ТРУДЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ АРКТИКИ
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

ТОМ 85

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ГЕОЛОГИИ АРКТИКИ

ВЫПУСК 9

Под редакцией доктора геолого-минералогических наук **Ф. Г. МАРКОВА**

ЛЕНИНГРАД
1958

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

И. М. Русаков, Б. Х. Егиазаров. Стратиграфия докембрийских и палеозойских отложений восточной части Корякского хребта 3

Д. С. Сороков. Стратиграфия и фации морских мезозойских отложений Лено-Оленекского района 20

А. В. Воронков. Геологическое строение острова Столбового архипелага Новосибирские острова 37

И. М. Русаков. Стратиграфия верхнепалеозойских отложений центральной части Восточного Таймыра и условия их образования 44

В. А. Виноградов, Р. Ф. Соболевская. Синийские отложения северной части Хараулахских гор 64

М. И. Рабкин. Об абсолютном возрасте метаморфического комплекса и гранитных интрузий Анабарского щита 67

В. Н. Сакс, З. З. Ронкина. Палеогеография Хатангской впадины и прилегающих территорий на протяжении юрского и мелового периодов 70

Н. А. Белов, Н. Н. Лапина. Донные отложения центральной части Северного Ледовитого океана 90

И. П. Атласов. История развития тектонических движений в северо-восточной части Сибирской платформы 117

Н. И. Обидин. Новые данные о подземных водах и вечной мерзлоте советских рудников острова Шпицберген по исследованиям 1952-1954 гг. . . 129

Технич. редактор *Б. А. Анисимов* Корректор *Г. С. Вертлиб*

М-18649 Подписано к печати 7/V 1958 г. Физ. печ. л. 8,75

Усл. печ. л. 11,99 Уч.-изд. л. 12,26 Тираж 1000 экз.

Формат бумаги 70×108 1/16 Цена 8 р. 60 к. Зак. 117

2-я тип. Трансжелдориздата МПС. г. Ленинград, ул. Правды, 15.

В. Н. САКС, З. З. РОНКИНА

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ХАТАНГСКОЙ ВПАДИНЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЮРСКОГО И МЕЛОВОГО ПЕРИОДОВ

Хатангская впадина является составной частью Енисейско-Ленского прогиба, окаймляющего с севера Сибирскую платформу. От соседних с нею впадин — Усть-Енисейской на западе и Лено-Анабарской на востоке — Хатангская впадина отделена погребенными порогами, из которых один располагается на междуречье Пясины, Верхней Таймыры и Хеты, а другой на продолжении к северу Попигайского выступа платформы. В своем современном виде Хатангская впадина оформилась в начале юрского периода. Существовавший до этого триасовый предгорный прогиб, ограничивавший с юга Таймырскую складчатую зону, не захватывал южную часть Хатангской впадины, а возможно и ее западную часть. Данных о проникновении триасовых морей к западу от восточного окончания Таймырского озера не имеется. Если даже море в триасовом периоде заходило западнее возвышенности Киряка-тас и южнее Нордвикского района, то осадки его были уничтожены в результате поднятия страны в конце триасового периода.

НИЖНЕЮРСКАЯ ЭПОХА

Поднятие в конце триаса привело к созданию расчлененного рельефа, разрушение которого в начале нижнеюрской эпохи предопределило появление конгломератов и рассеянной гальки в нижних горизонтах нижнеюрских отложений. Обилие среди гальки основных изверженных пород указывает на то, что большие площади внутри Хатангской впадины, а также вероятно на прилегающих возвышенностях в начале юрского периода были сложены траппами. При этом минералогический состав нижнеюрских осадков (высокое содержание вторичных титанистых минералов) говорит о разрушении, в основном, интрузивных траппов, которыми слагаются силлы в пермской толще. Именно в интрузивных траппах много рудных минералов, в частности титано-магнетита, который при интенсивном химическом выветривании в условиях умеренного и влажного климата явился источником титанистых минералов. Эффузивные же траппы содержат мало рудных минералов. Следовательно, уже с начала юрского периода были обнажены, скорее всего на Таймыре, и размывались пермские породы с силлами траппов. Был вскрыт и Анабарский докембрийский массив, продукты разрушения которого (амфиболы) хотя и не встречаются в нижнем лейасе Хатангской впадины (вероятно потому, что этих отложений нет у южного борта впадины), но, как указывает М. Е. Бердичевская [1], присутствуют в нижнелейасовой (укугутской) свите Вилюйской впадины.

Опускание территории Хатангской впадины привело к вторжению моря. Трансгрессия началась в самом начале нижнеюрской эпохи, по-видимому, в нижнем лейасе — в геттангском или синемюрском веках. В это

время в восточной части впадины появился мелководный морской залив, в котором накапливались преимущественно песчаные осадки. Движения земной коры в течение всей нижнеюрской эпохи и, по крайней мере, в первой половине среднеюрской носили четко выраженный ритмичный характер. Быстрые погружения в начале каждого ритма обусловливали опускание морского дна ниже зоны воздействия волнений и, как следствие этого, накопление глинистых осадков, которые в дальнейшем при замедлении скорости погружения сменялись алевритовыми и песчаными. Перерывы в опускании или, возможно, поднятия в конце каждого ритма приводили к размывам. Быть может, этим объясняется отсутствие осадков начала нижнеюрской эпохи за пределами Нордвикского района, но, вероятно, прогибание вначале не распространялось на северную, западную и южную части Хатангской впадины.

Существовавший в Нордвикском районе залив был, вероятно, несколько опреснен, что привело к некоторому обеднению фауны. Все же обитавшая здесь фауна пелеципод и фораминифер была довольно разнообразна. Встречались и редкие гастроподы, скафоподы и остракоды. Залив был связан с нижнелейасовым морем, которое занимало почти весь северо-восток Сибири и, судя по аммонитам, соединялось через Полярный бассейн с морями Европы [7].

В начале среднего лейаса, вероятно в плинсбахский век, обстановка существенно не изменилась, характер морского залива и осадков в течение приходящегося на это время второго ритма осадконакопления остался прежним. Все же населявшая бассейн фауна стала более разнообразной, появились брахиоподы, возможно головоногие, очевидно соленость приблизилась к нормальной. В домерский век стала опускаться уже вся территория Хатангской впадины, причем, судя по мощностям осадков, наиболее интенсивным было опускание северной, прилегающей к Таймыру, части впадины. Морской залив через Хатангскую впадину проник и в Усть-Енисейскую впадину (рис. 1). Глубины стали больше, возросла роль глинистых и алевритовых осадков. Море заселилось богатой и разнообразной фауной головоногих, пелеципод, гастропод, морских лилий, брахиопод, фораминифер, остракод.

Присутствие среди пелеципод, аммонитов и других групп животных видов, известных в домерском ярусе Западной Европы (представители родов *Harpax, Amaltheus, Polymorphites* и *Rhynchonella variabilis* Ziet. и др.) указывает на соединение омывавших берега Сибири морей и всего Полярного бассейна с европейскими морями. Одновременно, вероятно в связи с затоплением области Верхоянского хребта, залив занимавшего северо-восток Сибири моря появился и в пределах Вилюйской впадины.

Прилегающие к Хатангской впадине территории Таймыра и Сибирской платформы сохраняли, судя по выносу гальки траппов и пермских осадочных пород, расчлененный рельеф. Значительных возвышенностей здесь все же не было, обломочный материал в основной массе на протяжении юрского периода подвергался до отложения переработке в зоне коры выветривания. Разрушались даже рудные минералы, давая начало вторичным титанистым минералам (титанистые неопределимые, анатаз, брукит). Сравнительно высокое содержание амфиболов в домерских породах южного края Хатангской впадины указывает на то, что в это время сюда поступали продукты разрушения амфиболовых гнейсов Анабарского массива.

На домерский век в Хатангской впадине приходятся два ритма осадконакопления, каждый из которых начинался с отложения глин и заканчивался накоплением алевритов. К следующему, тоарскому, веку в Хатангской впадине относится один ритм осадконакопления, начавшийся с формирования хорошо выдерживающегося горизонта глин (китербютский горизонт Т. М. Емельянцева), кверху сменяющегося преимуще-

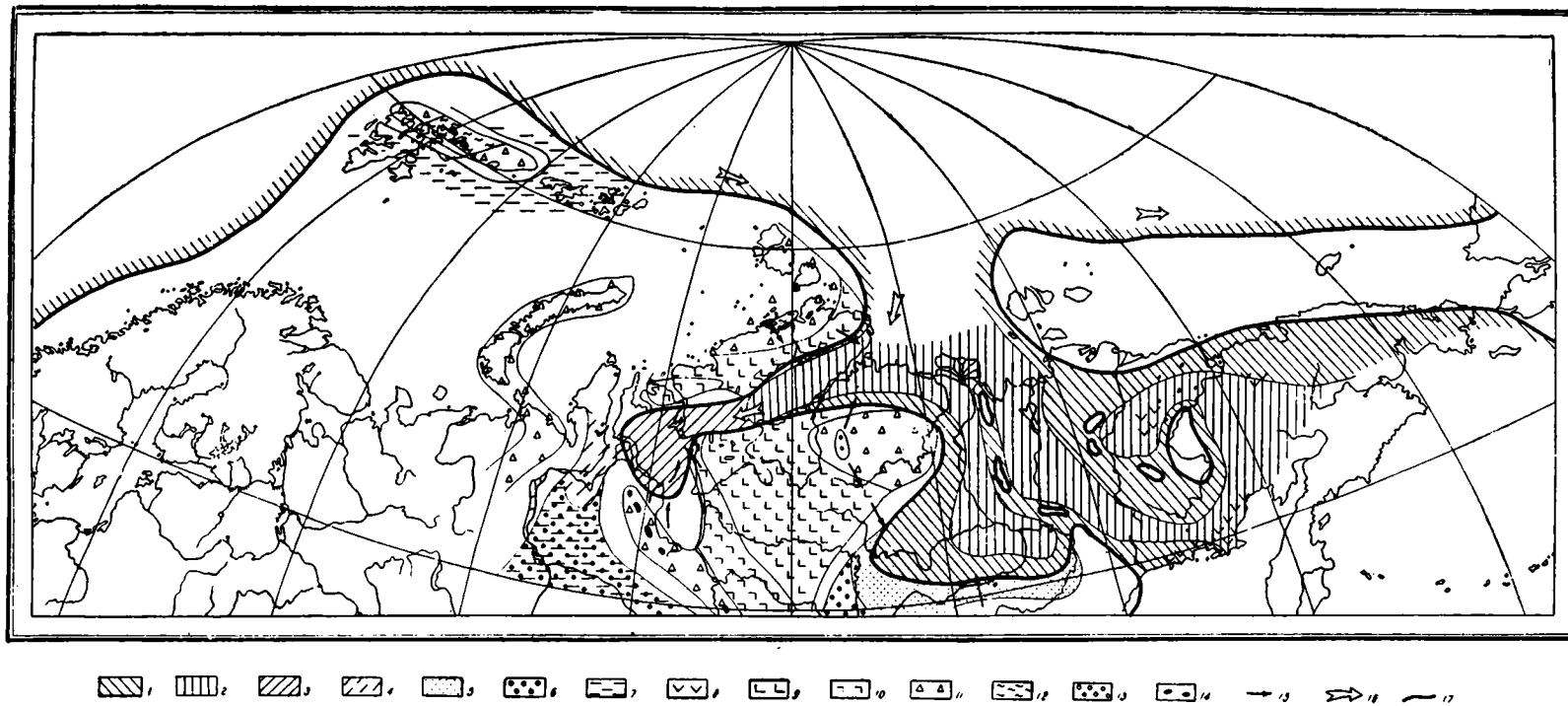

Рис. 1. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в домерский век.

Морские фации: *1*-глинисто-алевритовые осадки верхней части сублиторали; *2*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации бассейнов с соленостью, отклоняющейся от нормальной: *3*-глинисто-алевритовые осадки. Фации лагун: *4*-глинисто-алевритовые осадки; *5*-песчаные осадки. *6*-Континентальные фации. *7*-Угленосные фации. *8*-Вулканогенные образования. Источники сноса: *9*-вулканогенные формации нижнетриасовые; *10*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *11*-карбонатные формации (палеозойские); *12*-формации метаморфических сланцев; *13*-гнейсовые формации; *14*-гранитоиды; *15*-направления сноса материала: *16*-направления миграций морской фауны; *17*-граница максимального распространения моря. Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков; с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции.

ственно алевритовыми породами. В Усть-Енисейской впадине на тоарский век приходятся два ритма осадконакопления [6]. Возможно, что отложения последнего из них в Хатангской впадине были размыты перед аленом.

В целом, в тоаре устанавливается возрастание роли глинистых осадков, обусловленное, вероятно, увеличением глубин бассейна, а отчасти, возможно, и выравниванием рельефа в пределах соседней суши. В тоарских отложениях уже нет гальки, обломочный материал подвергался выветриванию в большей степени, чем раньше. То, что в тоарский век нижнеюрская трансгрессия достигла максимума, фиксируется на рр. Лене, Вилюе и на северо-востоке Сибири. Вместе с тем фауна тоарского бассейна становится более обедненной, чем в домерском веке. В ней значительно больше эндемичных видов, групп видов и родов (*Eumorphotis, Inoceramus* ex gr. *retrorsus* Keys., остракоды, фораминиферы). Поскольку продолжали сохраняться общие для всех бассейнов головоногие (*Dactylioceras, Pseudolioceras, Nannobelus, Passaloteuthis* и др.), то своеобразие тоарской арктической фауны скорее всего определялось особенностями температурного режима моря. Судя по распределению фитогеографических провинций, северный полюс уже с начала юрского периода находился там же, где и сейчас, а Полярный бассейн был холоднее морей средних и низких широт, что и вызвало развитие в нем ряда эндемичных форм. Надо сказать, что последние присутствовали и в морях нижнего и среднего лейаса (*Pseudomonotis* ex gr. *originalis* Kipar., первые представители рода *Eumorphotis,* ряд видов пелеципод и фораминифер), но там их удельный вес был невелик. Очевидно в тоарский век охлаждение Полярного бассейна проявилось более отчетливо. Признаки прохладного и влажного климата устанавливаются и на прилегающей суше, так как сносившиеся оттуда споры и пыльца принадлежат, в основном, ограниченному количеству видов папоротников и хвойных. По данным для Усть-Енисейской впадины [5], усиленный вынос в море железа, титана и марганца, вероятно, связан с подзолистым типом почвообразования (отсутствие происходящих при высоких температурах явлений свертывания коллоидов полуторных окислов и интенсивное промывание почв).

СРЕДНЕЮРСКАЯ ЭПОХА

На границе нижней и средней юры происходили размывы, но наличие общего перерыва в осадконакоплении на территории Хатангской впадины не является доказанным. Конгломераты и песчаники в основании аалена встречаются не всюду. Нередко ритм осадконакопления, отвечающий ааленскому веку, начинается непосредственно с глин и алевритов, кверху сменяющихся существенно песчаными осадками. В целом, в аалене устанавливается обмеление моря, а местами, например в Вилюйской впадине, и сокращение его площади.

В Хатангской впадине площадь моря, по-видимому, в аалене осталась такой же, как в тоаре. Увеличение же крупности зерна в осадках могло быть связано как с уменьшением глубин, так и с начавшимися поднятиями отдельных структур внутри Хатангской впадины. В пользу второго предположения говорит присутствие гальки осадочных пород в конгломератах в основании отложений аалена на крыльях антиклинали мыса Цветкова, согласно описанию И. М. Мигая [3], а также намечающееся возрастание роли песков в разрезе аалена на периферии купола Юрюнг-тумус.

Надо заметить, что по фауне аммонитов выделяется только верхний аален, нижний же аален не охарактеризован аммонитами, хотя серьезных оснований предполагать его отсутствие нет. Так, в составленном Т. М. Емельянцевым в устье р. Анабара разрезе между зоной размыва

в кровле нижней юры и слоями с верхнеааленскими *Ludwigia* находится пачка пород мощностью более 40 *м*.

В целом, фауна ааленского моря в Хатангской впадине была достаточно разнообразной, что говорит о нормальной солености вод. Присутствие ряда эндемичных форм (род *Eumorphotis, Inoceramus* ex gr. *retrorsus* Keys.) указывает на сохранившееся с тоара отличие температурных условий в Полярном бассейне по сравнению с более южными морями. Все же в аалене еще господствуют в Полярном бассейне космополитные формы головоногих.

Перекрывающие аален преимущественно глинистые отложения связаны с максимумом среднеюрской трансгрессии и относятся, ввиду отсутствия аммонитов, условно к байосу. Только у подножья Таймыра, очевидно в связи с начавшимся его поднятием, глинисто-алевритовые осадки сменяются песками. В это время на месте существовавшего ранее в Усть-Енисейской впадине опресненного залива образуется пролив, проходивший далее через Карское море и Землю Франца-Иосифа к Полярному бассейну (рис. 2). В байосском море обитала богатая и разнообразная фауна фораминифер, остракод, пелециподов, белемнитов и других, среди которых особенно широко были развиты эндемичные формы (род *Eumorphotis, Inoceramus* ex gr. *retrorsus* Keys). Самый факт отсутствия находок аммонитов скорее всего объясняется тем, что западно-европейские и средиземноморские виды не находили для себя в Арктике благоприятные условия жизни, а бореальные формы аммонитов, развивающиеся в батский век (группа *Cranocephalites*), еще не появились. Все же среди фауны байоса много видов, известных и в более южных морях (представители родов *Mesoteuthis* и *Megateuthis, Camptonectes aratus* Waag., *Cristellaria inconstans* Schw. и др.).

В конце средней юры в батский век происходило обмеление моря, сопровождавшееся переходом к накоплению преимущественно песчаных и алевритовых осадков. Оно сказалось не только в Хатангской впадине, но также в Усть-Енисейской и Ленской впадинах и на северо-востоке Сибири. Этот процесс был связан с поднятием складчатых сооружений северо-восточной Сибири, а равно и Таймыра. Только в западной части Советской Арктики — на севере Западной Сибири и в области Баренцова моря — в бате устанавливается расширение площади моря. В Хатангской впадине уменьшение глубин привело к известному обеднению фауны и развитию крупных представителей *Inoceramus* ex gr. *retrorsus* Keys., обитавших в зоне активного воздействия волнений. Судя по распределению осадков на структурах Нордвикского района, в частности на Юрюнг-тумусской брахиантиклинали, в батском веке имели место поднятия отдельных структур, обусловившие появление в их присводовых частях мелководных банок, что влекло за собой смену глинисто-алевритовых осадков песчаными. Еще более убедительно это устанавливается для Усть-Енисейской впадины, где перед батским веком на Точинской структуре были целиком размыты все более древние толщи мезозоя.

Источники сноса в средней юре оставались прежними. Продолжали размываться залегающие среди пермской толщи Таймыра интрузии траппов и метаморфические породы Анабарского массива. Существенно не изменились, по-видимому, и климатические условия. По-прежнему на суше произрастали преимущественно папоротники и хвойные (сосновые), усиленный вынос в море железа, титана и марганца говорит о подзолистом типе почвообразования.

Прогибание Хатангской впадины в течение среднеюрской эпохи было в общем таким же, как в нижней юре. Мощности нижнеюрских отложений на севере впадины достигают 400 *м*, а среднеюрских — 350 *м*. В средней части этой впадины мощности соответственно равны 400 и 300 *м*, а далее на юг они быстро сокращаются. Ритмичность осадконакопления, начиная с байоса, отчетливо уже не фиксируется.

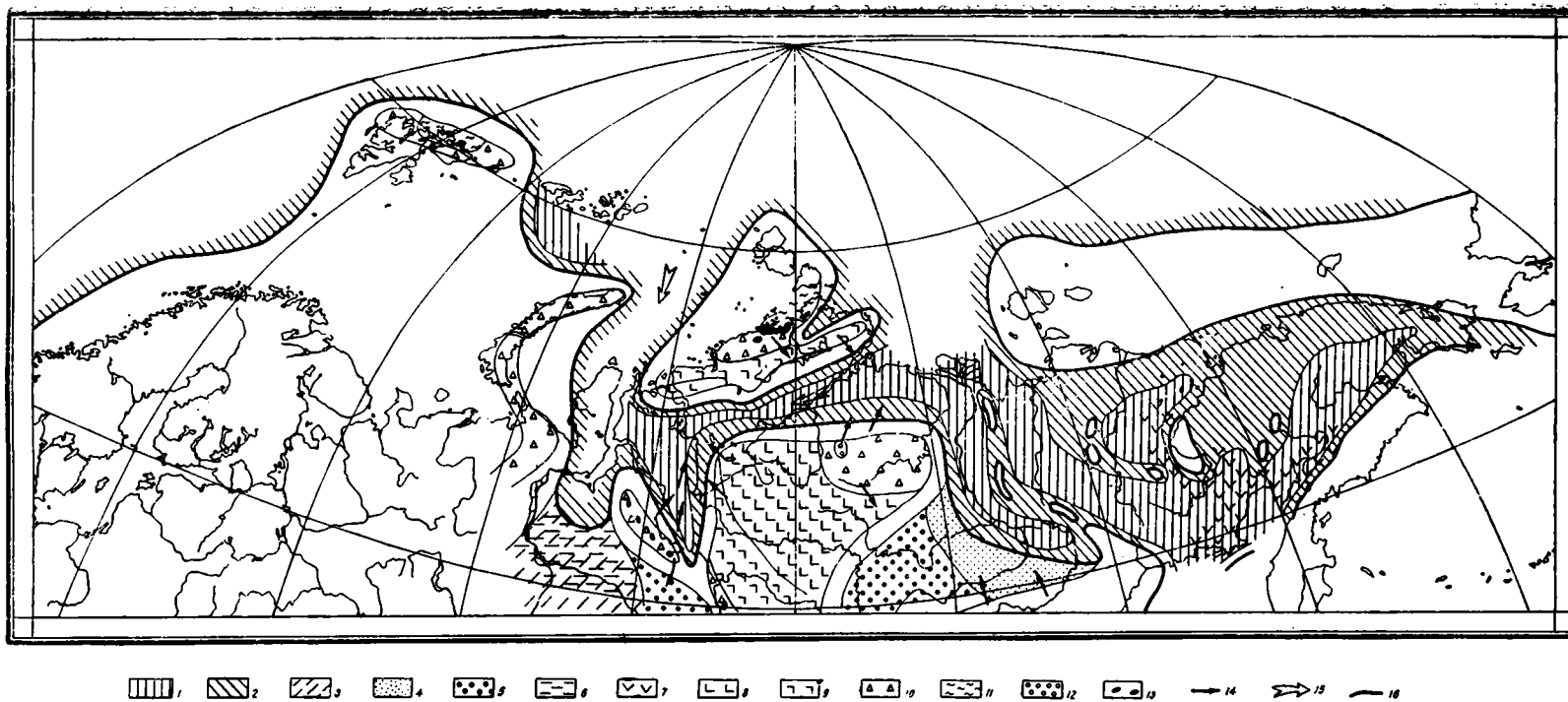

Рис. 2. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в байосский век.

Морские фации: *1*-глинистые осадки нижней части сублиторали; *2*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации лагун: *3*-глинисто-алевритовые осадки; *4*-песчаные осадки. *5*-Континентальные фации. *6*-Угленосные фации. *7*-Вулканогенные образования. Источники сноса: *8*-вулканогенные формации (нижнетриасовые); *9*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *10*-карбонатные формации (палеозойские); *11*-формации метаморфических сланцев; *12*-гнейсовые формации; *13*-гранитоиды; *14*-направления сноса материала; *15*-направления миграций морской фауны; *16*-граница максимального распространения моря. Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков, с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции осадков.

ВЕРХНЕЮРСКАЯ ЭПОХА

Верхнеюрская эпоха была эпохой максимального распространения моря на периферии Полярного бассейна. Море проникло вглубь Западной Сибири, надолго затопило шельфы Баренцова и Карского морей, Усть-Енисейскую впадину и северную часть Русской платформы. Только на северо-востоке Сибири поднятие мезозойских складчатых сооружений привело к дальнейшему сокращению площади моря, в частности к осушению в первой половине верхней юры Ленской впадины.

Поднятие испытывала и Таймырская складчатая зона, в восточной части которой были вскрыты и стали размываться верхнепротерозойские толщи. В келловейский век подъем Таймыра был выражен еще слабо, даже в районе р. Чернохребетной, наряду с песками, откладывались алевриты, а иногда и глины. Однако, в составе тяжелой фракции песчано-алевритовых пород из этого района появляются ставролит, хлоритоид, циркон, апатит и слюды, т. е. минералы, связанные с метаморфическими породами и гранитоидами Таймыра. При этом установлено, что существенно преобладают зерна оптически отрицательного ставролита с довольно сильной дисперсией оптических осей $\rho < V$. Такой ставролит был обнаружен в ставролитовых плагиогнейсах и роговиках на Таймыре.

В южную часть впадины амфиболы сносились с Анабарского массива. Размывались также интрузивные траппы Сибирской платформы, давшие титанистые минералы. Данных же о размыве эффузивных траппов нет, вероятно потому, что отложения низов верхней юры известны только восточнее р. Попигая, где лавовых покровов очень мало.

Внутри Хатангской впадины формировались глинисто-алевритовые породы, нередко с прослоями и линзами известняков, у северного края Сибирской платформы с конкрециями фосфоритов. Присутствие известняков и фосфоритов указывает на относительно высокие температуры воды, препятствовавшие концентрации углекислоты, которая содействует растворению углекислых и фосфорнокислых солей.

Фауна келловейского моря была богатой и разнообразной, среди аммонитов уже явно господствовали бореальные представители родов *Cadoceras, Macrocephalites. Quenstedticeras.* Однако, как показал В. И. Бодылевский [2], бореальная фауна в северных районах, прилегающих к Полярному бассейну, была явно обеднена, так как нет представителей *Kepplerites*, *Peltoceras*, *Kosmoceras*, *Erymnoceras*, но зато присутствуют эндемичные виды и роды (*Arcticoceras* и др.).

В нижнем оксфорде площадь распространения моря и его глубины, по-видимому, существенно не изменились. У подножья Таймыра, судя по разрезу на р. Малой Подкаменной, роль глинисто-алевритовых осадков возможно даже несколько возросла. У северного края Сибирской платформы, наряду с фосфоритами, отмечается появление глауконита, также указывающее на повышение температуры воды.

В верхнем оксфорде и нижнем кимеридже формирование прослоев и линз глауконитовых песчаников происходило и во внутренних частях Хатангской впадины. Это было обусловлено понижением уровня моря, приведшим к размывам и перерывам в осадкообразовании, в условиях медленного накопления обломочного материала, создававшим предпосылки для преобразования кластических силикатных частиц в глауконит. Там, где снос был более интенсивным — у самого края Сибирской платформы, на р. Хете и вблизи подножья Таймыра — глауконит не образовывался, здесь зачастую отложения верхнего оксфорда выпадают из разреза и на более древние породы ложатся осадки нижнего кимериджа с конгломератами в основании. Состав конгломератов (наличие в них гальки траппов) не оставляет сомнения в том, что они формировались за счет сноса с прилегающих участков суши. Надо полагать, что платформа, и особенно Таймыр, испытали в кимеридже значительное поднятие.

Лавовое поле Сибирской платформы и Анабарский массив были основными источниками сноса для южной части впадины. Сюда выносилась галька траппов и халцедонов. В минералогическом составе тяжелых фракций пород нижнего кимериджа основную роль играют моноклинные пироксены (авгит, изредка пижонит) и лептохлориты, являющиеся продуктами изменения иддингсито-хлоритового материала и стекла эффузивных разностей траппов. С Анабарского массива поступали амфиболы. В составе черных рудных минералов преобладают магнетит и титано-магнетит. Магнетит, с которым ассоциируется титано-магнетит, по данным Д. С. Соловьева, составляет главную массу рудных минералов в породах Анабарского докембрийского массива. Отсутствие же в отложениях кимериджа пироксенов из группы салита и геденбергита, характерных для Анабарского массива, вполне объяснимо. В породах Анабарского массива моноклинные пироксены, как указывает Д. С. Соловьев, встречаются в мелких зернах в тесном срастании с гиперстеном. Устойчивость пироксенов, особенно ромбических, при переносе значительно худшая, чем амфиболов. Тесное срастание кристаллов пироксенов очевидно еще больше способствовало их разрушению.

Влияние южного источника сноса распространялось сравнительно недалеко вглубь Хатангской впадины. В Нордвикском районе и в северной части Хатангской впадины амфиболы уже не встречаются.

Меньшее значение имел для юга Хатангской впадины снос с Таймыра. Однако и здесь появляются минералы группы эпидота-цоизита и сфен. Для восточной и северной частей Хатангской впадины основным источником сноса был Таймыр, откуда выносились продукты разрушения интрузивных траппов, метаморфических пород и гранитоидов. В составе тяжелой фракции пород кимериджа главное место занимают титанистые минералы. Усилился размыв метаморфических толщ, вследствие чего содержание ставролита в тяжелой фракции достигает 12%, присутствуют минералы группы эпидота-цоизита и сфен.

В верхнем оксфорде и нижнем кимеридже начался довольно интенсивный рост платформенных структур внутри Хатангской впадины. Об этом свидетельствуют сокращение мощностей верхнеюрских отложений по мере приближения к сводам структур Нордвикского района и, быть может, появление конгломератов на крыльях антиклинали мыса Цветкова и структуры Тулай-Кирьяка-тас.

Общая площадь моря в нижнем кимеридже, по сравнению с келловеем и оксфордом, возросла. Были затоплены окраины Таймырско-Североземельской складчатой зоны, низовья р. Лены. Возросли, судя по уменьшению крупности зерна в осадках, глубины в морях, занимавших площади северо-востока Сибири, Усть-Енисейской впадины и Западно-Сибирской низменности. Фауна, населявшая оксфордское и кимериджское моря, носила ярко выраженный бореальный характер (представители *Cardioceras, Amoeboceras, Rasenia, Pictonia* и др). Очевидно, что хотя температура воды в верхнеюрском Полярном бассейне, по всем данным, стала выше, чем в нижне- и среднеюрскую эпохи, различие по сравнению с более южными морями оставалось достаточно резким.

Сведения о верхнем кимеридже незначительны. Если судить по усть-енисейскому и цветковскому разрезам, площадь и глубины моря не уменьшались. Выпадение из разреза отложений верхнего кимериджа, в основном, вероятно, в присводовых частях поднимавшихся структур и в периферических зонах мезозойских впадин, скорее всего было вызвано подвижками перед отложением осадков нижнего волжского яруса. По-видимому, размывы захватили и низы последнего (ветлянский горизонт). То, что в верховьях р. Хеты сохранились отложения ветлянского горизонта с *Pectinatites,* определяется положением этого участка на пороге между Усть-Енисейской и Хатангской впадинами, где современный эро-

зионный срез проходит ближе к поверхности фундамента, чем на склонах названных впадин.

Нижний волжский век был временем максимума трансгрессии на севере Сибири за весь юрский период (рис. 3). В Хатангской и Усть-Енисейской впадинах и в Западно-Сибирской низменности откладывались глинистые осадки, судя по преобладанию свойственных сублиторали пелеципод, а среди микрофауны относительно глубоководных песчаных фораминифер, принадлежащие к нижней части сублиторальной зоны, а местами возможно формировавшиеся даже ниже нижней границы сублиторали (глины с радиоляриями, описанные М. К. Калинко в Нордвикском районе). Только на северо-востоке Сибири вследствие продолжающегося поднятия мезозойских складчатых сооружений глубины и площадь распространения моря, начиная с кимериджа не возросли [7]. Таймыр и Северная Земля сохранялись в виде отдельных островов, на которых, наряду с траппами, оказались вскрыты и усиленно размывались эпидотсодержащие толщи верхнего протерозоя. С Сибирской платформы сносились продукты разрушения лавовой толщи нижнего триаса, а также амфиболовых гнейсов Анабарского массива. Все это показывает, что источники сноса не были настолько удалены от центральных частей Хатангской впадины, как предполагает М. К. Калинко, и потому скорости отложения осадков не могли быть очень малыми. Небольшие мощности верхнеюрских отложений определялись, по-видимому, не малой скоростью накопления, а малой амплитудой прогибания в южной части впадины и размывами на ее периферии и на поднимавшихся внутри впадины структурах.

Размывы могли происходить в подводных условиях и, вероятно, имели место главным образом в конце нижнего волжского века, вследствие чего верхние горизонты нижневолжских отложений (с *Aucella russiensis* Pavl.) встречаются столь же редко, как и нижние, и тоже только на пороге, разделяющем Хатангскую и Лено-Анабарскую впадины. В целом же на протяжении верхнеюрской эпохи Хатангская впадина прогибалась, видимо, даже более интенсивно, чем в нижней и средней юре, благодаря чему здесь и установились условия относительно глубоководного моря.

В верхний волжский век площадь распространения и глубины моря оставались с нижневолжского времени почти неизменными, если судить по преобладанию глинистых, а на периферии Хатангской впадины алевритовых, осадков. Редкость же находок верхневолжских отложений объясняется последующими размывами их на границе с валанжином и в начале валанжина. К концу верхнего волжского века произошло обмеление моря, а вероятно и сокращение его площади. На окраинах Хатангской впадины алевритовые осадки сменились песчаными. Возможно уже с начала верхнего волжского века в Ленской впадине появились лагуны, в которых накоплялись угленосные отложения. Сократилась площадь моря и на северо-востоке Сибири, где поднимались молодые складчатые горы.

Фауна, в нижнем волжском веке носившая, как и раньше, бореальный характер (представители *Pectinatites, Dorsoplanites, Pavlovia*), к концу этого века и в верхнем волжском веке на севере Сибири в значительной части состояла из эндемичных форм *(Laugeites, Taimyroceras, Perisphinctes)*, отличавшихся от обитателей собственно бореальной провинции на севере и востоке Европы. По-видимому, температуры воды в Полярном бассейне стали значительно ниже температур европейского бореального моря. Прекратилось формирование глауконитовых осадков и фосфоритов.

На границе верхнего волжского и валанжинского веков, а возможно уже в начале валанжина, регрессия моря достигла предела. Поднятия испытали периферические части Хатангской впадины, а также некоторые структуры внутри нее. Это привело к размывам, местами полностью уничтожившим верхнеюрские отложения (рр. Попигай, Котуй, своды Ильино-Кожевниковской брахиантиклинали и, возможно, ряда других структур).

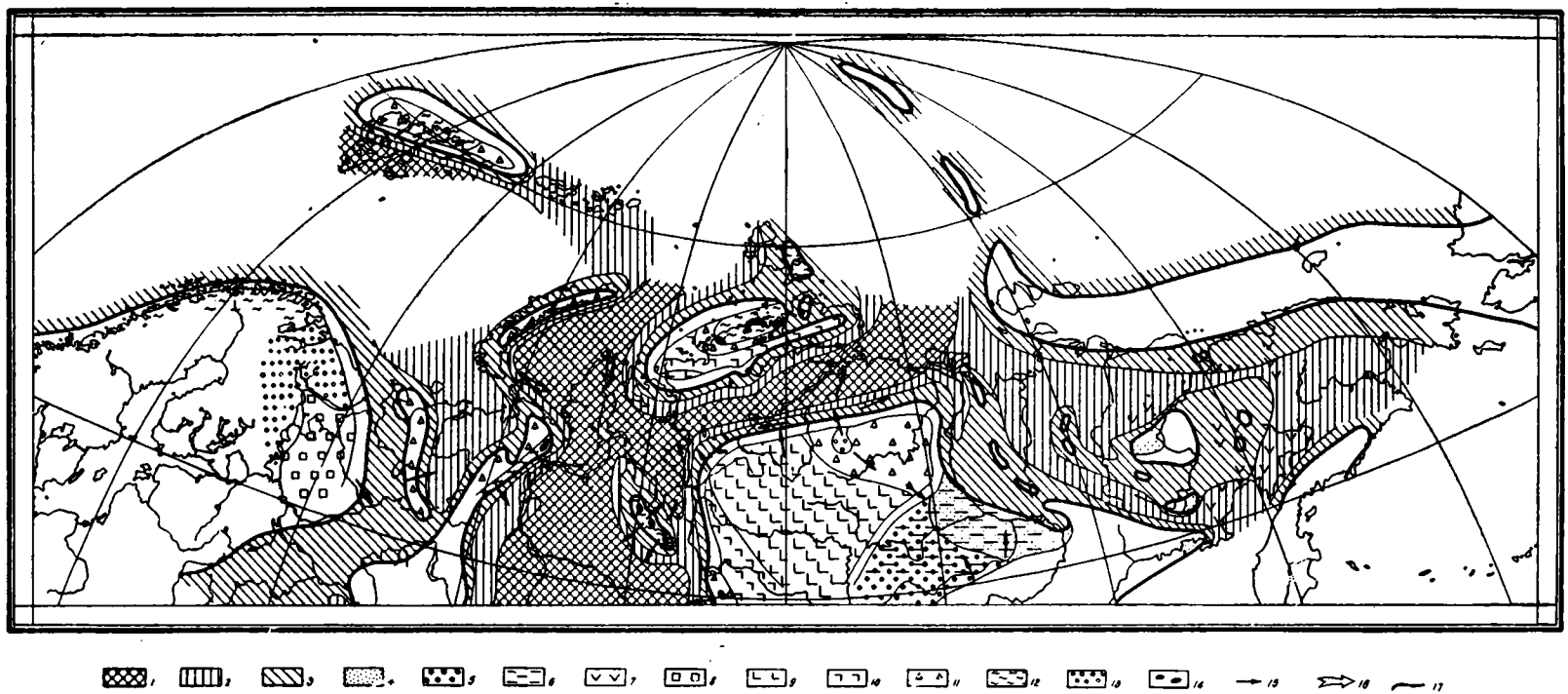

Рис. 3. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в нижний волжский век

Морские фации: *1*-глинистые осадки нижней части сублиторали; *2*-глинисто-алевритовые осадки верхней части сублиторали; *3*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации лагун: *4*-песчаные осадки. *5*-Континентальные фации. *6*-Угленосные фации. *7*-Вулканогенные образования. Источники сноса; *8*-терригенные формации (пермские и мезозойские); *9*-вулканогенные формации (нижнетриасовые); *10*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *11*-карбонатные формации (палеозойские); *12*-формации метаморфических сланцев; *13*-гнейсовые формации; *14*-гранитоиды; *15*-направления сноса материала; *16*-направление миграций морской фауны; *17*-граница максимального распространения моря.

Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков, с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции осадков.

Вероятно, размывы происходили в подводных условиях, но, быть может, иногда своды поднимавшихся внутри Хатангской впадины структур выходили и из-под уровня моря. На это, в частности, указывают некоторые признаки воздействия пресных вод на верхнеюрские отложения Юрюнг-тумусской брахиантиклинали до отложения валанжина (обеднение, по данным М. К. Калинко, обменного комплекса калием).

НИЖНЕМЕЛОВАЯ ЭПОХА

В нижневаланжинское время площадь распространения и глубины моря в Хатангской впадине были меньше, чем в конце верхнеюрской эпохи. На окраинах впадины и даже на таких относительно удаленных от бортов впадины участках, как о. Бегичева, в нижневаланжинских отложениях наблюдаются растительные остатки, рябь мелководья, пропластки угля. В середине нижнего валанжина, в конце его и, вероятно, в середине среднего валанжина снова проявлялись размывы, указывавшие на поднятия бортов Хатангской впадины и сводов ряда структур внутри нее. Глубины моря в среднем валанжине возросли, осадки стали более глубоководными (рис. 4), однако максимума валанжинская трансгрессия в Хатангской впадине достигла уже в верхневаланжинское время. Преимущественно глинисто-алевритовые осадки стали накопляться на периферии впадины, а внутри ее формировалась мощная толща глин. Только на некоторых продолжавших подниматься структурах (Тигяно-Анабарская антиклиналь), возможно, имело место замещение глин алевритами и песками.

Такой ход развития Хатангской впадины не соответствует последовательности событий в соседних Усть-Енисейской и Лено-Анабарской впадинах, а также на всем северо-востоке Сибири, где на верхний валанжин приходится регрессия моря. В северо-восточной Сибири установление к верхневаланжинскому времени континентальных и отчасти лагунных условий на всей площади к западу от Колымы объясняется поднятием страны после проявления складчатости в конце юры. В Усть-Енисейской впадине и в ряде районов Западно-Сибирской низменности наблюдается переход в верхнем валанжине к формированию прибрежных, обедненных фауной, песчано-глинистых осадков. Однако местами в той же Западно-Сибирской низменности глины откладывались в течение всего валанжина и даже готерива (пос. Уват).

Прогибание Хатангской впадины в валанжине было очень интенсивным, в том числе и в ее южной части (в районе бухты Сындаско, по данным П. С. Воронова, мощность валанжина 250 *м*). То, что при этом не произошло столь значительное углубление моря, как в конце верхнеюрской эпохи, объясняется, вероятно, усилением сноса с Таймыра и Сибирской платформы, поднимавшихся с большей скоростью с начала мелового периода.

Фауна валанжинского моря в Хатангской впадине весьма богата и разнообразна, с рядом теплолюбивых представителей (*Ostrea, Lingula, Phylloceras*). О потеплении морских вод в валанжине говорит и факт широкого распространения оолитовых песчаников. Как известно, в теплой воде выпавшие гели обладают значительной вязкостью, которая способствует обволакиванию ими различных частиц.

В пределах прилегающей суши на потепление климата, возможно, указывают, судя по составу спор и пыльцы, расцвет, приуроченных ныне к тропической зоне, папоротников схизейных (особенно лианы *Lygodium*), а также появление таксодиевых и кипарисовых. В конце верхневаланжинского времени фауна становится несколько более обедненной (преобладание *Pleuromya*), что, вероятно, было обусловлено регрессией моря на соседних участках и соответствующим сокращением связей с центральными частями Полярного бассейна.

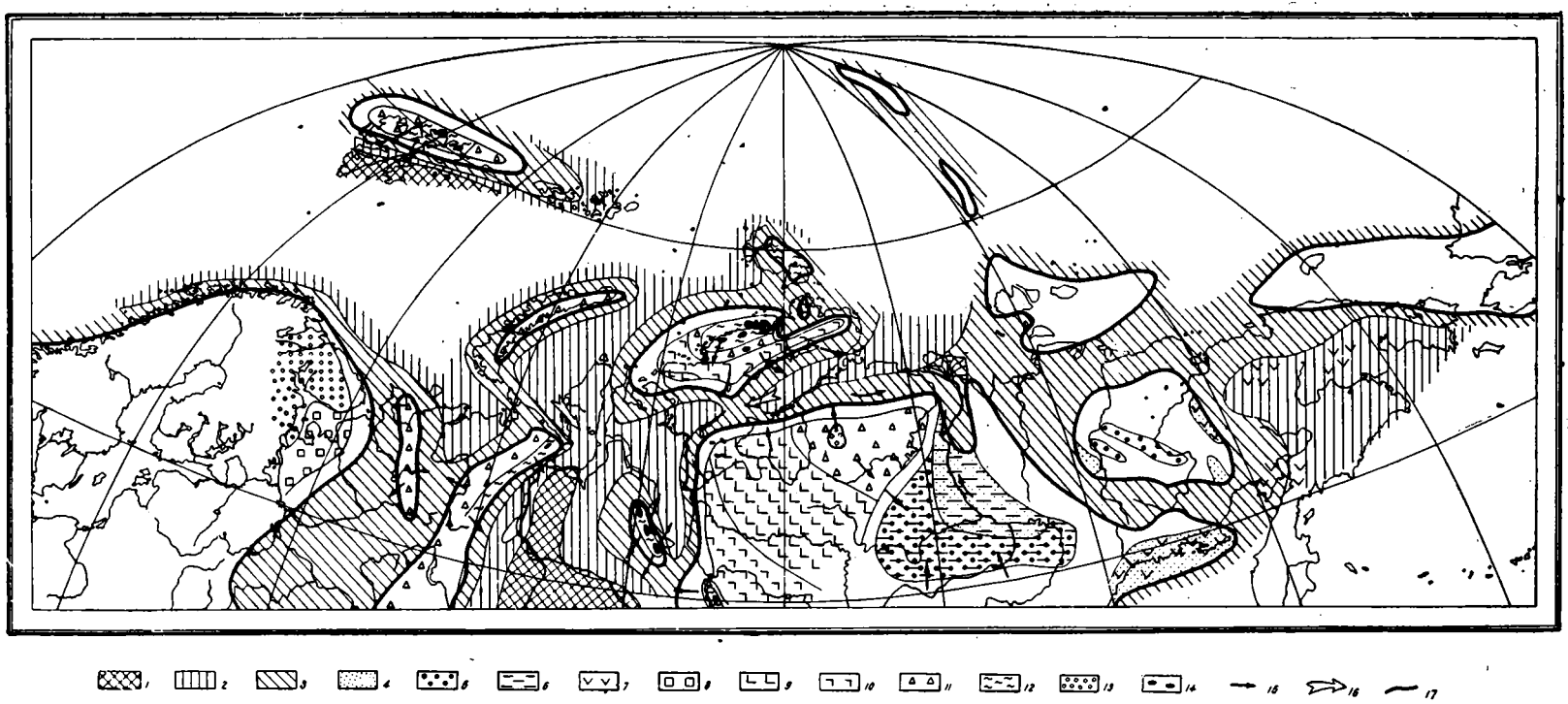

Рис. 4. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в средневаланжинское время.

Морские фации: *1*-глинистые осадки нижней части сублиторали; *2*-глинисто-алевритовые осадки верхней части сублиторали; *3*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации лагун: *4*-песчаные фации; *5*-Континентальные фации; *6*-Угленосные фации; *7*-Вулканогенные образования. Источники сноса: 8-терригенные формации (пермские и мезозойские); *9*-вулканогенные формации (нижнетриасовые); *10*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *11*-карбонатные формации (палеозойские); *12*-формации метаморфических сланцев; *13*--гнейсовые формации; *14*-гранитоиды; *15*-направления сноса материала; *16*-направление миграций морской фауны; *17*-граница максимального распространения моря.

Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков, с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции осадков.

Условно к готеривскому веку можно отнести накопление толщи преимущественно песчаных осадков, формировавшихся в период постепенного отступания моря. Морская фауна в этих отложениях очень обеднена. Она состоит, в основном, из ауцелл, редких песчаных фораминифер, а также появляющихся выше по разрезу солоноватоводных *Corbula* и *Corbucula*. Следовательно, можно думать, что занимавший Хатангскую и Усть-Енисейскую впадины водный бассейн к концу валанжинского века превратился в обширную лагуну, сообщавшуюся с открытым морем в районах моря Лаптевых и Западно-Сибирской низменности и на протяжении готеривского века все более опреснявшуюся. Движения дна бассейна носили колебательный характер, благодаря чему имели место периодические вторжения соленых вод и сопутствующей им морской фауны. Последняя приурочена к отдельным прослоям среди отложений готерива, встречающимся более часто в восточной части Хатангской впадины и почти исчезающим в ее периферических зонах.

На протяжении валанжинского и готеривского веков источниками сноса были те же породы, что и в верхней юре — лавовые покровы Сибирской платформы, поставлявшие материал для образования лептохлоритов и в составе глинистых минералов — бейделлита, а также докембрий Анабарского массива, служивший источником амфиболов. Последние выносились как на север, так и, по данным Б. И. Тест, на восток в Ленскую впадину и, по данным В. И. Муравьева [4], на юг, в Вилюйскую впадину. С мнением В. И. Муравьева о том, что амфиболы происходят из траппов, согласиться нельзя, так как в траппах содержание амфиболов очень незначительное. Еще более усилился снос с Таймыра и особенно из эпидотсодержащих зеленосланцевых пород верхнего протерозоя.

Завершение формирования готеривских песков совпало с новым оживлением тектонической деятельности в Хатангской впадине, обусловившим поднятия и соответственно размывы на ее окраинах и на отдельных структурах внутри впадины. Признаки регионального перерыва здесь не устанавливаются и, по-видимому, за пределами поднимавшихся структур отложение осадков внутри впадины шло непрерывно. Накопление вышележащей угленосной толщи началось, как уже указывалось, не везде одновременно и, в частности, на р. Лене — с низов валанжина, в Лено-Оленекском районе — с верхнего валанжина, а в Хатангской и Усть-Енисейской впадинах — предположительно с баррема. Угленосные отложения формировались в условиях хорошо выраженной ритмичности, определившей чередование угленосных свит или горизонтов и преимущественно песчаных пород, лишенных значительных пластов углей.

В основании и в кровле угленосных горизонтов и внутри ряда свит, по наблюдениям А. И. Бочарниковой и Л. Т. Семененко и по данным буровых скважин, устанавливаются размывы, которые местами могут завершать ритмы осадконакопления, местами могли быть связаны с ростом отдельных структур, например, Ильино-Кожевниковской брахиантиклинали. В результате из разреза на некоторых участках выпадают отдельные угленосные горизонты, а, возможно, и целые свиты.

Общая мощность угленосных отложений достигает 400—450 *м* в южной части Хатангской впадины и до 500 *м* в ее средней и северной частях, причем здесь она может быть сокращена за счет размыва верхних горизонтов. Следовательно, Хатангская впадина прогибалась достаточно интенсивно, и если все же морской режим в ее пределах не установился, то объясняться это может только усиленной денудацией Таймырской складчатой зоны, служившей основным источником сноса.

В пределах Хатангской впадины преобладают в разрезе угленосной толщи, даже в угленосных горизонтах, косослоистые пески, откладывавшиеся, надо полагать, в условиях мелководных лагун, дельт и прибрежно-аллювиальных равнин. Как показал Л. Т. Семененко, косая слои-

стость в песках в районе к востоку от Хатангского залива имеет падение, в основном, на запад и отчасти даже на юго-запад, в общем параллельное южному борту Хатангской впадины. Это, по-видимому, обусловлено движением обломочного материала вдоль южной части Хатангской впадины, в сторону р. Енисея, западнее которой на севере Западно-Сибирской низменности (в течение всего периода формирования угленосной толщи) было море. В барреме море было, вероятно, опресненное с ограниченными связями с Полярным бассейном, позже, к альбу, оно приобрело нормальную соленость.

В период формирования осадков угленосной толщи Таймыр являлся основным источником сноса. Об этом свидетельствует тождественный минералогический состав угленосных отложений на всей площади Усть-Енисейской и Хатангской впадин. В это же время в связи с отступлением моря из Хатангской впадины почти прекращается принос материала с Анабарского массива (отсутствие амфиболов, преобладание в составе черных рудных минералов ильменита). Лишь в санга-салинской свите (апт-альб?) в районе бухты Сындаско и в Нордвикском районе встречаются амфиболы, указывающие, что кратковременный снос с Анабарского массива иногда все же возобновлялся. Прекращение выноса материала в Хатангскую впадину с Анабарского массива с начала накопления угленосной толщи, по-видимому, определялось исчезновением морского бассейна внутри впадины. Благодаря этому реки, стекавшие с Таймыра, могли выносить обломочный материал вплоть до южного борта впадины. Поэтому выход тяжелой фракции из угленосных отложений на юге впадины сокращается в 2—2,5 раза по сравнению с отложениями верхней юры — нижнего морского мела.

Лавовое поле Сибирской платформы в это время, вероятно, было сильно сглажено, что подтверждается отсутствием песчано-алевритового материала из траппов в составе отложений угленосной толщи. Однако отсюда выносился сильно измененный тонкодисперсный материал основных пород, вследствие чего коллоидальные фракции глин и алевритов угленосной толщи на р. Котуе сложены бейделлитом. Далеко на север и восток этот материал не поступал. В Нордвикском районе, по данным А. И. Бочарниковой, коллоидальная фракция глин сложена гидрослюдой.

В северной части Хатангской впадины снос, судя по минералогическому составу угленосных отложений, шел с Таймыра в юго-восточном направлении. Вблизи Таймыра в тяжелой фракции пород много сфена, апатита и связанного с верхним протерозоем Северного Таймыра эпидота. По мере удаления от Таймыра — на о. Бегичева, по данным М. С. Шлейфера, количество эпидота сокращается и здесь на первое место выступают наиболее устойчивые минералы — гранат и рудные. Далее на восток, в низовьях р. Оленек, как указывает Б. И. Тест, преимущественным распространением пользуется только гранат.

Лежащая в основании угленосной толщи тигянская свита барремского или баррем-аптского возраста заключает много алевритовых осадков, прослои с песчаными фораминиферами и ходами червей. Она, надо полагать, в значительной степени формировалась в лагунных условиях. Явления каолинизации пород тигянской свиты говорят о том, что все же временами откладывавшиеся осадки выходили из-под уровня воды и подвергались выветриванию в наземных условиях. Перекрывающая тигянскую свиту нижняя угленосная — санга-салинская свита также откладывалась в лагунах, причем, по-видимому, образованию нижнего угольного пласта предшествовало кратковременное внедрение с северо-востока моря, достигшего района бухты Сындаско и отложившего горизонт глин с песчаными фораминиферами. Вышележащая рассохинская свита в южной части Хатангской впадины состоит, в основном, из песков и отвечает, возможно, времени усиления континентальности режима

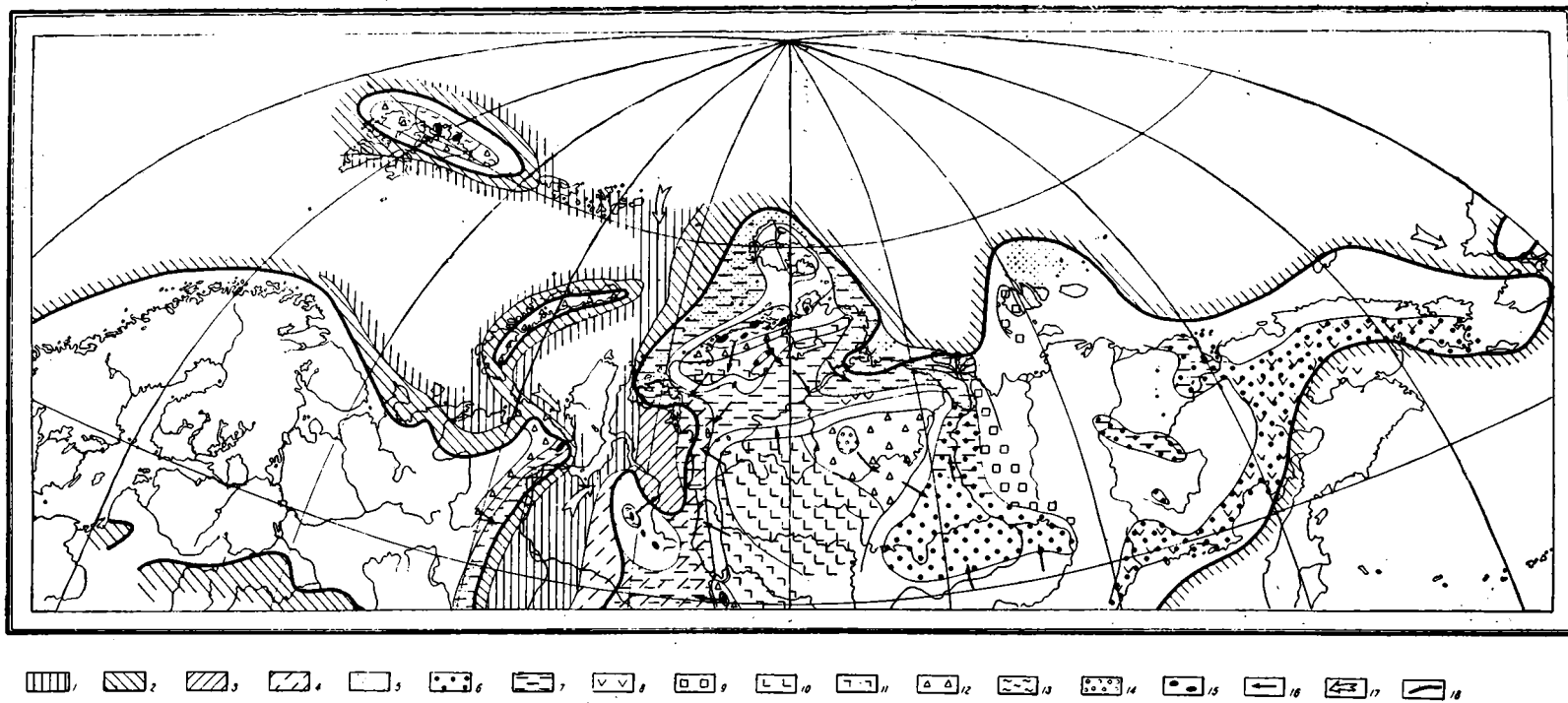

Рис. 5. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в альбский век.

Морские фации: *1*-глинисто-алевритовые осадки верхней части сублиторали; *2*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации бассейнов с соленостью, отклоняющейся от нормальной; *3*-глинисто-алевритовые осадки. Фации лагун: *4*-глинисто-алевритовые осадки; *5*-песчаные осадки. Континентальные фации: *7*-Угленосные фации; *8*-Вулканогенные образования. Источники сноса: *9*-терригенные формации (пермские и мезозойские); *10*-вулканогенные формации нижне-триасовые; *11*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *12*-карбонатные формации (палеозойские); *13*-формации метаморфических сланцев; *14*-гнейсовые формации; *15*-гранитоиды; *16*-направления сноса материала; *17*-направления миграций морской фауны; *18*-граница максимального распространения моря.

Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков, с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции осадков.

осадконакопления (переход к прибрежной аллювиальной равнине). Вместе с тем в восточной части Хатангской впадины именно к рассохинской свите могут быть приурочены горизонты с фораминиферами по существу верхнемелового типа (*Haplophragmoides* ex gr. *sibiricus* Zasp., *Stensiöina exculpta* Reuss и др.), которые, во всяком случае, не должны иметь возраст древнее альба. Если это так, можно допустить приближение к восточному краю Хатангской впадины альбской трансгрессии, проявившейся в Полярном бассейне весьма широко (рис. 5). В это время море затопило шельфы Баренцова и Карского морей, проникло в Западную Сибирь и на р. Енисей, а временами заходило и на территорию восточной части Хатангской впадины (о. Бегичева, Нордвикский район).

В огневской свите, завершающей разрез угленосной толщи, присутствуют в южной части Хатангской впадины три угленосных горизонта, разделенные песчаными пачками. Вероятно, в это время также господствовали условия лагун и прибрежных аллювиальных равнин. В восточной части Хатангской впадины нижняя угленосная свита лежит над слоями с упомянутым выше комплексом молодых фораминифер и, возможно, отвечает нижнему угленосному горизонту огневской свиты на юге впадины. При таком предположении в огневской свите оказались бы все сапропелевые угли, туфы кислых эффузивов на о. Бегичева, устанавливаемые А. И. Бочарниковой, и своеобразные кремнисто-углистые породы, встреченные в южной, восточной и северной частях впадины. Эти породы, представляющие скопления древесных остатков, сцементированных кремнеземом, формировались в условиях притока вод, обогащенных растворенной кремнекислотой. Такие воды, как равно и прослои вулканических туфов, могли быть связаны с вулканическими извержениями, которые, по данным Л. П. Смирнова, происходили на протяжении нижнемеловой эпохи к югу от Хатангской впадины — в Попигайской котловине.

Находимые в угленосных отложениях растительные остатки, споры и пыльца указывают на существование, скорее всего, теплого и влажного климата, способствовавшего произрастанию разнообразных папоротников, цикадофитов, гинкговых, хвойных и, в конце формирования угленосной толщи, единичных покрытосеменных. Временами климат становился засушливым, и лагуны, судя по составу обменного комплекса, засолонялись, а участки угленакопления осушались, что приводило к появлению в углях фюзена. Возрастание степени угленасыщенности в верхней части угленосной толщи — огневской свите, наряду с появлением сапропелевых углей, быть может, говорит об увеличении влажности климата в связи с наступившей в альбе трансгрессией в Западно-Сибирской низменности.

ВЕРХНЕМЕЛОВАЯ ЭПОХА

В самом конце альбского века и в сеномане в Хатангской впадине откладывались, по-видимому, с размывом на более древних породах, косослоистые пески бегичевской свиты. Крупные, до 6 *м* мощностью, пачки косослоистых песков с углами падения до 25—40°, наличие, наряду с мелкозернистыми песками, также средне- и крупнозернистых разностей, присутствие прослоев галечников, состоящих преимущественно из сидерита и сидеритизированной древесины — все это указывает на отложение песков мощными с быстрым течением водными потоками, вероятно реками. Судя по преобладающему на р. Хатанге и в низовьях р. Котуя падению косой слоистости в породах бегичевской свиты на юго-запад, реки направлялись к Усть-Енисейской впадине, где в альб-сеномане формировались прибрежно-морские песчаные осадки.

Преобладание, даже у края Сибирской платформы, в тяжелой фракции песков минералов таймырского происхождения говорит о преимущественном сносе с Таймыра. Сибирская платформа была снивелирована, размыв лавового поля давал лишь глинистые минералы (бейделлит).

Отсутствие среди отложений бегичевской свиты пластов углей, устанавливающееся как в Хатангской впадине, так и всюду западнее — в Усть-Енисейской впадине и Западно-Сибирской низменности, а равно и на востоке — в бассейнах рр. Лены и Вилюя, наряду с формированием более грубозернистых осадков, может свидетельствовать либо об изменении климата, либо о большей интенсивности вертикальных движений, усиливших энергию водных потоков и исключавших появление лагун, в которых могли бы накопляться угли. Последнее предположение более вероятно, так как климат, по-видимому, продолжал оставаться теплым. Среди песков и песчаников бегичевской свиты характерны пестроокрашенные разности, связанные с отложением гидроокислов железа, которые, очевидно, при высоких температурах коагулировали, не уходя в море.

Некоторым основанием предполагать ухудшение климатических условий в альб-сеномане является очень широкое развитие в отложениях этого времени спор сфагновых мхов, характерных для стран с холодным климатом. Однако отсутствие полной уверенности в диагностике этих спор, как и неопределенность условий жизни сфагновых мхов в меловом периоде, заставляет осторожно относиться к определению климата по наличию таких спор.

После отложения осадков бегичевской свиты в туроне море с севера трансгрессировало в Западную Сибирь и затопило Усть-Енисейскую впадину, во всяком случае до меридиана р. Пясины. В юго-западной части Хатангской впадины после размыва на границе сеномана и турона установился лагунный режим, стали откладываться преимущественно глинисто-алевритовые, зачастую с ленточной слоистостью, осадки ледяной свиты. В лагунах, очевидно, существовала высокая концентрация солей кальция, вследствие чего вырастали крупные звездчатые кристаллы арагонита и тоже крупные призматические кристаллы цеолитов. Ленточная слоистость обязана своим возникновением резкой периодической (возможно сезонной) смене условий осадкообразования.

Далее на восток, на меридиане р. Котуя, все большую роль приобретали песчаные фации, которые могли накопляться как в краевой части лагун, так и на прилегающей аллювиальной равнине. Одновременно происходили поднятия соседних возвышенностей, в частности Сибирской платформы, продукты разрушения с которой дали материал для многочисленных и достаточно мощных (до 6 м) прослоев конгломератов внутри и в основании ледяной свиты. Размыв сочетался с интенсивным химическим выветриванием поверхности Сибирской платформы, приведшим к тому, что с лавового поля сносились в основном наиболее устойчивые продукты разрушения траппов — халцедоны, резко преобладающие в составе гальки в конгломератах. Встречающиеся, наряду с ними, гальки кремней и окремнелых известняков среднего палеозоя указывают на размыв известнякового поля платформы.

Редкая галька траппов в конгломератах, представленная базальтовыми порфиритами и гиалобазальтами, попадается только на р. Ледяной, на участках, наиболее близких к разрушающимся породам. Химическое выветривание эффузивных траппов приводило к образованию пород, содержащих лептохлориты. Причем, как показало петрографическое изучение их, процесс изменения первоначального иддингсито-хлоритового материала был в верхнемеловую эпоху более интенсивен, чем в верхней юре и валанжине. Карбонатизированные плагиоклазы также подвергались полному разрушению, давая исходный материал для образования цеолитов и арагонита.

По мере удаления от лавового поля платформы содержание минералов, связанных с траппами, убывает и увеличивается количество минералов, связанных с источником сноса, находящимся на Таймыре.

Таймырская складчатая зона несомненно поднималась достаточно интенсивно, и с нее, в основном на территорию Усть-Енисейской впадины,

все в большем количестве, стал поступать материал разрушения нижнепротерозойских толщ (амфиболы, ставролит, силлиманит, часто фибролит). Силлиманит и особенно фибролит очень характерны для отложений верхнего мела Усть-Енисейской впадины и не встречены в Хатангской впадине. Таким образом, в верхнем мелу были выведены на поверхность на большой площади залегающие в ядре Таймырского антиклинория нижнепротерозойские гнейсы. В северную часть Усть-Енисейской впадины продукты их разрушения начали выноситься еще в альб-сеномане [5].

Лагунные условия сохранились и в начале коньякского века. Затем море, занимавшее Усть-Енисейскую впадину, стало более мелководным, в Хатангской впадине началось накопление песчано-алевритовых осадков хетской свиты, частью откладывавшихся в обмелевших лагунах, а частью в пределах прибрежной аллювиальной равнины. Реки, протекавшие здесь, судя по падению косой слоистости, направлялись на запад, к усть-енисейскому морю. Богатые хвойные леса на берегах, состоящие преимущественно из представителей таксодиевых, кипарисовых и сосновых, служили, особенно, вероятно, сосны, источником для скоплений янтаря, очень характерных для хетской свиты. Из отмиравших растительных остатков формировались линзы и пласты торфа и скопления древесины, к настоящему времени перешедшие в лигнит.

Образование хетской свиты происходило и в нижнем сантоне. Только в верхнесантонское время снова возросли глубины моря в Усть-Енисейской впадине. Морские условия распространились и на юго-западную часть Хатангской впадины, где появился морской залив (рис. 6). Этот залив обладал, как показывает состав обменного комплекса в осадках, повышенной соленостью, был заселен обедненной морской фауной (в основном иноцерамами). Он мало отличался от лагун, бывших здесь же в турон-коньяке. Формировались преимущественно глинисто-алевритовые породы со слоистостью ленточного типа, одновременно шло образование глауконита. Как в Усть-Енисейском море, так и в заливе в бассейне р. Хеты чрезвычайно широко развились одноклеточные водоросли — перидинеи, характерные для сенона Франции и берегов Балтийского моря и указывающие, по-видимому, на связь Полярного бассейна того времени с морями Европы. В море, занимавшем Западно-Сибирскую низменность, широко распространились также кремневые диатомовые водоросли, которые дали материал для формирования опок и опоковидных глин. В Хатангскую впадину, вероятно вследствие отклонения солености от нормальной, диатомовые водоросли не проникали, нет здесь и кремнистых пород.

В кампанский век залив в бассейне р. Хеты продолжал существовать, но соленость, по-видимому, еще более отклонилась от нормальной, исчезла морская фауна и лишь перидинеи продолжали развиваться. К началу маастрихтского века море стало в западной части Западно-Сибирской низменности более глубоководным и, судя по отложению известковистых осадков, более теплым. В Усть-Енисейской впадине море в это время сильно обмелело и отступило к западу от р. Енисея. В Хатангской впадине существовавший до этого залив превратился в лагуну, связь которой с морем по мере отступания последнего на запад становилась все более ограниченной. Состав поглощенного комплекса в осадках указывает на засолонение лагуны.

Источники сноса, начиная с турона, существенно не менялись, сократился лишь (с коньякского века) вынос обломочного материала с Сибирской платформы; начиная с хетской свиты, исчезли прослои конгломератов и лептохлоритовые породы.

Осадки верхнего сантона-маастрихта длительное время находились в условиях континентального выветривания, о чем свидетельствуют кристаллы гипса и корочки ярозита на поверхности глин и алевритов. И гипс, и ярозит образовались вследствие окисления пирита, который в небольшом количестве сохранился в описываемых отложениях.

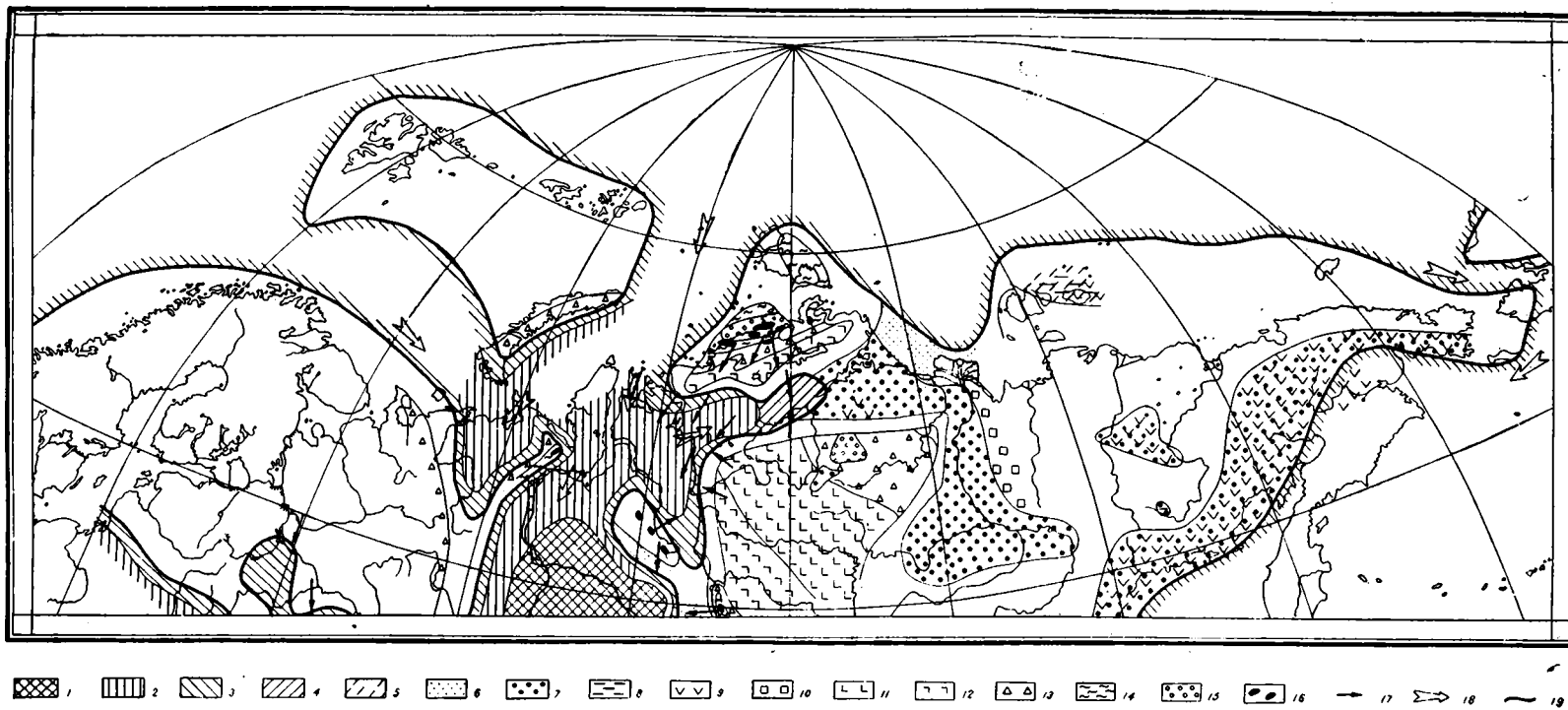

Рис. 6. Схема распределения фаций и возможных источников сноса на севере Сибири в верхнесантонское время.

Морские фации: *1*-глинистые осадки нижней части сублиторали; *2*-глинисто-алевритовые осадки верхней части сублиторали; *3*-песчаные осадки верхней части сублиторали и литорали. Фации бассейнов с соленостью, отклоняющейся от нормальной: *4*-глинисто-алевритовые осадки. Фации лагун: *5*-глинисто-алевритовые осадки; *6*-песчаные осадки. *7*-Континентальные фации. *8*-Угленосные фации. *9*-Вулканогенные образования. Источники сноса: *10*-терригенные формации (пермские и мезозойские); *11*-вулканогенные формации (нижнетриасовые); *12*-терригенные формации (пермские) с силлами траппов; *13*--карбонатные формации (палеозойские); *14*-формации метаморфических сланцев; *15*-гнейсовые формации; *16*-гранитоиды; *17*-направления сноса материала; *18*-направление миграций морской фауны; *19*-граница максимального распространения моря.

Белыми оставлены области с неясным фациальным составом осадков, с неясным строением источников сноса и переходные от областей сноса к зонам аккумуляции осадков.

Отложения моложе маастрихтского века в Хатангской впадине неизвестны. Малая степень уплотненности верхне- и нижнемеловых пород позволяет думать, что накопление сколько-нибудь мощных осадочных толщ после маастрихта в Хатангской впадине не происходило.

Климат верхнемеловой эпохи в Хатангской впадине был несомненно теплым. Об этом убедительно говорит расцвет кипарисовых и таксодиевых, а позже широколиственных деревьев, в том числе таких теплолюбивых групп покрытосеменных, как протейные, магнолиевые, платановые, виноградные и др. О том же свидетельствуют факты засолонения водных бассейнов. Однако наличие слоистости ленточного типа указывает, повидимому, на то, что климат не был все же жарким, смена лета и зимы проявлялась достаточно резко. Об умеренности климатических условий свидетельствует и формирование торфа. Признаки ухудшения климата в сантон-кампане, намечающиеся по появлению кремнистых осадков и развитию диатомовых водорослей в Западной Сибири, в Хатангской впадине не устанавливаются.

Верхнемеловые отложения, вероятно, были распространены шире, чем сейчас, повсеместно или почти на всей площади впадины. Были они, видимо, и в Лено-Анабарской впадине и в низовьях р. Лены, где лежащие сейчас у поверхности нижнемеловые породы сильно уплотнены: пески превращены в песчаники и угли уже относятся к каменным.

Прогибание Хатангской впадины на протяжении верхнемеловой эпохи не было интенсивным — суммарная мощность верхнего мела не более 400 *м*. При этом, если судить по современному распространению осадков, максимум прогибания сместился в западную часть впадины. Прогибание носило ритмичный характер. Можно выделить два ритма осадконакопления (турон — нижний сантон и верхний сантон — маастрихт), каждый из которых, подобно нижне- и среднеюрским ритмам, начинался с быстрого погружения и завершался медленным опусканием, благодаря чему постепенно возрастала крупность зерна в осадках.

Заканчивая обзор палеогеографии Хатангской впадины на протяжении юрского и мелового периодов, необходимо подчеркнуть, что многие высказанные авторами выводы нуждаются в подтверждении. На надежности палеогеографических заключений не могли не сказаться не всегда достаточно ясные возрастные соотношения слоев в разных разрезах. Между тем, реконструкция палеогеографии юрского и мелового периодов на рассматриваемой территории имеет большое значение для понимания условий формирования связанных с меловыми и юрскими отложениями полезных ископаемых — углей, богхедов, а возможно также нефти и алмазов. Это определяет необходимость дальнейшего уточнения поднимаемых вопросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Е. Бердичевская. Литолого-петрографическая характеристика нижнеюрской континентальной толщи и подстилающих ее верхнепалеозойских отложений среднего течения р. Вилюй. Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. геол.-мин. наук. Изд. Геол. инст. АН СССР, М., 1956.

2. В. И. Бодылевский. Бореальная провинция юрского периода. Труды I-й сессии Всес. палеонтол. общ., М., 1957.

3. И. М. Мигай. Геологическое строение района мыса Цветкова на Восточном Таймыре. Труды Инст. геол. Арктики, т. 36, Л., 1952.

4. В. И. Муравьев. Литологическая характеристика верхней континентальной толщи центральной и западной частей Вилюйской котловины. Изв. АН СССР, сер. геол., № 9, М., 1956.

5. З. З. Ронкина, В. Н. Сакс. Возможные источники сноса при формировании юрских и меловых отложений Усть-Енисейской впадины. Труды Инст. геол. Арктики, т. 89, 1956.

6. В. Н. Сакс, З. З. Ронкина. Юрские и меловые отложения Усть-Енисейской впадины. Труды Инст. геол. Арктики, т. 90, Л., 1957.

7. И. И. Тучков. Палеогеография северо-востока СССР в верхнетриасовое, юрское и нижнемеловое время. Советская геология, сборн. 59, М., 1957.