Af		
PU – фундамент	4970	5291	4055-Af			
Фундамент	5358	5800				

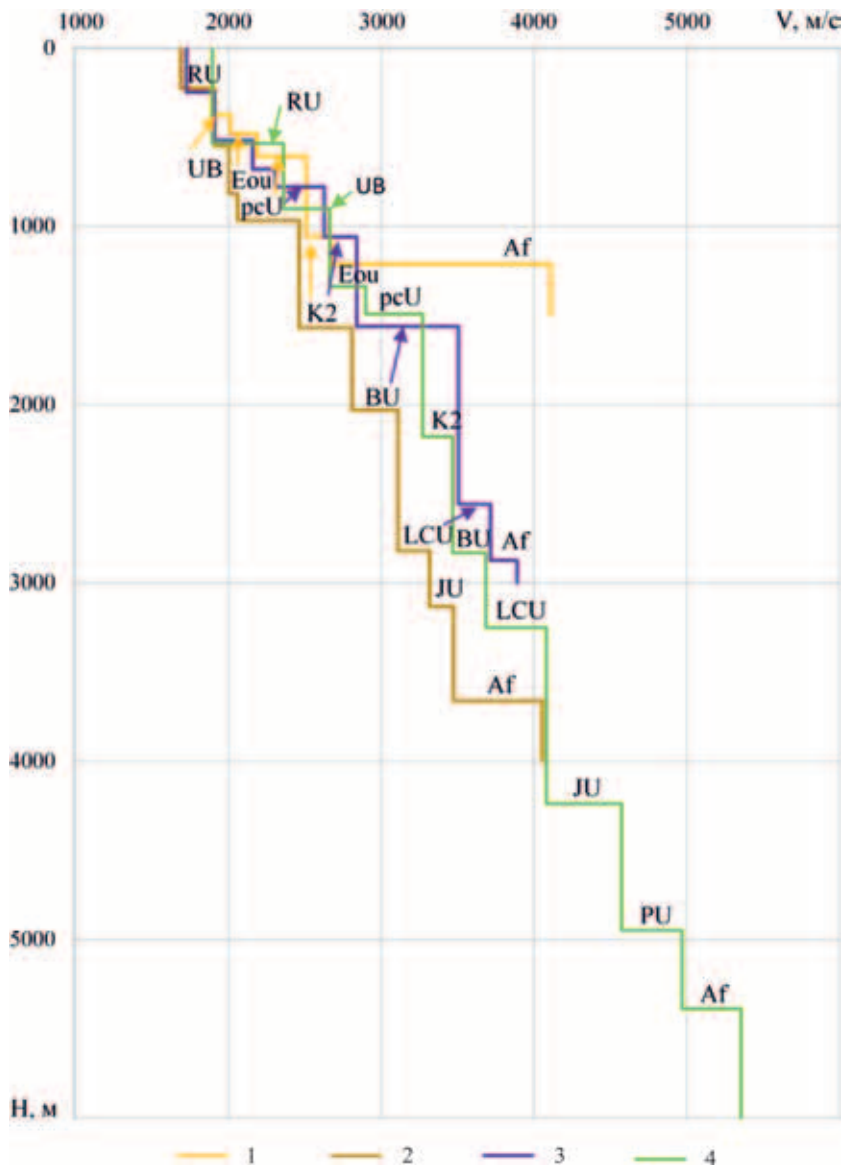


Рис. 5. Сравнение осреднённых $V_{пл}$ поднятия Менделеева, прогиба Чарли, Чукотского плато и восточного прогиба котл. Подводников

1 – поднятие Менделеева; 2 – прогиб Чарли; 3 – Чукотское плато; 4 – вост. прогиб котл. Подводников

При сравнении средних пластовых скоростей в котл. Макарова и Евразийском бассейне наблюдаются меньшие значения скоростей (рис. 3, А, табл. 2) в котл. Макарова. Скорость в фундаменте здесь также очень мала – 4100–4300 м/с.

На хр. Ломоносова по сравнению с Евразийским бассейном зависимости имеют сходство только в двух верхних комплексах, нижние имеют меньшие значения. Возможно, это происходит за счет перманентных движений блоков хр. Ломоносова (рис. 3, Б, табл. 2).

Скоростные зависимости в западном и восточном прогибах котл. Подводников отличаются друг от друга (рис. 4, А, табл. 3). В восточном прогибе большее число слоев, а именно 10, тогда как в западном их всего 6. Западный прогиб характеризуется меньшими скоростями в верхней части разреза примерно на 200 м/с, в нижней части $V_{пл}$ резко увеличиваются и приближаются к значениям восточного прогиба. Скорости в фундаменте от 5300 м/с в восточном прогибе до 5700 в западном.

Сопоставляя зависимости по восточному прогибу котл. Подводников и Северо-Чукотскому, удалось установить, что в этих структурах количество комплексов практически одинаково (рис. 4, Б).

В Северо-Чукотском прогибе комплексы имеют гораздо большие мощности и глубины залегания, поэтому их пластовые скорости несколько выше (табл. 3).

Поднятие Менделеева, прогиб Чарли, восточный прогиб котл. Подводников и Чукотское плато имеют похожие зависимости (рис. 5, табл. 3). Поднятия отличаются большими скоростями и меньшими мощностями по сравнению с прогибом Чарли, при этом в прогибе в нижней части разреза на один слой больше. Кроме того, на поднятии Менделеева, Чукотском плато и прогибе Чарли $V_{пл}$ в акустическом фундаменте (около 4,0 км/с) слишком малы и отличаются от $V_{пл}$ в восточном прогибе котл. Подводников (около 5,4 км/с).

Заключение. При мелкомасштабных построениях мы можем использовать одну осредненную кривую $V_{ср}$ по изучаемым структурам (например, для перечета карт из временной области на глубинную).

Зависимость пластовых скоростей в осадочных бассейнах СЛО имеет свои особенности:

– в Евразийском бассейне графики осреднённых $V_{пл}$ по котловинам Амундсена и Нансена (табл. 2, рис. 3) практически совпадают в верхней части.

В котл. Нансена в двух нижних КССК и фундаменте наблюдаются меньшие скорости при их большем погружении по сравнению с котл. Амундсена, что может указывать на разные условия их формирования;

– при сравнении осреднённых $V_{пл}$ в котл. Макарова со скоростями в Евразийском бассейне выявилось, что в верхней части разреза до ОГ pcU (рис. 3, А, табл. 2) они практически совпадают. В двух нижних КССК и в фундаменте $V_{пл}$ в котл. Макарова существенно ниже;

– зависимости $V_{пл}$ от (Н, Т) в западном и восточном прогибах котл. Подводников отличаются друг от друга (рис. 4, А, табл. 3). В восточном прогибе большее число слоев – 10, тогда как в западном прогибе их всего 6. Западный прогиб характеризуется меньшими скоростями в верхней части разреза примерно на 200 м/с, в нижней части $V_{пл}$ из-за резкого погружения увеличивается и приближается к значениям восточного прогиба. Скорость в фундаменте от 5300 м/с в восточном прогибе до 5700 в западном;

– сопоставляя зависимости по восточному прогибу котл. Подводников и Северо-Чукотскому прогибу, выявилось, что в этих структурах наблюдается практически одинаковое количество комплексов (рис. 4, Б). В Северо-Чукотском прогибе комплексы имеют гораздо большие мощности и глубины залегания, поэтому их пластовые скорости несколько выше [3];

– поднятие Менделеева, прогиб Чарли, восточный прогиб котл. Подводников и Чукотское плато имеют похожие зависимости (рис. 5, табл. 3). Поднятия характеризуются большими скоростями по сравнению с прогибом Чарли, при этом в прогибе наблюдается на один слой больше в нижней части разреза. Кроме того, на поднятии Менделеева, Чукотском плато и в прогибе Чарли $V_{пл}$ в акустическом фундаменте (около 4,0 км/с) слишком малы и отличаются от $V_{пл}$ в восточном прогибе котл. Подводников (около 5,4 км/с). Возможно, настоящий фундамент мы наблюдаем только в восточном прогибе котл. Подводников, а в остальных структурах это осадочный чехол.

Выявились и самые общие закономерности. Осадочные бассейны СЛЮ по схожести осреднённых зависимостей $V_{сп}$, $V_{пл}$ от Н, Т можно разделить на две группы.

В первую входят Евразийский бассейн, котл. Макарова, западный прогиб котл. Подводников и отчасти хр. Ломоносова. Верхняя (кайнозойская до ОГ pcU) часть разреза в этих бассейнах имеет меньшие скорости. В нижней части разреза и фундаменте в котл. Макарова и на хр. Ломоносова $V_{пл}$ меньше, чем в аналогичных КССК этой группы.

Вторая группа объединяет прогибы Северо-Чукотский, Чарли, восточный прогиб котл. Подводников и Чукотское плато. Конечно, благодаря структурному положению сильно варьируют их мощность и глубина КССК, но $V_{пл}$ имеют более высокие значения, чем в осадочных бассейнах первой группы.

1. Грамберг И.С., Киселев Ю.Г., Коновалов В.В. Сейсмические исследования с дрейфующих станций «Северный полюс» // Сов. геология. 1991. № 3. – С. 45–54.

2. Дараган-Суцов Ю.И., Дараган-Суцова Л.А., Посёлов В.А. К вопросу о стратиграфии осадочного чехла Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. Вып. 4. – С. 103–113.

3. Дараган-Суцова Л.А., Копылова А.В. Эмпирические зависимости пластовых скоростей от глубины погружения пластов по данным скважинных исследований и морской сейсмозаписи // Геофизические методы изучения шельфа и континентального склона. – Л., 1990. – С. 28–31.

4. Дараган-Суцова Л.А., Посёлов В.А. Анализ распределения пластовых скоростей в разрезах Евразийского бассейна // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. Вып. 4. – С. 31–39.

5. Дараган-Суцова Л.А., Соболев Н.Н., Петров Е.О. и др. К обоснованию стратиграфической привязки опорных сейсмических горизонтов на Восточно-Арктическом шельфе и в области Центрально-Арктических поднятий // Регион. геология и металлогения. 2014. № 58. – С. 5–21.

6. Ким Б.И., Верба В.В., Дик Г.Г. Новые представления о строении хр. Ломоносова // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 1998. Вып. 2. – С. 89–97.

7. Ким Б.И., Иванова Н.М. О возрасте сейсмокомплексов, выделенных на Лаптевском континентальном склоне и прилегающей части Евразийского бассейна // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. Вып. 3. – С. 82–92.

8. Киселев Ю.Г. Глубинная геология Арктического бассейна. – М.: Недра, 1986. – 222 с.

9. Hinz K. Cruise Report, Marine Seismic Measurements and Geoscientific Studies on the Shelf and Slope of the Laptev Sea and East Siberian Sea // Arctic with M.V. Academic Lazarev, I.B. Kaptain Dranitsin, 23 August – 08 October. Hannover, Germany, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. 1997. Pt. 1. – P. 161.

10. Daragan-Sushchova L., Grinko L., Petrovskaya N., Daragan-Sushchov Y. On the Problem of Stratigraphic Assignment of the Key Seismic Horizons on the East-Arctic Shelf and in the Area of Central Arctic Uplifts // Amer. J. of Geosci. 2015. Vol. 5 (1). Iss. 1. – P. 1–11.

11. Jokat W., Weigelt E., Kristoffersen Y. et al. New insights into the evolution of the Lomonosov Ridge and the Eurasian Basin // Geophys. Int. 1995. Vol. 122. – P. 378–392.

12. Sorokin M., Zamansky Y.Y., Langinen A.Y. et al. Seismic reflection profile of the Arctic ice station NP-28 from the Lomonosov Ridge to Yermak Plateau // III Intern. Conf. on Arctic Margins. 1998. – P. 175–176.

13. Weigelt E. The crustal structure and sedimentary cover of the Eurasian Basin, Arctic Ocean: Results from seismic and gravity measurements // Berichte zur Polarforschung. 1998. No 261. – 128 p.

1. Gramberg I.S., Kiselev Yu.G., Kononov V.V. Seismic research from the drifting stations “North Pole”. *Sovetskaya geologiya*. Moscow. 1991. No 3, pp.45–54. (In Russian).

2. Daragan-Sushchov Yu.I., Daragan-Sushchova L.A., Poselov V.A. On the question of the stratigraphy of the sedimentary cover of the Eurasian basin of the Arctic Ocean. *Geological and geophysical characteristics of the lithosphere of the Arctic region*. St. Petersburg: VNIIOkeanogeologiya. 2002. Iss. 4, pp. 103–113. (In Russian).

3. Daragan-Sushchova L.A., Kopylova A.V. Empirical dependences of reservoir velocities on the depth of subsidence of seams from the data of borehole studies and marine seismic survey. *Geophysical methods of studying the shelf and the continental slope*. Leningrad. 1990. Pp. 28–31. (In Russian).

4. Daragan-Sushchova L.A., Posyolov V.A. Analysis of the distribution of reservoir velocities in the sections of the Eurasian basin. *Geological and geophysical characteristics of the lithosphere of the Arctic region*. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2002. Iss. 4, pp. 31–39. (In Russian).
5. Daragan-Sushchova L.A., Sobolev N.N., Petrov E.O., Grin'ko L.R., Petrovskaya N.A., Daragan-Sushchov Yu.I. To the substantiation of the stratigraphic binding of the reference seismic horizons on the East Arctic shelf and in the region of the Central Arctic uplifts. *Region. geologiya i metallogeniya*. 2014. No 58, pp. 5–21. (In Russian).
6. Kim B.I., Verba V.V., Dik G.G. New ideas on the structure of the Lomonosov Ridge. *Geological and geophysical characteristics of the lithosphere of the Arctic region*. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 1998. Iss. 2. Pp. 89–97. (In Russian).
7. Kim B.I., Ivanova N.M. On the age of seismic complexes isolated on the Laptev continental slope and the adjacent part of the Eurasian basin. *Geological and geophysical characteristics of the lithosphere of the Arctic region*. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2000. Iss. 3. Pp. 82–92. (In Russian).
8. Kiselev Yu.G. Glubinnaya geologiya Arkticheskogo bassejna [Deep geology of the Arctic basin]. Moscow: Nedra. 1986. 222 p.
9. Hinz, K. (Coordinator). 1997: Cruise Report, Marine Seismic Measurements and Geoscientific Studies on the Shelf and Slope of the Laptev Sea and East Siberian Sea. *Arctic with M.V. Academic Lazarev, I.B. Captain Dranitsin, 23 August – 08 October*. Hannover, Germany, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Pt. 1. 161.
10. Daragan-Sushchova, L., Grinko, L., Petrovskaya, N., Daragan-Sushchov, Y. 2015: On the Problem of Stratigraphic Assignment of the Key Seismic Horizons on the East-Arctic Shelf and in the Area of Central Arctic Uplifts. *American Journal of Geosciences*, Vol. 5 (1). 1–11.
11. Iokat, W., Weigelt, E., Kristoffersen, Y., Raasmussen, T., Schone, T. 1995: New insights into the evolution of the Lomonosov Ridge and the Eurasian Basin. *Geophys. Int. Vol. 122*. 378–392.
12. Sorokin, M., Zamansky, Y.Y., Langinen, A.Y., Brekke, H., Sand, M., Smenes, N.B. 1998: Seismic reflection profile of the Arctic ice station NP-28 from the Lomonosov Ridge to the Yermak Plateau. *International Conference on Arctic Margins. Celle (Germany), 12–16 October*. 175–176.
13. Weigelt, E. 1998: The crustal structure and sedimentary cover of the Eurasian Basin, Arctic Ocean: Results from seismic and gravity measurements. *Berichte zur Polarforschung*. **261**. 128.

Дараган-Суццова Лидия Анатольевна – канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <LDaragan@vsegei.ru>
Читайло Дмитрий Михайлович – инженер, ВСЕГЕИ¹. <Dmitriy_Chitaylo@vsegei.ru>
Зимовский Алексей Владимирович – нач. группы обработки, интерпретации и контроля качества ССМП ОАО «МАГЭ». Приморский пр., д. 54, корп. 1, лит. А, Санкт-Петербург, 197374, Россия. <alexey@zimovsky.pro>

Daragan-Sushchova Lidia Anatol'evna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Lead Researcher, VSEGEI¹. <LDaragan@vsegei.ru>
Chitaylo Dmitriy Mihajlovich – engineer, VSEGEI¹. <Dmitriy_Chitaylo@vsegei.ru>
Zimovskiy Aleksey Vladimirovich – Head of group processing, interpretation and quality control SSSG of JSC MAGE. 54/1 Primorsky Prospect, St. Petersburg, 197374, Russia. <alexey@zimovsky.pro>

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.
 А.П. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.