

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

УДК 553.98:551.763.1(571.121/.511)

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ
БЕРРИАС-НИЖНЕАПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГЫДАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА
(Российская Арктика)

С.В. Ершов, В.Н. Бардачевский, Н.И. Шестакова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

Рассмотрены особенности геологического строения берриас-нижнеаптских отложений Гыданского полуострова. Выделено восемь сейсмокомплексов, большинство из которых ассоциируются с региональными клиноформами нижнего мела Западной Сибири, дана их характеристика. На основе данных бурения и сейсморазведки проведена корреляция продуктивных пластов с использованием стратотипических разрезов Ямала и Гыдана. Предложена сиквенс-сеймостратиграфическая модель строения берриас-нижнеаптского комплекса.

Нижний мел, сейсмогеологический комплекс, клиноформа, сиквенс, продуктивный пласт, корреляция, Западная Сибирь, Гыданский полуостров.

GEOLOGIC STRUCTURE AND CORRELATION OF THE BERRIASIAN-LOWER APTIAN
PRODUCTIVE BEDS OF THE GYDAN PENINSULA (Russian Arctic)

S.V. Ershov, V.N. Bardachevskii, and N.I. Shestakova

We discuss the geologic structure of the Berriasian–Lower Aptian deposits of the Gydan Peninsula. Eight seismic sequences have been distinguished; most of them are associated with Lower Cretaceous regional clinoforms of West Siberia. A correlation of productive beds was based on the stratotype sections of the Yamal and Gydan Peninsulas as well as seismic and well data. A sequence stratigraphic model of the Berriasian–Lower Aptian complex is proposed.

Lower Cretaceous, seismic sequence, clinoform, sequence, productive bed, correlation, West Siberia, Gydan Peninsula

ВВЕДЕНИЕ

Гыданский полуостров вследствие своей удаленности и труднодоступности является одной из наименее изученных бурением территорий Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В настоящее время в его пределах выявлен ряд месторождений углеводородов с залежами в юрских и меловых отложениях (рис. 1). Наиболее изученным является меловой комплекс. Отложения юры вскрыли несколько скважин на Геофизической, Гыданской, Тотаяхинской и Утренней площадях. Большинство из них пробурены вблизи побережий Обской и Тазовской губ. В центральной части полуострова юрский комплекс вскрыла только скв. Гыданская 130 на абсолютной глубине –3523 м.

Каждый из юрско-меловых нефтегазоносных комплексов имеет свои особенности геологического строения, литофациальный состав пород, закономерности размещения залежей углеводородов и т.п. С целью прогноза перспектив нефтегазоносности и поиска ловушек нефти и газа они являются самостоятельными объектами изучения. В северных районах Западной Сибири большие перспективы при поисках залежей углеводородов связываются с берриас-нижнеаптским нефтегазоносным мегакомплексом (НГМК). Его особенностью является клиноформное строение берриас-барремской части разреза и формирование двух уровней песчаных тел-коллекторов, один из которых связан с покровными пластами мелководно-морского и прибрежно-морского генезиса (неокомский нефтегазоносный комплекс),

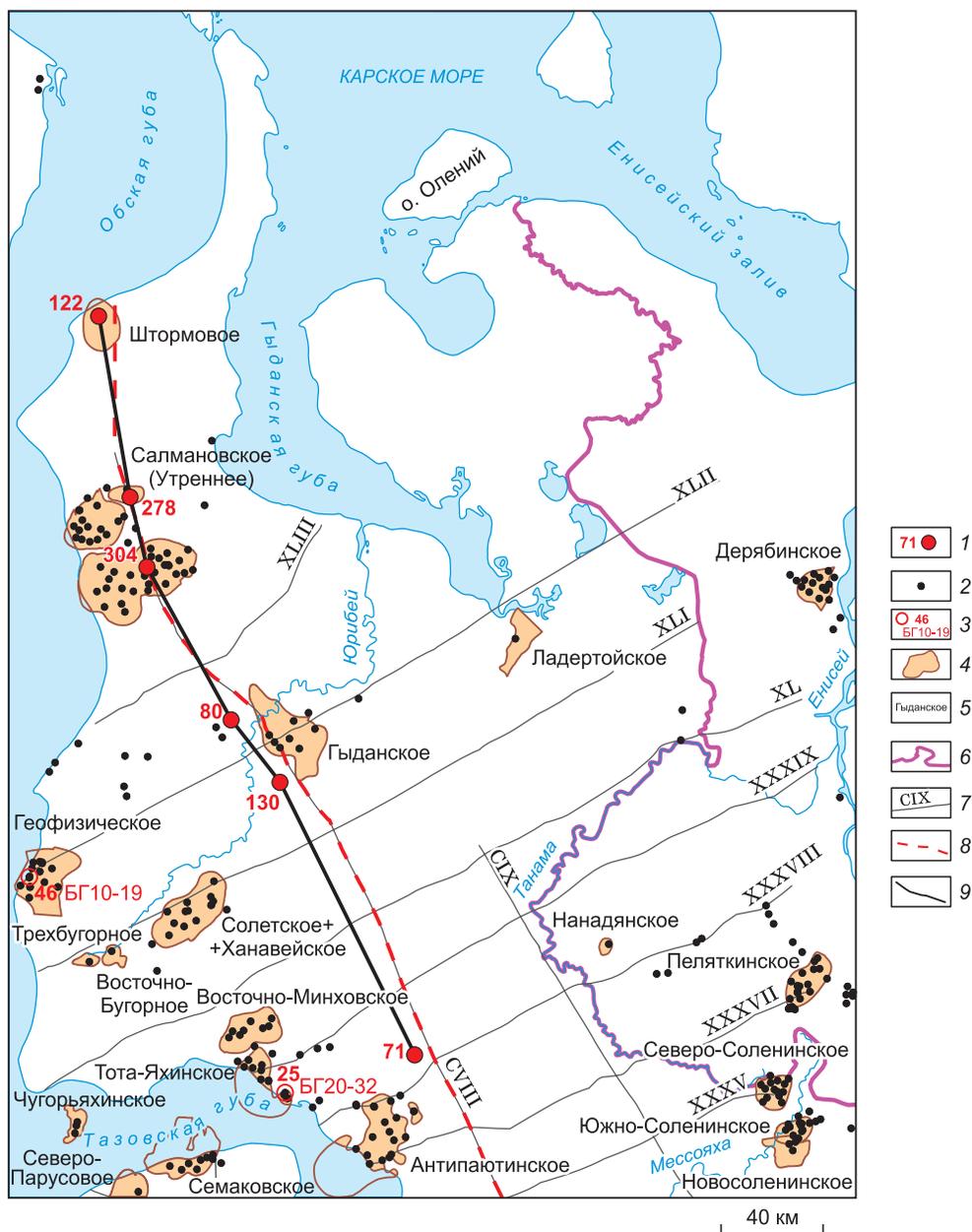


Рис. 1. Обзорная карта района исследований.

1 — скважины на корреляционном профиле (см. рис. 3), 2 — скважины вне профиля, 3 — скважины-стратотипы и индексы стратотипических пластов, 4 — месторождения углеводородов, 5 — названия месторождений углеводородов, 6 — административные границы, 7 — региональные сейсмические профили, 8 — линия композитного сейсмического профиля, 9 — линия корреляционного профиля.

второй — с линзовидными телами глубоководных конусов выноса (ачимовский нефтегазоносный комплекс). На фоне дефицита неописанных структур, широкое распространение в берриас-нижнеаптском НГМК неантиклинальных ловушек повышает перспективы его нефтегазоносности.

СТРАТИГРАФИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Согласно структурно-фациальному районированию берриас-аптских отложений Западной Сибири [Постановление..., 2006], Гыданский полуостров относится к одноименному подрайону Ямало-Гыданского района. В этом районе в разрезе нижнего мела выделяются (снизу вверх) ахская и танопчинская свиты. На востоке Гыдана они подстилаются гольчихинской свитой, а на западе и в центральных районах — баженовской.

Ахская свита (берриас—готерив) представлена глинистыми морскими отложениями с пластами песчаников и алевролитов, неравномерно распределенных по разрезу. Песчано-алевритовые пласты развиты преимущественно в нижней и верхней частях свиты. В нижней части разреза они представляют собой линзы относительно глубоководного генезиса и объединяются в так называемую ачимовскую толщу. В верхней части песчаные пласты представлены мелководными покровными образованиями, переслаивающимися с пластами аргиллитов и алевролитов. В стратиграфической схеме берриас-аптских отложений Западной Сибири, принятой на стратиграфическом совещании в Новосибирске в 2003 г. и утвержденной МСК России в 2005 г. [Постановление..., 2006], кровля ахской свиты в пределах Ямало-Гыданского района показана изохронной и проведена по кровле арктической пачки глин. Арктическая пачка, выделяемая в разрезе нижнего мела Ямала и Гыдана, авторами по сейсмическим данным и корреляции скважин по кривым ГИС сопоставляется с быстринской пачкой верхнего готерива Широкого Приобья. Аналогичных взглядов на сопоставление этих пачек придерживаются В.Н. Бородкин и А.Р. Курчиков [2011]. В региональном плане кровля ахской свиты испытывает возрастное скольжение от кровли арктической пачки на севере Западной Сибири до кровли пимской пачки нижнего готерива в Приобском структурно-фациальном районе. На практике кровлю ахской свиты на территории Ямала и Гыдана нередко проводят по кровле преимущественно глинистой толщи, залегающей в основании мела. При таком варианте проведения кровли свиты она будет испытывать возрастное скольжение от кровли сеяхинской пачки нижнего готерива на юго-востоке Гыданского подрайона до низов баррема на северо-западе. Толщина ахской свиты в объеме, который отражен на стратиграфической схеме 2005 г., во вскрытых скважинами разрезах в центральных и юго-восточных районах Гыдана превышает 1000 м.

Танопчинская свита (баррем—апт) согласно перекрывает ахскую. Представлена переслаиванием пластов аргиллитов, алевролитов и песчаников мелководно-морского, прибрежно-морского и континентального генезиса. Встречаются редкие прослои бурых углей. Свита разделена нейтинской региональной пачкой глин нижнего апта на две части. К берриас-нижнеаптскому НГМК относится только нижняя часть свиты, включая нейтинскую пачку, которая является возрастным аналогом кошайской пачки глин центральных и южных районов Западной Сибири и уверенно прослеживается на территории Ямала и Гыдана.

Толщина танопчинской свиты изменяется от 630 м на юго-востоке района до 1300—1400 м на северо-западе, где арктическая пачка глин начинает переходить в склоновые фации и толщина ахской свиты сокращается. Толщина нижней части разреза изменяется соответственно от 250 до 750 м.

На сопредельных с Гыданом территориях в разрезе берриас-нижнеаптских отложений выделяются сортымская и тангаловская свиты в Уренгойско-Пурпейском районе, а также шуратовская, байкаловская и малохетская свиты в Енисей-Хатангском.

Большая часть территории исследования находится в пределах Антипаютинско-Тадебеяхинской мегасинеклизы*. Северную часть занимают такие структуры, как Северо-Гыданский и Гыданский мегавыступы, Южно-Карская мегаседловина и Предтаймырская мегамоноклиза. Глубина залегания берриас-нижнеаптского НГМК изменяется от 2500 м в мегапрогибах и мегавпадинах на юге и востоке Гыдана до 500 м на склоне Предтаймырской мегамоноклизы на северо-востоке района.

Формирование берриас-нижнеаптских отложений происходило в условиях регрессирующего относительно глубоководного палеобассейна. Его глубина в раннем берриасе, по оценкам В.С. Бочкарева и Ю.Н. Федорова [1985], на территории Гыдана составляла от 300 м на севере до 700 м и более на юге. По результатам исследований А.Э. Конторовича и его коллег [2013], глубина бассейна в этом районе была порядка 200–400 м. Согласно палеобатиметрическим реконструкциям, проведенным одним из авторов статьи [Ершов, 2016] с учетом скоростей тектонического прогибания дна бассейна и седиментации, процессов изостазии, уплотнения осадков и их вещественного состава, колебаний уровня Мирового океана, глубина раннеберриасского бассейна на территории Гыдана не превышала 160 м.

Относительно глубоководный бассейн в исследуемом районе существовал почти до конца раннего валанжина [Конторович и др., 2014]. В это время в условиях низких скоростей седиментации происходило накопление глинистых отложений подачимовской толщи ахской свиты. Проградация клиноформного комплекса Западной Сибири происходила циклически, прерываясь кратковременными трансгрессиями, во время которых формировались региональные пачки глин. На территории Гыданского полуострова компенсация бассейна осадками произошла в течение позднего валанжина и готерива, т. е. за время формирования ахской свиты. На крайнем севере полуострова этот процесс затронул также начало баррема. Скорость проградации осадочного комплекса, как будет показано ниже, была неравномерной по времени. По сравнению с валанжином она возросла в раннем готериве. Авторами это связывается с компенсацией осадками бассейна сопредельного с востока Енисей-Хатангского прогиба, в ре-

* Названия тектонических элементов даны в соответствии с тектонической картой юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [Конторович и др., 2001].

зультате чего осадочный материал, поступающий с Сибирской платформы в западные районы прогиба, стал выноситься реками транзитом на территорию Гыдана.

Формирование нижней части разреза танопчинской свиты, которая относится к берриас-нижнеаптскому НГМК, происходило в мелководно-морских, прибрежно-морских и континентальных условиях. Нейтинская пачка глин, залегающая в кровле мегакомплекса, на большей части территории Гыдана представлена фациями дельтового и прибрежно-морского комплексов и только на северо-западе полуострова формировалась в обстановках мелкого моря.

КОРРЕЛЯЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ПЛАСТОВ

На территории Гыданского структурно-фациального подрайона продуктивным пластам ахской и танопчинской свит нижнего мела присвоены соответственно индексы групп БГ и ТП. Стратотипический разрез пластов ТП₁–ТП₂₆ танопчинской свиты для северных районов Западно-Сибирской равнины был принят на Уренгойском совещании по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области в 1973 г. В качестве стратотипа выбрана скв. Арктическая 9, расположенная на Ямале. Позднее, в 1986 г. на Тюменском совещании для территории Гыданской НГО в скв. Геофизическая 46 был выделен стратотип пластов БГ₁₀–БГ₁₉ ахской свиты [Решение..., 1986].

Согласно клиноформной модели берриас-барремских отложений, о которой будет сказано ниже, мелководные покровные пласты в западном и северо-западном направлениях при переходе в склоновые фации последовательно глинизируются. Таким образом, максимальный в стратиграфическом отношении разрез мелководного или как часто его называют «шельфового» комплекса прогнозируется на юго-востоке Гыданского полуострова. Поэтому оказалось, что часть продуктивных пластов ахской свиты распространена восточнее скважины-стратотипа Геофизическая 46 и в ее разрезе отсутствует. В 2005 г. И.И. Нестеровым (мл.) и его коллегами [2005] был предложен в скв. Тотяхинская 25 гипостратотипический разрез пластов БГ₂₀–БГ₃₂, который дополняет разрез скв. Геофизическая 46 (рис. 2). Однако, согласно данным сейсморазведки, к северу от Среднемессояхского мезовала в пределах Восточно-Антипаютинской мегавпадины, еще слабоизученной бурением, имеют распространение и более древние пласты, которые являются возрастными аналогами пластов БУ₈–БУ₁₂ соседнего с юга Уренгойского подрайона. На территории Гыданского структурно-фациального подрайона их предлагается индексировать как БГ₃₃–БГ₃₇.

К индексации пластов ачимовской толщи северных районов Западной Сибири существуют разные подходы. Рядом тюменских геологов ачимовские пласты обозначаются индексом «Ач» с добавлением порядкового номера клиноформы [Бородкин, Брехунцов, 1999]. Другие исследователи к индексу «Ач» добавляют индекс синхронного мелководного пласта [Кародин и др., 2003], например, АчБГ₁₉. При подсчете запасов углеводородов ачимовские пласты часто обозначаются индексом «Ач» с порядковым номером пласта в разрезе каждой площади. Существуют и другие смешанные варианты индексации. Подробно проблема индексации пластов ачимовской толщи рассмотрена в монографии В.Н. Бородкина и А.Р. Курчикова [2015].

Поскольку ачимовская толща представляет собой разновозрастные песчано-алевритовые линзы, омолаживающиеся к центру палеобассейна, любой ее разрез будет характеризовать только ограниченную площадь в пределах месторождения или группы месторождений. Таким образом, выделение стратотипических разрезов ачимовской толщи не имеет под собой основы [Ершов, 2017]. В настоящей работе авторы придерживаются индексации пластов ачимовской толщи по индексу синхронных им мелководных пластов с приставкой «Ач», считая ее наиболее удобной.

На основе данных сейсморазведки, кривых стандартного, радиоактивного и акустического каротажа авторами была проведена корреляция пластов берриас-нижнего апта с использованием стратотипических разрезов Ямала и Гыдана. Кроме того, при корреляции использовался также циклостратиграфический метод. Контролирующими корреляцию инструментами послужили палеонтологические определения и палеоструктурные построения.

Наиболее яркими геофизическими реперами, которые выделяются по кривым ГИС, в пределах исследуемой территории являются кровля баженовской свиты, а также некоторые из нижнемеловых региональных глинистых пачек. Баженовская свита, подстилающая берриас-нижнеаптский НГМК, в отличие от центральных районов Западной Сибири, имеет низкоомную характеристику и выделяется в этом районе, в первую очередь, по повышенным значениям кривой гамма-каротажа. Региональные глинистые пачки имеют выдержанное распространение и отличаются высокими значениями кривых индукционного каротажа, кавернометрии и крайне низкими значениями кажущегося сопротивления. В исследуемом районе по кривым ГИС наиболее уверенно в разрезе выделяются пимская, сеяхинская, арктическая региональные пачки готерива и нейтинская пачка нижнего апта. В восточном направлении в сторону источников сноса происходит опесчанивание меловой части разреза и надежность корреля-

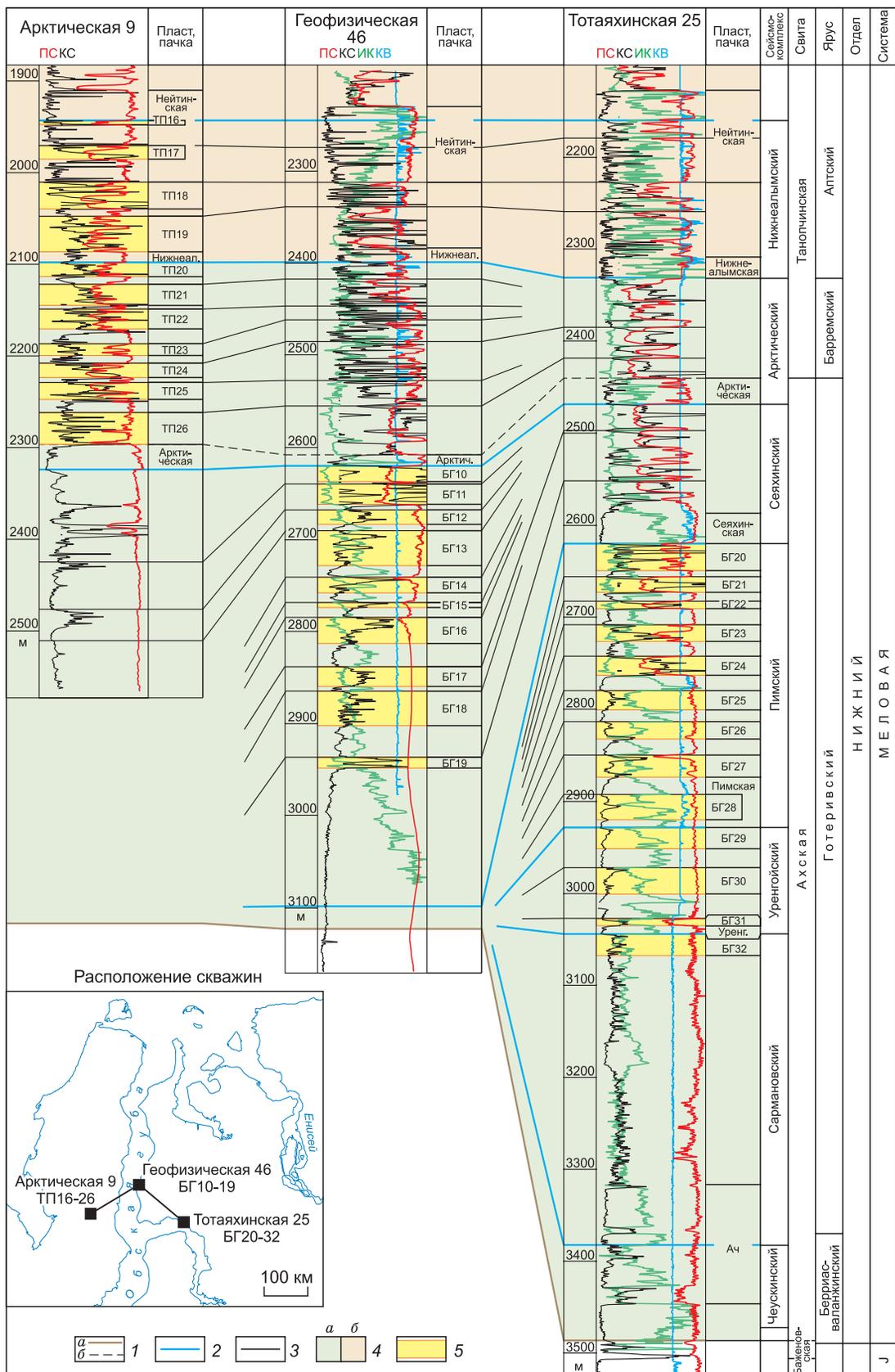


Рис. 2. Сопоставление стратотипических разрезов берриас-нижнеаптских отложений Ямального и Гыданского структурно-фациальных подрайонов.

1 — кровли свит (а — баженовской и гольчихинской, б — ахской); 2 — границы сейсмокомплексов; 3 — кровли пластов; 4 — отложения берриас-барремского (а) и аптского (б) возраста; 5 — интервалы стратотипических пластов.

пии по каротажу уменьшается. Баженовская свита на востоке Гыдана замещается верхами гольчихинской свиты, характеризующимися более низкими значениями ГК. Поэтому, как и в случае с реперами меловой части разреза, в восточном направлении надежность проведения кровли баженовского горизонта по данным ГИС будет уменьшаться.

Из отражающих горизонтов берриас-нижеаптского НГМК в юго-восточной части Гыданского полуострова наиболее уверенно прослеживаются горизонты, приуроченные к подошвам чеускинской, уренгойской и пимской региональных пачек глин. В восточной части полуострова однозначно коррелируется отражающий горизонт, стратифицируемый с подошвой еньяхинской глинистой пачки (кровля пласта БГ₂₅). В западном направлении на временных сейсмических разрезах он постепенно теряет свою динамическую выразительность. В западной части полуострова уверенно коррелируются отражения, отождествляемые с сеяхинской и арктической глинистыми пачками. В восточном направлении при постепенном опесчанивании глинистых пачек наблюдается смена волновой картины на менее однозначную. Корреляция отражающих горизонтов становится неуверенной, а качество прослеживаемости низким.

На рисунке 3 в качестве примера показан региональный корреляционный профиль берриас-нижеаптских отложений, построенный с учетом анализа сейсмических профилей, данных ГИС и характеризующий строение нижнемелового клиноформного комплекса Гыданского полуострова.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Особенностью берриас-нижеаптского НГМК является косослоистое строение берриас-барремской части разреза. Клиноформная модель нижнего мела Западной Сибири была предложена А.Л. Наумовым [1977]. Позднее она была развита в работах М.М. Бинштока, В.Н. Бородкина, Г.Н. Гогоненкова, Ф.Г. Гурари, С.В. Ершова, В.П. Игошкина, В.А. Казаненкова, Ю.Н. Карогодина, А.Р. Курчикова, О.М. Мкртчяна, А.А. Нежданова, И.И. Нестерова (мл.), Т.М. Онищука и других исследователей. Не считая региональных исследований по северу Западной Сибири, вопросы клиноформного комплекса непосредственно Гыдана затрагивались в незначительном количестве работ. Среди них стоит отметить публикации И.И. Нестерова (мл.) с соавторами [2005], А.Р. Курчикова с соавторами [2012], М.В. Мельниковой [2012], В.А. Казаненкова и его коллег [2014].

Разными исследователями в берриас-барреме Западной Сибири выделяются от пятнадцати до двадцати региональных клиноформ. Клиновидных тел меньшего порядка выделяется значительно больше. Только на территории Тазовско-Нижнеенисейского междуречья, которое частично включает территорию Гыданского полуострова, Н.Я. Куниным и И.Е. Сегаловичем [1993] в клиноформном комплексе выделено тридцать пять зональных клиноформ, названных ланарклинами.

Принципы выделения нижнемеловых клиноформ Западной Сибири у разных исследователей отличаются друг от друга. В одних случаях границы клиноформ проводятся по подошвам глинистых пачек, в других — по их кровлям, в-третьих — по ярко выраженным сейсмическим отражающим горизонтам, которые не всегда связаны с границами пачек глин. Таким образом, применительно к нижнему мелу Западной Сибири термин «клиноформа» является термином свободного пользования и обозначает осадочное тело клиновидной формы с выраженными первичными наклонами слоев, сформировавшееся в условиях бокового заполнения некомпенсированного бассейна [Ершов, 2017]. Клиноформы, как бы они не выделялись, в свою очередь, делятся на три части — ундатему, клинотему и фондотему, обозначающие геологические тела, сформировавшиеся соответственно в обстановках мелководья (верхняя, горизонтально-слоистая часть клиноформы), склона (косослоистая часть клиноформы) и ложа бассейна (нижняя часть клиноформы с субгоризонтальным залеганием слоев).

Верхняя часть разреза берриас-нижеаптского НГМК представлена неклиноформными образованиями. В этой связи авторами в работе использован термин «сейсмокомплекс» (СК). В берриас-барремской части разреза сейсмокомплексы отождествляются с региональными клиноформами, а нижеалымский сейсмокомплекс нижнего апта ограничен отражающими горизонтами (ОГ) Н^{нал} и М, приуроченными к нижеалымской и нейтинской пачкам глин. Всего в пределах Гыданского полуострова выделено восемь сейсмокомплексов валанжин-нижеаптского возраста, названия которых даны по названиям региональных глинистых пачек, залегающих в их основании (рис. 4).

Савуйский, чеускинский, сармановский и уренгойский СК валанжин—готерива получили распространение на востоке и юго-востоке Гыданского полуострова. Их отличает наименьшая изученность бурением. Разрез сейсмокомплексов полностью или частично вскрыли немногим более десяти скважин на Антипаютинской, Приречной и Тотаяхинской площадях. Пласты БГ₃₃—БГ₃₇ савуйского, чеускинского и сармановского СК (рис. 5), распространение которых прогнозируется в пределах Восточно-Антипаютинской мегавпадины, скважинами не вскрыты. Ачимовская толща вышеперечисленных СК изучена бурением только на Тотаяхинской площади (см. рис. 2) и представляет собой переслаивание аргиллитов, алевролитов и маломощных мелкозернистых песчаников с низкими фильтрационно-емкостными

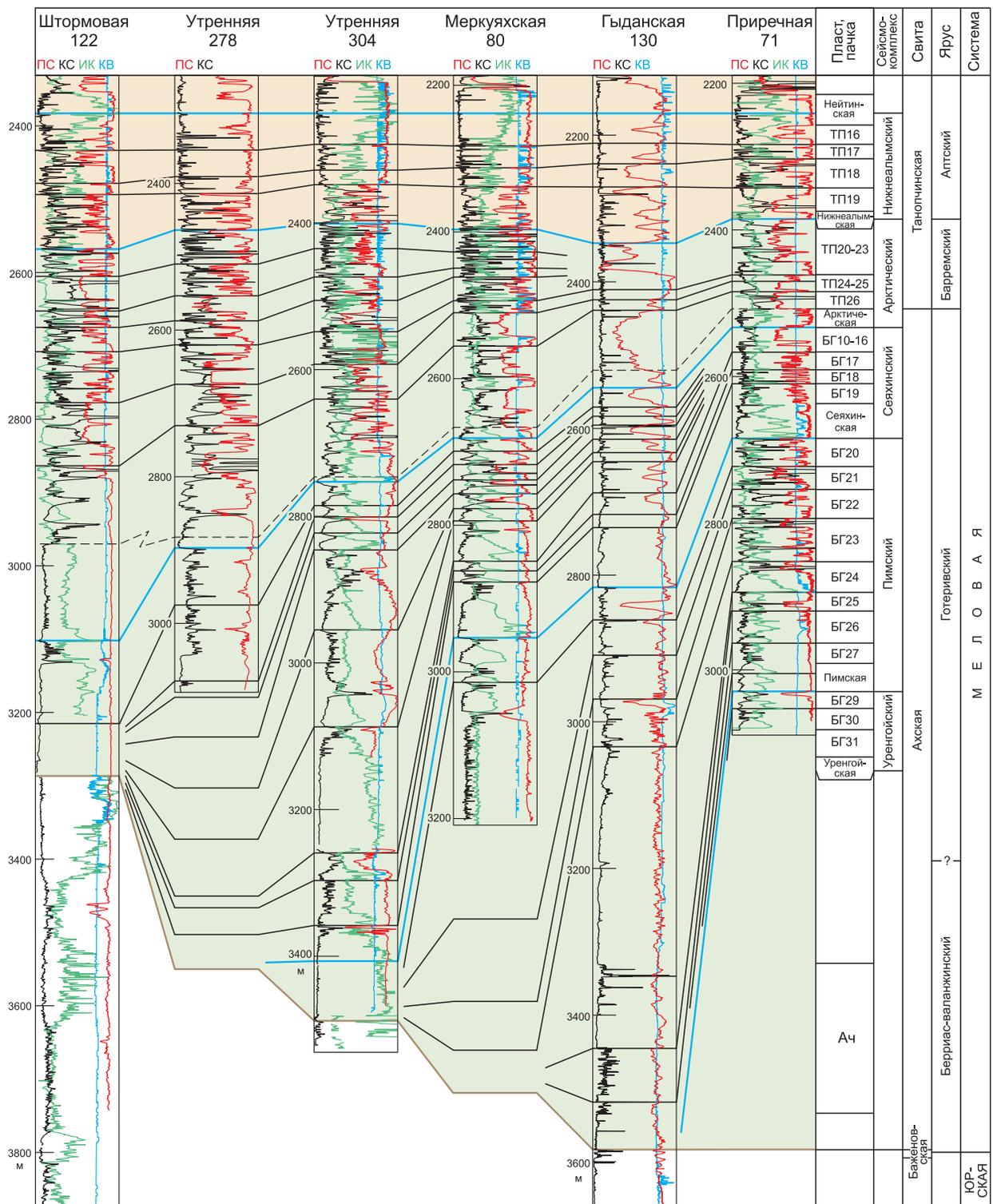


Рис. 3. Схема корреляции берриас-нижеаптских отложений Гыданского полуострова.

Усл. обозн. см. на рис. 2.

свойствами. Однако результаты бурения на сопредельных территориях и анализ данных сейсморазведки позволяют оптимистично оценивать прогноз развития песчаных тел-коллекторов в разрезе ачимовской толщи исследуемого района.

По своей морфологии (толщинам комплексов, углом залегания слоев, ширине зон клинотем) савуйский, чеускинский, сармановский и уренгойский СК аналогичны одновозрастным образованиям со-

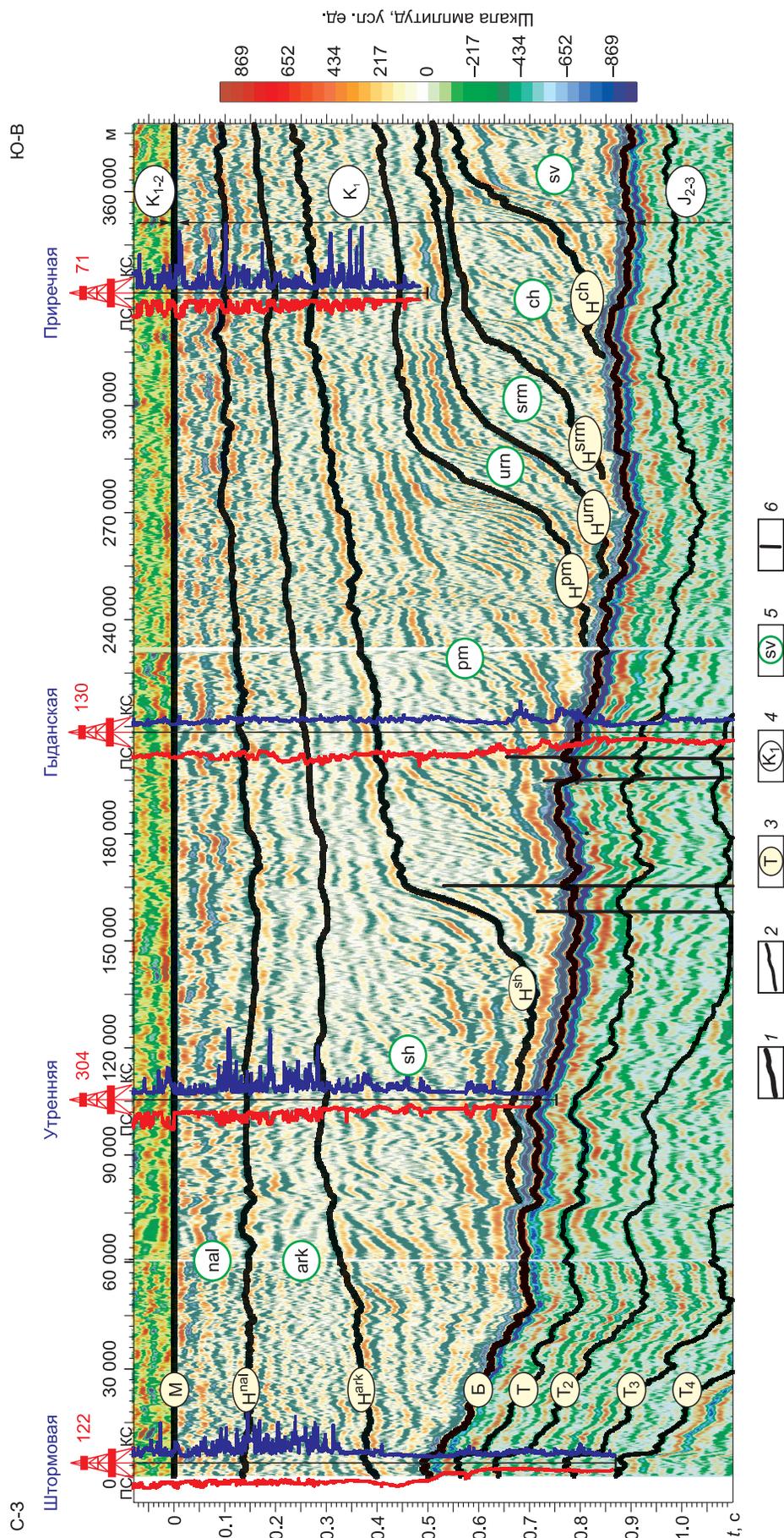


Рис. 4. Сейсмогеологический палеоразрез берриас—нижнего апта по композитному профилю.

1 — границы сейсмических комплексов в интервале берриас—нижнего апта; 2 — отражающие горизонты юрского интервала разреза; 3 — индексы отражающих горизонтов; 4 — региональные сейсмические комплексы; 5 — сейсмические комплексы берриас—нижнего апта: nal — нижнеальпийский, ark — арктический, sh — арктический, sv — сармановский, sv — сармановский, ch — чеускинский, pm — пимский, um — уренгойский, H^{pm} — пимский, H^{um} — уренгойский, Hsm — сармановский, H^{ch} — чеускинский, sv — сармановский.

седней с юга Надым-Пурской нефтегазоносной области. Во время их формирования скорость проградации клиноформного комплекса составляла 20—50 км/млн лет, что соответствует средним скоростям проградации клиноформ в раннемеловом бассейне Западной Сибири [Ершов, 2016].

Во второй половине раннего гоферива скорость проградации клиноформного комплекса на территории Гыдана увеличилась в 1.5—2.0 раза и до конца баррема составляла 40—80 км/млн лет. Максимальные скорости отмечались в районе Гыданской губы. Пимский СК является самой крупной региональной клиноформой в исследуемом районе. Толщина ундатемы в депрессиях достигает 350 м, а полная толщина клиноформы в депоцентрах может превышать 800 м. В составе пимского СК выделяются девять пластов (БГ₂₀—БГ₂₈, см. рис. 2). Еньяхинской пачкой глин, которая хорошо фиксируется по каротажу и на сейсмических профилях, он условно делится на две части. Однако выраженность пачки в разрезе в пределах всего бассейна уступает пачкам, залегающим в подошвах клиноформ, поэтому она не получила статус региональной.

Ачимовская толща пимского СК вскрыта на Геофизической и Гыданской площадях. В разрезе скв. Гыданская 130 ее толщина превышает 200 м. Согласно проведенной корреляции, пласты в составе толщи этой скважины являются одновозрастными аналогами мелководных пластов БГ₂₄—БГ₂₆ (см. рис. 5). Существуют и альтернативные точки зрения на строение пограничных слоев юры и мела в разрезе скв. Гыданская 130. По данным А.Н. Угрюмова [2016], в керне на глубине 3216 м найдены двустворки, которые, согласно биостратиграфическим определениям, имеют поздневолжско-раннеберриасский возраст (см. рис. 5). По его мнению, этот интервал разреза относится к яновстанской свите. Данные определения совершенно не согласуются с сейсмостратиграфией берриас-нижеаптского комплекса Гыданского полуострова. Двустворки отобраны из слоев средней части разреза пимского СК раннего гоферива. Для надежной возрастной датировки слоев необходимо проведение комплексного макро- и микропалеонтологического анализов с установлением в разрезе полной последовательности биостратонов, и результаты единичных определений только одного из видов фауны могут быть поставлены под сомнение.

Сеяхинский СК по своим размерам уступает только пимскому (см. рис. 4, 5). Его толщина меняется от 115—120 м на Приречной площади до 670 м в депоцентре в районе Салмановского (Утреннего) месторождения. В составе сейсмокомплекса выделено 10 продуктивных пластов (БГ₁₀—БГ₁₉, см. рис. 2). Ачимовская толща сеяхинского СК вскрыта на Утренней и Штормовой площадях (см. рис. 3, 5). На Геофизической площади, которая в берриас-гоферивское время представляла собой палеоподнятия, этот интервал разреза заглинизирован.

Одной из особенностей строения сеяхинского СК, как и перекрывающего его арктического, является увеличение в северо-западном направлении в пределах района исследования толщин ундатем почти в 2 раза, что наглядно фиксируется на палеопрофилях (см. рис. 4, 5). Данное обстоятельство можно объяснить изостатическим прогибанием в районах крупных депоцентров осадконакопления пимского и сеяхинского СК. Как показали исследования, проведенные одним из авторов, к моменту завершения образования депоцентров клиноформ в их пределах формировались положительные изостатические аномалии. Это послужило причиной того, что общая скорость погружения фундамента бассейна в районах депоцентров в момент формирования покровных пластов, перекрывающих косослоистую толщу, превышала тектоническую в 2—4 раза [Ершов, 2016].

На северо-западе Гыданского полуострова в верхней части разреза сеяхинского СК наблюдается выполаживание слоев клиноформы, что свидетельствует о начале завершающей фазы заполнения относительно глубоководного палеобассейна на севере Западной Сибири. Перекрывающий его арктический СК барремского возраста представляет собой в исследуемом районе пологонаклонное клиновидное тело. Толщина арктического СК меняется от 120 м на Тотаяхинской площади почти до 600 м на Утренней. В его составе выделяются семь пластов (ТП₂₀—ТП₂₆, см. рис. 2) мелководно- и прибрежно-морского генезиса. Ачимовская толща этого сейсмокомплекса в пределах Гыданского полуострова не вскрыта, хотя отдельные песчано-алевритовые линзы могут иметь распространение к северу от Салмановского месторождения и в прилегающей акватории Обской губы. В барреме при накоплении арктического СК произошло завершение компенсации осадками относительно глубоководного раннемелового бассейна. К концу его формирования на большей части территории Гыданского полуострова господствовали прибрежные равнины, временами заливаемые морем [Конторович и др., 2014].

Нижнеалымский СК представляет собой горизонтально-слоистую толщу раннеаптского возраста толщиной от 120 до 190 м. Его стратиграфический объем совпадает с объемом нижнеалымского маркирующего горизонта. В составе сейсмокомплекса выделяются четыре пласта (ТП₁₆—ТП₁₉), из которых три верхних имеют линзообразный характер залегания (см. рис. 5). Кровля сейсмокомплекса, как отмечалось ранее, ограничена ОГ М, а подошва совпадает с границей баррема и апта (ОГ Н^{нал}).

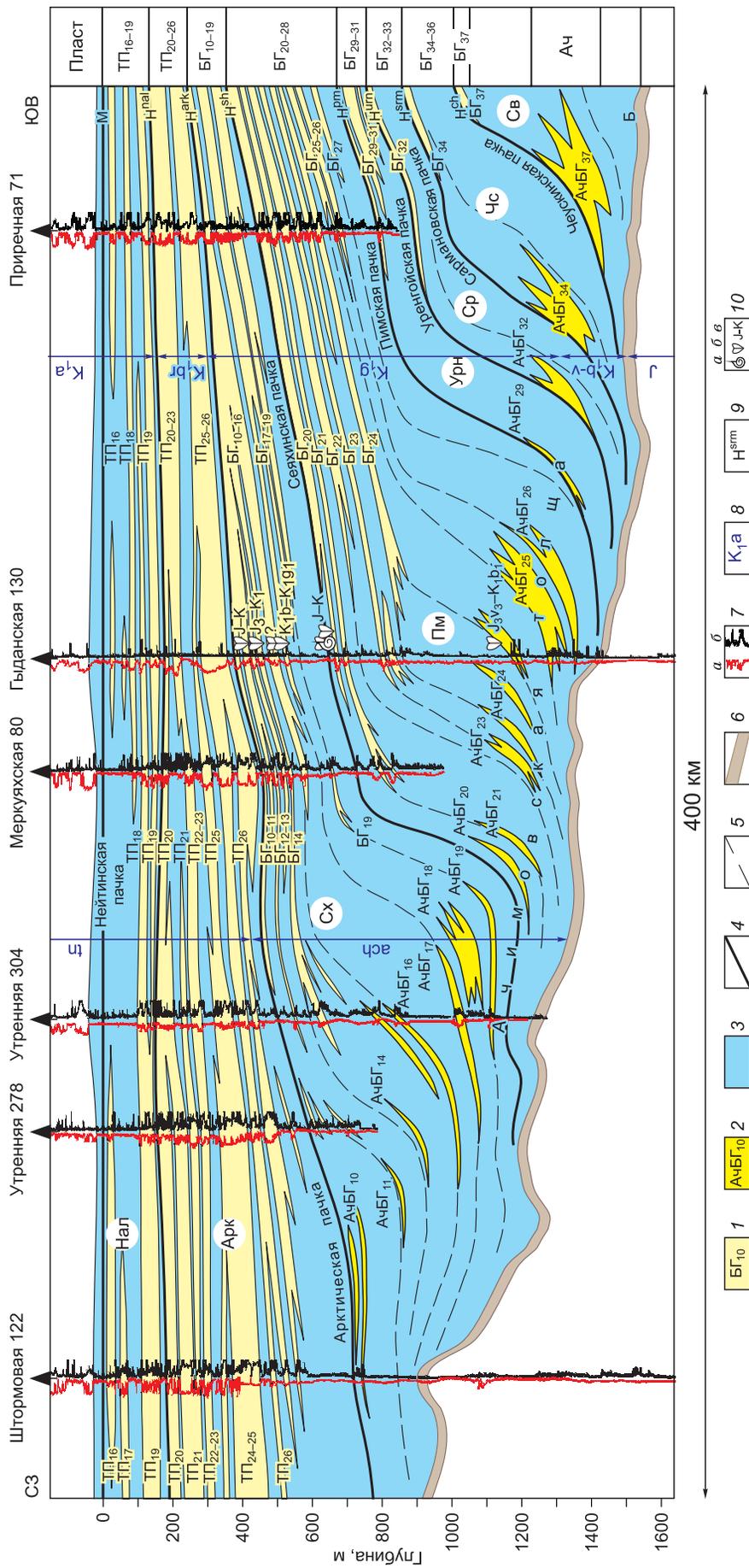


Рис. 5. Палеогеографический разрез берриас-нижнеаптских отложений.

1, 2 — песчаные пласты и их индексы; 1 — мелководно- и прибрежно-морские, 2 — относительно глубоководные (конусы выноса); 3 — преимущественно глинистые отложения; 4 — границы сейсмокомплексов; 5 — прослеживаемые уровни песчаных пластов; 6 — баженовские свиты и ее возрастные аналоги; 7 — кривые ГИС; а — ПС, б — КС; 8 — возраст отложений; 9 — индексы отражающих горизонтов; 10 — результаты макрофаунистических исследований, по [Угрюмов, 2016]: а — аммониты, б — двусторонки, в — геологический возраст. Свиты: асн — ахская, tn — танопчинская. Сейсмокомплексы: Нал — нижнеаптский, Арк — арктический, Сх — саянский, Пм — пимский, Урн — уренгойский, Ср — сармановский, Чс — чуевский, Св — савуйский.

СИКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА

С позиции сиквентной стратиграфии берриас-нижнеаптский НГМК относится к двум сиквенсам 1-го порядка (мегасиквенсам) — верхнетриас-нижнемеловому и нижнемел-палеоценовому [Ершов, 2018]. Берриас-барремский клиноформный комплекс является составной частью нижнего мегасиквенса, а в основании верхнего выделяется нижнеалымский СК. Предаптский перерыв, разделяющий эти мегасиквенсы, один из немногих, который фиксируется в разрезе мела во внутренних районах Западно-Сибирского осадочного бассейна и отражен в стратиграфической схеме [Постановление..., 2006].

Региональные клиноформы (сейсмокомплексы) берриас—готерива в том объеме, в котором их выделили авторы, соответствуют сиквенсам 3-го порядка (рис. 6). Время их формирования колеблется от 0.4 до 1.3 млн. лет. Арктическая клиноформа барремского возраста представляет собой два сиквенса 3-го порядка, которые объединяются из-за их сравнительно небольшой толщины и неярко выраженной глинистой пачки, разделяющей клиноформу на две части. Продолжительность формирования каждого из них 2.0—2.5 млн лет.

Особенностью берриас-барремских сиквенсов Западной Сибири является то, что в условиях интенсивного тектонического прогибания осадочного бассейна и высоких скоростей поступления в бассейн осадочного материала основной объем осадков, в том числе и отложения ачимовской толщи, которые являются образованиями глубоководных конусов выноса, накапливался преимущественно во время проградации клиноформ на этапах формирования системных трактов высокого стояния уровня моря (HST) [Ершов, 2017, 2018]. Формирование нижнемеловых клиноформ следует рассматривать с позиции сиквенс-стратиграфической модели сиквенсов Depositional Sequence III [Catuneanu, 2006].

Системные тракты низкого стояния уровня моря (LST), залегающие в основании сиквенсов, в клиноформах Западной Сибири уверенно выделяются в основном на продолжении крупных питающих каналов, по которым происходил сброс больших объемов осадочного материала в глубоководную область бассейна. Но в большинстве случаев, вследствие незначительной толщины, LST очень сложно отделить от перекрывающего его трансгрессивного тракта (TST), тем более, что граница между ними, как было установлено О. Катуняну и его коллегами [Catuneanu et al., 1998], может быть диахронной.

Трансгрессивные тракты региональных клиноформ включают в себя базальные слои и нижнюю часть перекрывающих их региональных пачек глин. Кровлей TST является поверхность максимального затопления (mfs), к которой приурочены ярко выраженные отражающие сейсмические горизонты. Вы-

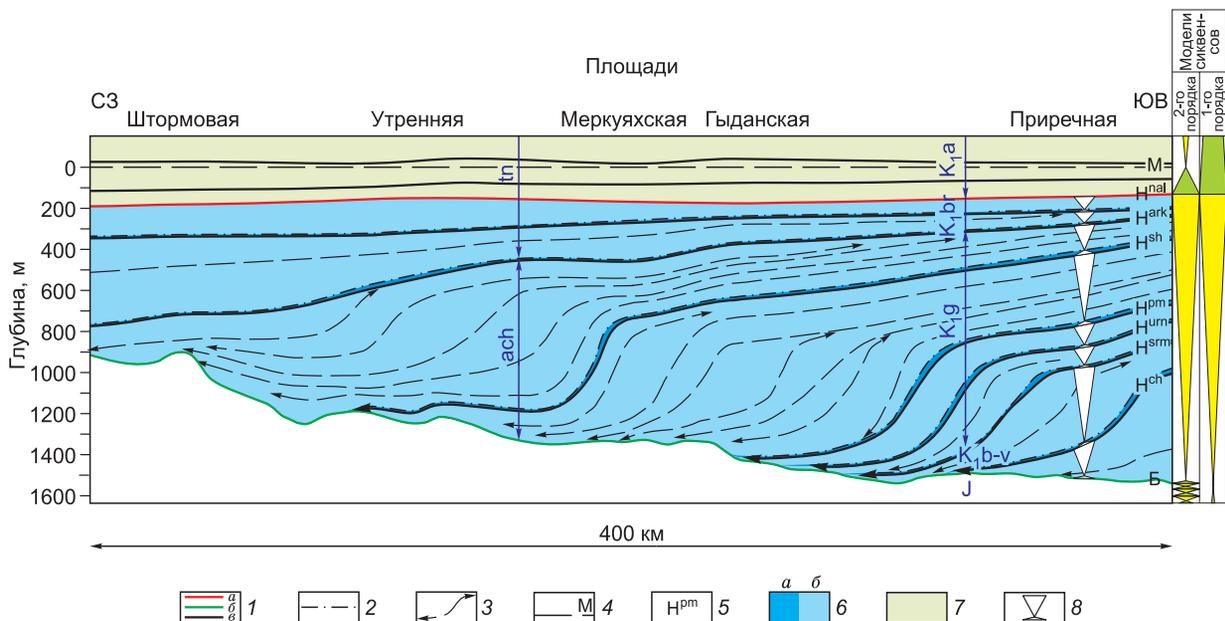


Рис. 6. Сиквенс-сейсмостратиграфическая модель берриас-аптских отложений Гыданского полуострова.

1 — границы сиквенсов берриас—апта: *a* — 1-го порядка, *b* — 2-го порядка, *в* — 3-го порядка; 2, 3 — границы в разрезе берриас-барремских сиквенсов 3-го порядка: 2 — поверхности максимального затопления (mfs), 3 — отражающие горизонты; 4 — отражающий горизонт М (поверхность выравнивания); 5 — индексы отражающих горизонтов; 6, 7 — сиквенсы 2-го порядка: *б* — берриас-барремский (системные тракты сиквенсов 3-го порядка: *a* — LST+TST, *б* — HST), 7 — аптский; 8 — модели берриас-барремских сиквенсов 3-го порядка. Свиты: *асh* — ахская, *tn* — таноцинская.

шележащая часть разреза, включающая верхнюю часть региональных пачек глин и проницаемый комплекс клиноформ, относится к системному тракту высокого стояния.

Таким образом, в пределах исследуемой территории в клиноформном комплексе нижнего мела выделяются восемь сиквенсов 3-го порядка (см. рис. 6). Нижнеалымский СК нижнемел-палеоценового мегасиквенса представляет собой полторы сиквенции 3-го порядка. Отражающий горизонт М, который является кровлей сейсмокомплекса, приурочен к поверхности максимального затопления аптского сиквенса 2-го порядка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что в пределах Гыданского полуострова в разрезе берриас-нижнеаптского НГМК выделяются восемь сейсмокомплексов (снизу вверх): савуйский и чеускинский валанжина, сармановский валанжин—готерива, уренгойский, пимский и сеяхинский готерива, арктический готерив—баррема и нижнеалымский раннеаптского возраста. Валанжин-барремские сейсмокомплексы являются по своей морфологии клиноформами, нижнеалымский СК представляет собой горизонтально-слоистое тело. В основании клиноформного комплекса залегает подачимовская пачка глин, ее нижняя часть представляет конденсированный разрез еще десяти берриас-валанжинских клиноформ, депоцентры осадконакопления которых находились восточнее и юго-восточнее исследуемой территории. С позиций сиквентной стратиграфии региональные клиноформы берриас—готерива являются сиквенсами 3-го порядка, основной объем их осадочного материала накопился на этапе формирования тракта высокого стояния уровня моря. Арктическая клиноформа (сейсмокомплекс) представлена двумя сиквенсами, а нижнеалымский СК включает в себя полтора сиквенса.

Работа выполнена в рамках проекта IX.131.1.1. «Модели геологического строения, условия формирования и прогноз нефтегазоносности юрско-меловых отложений арктических регионов Сибири», Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук Российской Федерации на 2013—2020 годы.

ЛИТЕРАТУРА

Бородкин В.Н., Брехунцов А.М. Условия формирования и фации ачимовской толщи севера Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1999, № 5, с. 10—16.

Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Эволюция взглядов на стратификацию разреза неокома Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2011, № 1, с. 7—18.

Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Характеристики геологического строения и нефтегазоносности ачимовского нефтегазоносного комплекса Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2015, 300 с.

Бочкарев В.С., Федоров Ю.Н. Палеобатиметрия Западно-Сибирского бассейна на конец времени накопления баженовской свиты // Строение и нефтегазоносность баженинов Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1985, с. 35—41.

Ершов С.В. Палеобатиметрия позднеюрско-неокомского бассейна севера Западной Сибири и влияние на нее природных процессов // Геология и геофизика, 2016, т. 57 (8), с. 1548—1570.

Ершов С.В. Проблемы выделения и корреляции стратотипических разрезов неокома Западной Сибири в связи с клиноформным строением // Геология и геофизика, 2017, т. 58 (8), с. 1208—1219.

Ершов С.В. Сиквенс-стратиграфия берриас-нижнеаптских отложений Западной Сибири // Геология и геофизика, 2018, т. 59 (7), с. 1106—1123.

Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них ресурсов углеводородов // Геология нефти и газа, 2014, № 1, с. 27—49.

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыльков С.А., Плесовских И.А. Проблема индексации и номенклатуры продуктивных горизонтов юры и неокома Западной Сибири и пути ее решения (системно-литмологический аспект) // Геология нефти и газа, 2003, № 2, с. 40—46.

Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Палеогеография юры Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 972—1012.

Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н., Конторович В.А., Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика, 2014, т. 55 (5—6), с. 745—776.

Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (11—12), с. 1832—1845.

Кунин Н.Я., Сегалович И.Е. Стратиграфия неокотских клиноформ севера Западной Сибири // Отечественная геология, 1993, № 11, с. 51—56.

Курчиков А.Р., Бородин В.Н., Недосекин А.С., Зарипов С.М. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Гыданского полуострова севера Западной Сибири // Наука и ТЭК, 2012, № 3, с. 10—14.

Мельникова М.В. Перспективы поисков залежей нефти и газа в юрско-меловых отложениях полуострова Гыдан // ROGTEC, 2012, № 30, с. 74—85.

Наумов А.Л. К методике реконструкции рельефа дна Западно-Сибирского раннемелового бассейна // Геология и геофизика, 1977 (10), с. 38—47.

Нестеров И.И. (мл.), Ордин В.А., Пенягин П.В., Красильникова Е.С., Клименко Д.В., Хорошева О.Н. Гипостратотипический разрез пластов группы БГ Гыданского литофациального подрайона // Горные ведомости, 2005, № 3, с. 20—25.

Постановление по стратиграфическим схемам меловых отложений Западной Сибири // Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 36. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, с. 5—7.

Решение совещания по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1986, 38 с.

Угрюмов А.Н. О соотношении биостратиграфических стратонов и сейсморазведочных клиноформ на севере Западной Сибири (Гыданский полуостров) // Горные ведомости, 2016, № 1—2, с. 52—55.

Catuneanu O. Principles of sequence stratigraphy. Amsterdam, Elsevier, 2006, 375 p.

Catuneanu O., Willis A., Miall A. Temporal significance of sequence boundaries // Sediment. Geol., 1998, v. 121, p. 157—178.

*Рекомендована к печати 1 марта 2018 г.
А.Э. Конторовичем*

*Поступила в редакцию
7 декабря 2017 г.*