

ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЮРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА В ПРЕДЕЛАХ ОБЬ-НАДЫМ-ПУРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Е. А. Гайдебурова

(Институт геологии нефти и газа СО РАН)



Е. А. Гайдебурова

В статье рассматриваются особенности тектонического развития юрского осадочного бассейна в связи с возможностью прогнозирования и оценки перспектив нефтегазоносности юрских отложений в объектах антиклинально- и неантиклинального типов.

Прогноз перспектив нефтегазоносности связан, прежде всего, с выяснением условий осадконакопления с позиций палео- и современного тектонического развития бассейна, давшего начало палеогеографической и палеогеоморфологической обстановкам, прямо влияющим на распределение фаций, коллекторов и экранов в разрезе.

Юрские отложения входят в состав нижних горизонтов осадочного чехла, что априорно определяет их формирование в условиях наиболее активного тектонического режима. В отличие от вышележащей толщи мела и палеогена они характеризуются более сложными литолого-фациальными и структурно-тектоническими особенностями. Сложность задачи их изучения усугубляется и тем, что для отложений, контактирующих с фундаментом, необходимы знания не столько структурных, сколько генетических критериев, которые устанавливаются лишь при изучении взаимосвязи тектоники чехла и фундамента. Рассматриваемая территория интересна как с позиций ее положения на сопряжении крупных тектонических элементов разнонаправленных движений, так и с точки зрения очень благоприятных палеогеографических условий формирования ловушек УВ самого различного типа. Так, наиболее полные разрезы ранне-среднеюрского возраста формируются в условиях континентальной равнины и выполняют депрессионные участки и крупные грабены. Верхнеюрские отложения включают бат-келловей-оксфордскую и кимеридж-вожжскую толщи осадков и представлены различными генетическими типами пород. Здесь проходит граница фациального перехода мелководно-морских осадков в их прибрежно-морские и континентальные аналоги, что и обуславливает присутствие на этой территории отложений позднеюрского возраста в различных фациях. Большое значение для восстановления условий и обстановок осадконакопления на каждом этапе развития изуча-

Рассматриваются возможности прогнозирования объектов антиклинального и неантиклинального типов в юрских континентальных и прибрежно-морских отложениях Западной Сибири (Обь-Надым-Пурское междуречье). Особая роль отводится палеотектоническому фактору, непосредственно влияющему на условия осадконакопления, распределение фаций, коллекторов и экранов в разрезе.

емого бассейна имеют палеотектонические построения, которые позволяют критически оценить современные структурные условия. Изучение палеоструктурных особенностей дна бассейна седиментации, отражающихся в его морфологии, сводятся к анализу изменения толщины отложений.

В конечном счете тектонический анализ – это сравнение палеоположения современных структур и количественной оценки тектонических движений, которая выражается в сопоставлении их амплитуд на основных этапах развития бассейна. Такой анализ дает возможность воссоздать обобщенную картину тектонического развития региона.

В юрской истории осадконакопления установлено несколько этапов формирования, каждый из которых сыграл определенную роль в развитии бассейна. Наиболее древними отложениями в пределах рассматриваемого региона являются осадки, переходные от позднего триаса к раннему лэйасу. Они имеют локальное распространение, мало изучены и потому не анализировались.

Несколько шире развиты осадки геттанга и синемюра, время седиментации которых в исследуемом районе следует считать началом формирования юрского осадочного бассейна. В этот период в погружение была вовлечена территория, включающая Среднепурский наклонный желоб, Колтогорско-Нюрольский прогиб, центральную и всю северную часть Красноселькупской моноклизы. Зона прогибания имела полуизолированный характер, поскольку с трех сторон она была ограничена денудационной сушей, оставаясь открытой только с севера. Перепад амплитуд положительных и отрицательных форм палеорельефа свидетельствует о преобладании нисходящих движений.

В период плинсбах-аалена палеотектоническая ситуация изменяется незначительно. Отмечается постепенное расширение седиментационного бассейна за счет сокращения денудационной суши. Процесс

прогибания происходит пульсационно, в связи с чем амплитуда нисходящих движений также с определенной периодичностью изменяется, что приводит к выравниванию палеорельефа и значительной глинизации слагающих осадков (тогурская и перевальная свиты). Кроме перечисленных зон, в процесс прогибания в этот период были вовлечены большая часть Красноселькупской и северная часть Предьенисейской моноклиз, однако максимум прогибания по-прежнему расположен в пределах Среднепурского наклонного желоба и Ярайнерской впадины. Значительное отставание в процессе вовлечения территории в погружение испытывают зона Нижневартовского и Александровского сводов, Пыль-Караминского мегавала и южная часть Предьенисейской моноклизы. Эта обширная территория оставалась зоной интенсивного роста до конца аалена, а на ряде участков до середины байоса. Наиболее четко описанная палеотектоническая обстановка отражена на суммарной карте толщин, включающей отложения ранней юры и аалена (рис. 1). Нулевые значения изопакит очерчивают участки денудационной суши, которая к концу аалена занимала южную и восточную части региона – Нижневартовский и Александровский своды, Пыль-Караминский мегавал, южную часть Красноселькупской моноклизы. Границы суши очень сложные и контролируются границами седиментационного бассейна этого времени, имеющими изрезанный характер. Максимальные значения толщин отложений этого времени приурочены к трем областям. Это – северная и центральная части Среднепурского наклонного желоба, Ярайнерская впадина и депрессия, занимающая большую часть Красноселькупской моноклизы, разделенную повышениями в палеорельефе на три части – Толькинско-Каралькинскую, Лунгъеганскую и Инольскую.

Среднепурский наклонный желоб и Ярайнерская впадина были в это время практически объединены и представляли собой единое целое. Среднепурский наклонный желоб не имел в то время сквозной протяженности, а состоял из локальных, достаточно изолированных впадин, разделенных повышениями в палеорельефе.

Значительным периодом в истории бассейна является байосский век, к которому приурочено завершение одного из этапов его формирования. Он характеризуется стабилизацией тектонической деятельности, о чем свидетельствуют и значительное уменьшение контрастности рельефа, и общее в связи с этим выравнивание, и глинизация осадков. Принципиальное отличие бассейна седиментации байосского времени от раннеюрского заключается в полном отсутствии на его территории денудационной суши, на месте которой фиксируются лишь локальные останцы. Видимо, более значительные источники сноса расположены теперь к югу от изучаемого района.

Основной зоной прогибания в байосе по-прежнему является Среднепурский наклонный желоб, ось

которого несколько мигрирует на восток. Существовавшие в течение ранней юры и аалена Ярайнерская котловина и Красноселькупская депрессия преобразованы в моноклинали, образующие борта пологого понижения. Стабильно существовавшая в Красноселькупской моноклизе приподнятая зона, разделяющая обширную депрессию на несколько локальных зон, смещается к югу. На восточном борту Предьенисейской моноклизы формируются еще более приподнятые зоны.

Конец байоса – середина бата знаменует переломный момент в развитии палеобассейна. Изменяется и палеогеографическая обстановка – это время проникновения морского бассейна во внутренние области Западно-Сибирской плиты. Территория четко подразделяется на области морского и континентального осадконакопления. При этом Лунгъеганская и Инольская палеодепрессии, длительное время существовавшие в центральной части Красноселькупской моноклизы, оказываются в зоне относительного повышения, в пределах которой происходит процесс формирования континентальной равнины на месте существовавшей ранее денудационной суши. Это, несомненно, свидетельствует, с одной стороны, о расширении зоны осадконакопления, а с другой стороны, о начале инверсии – смене отрицательного знака тектонических движений на положительный. В результате вся эта зона длительного, устойчивого прогибания прекращает существование и на ее месте формируется обширное поднятие, постепенно распространившееся на большую часть Красноселькупской, а также на западную и южную части Предьенисейской моноклиз. Этот процесс достигает своего максимума в конце поздней юры, что фиксируется гипсометрическим положением этой крупной положительной структуры (рис. 2, 3). Она занимает более высокое гипсометрическое положение, чем положительные структуры длительного роста, заложение которых относится к ранней юре, – Нижневартовский и Александровский своды, Пыль-Караминский мегавал и др. Возможно, что еще более высокое гипсометрическое положение инверсионная зона занимает за пределами рассматриваемой территории.

Приведенные данные свидетельствуют о сложной истории развития рассматриваемого региона, прошедшего как минимум два этапа. Первый относится ко времени заложения структурного плана и продолжается до начала поздней юры. Для него характерны унаследованное во времени погружение депрессионных зон и конседиментационный рост положительных структур. Второй этап характеризуется активизацией тектонической деятельности на части территории депрессионных зон, в результате чего они испытали значительный подъем, о чем свидетельствуют современные амплитуды.

Анализ палеотектонических условий развития региона и связь их с формированием ловушек углеводородов различного типа указывают на необхо-

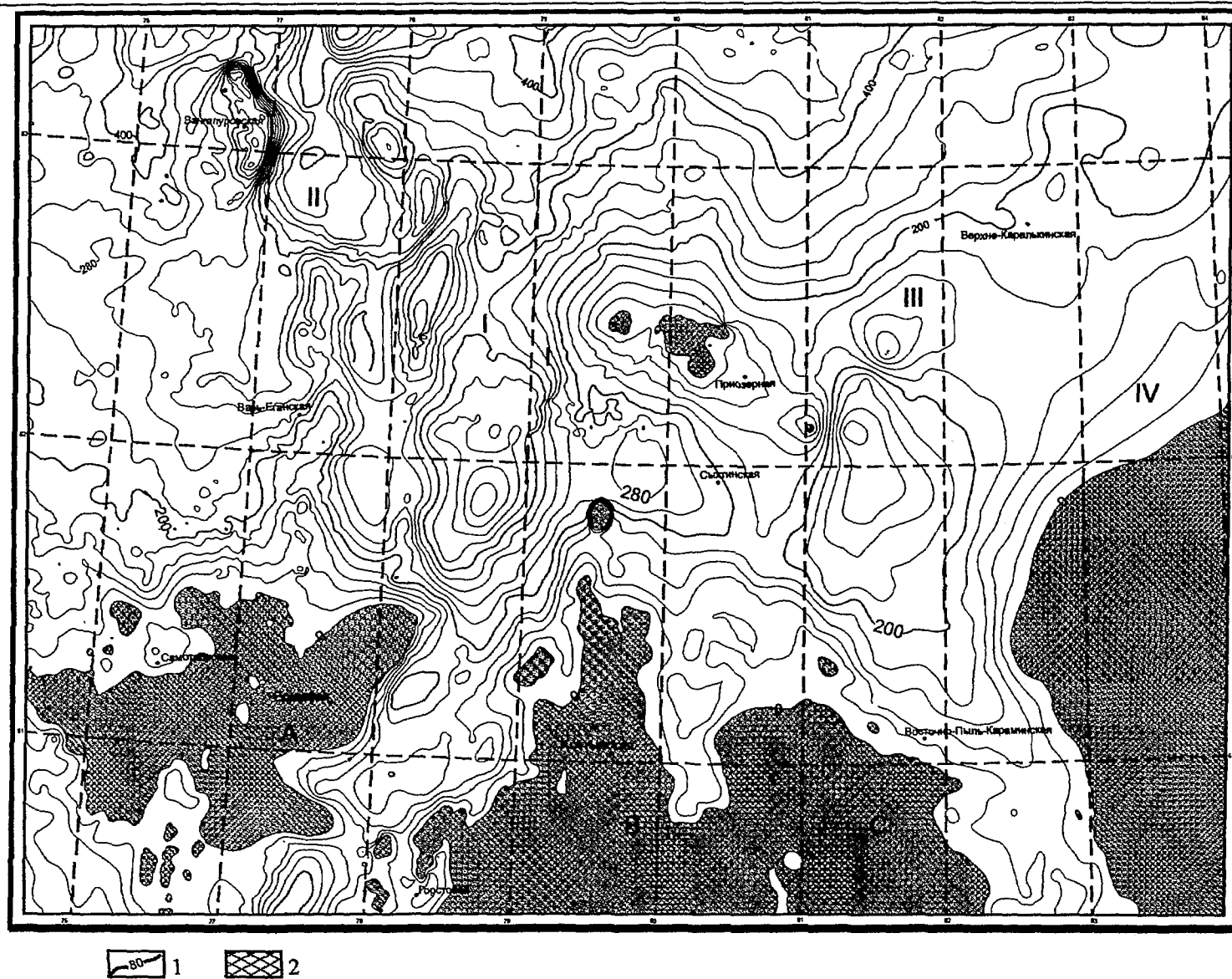


Рис. 1. Карта толщин отложений ранней юры-аалена:

1 – изопакиты и их значения; 2 – зоны отсутствия отложений; А – Нижневартовский свод; В – Александровский свод; С – Пиль-Караминский мегавал; I – Среднепурский наклонный желоб; II – Ярайнерская котловина; III – Красноселькупская моноклиза; IV – Прядьенисейская моноклиза

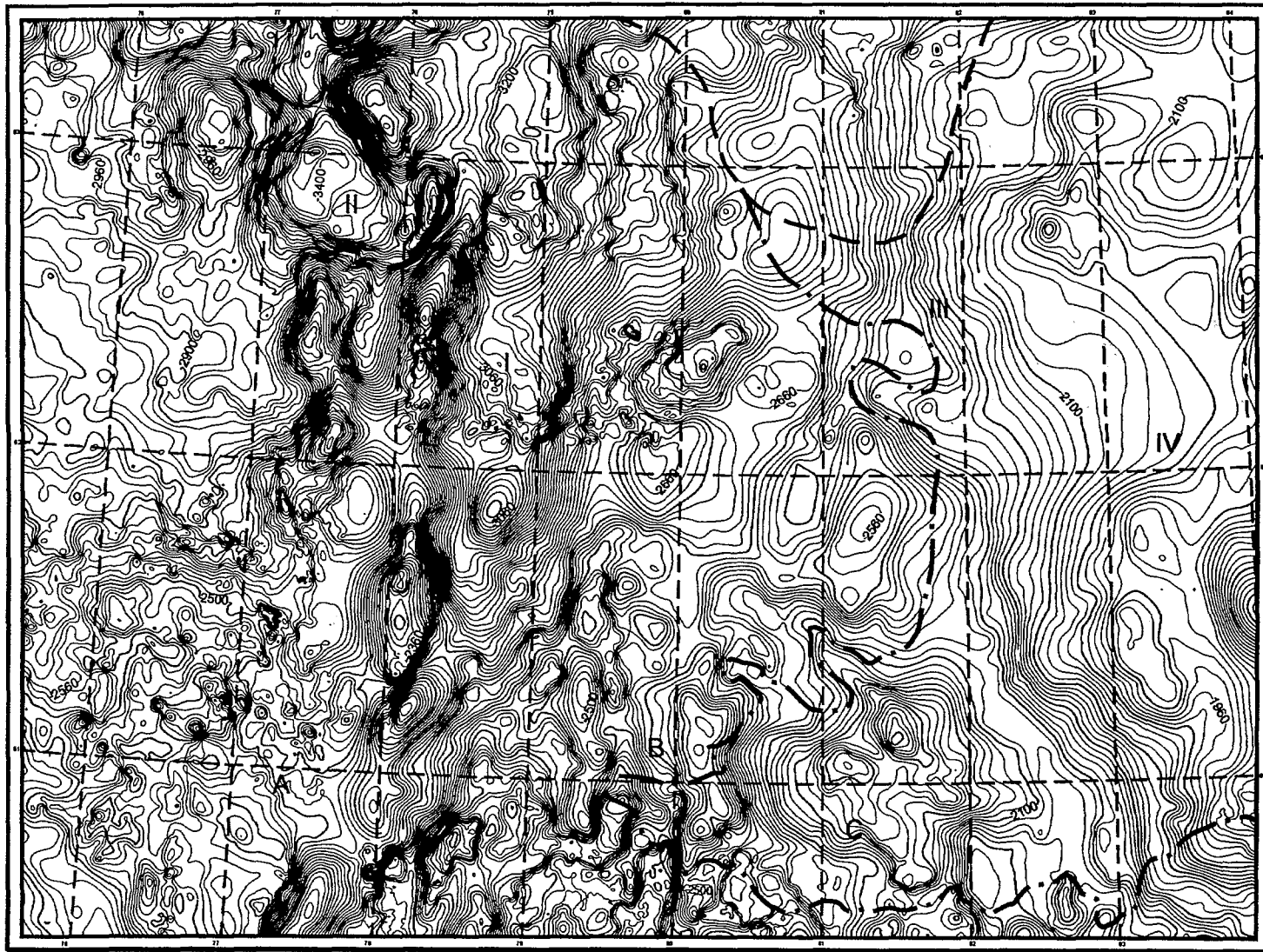
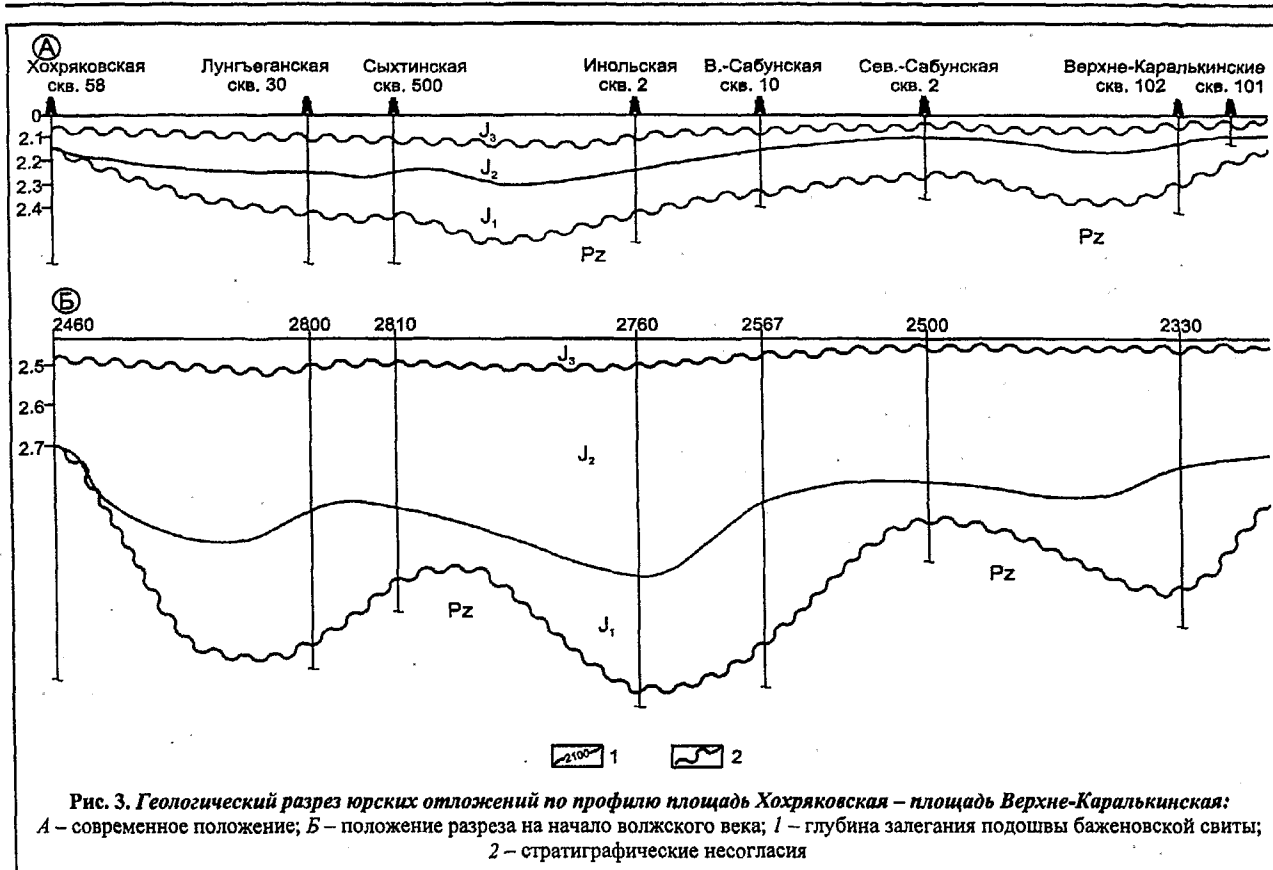


Рис. 2. Структурная карта по кровле базеновской свиты (J_3^{6b}):

1 – изогипсы и их значения; 2 – южная граница зоны развития яновстановской свиты; 3 – западная граница зоны развития марьяновской свиты и зоны минимальных значений изогипс (2400...1600 м);
 А – Нижневартовский свод; В – Александровский свод; С – Пыль-Караминский мегавал; I – Среднепурский наклонный желоб; II – Ярайнерская котловина; III – Красноселькупская моноклиза;
 IV – Предъенисейская моноклиза



димось их учета при определении направлений поисковых работ. Известно, что палеогеографическая обстановка аллювиальной равнины является наиболее благоприятной для формирования ловушек и связанных с ними залежей неантиклинального типа. Наличие коллектора, покрывки и структурного фактора – три необходимых условия формирования залежи. В этом смысле наиболее благоприятны для поиска ловушек УВ в континентальных отложениях зоны устойчивого прогибания и наличие структур конседиментационного роста – потенциальных источников осадочного материала. К ним относятся рассмотренные выше зоны сопряжения Сургутского и Нижневартовского сводов с северными отрогами Колтогорского прогиба и Пурского наклонного желоба, а также зоны сопряжения многочисленных положительных структур с западным и восточным бортами Среднепурского наклонного желоба. Наиболее благоприятные структурные условия определяются контрастностью структурного перегиба – амплитудой прогнутой зоны. В этом смысле на части рассматриваемой территории наиболее благоприятным является начальный этап осадконакопления, когда палеорельеф дна бассейна был достаточно расчленен. С другой стороны, расчлененность рельефа тесно связана с гранулометрией терригенного материала, обусловленной активной гидродинамикой речных потоков. На территориях с тенденцией выравнивания рельефа во времени вероятность контрастной поверхности вверх по разрезу убывает. Такие условия, как уже было установлено, существо-

вали в центральной и южной частях рассматриваемой территории, в пределах сопряжений поднятий и депрессий, поэтому в них можно ожидать формирование ловушек руслового типа и ловушек, связанных с зонами выклинивания в пределах положительных поднятий.

Этого, однако, нельзя сказать в отношении юго-восточной части региона, в пределах которой колебательный характер движений обеспечил лишь циклическое строение разреза. Палеотектоническая же ситуация в седиментационный период не была благоприятной для формирования песчаников с высокими коллекторскими свойствами, поскольку начало седиментационного процесса приходится на этап регионального выравнивания (байос).

Тектоническое развитие центральной и северной частей Красноселькупской и северной части Предъенисейской моноклизы – пример той геологической ситуации, когда отложения континентальной равнины представляют интерес для поисков в них объектов антиклинального типа. Палеодепрессия раннеюрского заложения, для которой было обеспечено накопление песчаного материала озерно-руслового типа, на поздней стадии своего развития в результате инверсионных движений оказалась в присводовой и сводовой частях поднятия. При этом отложения были смяты в складки, возможно, разбиты тектоническими нарушениями, поэтому зона наиболее благоприятна для формирования в ней ловушек структурного, структурно-литологического и тектонически экранированного типов. Однако наибольший инте-

рес в ней представляют отложения раннеюрского возраста, которые формировались в условиях резко дифференцированного палеорельефа и поступления осадочного материала благоприятного литологического состава. К ним относятся песчаные пласты Ю₁₂, Ю₁₁, Ю₁₀, генетически связанные с осадками замкнутого водоема или русла реки, перекрытыми глинистыми породами плинсбаха и тоара. При этом вероятность обнаружения ловушек, заполненных нефтегазовым флюидом, увеличивается в восточном направлении – в зоне, расположенной гипсометрически выше сопряженных с ней поднятий, в том числе Северо-Хохряковского. Ловушки в пределах его северо-восточного склона могут быть заполнены водой.

Обнаружение ловушек УВ подобного типа, но в отложениях тюменской свиты, возможно в зоне, расположенной в южной части Красноселькупской моноклизы, формирование которой, как говорилось выше, относится к более позднему этапу. Толща осадков тюменской свиты сформировалась в менее благоприятных условиях и может быть значительно глинизирована.

Процесс регионального погружения палеобассейна продолжается до конца поздней юры, но на его фоне, помимо инверсионного процесса, получившего начало на границе байоса и бата, протекал аналогичный процесс, но уже в оксфорде. Он характеризуется изменением знака тектонических движений в западной части региона. В середине оксфорда (глинисто-углистая толща) произошло воздымание, охватившее значительную часть территории бассейна, в результате которого она была выведена в зону денудации. В процесс была вовлечена наиболее приподнятая часть бассейна – Нижнеартовский свод, часть Варьеганского, повышение в пределах Красноселькупской моноклизы, а также территория Надым-Пурской моноклизы. Инверсионный процесс продолжался до конца оксфорда, вовлекая все большую территорию палеобассейна в направлении с востока на запад. Результатом стало сокращение толщины или полное отсутствие отложений.

Автором статьи работами прошлых лет установлено, что эпицентр тектонической напряженности располагался несколько севернее по отношению к изучаемому региону и, поскольку последний оказался на периферии, все процессы тектонической активизации проявились в нем значительно слабее.

Процессы, происходившие в эпицентре, сопровождались появлением значительной по площади зоны отсутствия отложений, которые обрамляли бассейн седиментации с севера, запада и юга. Множество таких зон появляется в это время в центральной части палеобассейна (Ортыгунская площадь, Ноябрьское и некоторые поднятия Вэнгапуровского вала).

Еще одной особенностью морфологии палеобассейна в эпицентре тектонической напряженности является наличие ряда крупных, резко контрастных погружений. Одно из них (глубина его 100 м) осложняет северный борт Сургутского поднятия, еще одна

впадина глубиной 40 м расположена западнее. Аналогичная депрессия глубиной 60 м расположена в восточной части Северо-Сургутской моноклинали. Значительно более контрастными становятся в это время понижения в палеорельефе на месте современных Етыпуровско-Ярайнерского, Покутинско-Ампутинского мегапрогибов, которые не только углубляются, но и расширяются, вовлекая в погружение более южные территории. Располагаясь по периферии центральной части бассейна и непрерывно сменяя друг друга по латерали, они образуют депрессионный пояс. В эту же зону входит и серия сдвоенных разрезов, формирование которых, безусловно, связано с надвиговыми процессами, т. е. с дизъюнктивной тектоникой. Такие разрезы установлены и в пределах рассматриваемой территории (Мало-Ключевская площадь).

С учетом всего сказанного выше было сделано предположение о том, что в течение всего периода развития бат-оксфордского бассейна седиментации на западе и северо-западе существовала приподнятая зона, роль которой увеличивалась со временем. В конце оксфорда ее влияние распространилось практически на всю территорию Надым-Пурского междуречья. Видимо, существовавший в бат-оксфорде выступ играл роль естественного барьера, изолировавшего бассейн седиментации с запада от его удаленной, более глубоководной части. Такое предположение обусловлено тем, что выступ территориально совпадает с областью поздних герцинид центральной части Западной Сибири, которая в середине оксфордского века испытала воздымание. Кроме того, известно, что условная граница, проходящая через месторождения Медвежье – Усть-Балык, совпадает с глубинным разломом, разделяющим области разновозрастной консолидации палеозойского фундамента. С запада – это ранние герциниды и срединный массив, а с востока – область поздних герцинид. В позднеюрское время эти крупные блоки земной коры испытывали опускание, а расположенные к западу области каледонид, ранних герцинид и срединный массив – воздымание. Перемещение указанных блоков осуществлялось по глубинному разлому. Описанные процессы, происходящие в палеозойском фундаменте, несомненно, оказывали влияние на тектоническую жизнь осадочного чехла.

Перспективы поисков залежей УВ в отложениях морского генезиса верхней юры связаны главным образом с ловушками антиклинального типа. Палеотектонические особенности развития этой части юрского разреза позволяют дифференцировать осадки по степени потенциальной продуктивности и по возможности формирования в них неантиклинальных ловушек УВ.

Совершенно очевидно, что структуры длительного конденсационного роста и высокоамплитудные структуры двухэтапного развития являются типичными ловушками сводового типа, продуктивность которых обусловлена песчаниками с высокими кол-

лекторскими свойствами. В связи с выполаживанием их сводов к поздней юре надо, видимо, считать малоперспективными антиклинальные поднятия, завершившие рост в средне-позднеюрское время и расположенные гипсометрически ниже находящихся поблизости месторождений, несмотря на благоприятные структурные условия, так как палеогеографическая обстановка и условия осадконакопления времени формирования продуктивного пласта не способствовали развитию высокочемких песчаников.

Специфические условия формирования отложений верхневасюганской подсвиты на рассматриваемой и смежной с ней территориях, когда из разреза последовательно выпадают верхние ее слои, а толщина осадков при этом закономерно уменьшается, вызывают необходимость оценить потенциал продуктивности каждого из пластов, входящих в состав горизонта Ю₁. Значительный интерес могут представлять погруженные зоны, смежные с поднятиями, в которых могли сохраниться песчаные отложения в полном объеме. Очевидно, что максимально перспективными будут подкомплексы, в которых присутствуют все пласты. Перспективы обнаружения антиклинальных ловушек будут уменьшаться по мере выпадения из разреза пластов, входящих в состав горизонта, но при этом увеличивается возможность формирования неантиклинальных ловушек УВ.

Кимериджский век отличается от оксфордского палеотектонической обстановкой, связанной с получением нового импульса отрицательных тектонических движений. Большое место в палеорельефе бассейна занимают многочисленные локальные и более обширные зоны отсутствия отложений – выступы от сохранившейся оксфордской суши. Зоны максимального прогибания сосредоточены в пределах локальных участков Среднепурского наклонного желоба и северной части Красноселькупской моноклизы.

Завершающий этап развития осадочного бассейна приурочен к волжскому веку – началу берриаса. Особенностью этого этапа развития является отсутствие унаследованности в морфологии палеодна бас-

сейна от предыдущего этапа. Есть основание предполагать, что эта особенность волжского бассейна имеет не тектоническую природу, а подчинена постседиментационным процессам*.

Таким образом, особенности общего характера в развитии юрского осадочного бассейна сводятся к следующему:

1. Среднепурский наклонный желоб, Ярайнерская впадина, северные отроги Колтогорско-Нюрольского прогиба, северная и центральная части Красноселькупской моноклизы, входящие в депрессионную зону, являются структурами раннеюрского заложения (геттанг-синемюр). Их формирование происходит на фоне закономерно снижающегося темпа прогибания в течение всей юры. В кимеридж-волжское время произошло региональное выравнивание и прекратилось сколько-нибудь заметное прогибание.

2. Положительные поднятия (Нижевартровский, Александровский своды и др.), обрамляющие депрессионную зону с юга, относятся к структурам конседиментационного роста, которые в течение всей ранней юры являлись зонами отсутствия осадконакопления.

3. На рубеже средней и поздней юры произошло изменение знака тектонических движений (инверсия). В результате в пределах Красноселькупской и Предъенисейской моноклиз к концу юры сформировалась обширная приподнятая зона.

4. Бат-оксфордское время характеризуется закономерным расширением области денудационной суши в связи с ростом выступа, положение которого совпадает с областью развития поздних герцинид. Это же является причиной последовательного срезания верхних горизонтов оксфорда, которое увеличивается с востока на запад.

*Гайдебурова Е. А. Типы разрезов доманикитов // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности: Тр. / СНИИГГиМС. – 1982.