

На правах рукописи
УДК 551.793.9+551.332 (268.45)

Шлыкова
Валентина Владимировна

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ
ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА БАССЕЙНА БЕЛОГО
МОРЯ**

Специальность 25.00.28 – океанология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Мурманск
2007

Работа выполнена в ОАО "Морская арктическая геологоразведочная экспедиция" (г.Мурманск).

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, профессор
Тарасов Г.А.

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук
Рыбалко А.Е.

кандидат геолого-минералогических наук
Костин Д.А.

Ведущая организация: Геологический институт Кольского научного центра РАН

Защита состоится 2 апреля 2007 г. в 11.00 час. на заседании специализированного Совета Д002.140.01 при Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук по адресу: 183010, Мурманск, ул.Владимирская, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН

Автореферат разослан "1" апреля 2007 г.

Ученый секретарь специализированного
Совета Д002.140.01

кандидат географических наук

 **Е.Э.Кириллова**

Введение

Актуальность работы. В геологическом отношении район Белого моря изучен слабо. Здесь, главным образом, проводились сейсмоакустические исследования, но они выполнялись в рамках опытно-методических работ на небольших площадях, и в основном, в прибрежной зоне и заливах Белого моря. Для уточнения геологического строения района необходимы систематизация и обобщение геолого-геофизических данных, разработка общей сеймостратиграфической схемы верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря, учитывающей выделенные сейсмоакустические комплексы и изучение условий их формирования. Эти задачи актуальны и в научном и практическом плане.

Изучение верхней части осадочного чехла, его инженерно-геологических свойств необходимо при бурении скважин, возведении трубопроводов и прочих сооружений, особенно в современных условиях активного освоения шельфа северных морей.

Исследование верхней части осадочного чехла, особенно четвертичного покрова, очень важно для оценки распределения и сохранности залежей полезных ископаемых. На формирование четвертичного осадочного чехла существенное влияние оказывали неоднократные оледенения и эвстатические колебания уровня моря. Образование, сохранение и перераспределение россыпных месторождений во многом определяется историей геологического развития региона в четвертичный период.

Основная цель работы заключается в изучении геологического строения верхней части осадочного чехла и уточнении истории геологического развития Бассейна Белого моря в четвертичное время.

Основные задачи исследований. В задачи диссертационной работы входило:

- сеймостратиграфический анализ верхней части осадочного чехла с составлением сеймостратиграфической схемы;
- выявление особенностей геологического строения верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря;
- составление карт изогипс дочетвертичных образований и характеристика их структурных планов;
- анализ мощности четвертичных отложений;
- определение условий формирования четвертичных отложений и восстановление истории развития региона в четвертичный период.

Основные защищаемые положения.

1. Во время последнего оледенения воздействие ледниковых массивов оказало значительное влияние на подстилающие отложения, удалив на большей части акватории осадки нижнего, среднего

неоплейстоцена, а также межледниковые образования верхнего неоплейстоцена. Воздействие ледников заключалось в глубокой экзарации дочетвертичных образований, перераспределении мощности отложений и формировании значительного стратиграфического перерыва.

2. Поздне-последниковые (ледниково-озерные, ледниково-морские) отложения имеют наибольшее распространение в районах, располагавшихся по периферии областей с широким развитием ледниковых образований (Терское побережье, Горло Белого моря, центральная часть Двинского залива), и отражают постепенное формирование приледникового озера по мере деградации последнего ледникового покрова.

Личный вклад автора и научная новизна исследований.

В данной работе использовались результаты исследований, выполненных ОАО МАГЭ в 2003-2004 гг. в рамках региональных комплексных геофизических работ в Беломорском секторе геотраверза 3-АР *(по договору с ФГУ НПП "Севморгео", выполнявшегося по Гос.контракту № ПС-02-06/1619 от 11 сентября 2003 г.)*.

При написании работы систематизировались и обобщались материалы по акватории и прилегающей суше, полученные ранее разными научными и производственными организациями. Эти материалы привлекались автором для уточнения геологического строения, истории и условий формирования верхней части осадочного чехла исследуемого региона.

Автором выделен и охарактеризован ранее неизученный сейсмоакустический комплекс СК III-IV, приуроченный к тектонической впадине Кандалакшского залива. По ряду признаков комплекс условно отнесен к палеозой-кайнозойским (?) отложениям.

Составлена сводная сейсмостратиграфическая схема верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря. По данным непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) выделены и охарактеризованы дочетвертичные комплексы коренных пород.

Осадочный чехол неоднороден по строению и мощности. Для изучения скоростного разреза верхней части осадочной толщи была использована методика комплексирования НСП и МОВ ОГТ. На основе этой методики автором была построена скоростная модель верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря.

С учетом скоростных характеристик верхней части разреза автором составлены карты мощности четвертичных отложений, изогипс подошвы четвертичных отложений, а также карты мощности вендских отложений, изогипс кровли рифейских отложений.

В результате интерпретации материалов НСП, с привлечением карты локальных форм рельефа дна, построенной В.А.Журавлевым в ходе

региональных комплексных геофизических исследований в Беломорском секторе геотраверза 3-АР (производственный отчет, 2005), автором околонурифы боковые и конечные моренные гряды, сформированные на завершающих стадиях (невской и сальпауселькя) поздневалдайского оледенения.

В разделе "Сведения о геологическом строении", автор считал необходимым привести новые данные о структурно-тектоническом районировании исследуемой территории, строении средне-верхнерифейских образований, которые были получены в 2003-2004 гг. ОАО МАГЭ в ходе региональных комплексных геофизических исследований в Беломорском секторе геотраверза 3-АР (*договор №25-2003 с ФГУ НПП "Севморгео"*). Результаты этих работ изложены в отчете (Журавлев и др., 2005ф), и, частично, опубликованы в статье (Казанин и др., 2006). Изучение геологического строения средне-верхнерифейских образований - нижний структурно-тектонический этаж (СТЭ), выделение основных структурных элементов, составление схемы структурно-тектонического районирования было выполнено В.А.Журавлевым и С.П.Павловым по материалам комплексного анализа волновых и потенциальных полей. Изучение верхней части геологического разреза - верхний СТЭ, было выполнено автором диссертационной работы по материалам непрерывного сейсмоакустического профилирования с привлечением данных сейсморазведки МОВ ОГТ. Результаты и основные выводы, относящиеся к строению верхнего СТЭ, приводятся во второй и третьей главах и представляют предмет защиты.

Апробация работы и публикации. Результаты исследований докладывались на международной конференции "Арктикшельф" в 2004 г., "Арктикшельф" в 2006 г. и НТС МАГЭ. Результаты исследований изложены в производственном отчете, опубликованы в статьях.

Практическая значимость диссертации. Несмотря на региональный характер исследований, результаты данной работы могут оказаться полезными при решении ряда практических задач. Составленная сейсмостратиграфическая схема верхней части осадочного чехла Бассейна повысит достоверность интерпретации сейсмоакустических материалов. Построенные карты мощностей и изогипс будут полезны для уточнения истории геологического развития региона в дочетвертичное время. Результаты данной работы помогут при планировании геолого-геофизических работ и инженерно-геологических изысканиях в Бассейне Белого моря.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы 122 страницы; диссертация содержит 31 рисунок, 4 таблицы. Список литературы включает 73 источника.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и искренне благодарит генерального директора ОАО МАГЭ к.т.н. **Г.С. Казанина** за предоставленную возможность работать над диссертацией и всестороннюю поддержку, а также научному руководителю д.г.-м.н. **Г.А. Тарасову** за содействие, полезные советы и консультации. Автор благодарен **В.А. Журавлеву** за поддержку, помощь и критические замечания в интерпретации материалов и написании диссертационной работы, а также коллегам, участвовавшим в сборе и обработке фактического материала в полевых условиях: **С.М. Чуранову, В.А. Кацанюку, Д.Н. Кузубу, А.Е. Захарову, Р.В. Булычеву, А.Н. Воронцову, А.А. Якушеву, О.В. Исаевой, А.И. Злобину, Д.В. Фокину.**

Особую благодарность автор выражает **А.И. Васильеву** и **Е.Г. Васильевой**, разработавших пакеты программного обеспечения для обработки и интерпретации геолого-геофизической информации, на базе которых был выполнен скоростной анализ верхней части разреза и обеспечено построение графических приложений и иллюстраций.

Автор благодарен **Г.Г.Крюковой** за оказанную помощь в построении и оформлении графических приложений.

Автор считает должным поблагодарить д.г.-м.н. **Г.Г. Иванова**, д.г.-м.н. **Э.В. Шипилова**, к.г.-м.н. **И.А. Погдину**, к.г.-м.н. **С.И. Шкарубо**, **Н.В. Федухина** за консультации и критические замечания.

Содержание работы

Глава I. Общие сведения о районе исследований

Краткий физико-географический очерк. Белое море является крупнейшей внутренней акваторией севера России. Административно оно поделено между Архангельской, Мурманской областями и Республикой Карелия.

Белое море принято делить на следующие части:

- северную, именуемую Воронкой, в восточной части которой располагается мелководный Мезенский залив,
- Горло, соединяющее Воронку с основной частью моря,
- основную часть моря, в которую входят Бассейн с Кандалакшским, Онежским и Двинским заливами.

Район исследований охватывает центральную часть Белого моря, Кандалакшский и Двинский заливы. Рельеф дна Бассейна и заливов характеризуется значительной расчлененностью. Глубины моря колеблются от 10 до 310 м.

Бассейн является самым глубоководным районом моря, причем впадина с глубинами более 100 м занимает примерно 2/3 его площади и

заливов. Эта впадина начинается в Кандалакшском заливе и тянется на юго-восток до входа в Двинский залив. Длина впадины 280 км, ширина 60 км. В пределах впадины имеются котловины с глубинами до 310 м. В Кандалакшском заливе глубины, как правило, более 50 м, на входе в залив глубины превышают 200 м. Глубины моря в Двинском заливе меняются от 20 до 100 м. Крупные формы рельефа дна наследуют глубинные тектонические структуры. Происхождение мелких форм рельефа дна связано с геологическими процессами, имевшими место в четвертичное время.

Климат умеренно холодный, сочетает черты континентального и морского. Зима сравнительно мягкая со средними температурами января и февраля -14° - 16° , продолжительная, короткое прохладное лето с температурой $+14^{\circ}$ - 16° , среднегодовое количество осадков 400-500 мм.

Лед в Белом море наблюдается обычно с ноября по май. Льдообразование начинается в ноябре в заливах Бассейна, в декабре оно охватывает весь Бассейн и постепенно распространяется на Горло и Воронку. К середине января свободной от дрейфующего льда остается только северо-западная часть Воронки. Толщина ледового покрова в Белом море колеблется от 30 до 150 см. Центральная часть Бассейна полностью очищается ото льда в середине мая (Невесский и др., 1977).

Геолого-геофизическая изученность. В течение ряда лет в акватории Белого моря проводились геолого-геофизические исследования, направленные на изучение геологического строения района и поиск полезных ископаемых. В основном это были сейсмоакустические исследования, выполненные в рамках опытно-методических работ и геологической съемки шельфа масштаба 1:200000 и пробоотбор (ВСЕГЕИ, ПГО "Архангельскгеология", Геологический институт КНЦ РАН, МГУ).

Наиболее плотно этими работами изучено Горло Белого моря, заливы и прибрежная часть Бассейна Белого моря. Центральная часть Белого моря осталась наименее исследованной геолого-геофизическими методами. Исключением является исследование приповерхностных отложений мощностью до 3-5 м, полученных "легкими" пробоотборниками (Невесский и др., 1977).

Сейсморазведка МОВ ОГТ представлена всего двумя профилями, выполненными ОАО МАГЭ и ММГНЭ (трест СМНГР).

В 2003-2004 гг. ОАО МАГЭ по договору №25-2003 с ФГУ НПП "Севморгео" в Беломорском секторе геотраверза 3-АР были выполнены региональные комплексные геофизические исследования м-ба 1:500000 (надводные гравиметрические, магнитометрические, сейсмоакустические исследования, ГСЗ и МОВ ОГТ).

Сведения о геологическом строении региона. Район акватории Белого моря расположен в северо-восточной части Восточно-Европейской платформы, на восточном склоне Балтийского щита, перекрытого осадочным чехлом Русской Плиты. Осадочный чехол представлен рифейскими, верхневендскими, верхнепалеозойскими породами и четвертичными отложениями.

В тектоническом отношении район исследований (Бассейн и прилегающие к нему заливы) расположен в пределах Беломорского блока I-го порядка Балтийского щита. Блок сложен в основном гнейсовыми толщами беломорского комплекса архейского возраста (Геологическая карта. ..., 2004). В пределах блока выделяется система Беломорского рифта, к которому относятся Кандалакшский грабен (пространственно соотносится с Кандалакшским заливом), Онежский и Керецкий грабены, разделенные Архангельским горстом. С севера Керецкий грабен ограничен Терской ступенью, пространственно соотносящейся с Горлом Белого моря. Малошуйско-Унский грабен выделяется в пределах Онежского грабена и Архангельского выступа и является наложенной структурой (Казанин и др., 2006).

Заложение Беломорской рифтовой системы относится к среднему рифею. В структурном плане рифейских грабенов отчетливо проявлена унаследованность северо-западных нарушений кристаллического фундамента (исключение - Малошуйско-Унский грабен) и преобладающая приуроченность к раннедокембрийским подвижным поясам и их границам с архейскими кратонами.

Осадочный чехол разделяется на два структурно-тектонических этажа (СТЭ) - нижний и верхний. *Нижний СТЭ* представлен отложениями рифейского возраста, максимальная мощность которых составляет 8 км. По мощности и структурным особенностям отложения нижнего СТЭ разделяются на три пространственно обособленных структурных комплекса - кандалакшский, малошуйско-унский и керецкий, приуроченных к одноименным грабенам. *Верхний СТЭ* представлен верхневендскими и верхнекайнозойскими отложениями. Отложения венда распространены в пределах Двинского залива и залегают моноклинально с резким несогласием на эродированной поверхности рифейских образований. Мощность вендских отложений увеличивается в восточном направлении. Кайнозойские отложения, представленные осадками четвертичного возраста, плащеобразно, с угловым и стратиграфическим несогласием, перекрывают рифейские и верхневендские отложения (Казанин и др, 2006; Тарасов и др. 2006).

Глава II. Расчленение верхней части разреза по материалам непрерывного сейсмоакустического профилирования.

Строение верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря изучено по данным непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП).

Существующее сейсмостратиграфическое разделение на сейсмоакустические комплексы верхней части разреза не отражает все типы отложений, выделенных в настоящее время, так как морские работы, которые были выполнены ранее, проводились на ограниченных участках площади. Морские работы, выполненные ОАО МАГЭ в 2003-04 гг., охватывают практически всю акваторию Белого моря, что позволило составить сводную сейсмостратиграфическую схему верхней части осадочного чехла (табл.1). В результате сейсмостратиграфического анализа в строении верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря выделено четыре крупных сейсмоакустических комплекса: рифейский (VII₁, VII₂, VII₃, VII₄), вендский (VI, V), палеозой-кайнозойский(?) (III-IV) и четвертичный (III, II, I). В предлагаемой схеме приведено сопоставление с сейсмостратиграфическим разделением на сейсмоакустические комплексы, выполненным предшествующими исследователями.

Сейсмоакустический разрез рифейских отложений (СК VII).

По типу волновой картины сейсмоакустический комплекс VII разделяется на четыре подкомплекса - СК VII₁, СК VII₂, СК VII₃, и СК VII₄.

СК VII₁ (верхняя часть кандалакшского комплекса) приурочен к Кандалакшскому грабену. СК VII₁ представляет собой акустически неоднородный комплекс, с ярко-выраженными наклонными, сближенными, субпараллельными осями синфазности, осложненными крупными и мелкими ундуляциями.

Кровля комплекса выделяется уверенно, имеет бугристый облик и осложнена неглубокими врезами, указывающими на литологическую неоднородность отложений. Участок в Кандалакшском заливе, у юго-западного борта одноименного грабена является исключением: здесь кровля СК VII₁ имеет "пилообразный" облик, что, вероятно, отражает связь ее формирования с эрозионно-тектоническими процессами.

На Терском берегу выделены рифейские образования (оленицкую серию; R_{2,3}o). В ее составе выделены средне- и верхнерифейские породы. Мощность серии превышает 715 м. Кровля рифейских образований оленицкой серии моноклинально погружается в сторону Кандалакшского грабена на глубину 4 км (Журавлев и др., 2005ф). На основании этого

можно предположить, что верхняя часть кандалакшского комплекса (СК VII₁) представлена верхнерифейскими отложениями.

Отложения СК VII₂ (малошуйско-унский комплекс) развиты на юго-востоке исследуемой территории в пределах Малошуйско-Унского грабена. В волновой картине он отличается меньшей плотностью и выраженной криволинейностью наклонных осей синфазности. Отмечается наклон осей синфазности в юго-восточном направлении. Кровля комплекса слабоизрезанная. На участках, где этот комплекс перекрыт отложениями комплекса VI, кровля выровненная, прослеживается уверенно.

На сопредельной суше в Онежском грабене отложения рифея выделены в объеме верхнерифейской ненокской и среднерифейской солозерской свит.

Мощность средне- и верхнерифейских образований в среднем оценивается в 250 м. В акватории мощность отложений рифея на порядок выше. Вероятно, верхняя часть малошуйско-унского комплекса (СК VII₂) представлена верхнерифейскими отложениями.

Отложения СК VII₄ (верхняя часть керецкого комплекса) приурочены к Керецкому грабену. Волновая картина комплекса характеризуется наклонными осями синфазности и слабой отражающей способностью. Возможно, такая волновая картина указывает на однородность литологического состава пород комплекса.

СПК VII₃ представляет собой акустически неоднородный комплекс со слабо выраженными внутренними отражающими границами. Границы в основном пологонаклонные, сильно и слабо изогнутые, изредка образующие пологие мелкие складки. Из-за слабой интенсивности отражения прослеживаются неуверенно. Возможно, комплекс сложен породами, близкими по акустическим свойствам. Комплекс распространен в северной части Бассейна и выполняет впадину в рельефе подстилающего его СК VII₄. В подошве комплекс ограничен структурным несогласием, представляющим собой поверхность размыва. В кровле комплекс ограничен эрозионной поверхностью, и перекрыт отложениями верхневендского возраста.

СК VII₃ значительно отличается по типу волновой картины, положению в разрезе, рельефом кровли и подошвы от выделенного на площади вендского СК. Вполне вероятно, что СК VII₃ представляет собой низы верхнерифейских отложений, сохранившихся локально в северной части Бассейна и выполняющих углубления в рельефе подстилающих пород, выделенных в СК VII₄. В северо-западной части Керецкого грабена отложения СК VII₄, вероятно, имеют среднерифейский возраст.

Сейсмоакустический разрез верхневендских отложений (СК VI, СК V).

В восточной части акватории выделен СК VI, залегающий с угловым и стратиграфическим несогласием на нижележащих отложениях СПК VII. Комплекс постепенно выклинивается в северо-западном направлении и резко обрывается в Горле в виде небольшого уступа. В поперечном разрезе комплекс имеет форму острого клина. В кровле комплекс ограничен эрозионной поверхностью, на которой залегают более молодые отложения. В целом, подкомплексы, слагающие его, характеризуются общим моноклиальным падением на северо-восток.

По результатам морских исследований м-ба 1:200 000 ПГО «Архангельскгеология» (Хан, Шаповалов, Уразаев и др., 1984ф; Елисеев, Щукин, Оборин и др., 1989ф; Оборин, Щукин, Соболев и др., 1991ф) было установлено, что СК VI относится к верхневендским отложениям усть-пинезской свиты редкинского горизонта.

СК V залегает с угловым несогласием на отложениях СК VI. Для комплекса характерны слабовыраженные горизонтальные внутренние отражения. Подошва комплекса ровная, выделяется уверенно. Комплекс распространен локально на Зимнебережном шельфе. По результатам предыдущих работ на шельфе Зимнего берега (Хан, Шаповалов, Уразаев и др., 1984ф) СК V сопоставляется с отложениями мезенской свиты.

Сейсмоакустический разрез палеозой-кайнозойских(?) отложений (СК III-IV).

СК III-IV выделяется в наиболее погруженной части Кандалакшского грабена, вдоль его юго-западного борта. Для более уверенного прослеживания отражающих границ и характеристики комплекса были привлечены материалы сейсморазведки МОВ ОГТ. В кровле и подошве комплекс ограничен эрозионными поверхностями. Отложения комплекса залегают на эродированной поверхности рифейских пород кандалакшского комплекса и выполняют глубокие врезы. На юго-западе отложения комплекса сопрягаются с архей-нижнепротерозойскими породами фундамента в зоне тектонического контакта. В кровле отложения комплекса по схеме эрозионного среза перекрыты четвертичными отложениями. В целом, волновая картина характеризуется хаотическим рисунком записи с фрагментами отражающих границ. На юго-западе Кандалакшского грабена на временном разрезе МОВ ОГТ в пределах комплекса выделяются субгоризонтальные протяженные отражающие границы, кровля рифейских отложений относительно выровненная.

СК III-IV отличается от СК VII₃ и СК VI по типу волновой картины, условиям залегания и взаимоотношением с другими комплексами. На

Таблица 1.

Сводная сейсмостратиграфическая схема верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря.

Группа	Система	Света	Слой, звено	Выделенные ранее СК (Елисеев С.Л. и др., 1989)	Предлагаемые СК	
Кайнозойская	Четвертичная		современное	Ю ₀	Ю ₀₁ , Ю ₁₁	
					Ю ₀	
			верхнее	II	II	
					III	III
						III
	нижнее					
				неогеновая		
	Палеозойская	девон-пермь(?)				
				Позднепротерозойская	позднедевонская	Мезенская
	Усть-пинжская	зимнегорские	IV ₁₋₀			
вайицкие						
союзминские		IV ₁				
верховские		IV ₁₋₂				
архангельские						
лямяцкие						
тамицкие	IV ₂					
рифейская				VII ₁ , VII ₂		
				IV-V	VII ₃	
				V ₀	VII ₄	
				V ₁		
Раннепротерозойская				VI	VIII	
Архейская						

основании этого, можно заключить, что возраст отложений СК III-IV более молодой, чем у СК VII₃ и СК VI.

На Кольском и Онежском полуостровах сохранились девонские и каменноугольные отложения. Вероятно, отложения девона и карбона были развиты повсеместно на территории Балтийского щита, но впоследствии были уничтожены эрозией на большей части Беломорского региона. На протяжении всего геологического развития в Кандалакшском грабене преобладали нисходящие движения. В таких условиях, в тектонической впадине современного Кандалакшского залива, наследующей рифейский грабен, могли сохраниться палеозойские отложения, к которым можно отнести СК III-IV. В верхней части СК III-IV, выделяется комплекс отложений, по волновой картине напоминающий СК II. В кровле комплекс также перекрыт по схеме эрозионного среза верхнеэоценовыми осадками. Вероятно, это нижне-среднеэоценовые плохосортированные осадки, сохранившиеся в неглубоких впадинах в кровле СК III-IV.

Таким образом, в связи с ограниченностью данных и рядом предположений, приведенных выше, автор предположил довольно широкий возрастной диапазон отложений СК III-IV, сопоставив их с палеозой-кайнозойскими (?) образованиями, сохранившимися локально в тектонической впадине современного Кандалакшского залива.

Сейсмоакустический разрез кайнозойских отложений. К кайнозойскому разрезу отнесена группа комплексов, которые залегают на поверхностях сейсмоакустических комплексов III-IV, V, VI, VII, VIII, отождествляемых с породами фундамента и осадочного чехла. На площади работ в строении верхней части осадочного чехла выделено три сейсмоакустических комплекса (III, II, I), отличающихся по своим акустическим характеристикам, и имеющим определенное положение в разрезе.

СК III выделен в северной части Бассейна, вблизи от Зимнего берега и Терского берега. Это акустически неоднородный комплекс со слабовыраженной слоистостью. Отдельные слои часто осложнены микроскладками. Кровля и подошва комплекса выделяются уверенно. Отложения комплекса залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на верхнепротерозойских образованиях (рис. 1). По данным морского неглубокого бурения (Оборин, Щукин, Соболев и др., 1991 ф) отложения этого комплекса были отнесены к верхнеэоценовым морским отложениям (ленинградский и микулинский мариний).

СК II широко распространен в акватории Горла, вдоль Терского побережья и склонов Кандалакшского грабена, а также в южной части Бассейна. В акватории Двинского залива, ближе к Зимнему берегу, он сохранился в виде останцов, тогда как в центральной части залива

комплекс развит достаточно широко, формируя резко расчлененный рельеф дна. Для комплекса характерна изрезанная, грядовая поверхность. Границы кровли четкие, подошва в целом выделяется плохо. СК II залегает на выровненной или слабо расчлененной поверхности коренных пород и СК III (рис.1). Внутренняя волновая картина характеризуется высокой плотностью и хаотичностью осей синфазности. Такой характер волновой картины указывает на то, что комплекс сложен несортированными, неслоистыми осадками, содержащими крупные объекты (скопления валунов, глыбы, отторженцы). По этим признакам комплекс отнесен к ледниковым образованиям.

Отложения комплекса слагают гряды вдоль юго-западного борта тектонической впадины Кандалакшского залива, Терского берега и Горле, вблизи Соловецких островов и Двинском заливе. В центральной части Бассейна прослежены отдельные гряды. Мощность отложений в гребневых частях гряд достигает 115 м. По данным дночерпателей и колонкового проботбора, выполненного ПГО «Архангельскгеология» и ВСЕГЕИ СК II представлен валдайскими ледниковыми отложениями. Однако не исключено, что на площади сохранились и более древние моренные отложения.

В западной части акватории моренные гряды выражены в рельефе дна. В восточной части акватории моренные гряды погребены под слоем более молодых осадков (СК I₁, I₀) и в рельефе дна не выражены.

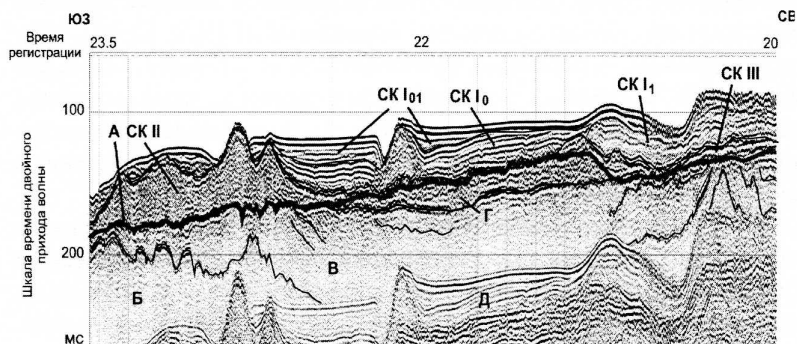


Рис.1. Фрагмент временного разреза НСП 030305.

А – подошва четвертичных отложений; Б – среднерифейский СК; В – верхнерифейский СК; Г – верхневендский СК; Д – кратная волна.

К СК I отнесены все образования, слагающие самую верхнюю часть разреза кайнозойских отложений. СК I разделен на четыре подкомплекса, различающихся по волновой картине: СК I₁, СК I₀, СК I₁₁ и СК I₀₁.

СК I₁ выделен в северной части Бассейна, вдоль Терского берега, в Двинском заливе. Это акустически однородный комплекс со слабовыраженными внутренними границами, образующими неясную субгоризонтальную, часто волнистую слоистость. *СК I₁* характеризуется четко выраженной кровлей и подошвой, ровными, пологими склонами. Отложения этого комплекса образуют плащеобразный покров (Елисеев, Щукин, Оборин и др., 1989ф), редко формы останцового типа (рис.1), изометричные или слабовытянутые в плане, а также иногда заполняет врезы. Местами, кровля *СК I₁* осложнена микрорельефом в виде ряби (от мелкой до очень крупной). Область распространения отложений этого комплекса приурочена к моренным грядам, выделенным вдоль Терского и Зимнего берегов, и в Горле. В результате сопоставления *СК I₁* с данными бурения в Горле, он был отнесен к поздне-последледниковым отложениям (ледниково-озерные и ледниково-морские отложения).

СК I₀ характеризуется яркими протяженными внутренними границами, образующими субгоризонтальную слоистость (рис.1). В подошве отражающие границы комплекса облекают нижележащие формы палеорельефа. Для комплекса характерна хорошо выровненная поверхность. Яркие внутренние границы указывают на резкую дифференциацию отложений *СК I₀* по акустическим свойствам, что обусловлено чередованием в разрезе слоев различного литологического состава. *СК I₀* распространен плащеобразным покровом, заполняет и сглаживает неровности рельефа подстилающих пород. Отложения комплекса развиты практически повсеместно. На основании сопоставления *СК I₀* с данными бурения, комплекс был отождествлен с последледниковыми-голоценовыми морскими отложениями.

СК I₁₁ выделен по характерному рисунку сейсмоакустической записи. Это акустически однородная, прозрачная толща, отличающаяся от *СК I₁* и *СК I₀* наличием косой слоистости. Границы кровли и подошвы выражены ярко. Комплекс выделен в северной части Бассейна. Отложения комплекса слагают крутой (северо-западный) склон крупного песчаного вала. Толща залегает на отложениях *СК I₁* в виде линзы. Вероятно, комплекс образовался за счет размыва песков *СК I₁* и аккумуляции их на крутом склоне песчаного вала при резкой смене гидродинамического режима (Елисеев, Щукин, Оборин и др., 1989ф).

Отложения *СК I₀₁* (?) залегает на *СК I₀* с угловым несогласием в подошве и, возможно, на *СК II* (рис.1). Комплекс характеризуется непротяженными, менее интенсивными, по сравнению с *СК I₀*, отражениями. Кровля комплекса ровная, в подошве отражения образуют несогласия с подстилающими комплексами. Комплекс распространен достаточно широко в Бассейне Белого моря. По положению в разрезе,

наличию поверхности размыва в подошве, СК I_{01} можно отнести к голоценовым морским осадкам.

По данным неглубокого морского бурения и сопоставления волновых полей сейсмоакустического комплекса I с временными разрезами НСП, полученными в ходе работ м-ба 1:200 000, выполненных в Горле Белого моря ПГО «Архангельскгеология», СК I отнесен к позднеплейстоцен-голоценовым отложениям (Елисеев, Щукин, Оборин и др., 1989ф; Хан, Шаповалов, Уразаев и др., 1984ф).

Глава III. Построение скоростной модели и верхней части осадочного чехла и структурных карт.

Верхняя часть осадочного чехла Белого моря характеризуется сложными сейсмогеологическими условиями. Глубины моря в районе исследований меняются от 20 м до 325 м. Отложения, слагающие верхнюю часть осадочного чехла, неоднородны по физическим свойствам (плотность, скорость), строению и мощности. Для определения глубин до основных отражающих границ необходимо изучение скоростных параметров среды.

Сейсморазведка МОВ ОГТ и НСП выполнялись в комплексе по одним и тем же профилям (Журавлев и др., 2005ф), поэтому для изучения скоростных характеристик верхней части осадочного чехла была использована методика, основанная на комплексировании этих методов. Методика заключается в изучении кинематических параметров среды - граничных ($V_{гр}$) и пластовых ($V_{пл}$) скоростей, рассчитанных по годографам преломленных волн, регистрируемых в первых вступлениях МОВ, и сопоставлении их с результатами корреляции сейсмоакустических отражающих границ.

В результате анализа полученных данных было выделено 3 группы скоростных зависимостей, соответствующих преломляющим границам. Влияние толщи воды на скоростные параметры верхней части осадочного чехла нельзя не учитывать, поэтому в пластовой модели она выделена в отдельный слой (интервал I: $V_{пл} = 1500$ м/с).

Поскольку скорости преломленных волн сопоставимы с пластовой скоростью среды, в которой они распространяются, соответственно было выделено 3 скоростных интервала, которые характеризуют толщи

Скоростные интервалы	Отложения	$V_{пл}$, м/с
II	Четвертичные	2498
III	Вендские	3081
IV	Рифейские	3902

верхней части разреза. По построенной обобщенной пластовой модели рассчитывались средние скорости (V_{cp}) для каждого сейсмоакустического горизонта.

С учетом скоростных характеристик верхней части осадочного чехла составлены карты мощности четвертичных отложений, изогипс подошвы четвертичных отложений, а также карты мощности вендских отложений, изогипс кровли рифейских отложений.

Глава IV. История геологического развития региона в четвертичный период

В неоплейстоцене Беломорский регион вступил в эпоху материковых оледенений. На протяжении квартера земная кора испытывала ряд сменявших друг друга циклов тектонических движений - погружений и поднятий, с которыми тесно связано формирование четвертичного покрова на территории Беломорья.

Четвертичные отложения в пределах акватории представлены в объеме верхнего звена неоплейстоцена и голоцена (СК III, СК II, СК I). Поздненеоплейстоценовое время характеризуется наступлением микулинской бореальной трансгрессии и, сменившим ее, валдайским оледенением.

Отложения среднего звена неоплейстоцена (лихвинские межледниковые, днепровские ледниковые, шкловские (одинцовские) межледниковые, московские ледниковые) в акватории Белого моря не установлены, но распространены на сопредельной суше (Кольский п-ов, Зимний берег).

Микулинская (бореальная) трансгрессия в начале позднего неоплейстоцена охватила не только акваториальную часть площади, но и, в значительной части, сухопутное обрамление. По данным палинологических исследований температура вод микулинского моря была на несколько градусов выше современной (Малясова, 1981; Евзеров и др., 1981). Микулинские морские отложения сохранились в основном на побережье Кольского полуострова, в долинах рек Варзуга, мал. Качковка, Чапома, Поной. Отложения представлены толщей переслаивающихся песков, супесей, суглинков и глин с остатками морской фауны и флоры (Геологическая карта..., 2004).

В Архангельской области морские отложения бореальной трансгрессии широко распространены в Онежской и Северо-Двинской впадинах и обнажаются в долинах рр. Сев. Двины и ее притоков, а также в долинах более мелких рек бассейна Белого моря (Геологическая карта..., 2004).

Наиболее полный разрез морских отложений был вскрыт бурением в прибрежной части Зимнего берега, где мощность морских отложений составляет 70 м (Геологическая карта..., 2004). В скв.12-29 на Зимнем берегу в микулинской толще выделяются три пачки отложений. Нижняя и верхняя пачки, сложенные алевритами и песками с включениями грубообломочного материала, отражают соответственно трансгрессивную и регрессивную стадии микулинского моря. Средняя пачка, существенно глинистая, соответствует максимуму трансгрессии. Состав глинистой фракции средней пачки, представленной голубовато-серыми глинами, свидетельствует о формировании ее преимущественно за счет размыва местных коренных пород венда с хлорит-гидрослюдистым составом глин (Немцова и др., 1991).

В акваториальной части морские отложения микулинского межледниковья установлены по результатам сейсмоакустических исследований и бурения в Горле Белого моря, а также в северной части Бассейна, вдоль Терского и Зимнего берегов. Скв.2 в Горле Белого моря вскрыла низы микулинской толщи, сохранившиеся после прохождения поздневалдайского ледника. Они представлены песками и алевритами с примесью ракушечного детрита, глинистого и крупнообломочного материала и имеют мощность 15 м (Немцова и др., 1991).

Микулинские отложения залегают на эродированной поверхности верхневендских и рифейских пород. Вдоль Терского берега микулинский мариний перекрыт моренными отложениями валдайского возраста (СК II). Мощность морских отложений по данным НСП не превышает 20 м и менее.

В пределах Кандалакшского, Двинского заливов и центральной части акватории микулинские отложения, вероятно, были удалены последующими экзарационными процессами.

После регрессии микулинского моря в *раннем валдае* установились холодные континентальные условия. Рядом исследователей предполагается, что массив ледника существовал только в центре Кольского п-ва и ранний валдай в Северо-Двинском районе был холодным, но безледным, а на участке Горла Белого моря была перигляциальная субарктическая равнина (Геологическая карта..., 2004). Однако на сопредельной суше (Кольский п-ов, Архангельская область) установлены подпорожские морены и в ее составе выделены породы скандинавского происхождения (Евзеров и др., 1981).

В *среднем валдае* потепление сопровождалось глобальным повышением уровня Мирового океана, который намного превышал современный. В этот период формировались отложения *ленинградского горизонта* (беломорская трансгрессия).

В пределах акватории Белого моря при донном пробоотборе вскрыты плотные коричневые глины с намечающейся субгоризонтальной цветовой полосчатостью, которые, предположительно, отнесены к ленинградскому горизонту. Они с размывом перекрываются малоощным горизонтом пелитовых осадков голоценового возраста. Эти глины имеют крайне локальное распространение в районе, расположенном к северо-востоку от острова Большой Жужмуй (Онежский залив) (Геологическая карта..., 2004).

Морские отложения ленинградского межледниковья выделены в Горле Белого моря. Их морской генезис заверен бурением, вскрывших на 4 м комплекс отложений. Отложения представлены песком среднезернистым с гравием и галькой (Оборин и др., 1991ф; Немцова и др., 1991).

Морские отложения беломорской трансгрессии на Кольском полуострове выделены в морской толще Терского побережья и в низовьях р. Поной (Евзеров и др., 1981; Геологическая карта..., 2004). Они представлены песчано-глинистыми осадками, палинологическая характеристика которых отвечает близким к межледниковым климатическим условиям. Лучше всего отложения этой трансгрессии изучены на южном и восточном побережье Кольского полуострова в долинах рек Стрельна, Воронья, Мал. Качковка, Поной, Усть-Пялка, Чапома и др., где они были названы "стрельнинскими" слоями. Мощность их до 23 м.

В Архангельской области отложения беломорской трансгрессии с размывом залегают на микулинских, реже подпорожских отложениях на абсолютных отметках до 50 м под осташковской мореной. Мощность их до 53.8 м. В составе ленинградских межледниковых отложений преобладают слоистые супеси или пески от тонкозернистых до средне-, реже крупнозернистых. По данным палинологических исследований на морском побережье господствовали березовые леса. Видовой состав остатков фауны фораминифер свидетельствует о небольших глубинах сравнительно холодноводного бассейна. По сравнению с микулинскими отложениями эти осадки имеют меньшую засоленность (Геологическая карта..., 2004).

Начиная с *поздневалдайского времени* (осташковское оледенение, около 30-25 тыс.лет) ледник надолго занимает акваторию Белого моря. При его продвижении в значительной части были эродированы отложения микулинского и ленинградского межледниковий. Под влиянием изостазии Горло и центральная часть Белого моря были опущены на 100-150 м и 200-300 м ниже своего современного положения (Геологическая карта....., 2004; Оборин и др., 1991ф; Арманд и др., 1977; Наумов и др., 1993).

Центральная часть Белого моря (вместе с заливами) являлась ареной действия Беломорского ледникового потока. Положение Беломорского ледникового потока контролировалось впадиной Белого моря, образовавшейся в результате тектонической перестройки в неоген-ранннеоплейстоценовое время.

В максимальную стадию Беломорский ледниковый поток оканчивался Северо-Двинской лопастью, которая существовала на всех этапах его деградации. С крестецкого этапа выделялась, кроме того, Беломоро-Онежская лопасть, а на северо-северо-западе Кольского полуострова существовала Кольская лопасть. Северная ветвь Кольской лопасти – кольско-туломский и ловозерско-вороньинский языки – в максимальную фазу развития оледенения, по-видимому выходила за пределы современной суши, растекаясь на шельф Баренцева моря. Лед, двигавшийся к югу (Кандалакшский язык), давал начало Беломорскому ледниковому потоку.

В восточной части Кольского п-ва существовал Понойский ледниковый щит, препятствовавший продвижению льдам Кольской лопасти на восток. Его местоположение установлено по радиальному разному валунов кейвских пород и щелочных гранитов. Ледниковый щит занимал всю восточную половину Кольского п-ва и в течение всего периода оледенения характеризовался незначительной активностью (Арманд и др., 1977; Геологическая карта..., 2004).

Конечные морены и холмисто-моренный рельеф на территории Беломорья фиксируют стадии максимального распространения ледника - кенозерскую (вепсовскую), няндомскую (крестецкую), карельскую (лужскую), сязозерскую (невскую), Сальпаусселькя I, II, III (Арманд и др., 1977; Геологическая карта..., 2004).

На протяжении вепсовской, крестецкой и лужской стадий оледенения ледник покрывал центральную часть Белого моря вместе с заливами (Кандалакшский, Двинский, Онежский). Восточный край ледника глубоко вдавался в сушу (Арманд и др., 1977).

В *среднем дриасе* край активного ледника располагался у Терского берега и в центральной части Двинского залива, а его южная часть была свободна ото льда. С его подвижками во время среднедриасового похолодания связано образование моренных гряд, выделенных соответственно вблизи Терского берега и в центральной части Двинского залива, и условно отнесенных к *невской стадии*.

По данным бурения в Горле верхневалдайская морена сложена супесью с высоким содержанием грубообломочного материала, и отличается от вышележащих водно-ледниковых отложений высокой плотностью. Возраст морены установлен как среднедриасовый (Немцова и др., 1991). В южной части Двинского залива существовал озерно-

ледниковый водоем, распространявшийся в пределы наиболее пониженной части Нижнедвинской впадины. В Двинском заливе и Горле накапливались толщи поздне-последниковых отложений (СК I₁), представленных серыми и бурыми алевритами различной крупности, иногда переходящие в глины и тонкозернистые пески, местами с примесью гравийных зерен и включениями единичной гальки (Немцова и др., 1991). С севера Горло Белого моря было блокировано от Баренцева моря Кулойской лопастью.

В конце *среднего дриаса* уровень приледникового озера во впадине моря (перед внешним краем ледника Северо-Двинской лопасти) достиг уровня Горла, и перед краем активного ледника у Терского берега начинает формироваться приледниковое озеро. Здесь также формируются позднеледниковые ледниково-озерные осадки.

В *аллереде* (12000 лет назад) периферические части ледников превращались в поля мертвого льда. На начале аллереда в бассейне преобладали озерные условия. С юго-восточной части Беломорского ледникового потока, на месте Двинского залива, продолжал развиваться приледниковый водоем. На месте современного Онежского залива уже существовал пресноводный водоем (Рыбалко и др., 1987). В процессе дальнейшей дегляциации они слились, образовав Палеоунское озеро. Озеро питалось водами Онеги и Северной Двины. С севера образовалось подобное озеро, его питали воды Варзуги. К концу аллереда Горло соединилось с Баренцевым морем, судя по присутствию в Двинском заливе и Горле фораминифер, обитающих в морской воде и морских диатомей (Наумов и др., 1993; Арманд и др., 1977).

В позднем дриасе (11000 лет назад) наступило кратковременное похолодание (*стадия сальпаусселькя I*). Край ледника располагался в районе Терских Кейв. Его положение зафиксировано боковыми и конечными моренными грядами, закартированными в Беломорской впадине. Моренные гряды, протянувшиеся вдоль Терского берега (северная часть Бассейна), вероятно, являются затопленным продолжением Южной Кейвы. Их образование можно, условно, отнести к стадии сальпаусселькя I.

Внешний край области, где отмечены конечные моренные гряды пространственно совпадает с границей распространения вендских отложений. Вероятно, именно на этой фазе похолодания определился современный контур среза вендских пород.

Уровень мирового океана в то время был ниже современного на 25 м, но под влиянием изостазии в позднем дриасе море частично заходило за пределы современной суши (поздне-последниковые глины на Кольском полуострове). Море осолонялось, причем повсеместно, так как в Кандалакшском, Онежском и Двинском заливах обнаружены

диатомеи и фораминиферы (Рыбалко и др., 1987; Оборин и др., 1991ф; Арманд и др., 1977; Наумов и др., 1993).

По мере деградации ледников происходит изостатическое поднятие Балтийского щита. Скорость поднятий в разных частях неодинакова. В послеледниковое время суша поднялась приблизительно на 160 м в районе г. Кандалакша, а на юго-востоке Кольского п-ва, где расположено Горло, изменение уровня суши почти не происходило. В связи с раскрытием Горла в сторону Баренцева моря в Белом море формируется своя система течений (Наумов и др., 1993).

В *пребореале* (последниковье, 10000 лет назад) льды отступили далеко на запад. Развитие трансгрессии Портландия привело к значительному проникновению морских вод на юг Белого моря (Онежский залив) (Рыбалко А.Е. и др., 1987). В районе Кандалакшского залива земная поверхность еще значительно опущена, а на месте Двинского и Онежского заливов подъема не было. На Терском шельфе накопление осадков происходит на фоне изостатического поднятия, причем Терский шельф, за счет быстрой деградации Понойского ледникового щита, поднимается более активно (Наумов и др., 1993; Оборин и др., 1991; Геологическая карта..., 2004).

В наступившей *бореальной фазе* 9000 лет назад гидродинамические условия устанавливаются близкие к современным. Меняются условия осадконакопления. Для позднего бореала характерны высокие скорости осадконакопления: около 2 см/год. Такое интенсивное поступление тонкого материала в береговую зону бореального моря связано с таянием последних льдов на суше и активным врезанием рек в условиях изостатического поднятия побережий.

В начале *Атлантики* (7600 лет назад) изостатическое поднятие территории начинает опережать гляциоэвстатическое повышение уровня Мирового океана. Это время соответствует региональной регрессии Литорина (Оборин и др., 1991ф; Геологическая карта..., 2004). Уровень моря снизился. Отмеченное несогласие между СК I_0 и СК I_{01} , вероятно, отражает именно это событие. По данным скважин и колонок, взятых трубками, переход к современным морским осадкам (СК I_{01}) осуществляется резко, с размывом в основании морской пачки (датируется средним голоценом) (Немцова и др., 1991).

К середине Атлантики гляциоэвстатическое повышение уровня Мирового океана вновь превышает темпы изостатического поднятия и к концу атлантического времени, море находится в границах, близких к современным. С конца Атлантики – начала суббореала (~5000 лет назад) условия осадконакопления в акватории также близки к современным (Наумов и др., 1993).

2500 лет назад климатические условия и осадконакопления окончательно приблизились к современным. Белое море вступило в окончательную стадию своего развития, которое протекает в пределах делящейся до сих пор *субатлантической климатической фазы*.

Отложения комплекса СК I₁, возможно, формировались в условиях приледниковых озер в позднеледниковое время и становления морского режима в пребореале-бореале (All-B). Отложения этого комплекса залегают на моренах ошашковского возраста и более древних отложениях, значительно выполаживая их рельеф. Поздне-последеледниковые отложения имеют наибольшее распространение в районах, располагающихся по периферии областей с широким развитием ледниковых образований (Терское побережье, Двинский залив, Горло).

В глубоководной впадине Белого моря не установлены отложения, отнесенные к СК I₁. В основном, в центральной части Беломорской впадины на породах рифея залегают последеледниковые и голоценовые отложения (СК I₀ и СК I₀₁). Вероятно, отсутствие отложений СК I₁ можно объяснить тем, что в результате быстрой деградации ледника в позднеледниковое время и установления связи с Баренцевым морем, последовала смена гидродинамического режима в позднедриасовое-пребореальное время, которая привела к изменениям условий осадконакопления от ледниково-озерных к ледниково-морским.

Отложения комплекса СК I₀ вероятно формировались в течение пребореала-бореала в условиях становления морского бассейна и высоких скоростей осадконакопления. Отложения этого комплекса в основном накапливались в западной глубоководной и северной частях акватории, где ловушкой для осадочного материала служил расчлененный рельеф коренных пород и моренных образований. В центральной части мощность отложений не только этого комплекса, но и в целом четвертичных отложений уменьшается. Это можно объяснить тем, что в атлантическое время территория испытала подъем и наступила регрессия Литорина, приведшая, вероятно, к изменениям схемы циркуляции течений в акватории. В результате этого, увеличилась интенсивность размыва донных осадков. В силу гидродинамических условий в бассейне, а также значительной выровненности коренного рельефа в центральной части акватории, осадочный материал, вероятно, проходил здесь транзитом, и эта часть акватории являлась зоной "минимальной седиментации".

Заключение

В результате комплексного геолого-геофизического изучения верхней части осадочного чехла акватории Белого моря установлены основные закономерности его геологического строения и представлена история развития региона в четвертичное время и условия формирования неоплейстоцен-голоценовых отложений.

1. На основе сейсмостратиграфического анализа изучена верхняя часть осадочного чехла и расчленена на ряд сейсмоакустических комплексов, сопоставленных со стратиграфическими подразделениями.

2. Составлена сводная сейсмостратиграфическая схема верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря.

3. В результате комплексирования методов НСП и МОВ ОГТ построена скоростная модель верхней части осадочного чехла Бассейна Белого моря.

4. С учетом скоростных характеристик построены карты мощности четвертичных и вендских отложений, изогипс подошвы четвертичных отложений и кровли рифейских отложений. Охарактеризованы структурные планы дочетвертичных пород. Уточнена история геологического развития региона и охарактеризованы процессы, сформировавшие современную структуру осадочного чехла.

5. Процессы, связанные с перераспределением мощности осадков во время поздневалдайского оледенения и постледникового осадконакопления в поздне-последническое и голоценовое время сформировали современный вид рельефа дна. В западной части акватории основные формы рельефа дна сформированы конечными и боковыми *моренными грядами*. В восточной части акватории неровности коренного и моренного рельефа перекрыты сплошным покровом *поздне-последнических осадков*. Дно моря представляет собой слабо наклоненную равнину, осложненную линейными углублениями в основном северо-западной ориентировки.

Распределение моренных, поздне-последнических и голоценовых осадков, анализ их мощностей, позволили определить типы осадконакопления и их роль на определенных стадиях развития акватории Белого моря.

Значительные мощности поздне-последнических отложений (СК I₁) отмечены в Горле, вдоль Терского берега и Двинском заливе и отражают постепенное формирование приледникового озера по мере деградации последнего ледникового покрова. В Беломорской впадине отложения СК I₁ отсутствуют, что можно объяснить быстрой деградацией ледника в позднеледниковое время и установлением связи с Баренцевым морем, приведшего к смене гидродинамического режима в

позднелиасовое-пребореальное время, и изменениям условий осадконакопления от ледниково-озерных к ледниково-морским.

6. Оконтуры боковые и конечные моренные гряды, сформированные на завершающих стадиях (невской и сальпауселья) поздневалдайского оледенения.

7. В результате комплексной интерпретации волновых и потенциальных полей на площади прослежены тектонические нарушения по подошве четвертичных отложений и в толще вендских отложений. В толще вендских отложений выделены три системы тектонических нарушений, сформировавшихся на определенных этапах тектономагматической активизации в Беломорской регионе.

Основные положения диссертации отражены в работах:

Журавлев В.А., Шлыкова В.В. Осадочный чехол и проблемы поисков полезных ископаемых в Белом море //Нефте- газ-2004. Мурманск, 2004.

Шлыкова В.В., Журавлев В.А. Результаты сейсмоакустических исследований в Белом море //Теория и практика комплексных морских исследований в интересах экономики и безопасности Российского Севера. Тез. докл. междуна. научно-практ. Конференции «Арктикшельф» (г.Мурманск, 15-17 марта 2005 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2005. С.164-165.

Тарасов Г.А., Шлыкова В.В. Распределение мощностей четвертичных отложений и основные черты довалдайской поверхности Бассейна Белого моря//ДАН. Т.411, №2, 2006, с.226-230.

Шлыкова В.В., Тарасов Г.А. Особенности сейсмоакустического строения кайнозойских отложений Белого моря //ДАН. Т.409, №4, 2006, с.518-521

Шлыкова В.В., Тарасов Г.А. Палеозой-кайнозойские (?) отложения Бассейна Белого моря // Тез. докл. междуна. научно-практ. Конференции «Нефть и газ Арктического шельфа» (г.Мурманск, 15-17 ноября, 2006 г.)

картирование геологических
отношений.

Отпечатано в издательском центре ММБИ КНЦ РАН.
Заказ № 02-07. Тираж 100 экз. Тел. 25-39-81