

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.762.3:553.98

О.А. Важенина

## ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ И КАРБОНАТОНАКОПЛЕНИЕ В БАЖЕНОВСКОЙ И АБАЛАКСКОЙ СВИТАХ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Формирование отложений абалакской и баженовской свит на территории Широтного Приобья происходило в мелководных и глубоководных условиях морского бассейна. Высокое содержание органического вещества в породах баженовской свиты связано с определенными палеогеографическими, гидрологическими и гидродинамическими характеристиками палеобассейна. С целью улучшения прогноза нахождения продуктивных интервалов в отложениях абалакской и баженовской свит изучался характер распределения карбонатного вещества как по латерали изучаемой территории, так и по разрезу. Построенные зональная карта и гистограммы характеризуют приуроченность карбонатных тел к той или иной части разреза.

**Ключевые слова:** свита; карбонаты; морской водоем; органическое вещество; нефтеносность.

Для изучения нефтеносных отложений баженовской и абалакской свит Широтного Приобья были исследованы закономерности и особенности распространения карбонатного вещества в изучаемых отложениях, т.к. коллекторы нефти оказались приурочены к плотным кремнисто-карбонатным прослоям данных объектов.

Абалакская свита трансгрессивно залегает на континентальных отложениях тюменской свиты и перекрывается черными битуминозными аргиллитами баженовской свиты. По стратиграфическому объему свита соответствует оксфордскому и келловейскому ярусам. На исследуемой территории отбор керн из интервалов залегания абалакской свиты практически не производился, т.к. самостоятельная нефтеносность свиты не учитывалась. Керн отбирался в основном из подошвенной части баженовской свиты и кровельной части абалакской свиты и представлен аргиллитами черными, темно-серыми, средней плотности с прослоями кремнисто-карбонатного вещества. Структура аргиллитов алевропелитовая, текстура – слоистая, обусловлена ориентировкой глинистых чешуек слюды, линзочек пирита.

На исследуемой территории мелководно-морские отложения абалакской свиты охарактеризованы аммонитами и пелециподами среднего и верхнего келловоя, а также нижнего оксфорда с богатыми комплексами фораминифер (*Ammodiscus pseudoinfimus*, *Haplophragmoides* sp., *Ammobaculites* sp., *Recurvoides schercalyensis*, *Lenticulina* sp., *Globulina* sp. и др.). По данным палинологических исследований, в керне абалакской свиты присутствуют микроспоры (*Lycopodiumsporites* sp., *Cyathidites* spp., *Dicksonia* sp., *Osmundacidites* spp., *Leiotriletes* spp.), пыльца (*Ginkgocycadophytus* sp., *Dissaccites* spp., *Classopollis* sp. и др.) и микрофитопланктон (*Tasmanites* sp.).

На большей части территории Западной Сибири отложения баженовской свиты находятся в главной зоне нефтеобразования. В течение волжского века и раннего берриаса в Западно-Сибирском морском бассейне накопилось 170 трлн т тонкопелитового терригенного, органично-карбонатного, кремнистого и керогенного материала, в том числе свыше 18 трлн т преимущественно планктонно- и бактериогенного органического вещества (керогена). Баженовская свита является и покрывкой для флюидов в поровых коллекторах васюганской и тюмен-

ской свит и их аналогов, и классической нефтематеринской толщей, и нефтемещающим коллектором в особых благоприятных для автоаккумуляции нефти условиях [1].

Породы свиты сложены в основном четырьмя породообразующими компонентами: глинистыми минералами, минералами кремнезема, твердым органическим веществом и карбонатными минералами. Органическое вещество баженовской свиты практически полностью сложено аморфным планктоно- и бактериогенным веществом – коллоальгинитом, кероген содержит 7–8,5% водорода [2]. Наибольший интерес в плане нефтемещающих отложений представляют собой карбонатные тела. По данным литологов СНИИГГиМС, ВНИГРИ, ЗапСибНИГНИ, в составе баженовской свиты присутствуют следующие типы пород, обогащенных карбонатным материалом: 1 – глины со скоплениями раковин двустворок (с прослоями ракушников); 2 – глины известковые и известковистые; 3 – мергели; 4 – известняки и доломиты по радиоляритам [3].

Отложения баженовской свиты в пределах Западной Сибири формировались длительное время (8–10 млн лет), в течение которого происходили неоднократные колебания уровня морского бассейна. Чередование этапов регрессий и трансгрессий приводило к накоплению глинистого, кремнистого и карбонатного вещества, осаждавшихся неравномерно на дне морского бассейна. Анализ структурной карты по кровле баженовской свиты позволил сделать вывод о расчлененном характере рельефа дна шельфовой зоны. Во время регрессии в мелководных условиях происходило чередование подводных возвышенностей и иловых впадин различной глубины, но не менее 100–200 м. Дно моря заселяли двустворчатые моллюски, аммониты, брахиоподы, губки, ракообразные. Микробентос представляли в основном фораминиферы [2]. На приподнятых участках происходило активное накопление карбонатного вещества. В депрессионных зонах, где бентоса было значительно меньше, накопление карбонатного вещества практически не происходило.

В период трансгрессии приподнятые части морского водоема погружались, температура морской воды понижалась и как следствие происходило вымирание ранее живущих бентосных форм организмов. Глинистые илы, обогащенные биогенным кремнеземом и  $C_{org}$ , находят в наиболее погруженных зонах морского

бассейна, а органогенно-обломочные карбонатные отложения – в подводных возвышенностях [2].

В мелководных участках открытого моря накопление осадков контролируется исключительно степенью удаленности от суши; здесь возможны лишь процессы вертикального осаждения осадков. В глубоководных участках наблюдается гравитационное смещение осадков вниз по подводным склонам [1].

В буро-черных пропитанных нефтью аргиллитах баженовской свиты найдены аммониты (*Neotollia maimet-schensis*, *Ammonites* sp. indet., *Pavlovia* sp. indet. и др.), двусторчатые моллюски (*Inoceramus*, *Musculus*), остатки рыб. По данным палинологических исследований образцов керна, комплекс характеризуется присутствием большого процента зерен *Classopollis*, представители других видов встречаются единично. Характерно доминирование различных микропланктонных форм – *Peridinea* sp., *Pterospermopsis* spp., *Tasmanites* spp.

Из всех многочисленных литотипов пород, слагающих отложения баженовской и абалакской свит, наибольший практический интерес представляют плотные карбонатные и кремнисто-карбонатные породы, т.к. именно в этих породах могла образоваться и существовать до настоящего времени трещинно-кавернозная емкость с соответствующей фильтрационной системой. Дебиты нефти в баженовской свите достигают 100 т/сут на Салымской площади, в абалакской свите – 13,5 т/сут.

Известковые минеральные отложения образуются путем прямого неорганического или органического осаждения карбоната кальция, частично – путем замещения других веществ карбонатом кальция, но главным образом путем литификации осадков углекислого кальция [1]. Хемогенное осаждение  $\text{CaCO}_3$  может сочетаться с накоплением органогенного или обломочного карбонатного известкового материала. Карбонаты, имеющие биогенную природу, формировались в субокислительных условиях; кальциты и доломиты замещения (диа- и катагенетические хемогенные карбонаты) образовывались в восстановительной бескислородной обстановке.

Физико-химическое выпадение  $\text{CaCO}_3$  связано с повышением его концентрации, которая возникает в результате смешения пресных вод с солеными. Осаждение аутигенного кальцита из растворов происходит при разложении бактериями органического вещества, которое сопровождается образованием  $\text{CO}_2$ , аммиака, сероводорода и т.п. В результате в осадке образуются зоны с различным рН и неодинаковым составом флюидов. Перемешивание донных осадков волнами или роющими организмами может привести к смешению поровых флюидов с различными физико-химическими свойствами. В результате происходит выпадение  $\text{CaCO}_3$  из растворов [4].

Примечательной и уникальной особенностью морских известковых отложений является то, что за очень короткое время в морской воде могут накапливаться громадные количества первичноосажденных или автохтонных частиц. К этим частицам карбоната кальция относятся органогенные остатки организмов, оолиты, зачаточные ооиды, комки, агрегаты зерен, псевдоооиды и внутриформационные обломки, которые образуются посредством различных процессов, протекающих в толще воды или на дне бассейна. Мощные скопления чистых осадков углекислого кальция могут образоваться

даже при отсутствии какого-либо внешнего источника терригенного материала. Этот карбонатный резерв вод позволяет сохранять скорость седиментации известкового материала при опускании дна бассейна; такое динамическое равновесие может приводить к образованию мощных толщ мелководных карбонатных отложений [1].

Для изучения закономерностей распределения карбонатного вещества в данной работе определялось, какие из частей баженовской и абалакской свит обладают наибольшей карбонатностью. Карбонатность разреза баженовской и абалакской свит оценивалась как сумма толщин карбонатных прослоев ( $\sum h_i$ ), отнесенная к общей толщине свит, вскрытой конкретной скважиной (Н):

$$K_i \text{ карб} = \sum h_i \text{ карб} / H.$$

Ранее считалось, что отложения абалакской свиты не представляют собой промышленного интереса, однако в ходе исследований установлено, что кремнисто-карбонатные линзы в теле свиты являются продуктивными коллекторами. Изучение характера распределения карбонатного вещества в пределах абалакской свиты затруднялось тем, что значительная часть скважин, особенно это относится к скважинам на Салымской площади, не вскрыла кровлю свиты, либо пройдены лишь первые метры. Как и для баженовской свиты, в абалакской свите характер распределения карбонатного материала на исследуемой территории довольно изменчив, но наиболее мощные карбонатные тела накапливались в кровельной части свиты (рис. 1). По латерали наибольшая карбонатность в абалакской свите отмечена на юго-востоке района исследования. Максимальные значения  $K_i$  карб здесь достигают 18,5% (Нижнекеумская площадь). Еще одна зона с повышенной карбонатностью отмечена на северо-востоке Широного Приобья в виде локальных зон небольшого размера (Салымская площадь). В центральной и западной частях района карбонатные тела либо совсем не накапливались на дне морского палеобассейна, либо отлагались в виде маломощных пропластков.

В баженовской свите наибольшей карбонатностью на разных участках обладают как центральная и кровельная, так и подошвенная часть баженовской свиты, но в целом для Широного Приобья наибольший процент карбонатности (6,4%) характерен для центральной части (рис. 2). На юго-востоке и северо-западе Широного Приобья происходило активное накопление карбонатного вещества. Зона с наименьшими значениями  $K_i$  карб протягивается с юго-запада на северо-восток района.

В зависимости от распределения карбонатного вещества по разрезу и латерали исследуемого района можно выделить несколько зон по продуктивности (рис. 3): 1 – зона бесприточных и слабоприточных скважин с  $K_i$  карб от 0 до 11%; 2 – зона слабоприточных скважин с  $K_{\text{карб}}$  от 11 до 20%; 3 – зона среднедебитных и высокоприточных скважин с  $K_i$  карб от 20% и выше.

Сопоставление литологических разрезов скважин показывает, что карбонатные тела имеют линзовидное строение. Протяженность тел изменяется от 10 до 100 км, толщина – от нескольких десятков сантиметров до 2,5–3 м. На геологическом разрезе прослежено распространение карбонатной толщи в центральной части баженовской свиты по линии разреза скв. № 123 Салымской площади – скв. № 1 Соровской площади. Можно сделать вывод о выдержанности этого тела в

пределах исследуемой территории и его отсутствию на западе и востоке в палеодепресссионных зонах (рис. 4).

Для выявления наиболее перспективных в плане нефтеносности частей баженовской свиты автором была построена зональная карта распределения карбонатности по разрезу указанной свиты на территории Широкого Приобья (рис. 5). Анализ карты позволяет сделать вывод, что на исследуемой территории наиболее мощные карбонат-

ные тела залегают в центральной или подошвенной частях свиты. В подошвенной части значения карбонатности изменяются от 2,4 до 22,6%, количество карбонатных прослоев – от 1 до 6; в центральной части значения карбонатности изменяются от 2,7 до 16,3%, количество карбонатных прослоев – от 1 до 8; в кровельной части значения карбонатности изменяются от 4,1 до 10,6%, количество карбонатных прослоев – от 1 до 4.

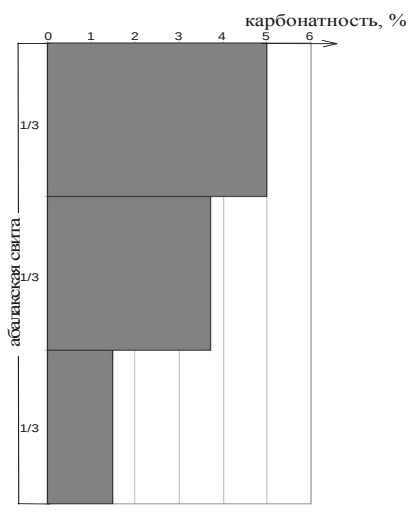


Рис. 1. Распределение карбонатности в абалакской свите по скважинам Широкого Приобья

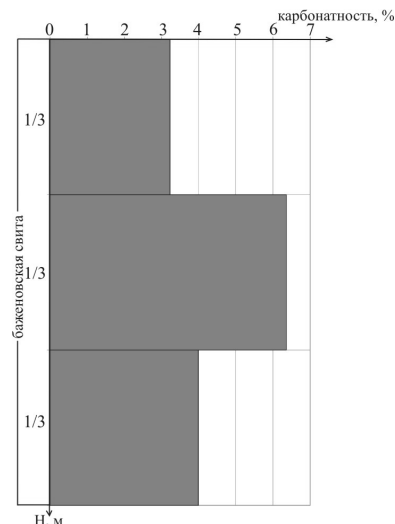


Рис. 2. Распределение карбонатности в баженовской свите по скважинам Широкого Приобья



Рис. 3. Схема зон продуктивности баженовской свиты по карбонатности:  
1 – зона бесприточных и слабoprиточных скважин; 2 – зона слабoprиточных скважин;  
3 – зона среднедебитных и слабoprиточных скважин

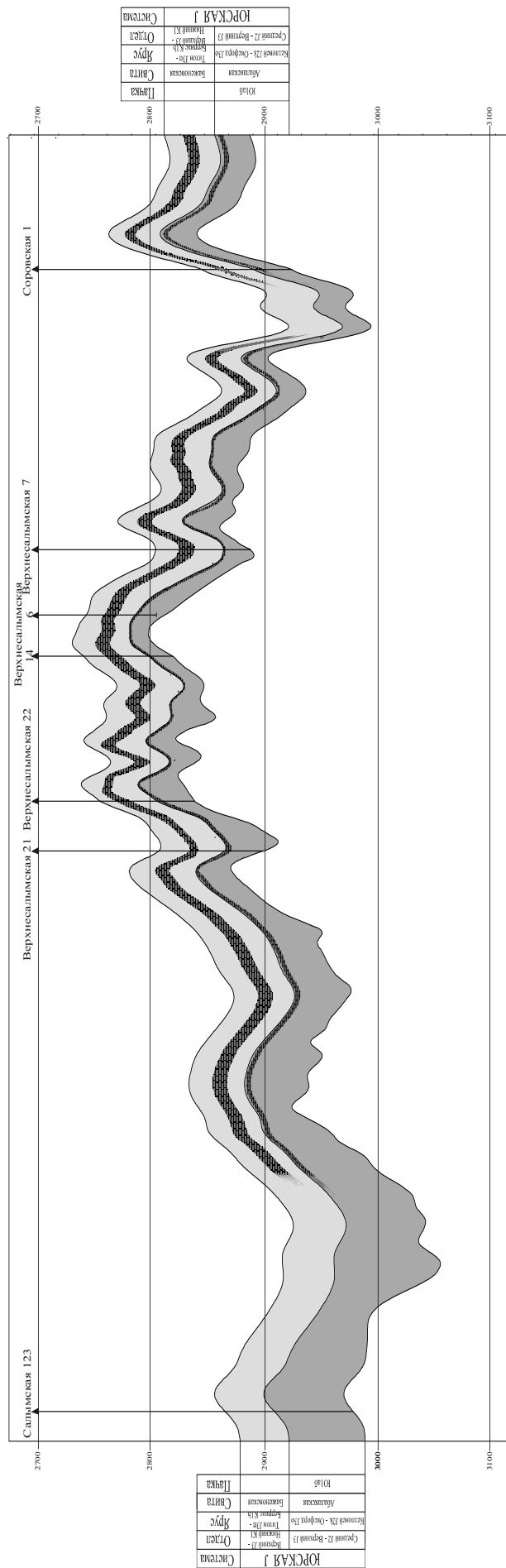


Рис. 4. Геологический разрез по линии скважин Салымская 123 – Верхнесалымская 21 – Верхнесалымская 22 – Верхнесалымская 14 – Верхнесалымская 6 – Верхнесалымская 7 – Соровская 1

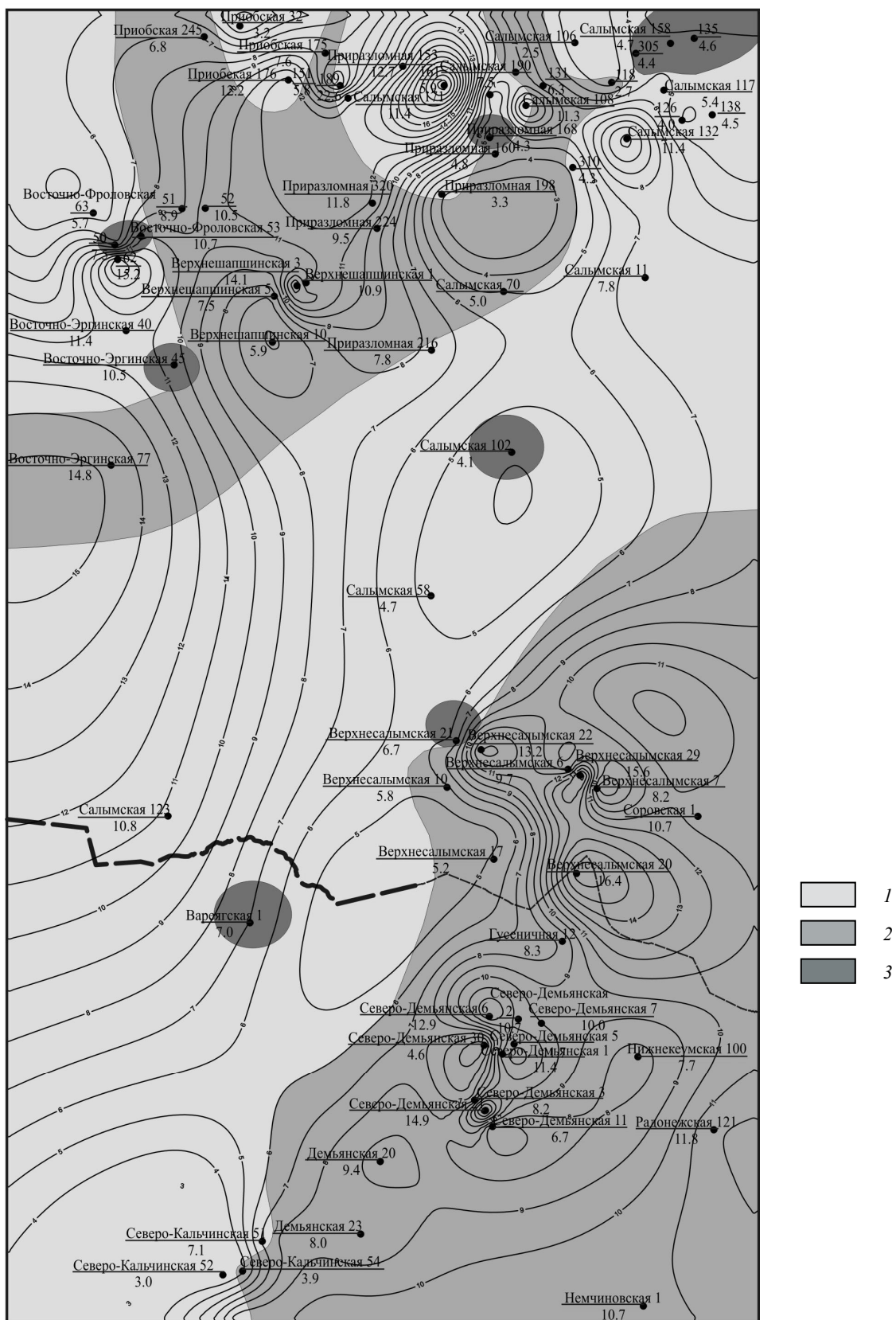


Рис. 5. Зональная карта распределения карбонатности по разрезу баженовской свиты на территории Широного Приобья:  
 1 – карбонатность в кровельной части баженовской свиты; 2 – карбонатность в центральной части баженовской свиты;  
 3 – карбонатность в подошвенной части баженовской свиты

Карбонатные тела кровельной части распространены лишь в пределах локальных участков, накопление которых происходило либо на склонах подводных возвышен-

ностей, либо в пониженных участках баженовского моря. Присутствие в данной части разреза баженовской свиты значительного количества карбонатного вещества во впа-

динах (скважины Восточно-Эргинская 45, Приразломная 168, Салымская 158, Салымская 135, Верхнесалымская 21) объясняется гравитационным смещением осадков с более мелководных участков морского дна. Гравитационное смещение могло произойти в результате оползания, осыпания, деятельности мутьевых потоков; все эти процессы могли привести к почти мгновенному накоплению осадков в результате переноса материала из мелководной обстановки в глубоководные участки погребения.

В конце юры на территории Западно-Сибирской плиты формировались нефтеносные абалакская и баженовская свиты. В процессе исследований данных отложений проанализированы закономерности распре-

деления карбонатного материала как по разрезу, так и по латерали Широкого Приобья. Карбонатное вещество на разных площадях исследуемой территории накапливалось, однако наибольший процент карбонатности установлен в пределах кровельной (абалакская свита) и центральной (баженовская свита) частей. Одним из главных факторов, играющих значительную роль при формировании глинисто-кремнисто-карбонатных отложений, является рельеф дна морского бассейна. Установление характера распределения карбонатного материала имеет большой практический интерес, т.к. пространственно продуктивность свит контролируется характером и местоположением карбонатных тел.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Карбонатные породы. Генезис, распространение, классификация* / Д.В. Чилингар, Г. Биссел, Р.В. Фэйрбридж. М.: Мир, 1970. Т. 1. 395 с.
2. *Конторович В.А.* Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2002. 253 с.
3. *Предтеченская Е.А., Кроль Л.А., Гурари Ф.Г. и др.* О генезисе карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты // *Литосфера*. 2006. № 4. С. 131–148.
4. *Белонин М.Д., Белоновская Л.Г. и др.* Карбонатные породы-коллекторы фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России и ее сопредельных территорий. СПб.: Недра, 2005. Кн. 1. 260 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 9 сентября 2009 г.