

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРЕДЬЕНИСЕЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ СУБПРОВИНЦИИ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Л.Г. Вакуленко, Т.П. Аксенова, И.Н. Ельцов, А.Г. Замирайлова, П.А. Ян**

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

Изучены разрезы юрских отложений Предьенисейской субпровинции Западно-Сибирского нефтегазозного бассейна, вскрытых параметрическими скважинами Восток-1, Восток-3 и Восток-4. Приведены характеристики урманской, тогурской, иланской, пешковской, тюменской, наунакской и марьяновской свит по результатам детальных комплексных исследований керна и данным ГИС. Установлено, что формирование юрских отложений происходило преимущественно в континентальных условиях. Признаки кратковременных трансгрессий присутствуют в верхнеурманской подсвите (верхний плиенсбах), иланской (нижний тоар), пешковской (верхний тоар) свитах и верхнетюменской (байос) подсвите. В верхней части наунакской свиты (оксфорд) зафиксирована смена континентальных фаций прибрежно-континентальными и прибрежно-морскими. Марьяновская свита формировалась в нормально-морских мелководных и умеренно-глубоководных условиях. Показано, что, несмотря на наличие в юрском разрезе юго-восточной части Западной Сибири повсеместно распространенных коллекторов хорошего качества, здесь можно ожидать обнаружение лишь мелких литологически экранированных залежей.

*Литология, обстановки осадконакопления, коллекторы, флюидоупоры, юра, юго-восток Западной Сибири.*

**A LITHOFACIES DESCRIPTION OF JURASSIC SEDIMENTS IN THE SOUTH  
OF THE PREDYENISEI PETROLEUM SUBPROVINCE, WEST SIBERIA**

**L.G. Vakulenko, T.P. Aksenova, I.N. Yeltsov, A.G. Zamirailova, and P.A. Yan**

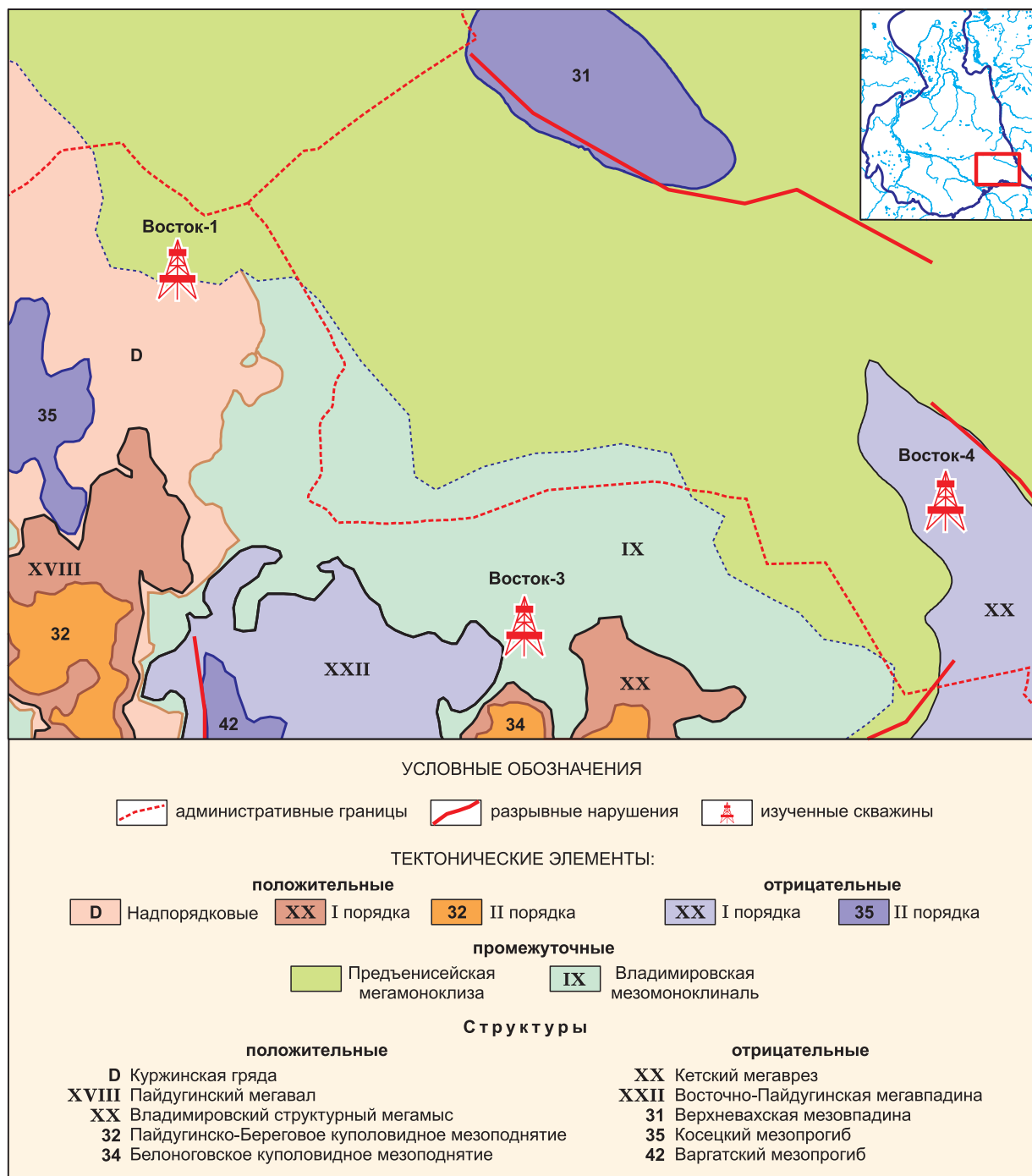
We have studied Jurassic sections in the Predyenisei subprovince of the West Siberian petroleum basin, which were penetrated in the Vostok-1, Vostok-3, and Vostok-4 stratigraphic wells. The Urman, Togur, Ilan, Peshkovo, Tyumen', Naunak, and Mar'yanovka Formations are described from a detailed comprehensive core analysis and log data. The depositional environment for these sediments was predominantly continental. There is evidence for short transgressions in the Ilan (Lower Toarcian) and Peshkovo (Upper Toarcian) Formations, as well as the Upper Urman (Upper Pliensbachian) and the Upper Tyumen' (Bajocian) Subformations. In the Upper Naunak Subformation (Oxfordian), there was a change of facies from continental to littoral continental and littoral marine. The Mar'yanovka Formation developed in normal marine shallow- or moderately deep-water environments. Although good reservoirs are common throughout the Jurassic section in the southeast of West Siberia, only small, lithologically screened deposits are predicted here.

*Lithology, depositional environments, reservoir rocks, seals, Jurassic, southeast of West Siberia*

**ВВЕДЕНИЕ**

В Предьенисейской нефтегазозной субпровинции, охватывающей восточную часть Томской области, юго-западную — Красноярского края и юго-восточную — Ханты-Мансийского автономного округа, на данный момент не открыто ни одного месторождения углеводородов. Основные перспективы связывают в первую очередь с комплексом доюрского основания Западно-Сибирской геосинеклизы, формировавшимся на пассивной окраине Сибирского континента, который в пределах Байкитской антеклизы промышленно нефтегазозносен [Конторович и др., 2006]. Нельзя также исключать возможность открытия месторождений в мезозойских и, в частности, юрских отложениях плитного комплекса. Последние изучены очень слабо. Наиболее полные и разносторонние результаты литолого-фациальных исследований приенисейской части Западно-Сибирской геосинеклизы опубликованы в монографии А.А. Булыньниковой с соавторами [Булыньникова и др., 1968]. В последнее десятилетие решение пробле-

мы восполнения минерально-сырьевой базы Западной Сибири привело к активизации региональных исследований этой территории, позволило получить новые данные и сделать более обоснованную оценку перспектив ее нефтегазоносности. Для этих целей на востоке Томской области пробурено три параметрические скважины (Восток-1, 3 и 4), расположенные в пределах Ажарминского структурно-фациально-ного района [Решение..., 2004], и вскрывшие осадочный чехол и доюрское основание. В тектоническом отношении скв. Восток-1 расположена в восточной части Куржинской гряды близ границы с Предьенисейской мегамоноклизой, скв. Восток-3 — в юго-восточной части Обской региональной ступени, близ границы с Восточно-Пайдугинской мегавпадиной и скв. Восток-4 — в пределах северо-западного склона Кетского мегавреза, осложняющего южную часть Предьенисейской мегамоноклизы (рис. 1).



**Рис. 1.** Район исследования (на врезке) и фрагмент тектонической карты юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [Конторович и др., 2001] с расположением изученных скважин.

В представленной работе приведены результаты изучения состава, строения и обстановок осадконакопления юрских отложений, вскрытых указанными скважинами в интервалах 2448—3393 м (Восток-3), 2219—2766 м (Восток-1), 1615—2262 м (Восток-4) и в различной степени охарактеризованных керном. Расчленение и корреляция разрезов по материалам ГИС выполнены С.В. Рыжковой, палеонтологические определения выполнены в лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя и лаборатории микропалеонтологии ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск). Петрофизические исследования выполнены в лаборатории седиментологии (аналитики С.В. Родякин, С.А. Кугаколов, П.С. Черныш), определения содержания органического углерода — в лаборатории геохимии нефти и газа ИНГГ СО РАН. Рентгеноструктурный анализ проведен сотрудицей ИГМ СО РАН Н.А. Пальчик (г. Новосибирск).

### СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В Ажарминском структурно-фациальном районе юрские отложения представлены следующими свитами (снизу вверх по разрезу): урманской, тогурской и ее аналогом иланской, пешковской, тюменской, наунакской и марьяновской (рис. 2).

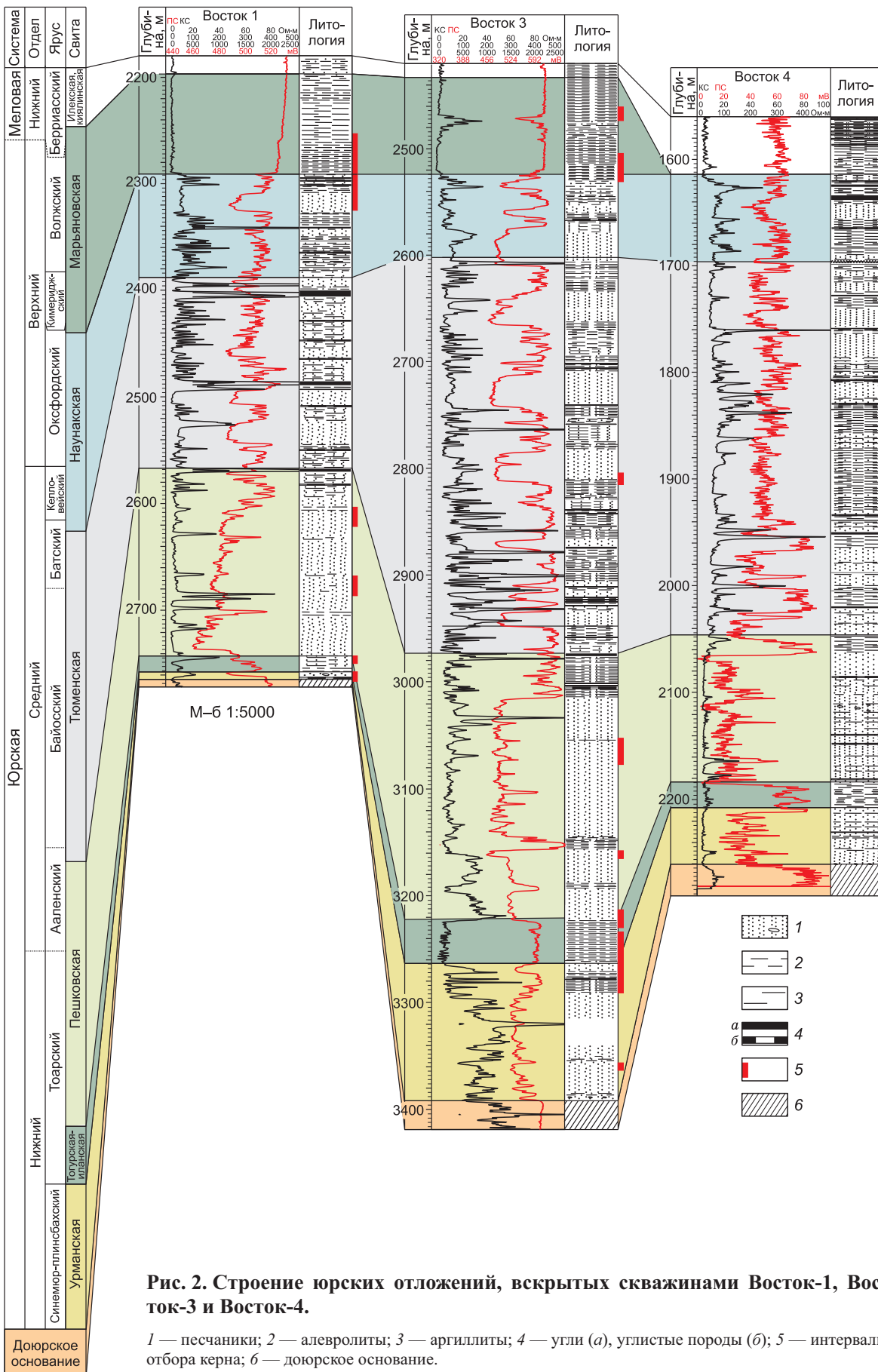
Наиболее полный разрез **урманской свиты** (синемюр—верхний плинсбах) вскрыт скв. Восток-3, где ее мощность составляет 129 м, и она четко подразделяется на три части: мощный 100-метровый песчаный пласт, 20-метровую алевритоглинистую толщу и 9-метровый верхний песчаный пласт. В близкорасположенной скв. Вездеходная-4 залегающая на фундаменте аналогичная 10-метровая глинистая толща отнесена к среднеурманской подсвите, в ней В.И. Ильиной выделен и определен СПК палинозоны 4 верхнеплинсбахского возраста, соответствующий левинскому горизонту. Залегающий выше песчаный 34-метровый пласт с СПК палинозоны 5 отнесен к верхнеурманской подсвите и соответствует шараповскому горизонту [Шурыгин и др., 2000]. Корреляция по материалам ГИС указанных разрезов позволяет выделить в скв. Восток-3 эти же подразделения, а впервые вскрытый на территории Ажарминского района мощный песчаный пласт в основании разреза осадочного чехла соотнести с нижеурманской подсвитой. Палеонтологическим материалом возраст этих литостратиграфических подразделений не обоснован.

*Нижеурманская подсвита*, судя по материалам ГИС, сложена 100-метровой толщей песчаников (пласт Ю<sub>17</sub>) с редкими маломощными пачками алевритоглинистого состава и очень плохо охарактеризована керном (см. рис. 2). В керне представлены песчаники светло-серые, участками белесые, мелко-, средне-, среднекрупнозернистые массивные и с пологокосою слоистостью за счет концентрации ориентированного углефицированного растительного детрита и обрывков углистых слоев. Микроскопически изучены мелко-, среднезернистые песчаники, характеризующиеся плохой и средней сортировкой угловатых и полуокатанных обломков. По составу обломочной части породы отнесены к полевошпато-литокластито-кварцевому типу. Содержание кварца, полевых шпатов и литокластов составляет 39, 25 и 36 % соответственно. Цемент песчаников глинисто-карбонатный порового типа, содержание его 11—13 %, увеличиваясь в прослое интенсивной карбонатизации, где мелко-, среднекрупнокристаллический доломит (до 40 %) формирует порово-базальный цемент коррозионного типа.

На момент формирования нижеурманской подсвиты рельеф территории исследования был достаточно расчлененным. Накопление ее происходило в самых пониженных участках за счет привноса продуктов преимущественно физического выветривания крупными речными системами разветвленного типа с преобладанием твердого донного стока над взвешенным. По аналогии с соседними районами не следует исключать наличия в составе горизонта грубообломочных пород, сформированных в обстановках аллювиально-пролювиальных конусов выноса. Источниками обломочного материала служили как выступы фундамента, так и складчатое обрамление Западно-Сибирской геосинеклизы.

*Среднеурманская подсвита* вскрыта также только скв. Восток-3, имеет мощность 20.5 м и полностью охарактеризована керном (см. рис. 2). Нижние 10.5 м представлены алевритолитами крупнозернистыми и песчаниками мелкозернистыми с пологокосою и мелкой косою троговой и таблитчатой слоистостью, разделенными 1—2-метровыми алевритоглинистыми пачками. Верхние 10 м представлены аргиллитами и алевроаргиллитами массивными и с волнистой, волнисто-линзовидной слоистостью, с углефицированным растительным детритом, отпечатками растительности и участками сидеритизации пород, а также с прослоями углей (рис. 3 — как пример отстроенных для юрских отложений седиментационных разрезов).

В алевритопесчаных породах сортировка обломочного материала плохая, реже средняя. Преобладают угловатые, в меньшей степени полуокатанные обломки. По составу обломочной части породы относятся к полевошпато-кварцево-литокластитовому и полевошпато-литокластито-кварцевому типам. Содержание кварца варьирует от 30 до 40 %, полевых шпатов — 19—30 %, литокластов — 37—45 %. Цемент контактово-порового типа (2—7 %) глинисто-карбонатного состава, содержание сидерита и/или глинистого материала послойно увеличивается до 25—30 %. Иногда отмечаются мелкие выделения пирита, развитые по растительному детриту. Глинистое вещество алевритоглинистых пород имеет поликомпонентный состав с преобладанием диоктаэдрической слюды мусковитового типа 2M<sub>1</sub> (50—60 %) и



**Рис. 2. Строение юрских отложений, вскрытых скважинами Восток-1, Восток-3 и Восток-4.**

1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты; 4 — угли (а), углистые породы (б); 5 — интервалы отбора керна; 6 — доюрское основание.

близким содержанием каолинита (15—20 %) и железисто-магнезиального хлорита (10—20 %), характерно присутствие смешанослойного иллит-сметита (10 %). Содержание  $C_{орг}$  в породах невысокое — 0.76—1.59 %.

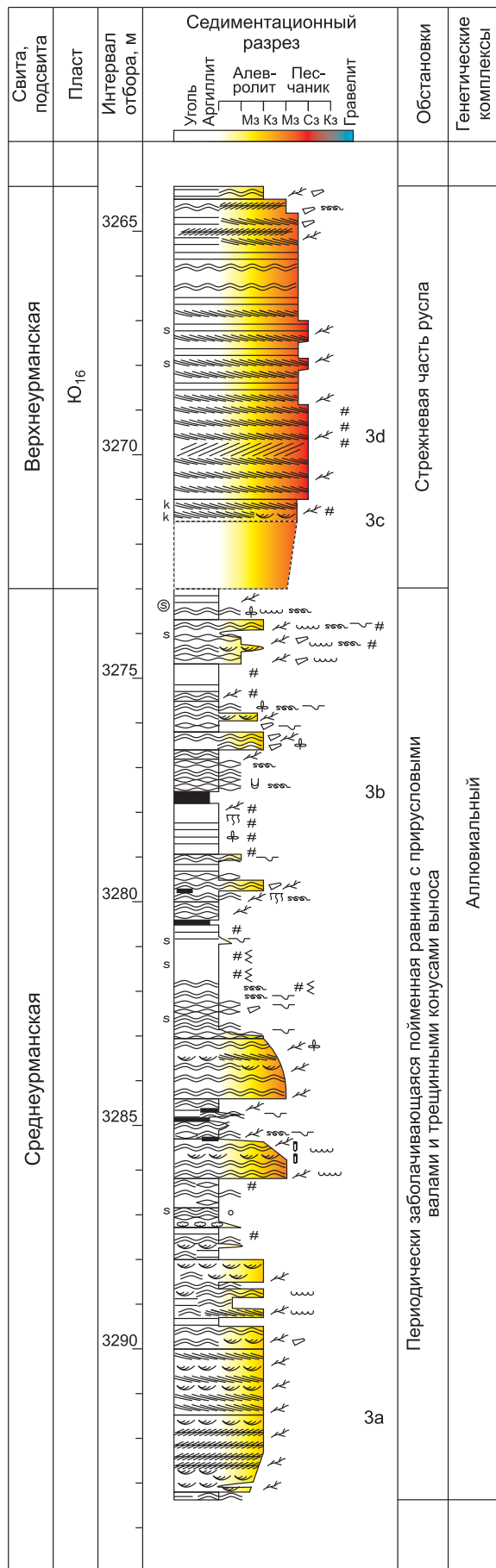
Накопление вышеописанных отложений происходило в обстановках периодически заболачивающейся пойменной равнины с прирусловыми валами и трещинными конусами выноса. Площадь распространения их, видимо, несколько больше, чем у подстилающих. Смена обстановок осадконакопления с русловых на пойменные могла быть связана с ослаблением активных вертикальных тектонических движений, характерных для юго-востока Западной Сибири в раннеюрское время [Конторович, 2002], и с резким сокращением количества поступающего в бассейн осадочного материала.

Вышележащая *верхнеурманская подсвита* (песчаный пласт Ю<sub>16</sub>) имеет значительно более широкое распространение. Она присутствует во впадинах и на крыльях положительных структур, выклиниваясь в присводовых частях крупных антиклинальных поднятий. Подсвита вскрыта и полностью охарактеризована керном во всех изученных скважинах (см. рис. 2). В скв. Восток-4 ее выделение обосновано данными спорово-пыльцевого анализа [Горячева, 2009]. В скв. Восток-3 она имеет мощность 9 м и представлена песчаниками мелко- и среднезернистыми с пологокосой слоистостью, характерной для отложений стрежневой части русла реки с крупной рябью течения (см. рис. 3). Постоянно присутствует разноразмерный углефицированный растительный детрит, накапливающийся на склонах гребней ряби. Участками встречаются крупная косая и мелкая косая троговая слоистости, свидетельствующие об изменении скорости потока. В скв. Восток-4 пласт Ю<sub>16</sub> имеет существенно большую мощность (53 м) и представлен песчаниками средне-, мелко- и среднезернистыми, реже отмечаются среднелю- и мелкозернистые, в единичных маломощных прослоях — крупнозернистые песчаники. В верхней половине пласта прослеживаются достаточно четкие гранулометрические ритмы с уменьшением крупности обломочного материала снизу вверх по разрезу. Текстура пород слоистая и массивная. Слоистость неравномерная, преимущественно косая — крупная косая таблитчатая и пологокосая, редко волнистая и субгоризонтальная. Как правило, она подчеркнута обильными намывами углефицированного и сидеритизированного растительного детрита, а также вариациями в гранулометрическом составе пород. Переход к вышележащей алевритоглинистой иланской свите постепенный. В скв. Восток-1 строение верхнеурманской подсвиты (8 м) несколько отличается. В нижней и верхней частях ее вскрыты массивные и волнисто-линзовидно-слоистые аргиллиты, в средней — песчаный пласт Ю<sub>16</sub> с прослоями гравелитов с обильными крупными фрагментами углефицированной и сидеритизированной растительности.

По результатам микроскопических исследований песчаники пласта Ю<sub>16</sub> в скв. Восток-3 в основном мелкозернистые алевритистые и алевритовые, редко среднелюкозернистые. Сортировка обломочного материала хорошая, реже средняя и плохая. Обломки угловатые и полуокатанные. В скв. Восток-1 и 4 песчаники более грубозернистые — средне-, мелкозернистые и переходные между ними разновидности. Постоянно отмечается примесь гравийного и крупнопесчаного, а также небольшое количество крупноалевритового материала. Сортировка обломочного материала плохая, в меньшей степени средняя и хорошая. Обломки угловатой, реже полуокатанной формы. По петрографическому составу породы полевошпато кварцево-литокластитовые, в скв. Восток-4 полевошпато литокластито-кварцевые. Содержание основных породообразующих компонентов обломочной части меняется следующим образом: кварц — 29—39 и 39—45.5 % в скв. Восток-4, полевые шпаты — 22—33 %, литокласты — 32—49 и 25—36.5 % в скв. Восток-4, слюды — от долей процента до 2 %. Характерно незначительное содержание контактово-порового глинисто-карбонатного цемента (2—7 %) с единичными уровнями кальцитизации (до 25 %) и постоянным присутствием порового, в различной степени перекристаллизованного, каолинита. Глинистое вещество из редких прослоев алевритоглинистых пород имеет поликомпонентный состав: преобладает диоктаэдрическая слюда политапа 2M<sub>1</sub> — 30—60 %, содержание смектита изменяется от 10 до 20 %, каолинита — 10—30 % (несколько увеличиваясь в скв. Восток-1), Fe-Mg хлорита — 10—20 %, смешанослойного иллит/сметита — 5—15 %. Содержание  $C_{орг}$  низкое и варьирует от 0.4 до 0.93 %.

Смена пойменных обстановок седиментации в левинское время на русловые в шараповское, вероятно, связана с активизацией вертикальных тектонических движений в пределах складчатого обрамления Западно-Сибирской геосинеклизы. Местные источники сноса в этот период развития бассейна не играли столь значительной роли, так как к окончанию формирования урманской свиты рельеф был уже достаточно пенепленизирован, и ее кровля (подошва китербютского горизонта) рассматривается при палеотектонических построениях как поверхность выравнивания. Конусы выноса временных потоков и материал, поступающий во время плоскостного смыва, перерабатывались постоянными водными потоками в результате латеральной миграции русел. В северо-западной части района среди песчаников преобладают более грубозернистые разновидности с маломощными прослоями гравелитов, что свидетельствует о более активной гидродинамике среды их формирования. На востоке территории горизонт имеет существенно большую мощность (50 м против 10—20 м), что может быть связано с более близким расположением участка к источнику сноса. Здесь, в нижней части пласта, залегают маломощные алеврито-





3а. Алевропесчаник волнисто-слоистый со смещенными гребнями ряби



3б. Аргиллит алевритистый с волнисто-линзовидной слоистостью. В нижней части образца уголь



3с. Песчаник мелкозернистый с пологокосою и троговой слоистостью



3д. Песчаник среднезернистый с крупной косою таблитчатой слоистостью

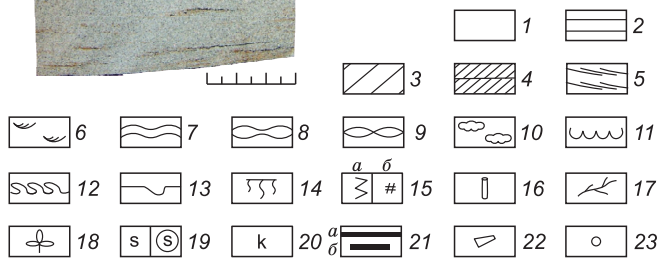


Рис. 3. Фрагмент вертикальной седиментационной модели юрских отложений, вскрытых скв. Восток-3.

1—11 — текстуры: 1 — массивная, 2 — горизонтально-слоистая, 3 — крупная таблитчатая косая слоистость, 4 — то же, мелкая, 5 — пологая косая слоистость, 6 — то же, троговая мелкая, 7 — волнистая слоистость, 8 — волнисто-линзовидная, 9 — линзовидная, 10 — комковатая; 11—15 — текстурные нарушения: 11 — следы размыва, 12 — конседиментационного смятия, 13 — следы внедрения, 14 — ризоиды, 15а — зеркала скольжения, 15б — тектонические трещины; 16 — ихнофоссилии *Skolithos*, 17 — углефицированный растительный детрит, 18 — отпечатки флоры, 19 — сидерит/конкреции сидерита, 20 — кальцит, 21а — угли, 21б — углистоность, 22 — интракласты алевритоглинистых пород, 23 — гравий.

глинистые прослои пойменных отложений, в которых изредка присутствуют мелкие ризоиды. В образцах, отобранных из этих прослоев, были обнаружены единичные остатки морского микрофитопланктона, а в песчаниках — раковина морской двустворки *Aguilarella* ex gr. *kedonensis*, характерная для верхов верхнего плинсбаха (определение О.В. Урман). Учитывая это, можно предположить, что формирование их происходило вблизи морского побережья с периодическими кратковременными ингрессиями моря, во время которых формировались прибрежно-континентальные осадки с морской фауной, впоследствии размывавшиеся речными системами при отступлении моря. В этом случае морские микрофитопланктон и фауна могли переахороняться в аллювиальных отложениях.

Урманская свита перекрывается нижнетогурской тогурской, а на юго-востоке — иланской свитами. В пределах рассматриваемой территории эти отложения распространены в крупных депрессионных структурах, выклиниваясь в прибортовых частях на более высоких абсолютных отметках фундамента, чем кровля урманской свиты, занимая, таким образом, значительно большую площадь. На территории исследования **тогурская свита** вскрыта в скв. Восток-1 мощностью 15 м, охарактеризована керном в верхней своей половине и имеет несколько отличный от классического «опесчаненный» разрез (см. рис. 2). В этом интервале А.А. Горячевой (ИНГГ СО РАН) установлен палинокомплекс палинозоны 6, соответствующий нижней части нижнего тоара. Она представлена неравномерным переслаиванием алевролитов, песчаников и аргиллитов. В нижней трети отмечается пачка с тонким ритмичным переслаиванием мелкоалевритового и глинистого материала с попеременным преобладанием то одной, то другой фракции. В верхних двух третях — грубое переслаивание песчаников мелко-, среднемелко- и мелкозернистых массивных, реже с прерывистой тонкой косой и неправильной волнистой слоистостью и аргиллитов алевролитистых горизонтально-, волнисто- и волнистолинзовидно-слоистых, участками сидеритизированных.

Песчаники тогурской свиты представлены средне-, мелкосредне- и мелкозернистыми разновидностями с различной примесью крупноалевритового материала. Сортировка полуокатанных и угловатых обломков плохая, редко средняя. По составу породы полевошпатовкварцево-литокластитовые: содержание (%) кварца, полевых шпатов, литокластов и слюд составляет 27—33, 25—33, 35—46 и от долей до 2 % соответственно. Для песчаников характерно низкое содержание глинистого и глинисто-сидеритового цемента (1.5—2.5 %) контактово-порового типа. В алевролитах крупнозернистых и мелкокрупнозернистых песчаных и песчаных содержание цемента несколько повышается — до 3—7 %. Глинистое вещество алевроитоглинистых пород имеет поликомпонентный состав с преобладанием диоктаэдрической слюды поли типа 2M<sub>1</sub> (50—60 %). Содержание каолинита составляет 20—30 %, значительно варьирует количество железисто-магнезиального хлорита и иллит-сметита — от 5 до 20 %. Содержание C<sub>орг</sub> низкое — от 0.84 до 0.89 % на породу.

Аналогом тогурской является **иланская свита**, вскрытая и полностью охарактеризованная керном в скв. Восток-3 (41 м) и Восток-4 (25 м) (см. рис. 2). В скв. Восток-4 нижнетогурский возраст этих отложений обоснован палинологически, определен СПК палинозон 5б и 6, соответствующих китербютскому горизонту [Горячева, 2009]. Свита представлена чередованием пачек зеленовато-серых, темно-серых, серых аргиллитов, алевроаргиллитов, пачек с ритмичным переслаиванием алевролитов и аргиллитов, и относительно маломощных пачек алевролита крупнозернистого и алевропесчаника. Встречены остатки раковин пресноводных ракообразных, а в скв. Восток-4 — озерный микрофитопланктон. В составе глинистого вещества алевроитоглинистых пород иланской свиты преобладает диоктаэдрическая слюда мусковитового типа 2M<sub>1</sub>, со следами поли типа 1M (35—60 %). Отмечено самое высокое среди нижнеюрских отложений содержание смешанослойного иллит-сметита (от 5—10 до 25—30 %), а в скв. Восток-4 установлен сметит (10—20 %), присутствуют также каолинит (10—20 %) и железисто-магнезиальный хлорит (10—15 %). Содержание C<sub>орг</sub> в породах сильно варьирует — 0.12—7.96 %.

Формирование отложений связано с существовавшим в это время довольно крупным озером или серией озер с активным поступлением осадочного материала. Массивные тонкоотмученные аргиллиты накапливались в центральной части озера. В более мелководных прибрежных участках формировались отложения с характерным ритмичным горизонтальным и волнисто-линзовидным переслаиванием алевролитов и аргиллитов, нарушенным конседиментационными смятиями (до мелкоподушечных текстур), реже внедрениями и размывами, следами биотурбации. В близбереговую зону впадающими реками приносился песчано-алевритовый материал, формировавший более грубозернистые пачки с эрозионными подошвами и разнообразной косой и волнистой слоистостью. В глинистых отложениях встречаются углистые участки с остатками корневой системы растений, что свидетельствует о периодическом заболачивании территории. Тогурская свита, вскрытая скв. Восток-1, вероятно, представляет собой отложения дельтовых лопастей мелких рек, впадавших в озеро.

**Пешковская свита** (нижний тоар—верхний аален), соответствующая надояхскому и лайдинскому горизонтам, распространена повсеместно и имеет двучленное строение (см. рис. 2). В основной своей части свита представлена группой песчаных пластов Ю<sub>15</sub>, разделенных алевроитоглинистыми пачками

небольшой мощности (надояхский горизонт), а в верхней части залегает углисто-алевритоглинистая пачка (аналог радомской пачки, лайдинский горизонт). Мощность свиты изменяется в пределах 138—249 м. Керном охарактеризована большая часть песчаных пластов в скв. Восток-4 и редкие фрагменты их в скв. Восток-3 и 1. СПК палинозон 7 и 8 тоар-ааленского возраста, характерные для свиты, установлены в скв. Восток-4 и в близкорасположенных скважинах Вездеходная-1 и Ажарминская-450 [Шурыгин и др., 2000; Горячева, 2009]. Песчаники пешковской свиты различного гранулометрического состава с мало-мощными прослоями гравелитов, разнозернистых алевролитов и интракластических брекчий. Участками в разрезах хорошо проявлена гранулометрическая ритмичность с эрозионными подошвами некоторых ритмов, уменьшением зернистости пород вверх по разрезу, в соответствии с этим часто наблюдается и изменение текстур пород. Преобладает массивная и косослоистая текстуры, но встречаются участки с горизонтальной и волнистой слоистостью, в различной степени подчеркнутой намывами углефицированного растительного детрита, глинистого материала и мелких обрывков углистых слоев. Постоянно отмечаются гальки различной степени окатанности бурой сидеритизированной породы, интракласты углистых и глинистых пород.

По результатам микроскопических исследований песчаники также характеризуются разнообразным гранулометрическим составом с преобладанием мелко-, среднезернистых и переходных между ними разновидностей, с различной примесью алевритового, иногда крупнопсаммитового и гравийного материала. Степень сортировки обломочного материала плохая, несколько реже хорошая и средняя. Обломки полуокатанной, угловатой, редко окатанной формы. Песчаники преимущественно полевошпато кварцево-литокластитовые с содержанием кварца 25—41 %, полевых шпатов 25—37 %, литокластов 31—49 %. В скв. Восток-4 несколько повышено содержание кварца (35—50 %) и снижено — литокластов (27—37 %), преобладают полевошпато-литокластито-кварцевые разновидности. Характерно небольшое содержание глинисто-сидеритового цемента (1.5—7 %) контактово-порового типа, повышающееся в редких уровнях кальцитизации до 10—60 %. Отметим, что среди полевых шпатов в нижнеюрских песчаниках преобладают калиевые разновидности, а в скв. Восток-4 несколько больше плагиоклазов, среди литокластов существенно преобладают каркасные компоненты (эффузивы кислого и среднего составов, в меньшей степени кремнистые породы, кварциты, редки гранитоиды, алевролиты, туфогенные породы). Пластичные литокласты представлены разнообразными сланцами, в меньшей степени алевритоглинистыми породами. Породы в различной степени уплотнены. В скважинах Восток-3 и 1 более плотная упаковка обломочного материала в пешковских песчаниках создается за счет развития прямолинейных и выпукло-вогнутых межзерновых контактов, среди которых преобладают контакты механического приспособления, довольно широко распространены контакты химического растворения, пластической деформации, инкорпорационные контакты редки. В породах скв. Восток-4 степень уплотнения существенно меньше — среди межзерновых контактов преобладают прямолинейные и точечные, в шлифах часто наблюдаются остаточные седиментационные поры. Глинистое вещество алевритоглинистых пород пешковской свиты представлено поликомпонентной ассоциацией минералов при преобладании слюды мусковитового типа политипа 2M<sub>1</sub> со следами 1M (40—60 %, с более низкими значениями в скв. Восток-4), подчиненном значении каолинита (10—30 %, с повышенным содержанием в скв. Восток-1), железисто-магнезиального хлорита (10—20 %) и постоянном присутствии смешанослойного иллит/смектита (5—10 %) и смектита (5—10 %). Относительно повышенное содержание смектита и иллит/смектита отмечено в скв. Восток-4. Содержание C<sub>орг</sub> в алевритоглинистых породах невысокое — от 0.21 до .05 %.

Накопление пешковской свиты происходило в обстановках обширной озерно-аллювиальной равнины. Большие мощности песчаных пачек, достаточно грубозернистый их состав, незначительное развитие алевритоглинистых пойменных отложений свидетельствуют о существовании в это время крупной полноводной разветвленной речной системы. Вещественно-текстурные особенности отложений указывают на высокую скорость течения палеопотока, слабо изменяющуюся во времени. Находка в скв. Восток-3 в верхней части песчаного пласта единичного остатка морской двустворки из рода *Pseudomytiloides* (определение О.В. Урман) верхнеоарского возраста свидетельствует о возможности кратковременных ингрессий моря, аналогичных вышеописанным в шараповское время.

**Тюменская свита** (верхний аален—верхний бат) мощностью 372 м в скважинах Восток-3, 350 м в Восток-4 и 175 м в Восток-1 представлена чередованием песчаных пластов различной мощности и алевритоглинистых, в различной степени углистых, пачек (см. рис. 2). Керном охарактеризованы только фрагменты средней и верхней подсвит, соответствующие леонтьевскому и малышевскому горизонтам. Палеонтологические остатки в керне не найдены, лишь из образца скв. Восток-3 А.А. Горячевой определен бедный палинокомплекс плохой сохранности, относящийся к средней юре. В скв. Восток-3 керном охарактеризована нижняя часть 30-метрового песчаного пласта Ю<sub>8</sub> среднетюменской подсвиты и подстилающая его алевритоглинистая пачка. Последняя сложена аргиллитами с взаимопереходами в алевролиты мелкозернистые, в различной степени глинистые, с трендом на погрубление материала вверх по разрезу и постепенный переход в песчаники пласта Ю<sub>8</sub>. Разнообразная слоистость нарушена мелкими



размывами, следами внедрения, редкими ризоидами и вертикальными следами жизнедеятельности донных организмов. Встречаются прослои углей небольшой мощности и стяжения пирита. Пласт Ю<sub>8</sub> представлен песчаниками светло-серыми мелко-, мелкосредне-, среднезернистыми с прослоями алевролитов крупнозернистых, образующими гранулометрические ритмы мощностью около 1 м, с эрозионными подошвами и утонением материала вверх по разрезу. Текстуры пород пологокосо- и субгоризонтально-слоистые, в более грубозернистых участках отмечается крупная косая таблитчатая слоистость или массивная текстура.

Песчаники пласта Ю<sub>8</sub> мелкозернистые, алевритистые и алевритовые, среднемелкозернистые. Преобладает плохая и средняя сортировка угловатых и полуокатанных обломков. По составу обломочной части породы относятся к полевошпато-кварцево-литокластитовому и полевошпато-литокластито-кварцевому типам. Содержание кварца варьирует от 31 до 39 %, полевых шпатов — от 22 до 30 %, литокластов — от 32 до 41 %. Цемент контактово-порового типа (3—7 %) обычно имеет глинисто-карбонатный состав. Глинистое вещество алевритоглинистых пород среднетюменской посвиты близко по составу таковому из пешковской свиты, с несколько большим преобладанием диоктаэдрической слюды мусковитового типа 2M<sub>1</sub> (60—65 %) и близким содержанием каолинита (15—20 %) и железисто-магнезиального хлорита (15—20 %). Также характерно присутствие небольшого количества смешанослойного иллит-сметита (5 %). Содержание C<sub>орг</sub> в породах невысокое — 0.68 %.

Верхняя подсвита тюменской свиты частично охарактеризована керном в скв. Восток-4. В керне представлено несколько песчаных пластов мощностью от 5 до 23 м, разделенных углисто-алевритоглинистыми пачками. В этой части разреза были обнаружены СПК палинозоны 9, соответствующей байосу [Горячева, 2009]. Пласты сложены песчаниками мелкозернистыми и среднемелкозернистыми, алевропесчаниками и алевролитами мелкокрупно- и крупнозернистыми. Сортировка обломочного материала плохая, реже хорошая и средняя. Обломки угловатой и полуокатанной, редко окатанной формы. В составе обломочной части алевропесчаников и песчаников отмечается близкое содержание полевых шпатов (26—31 %) и литокластов (24—29 %) при некотором преобладании кварца (38—43 %), что соответствует литокластито-полевошпато-кварцевому и полевошпато-литокластито-кварцевому типам пород. Низкое содержание глинисто-карбонатного цемента (5—10 %) определяется незначительным развитием гидрослюдисто-хлоритового материала (1—2 %), меньшим по сравнению с нижнеюрскими породами распространением каолинита, выполняющего редкие поры и замещающего полевые шпаты (от долей до 1—2 %). Отмечается также пелитоморфный сгустковый сидерит, небольшое количество пирита, редко развивается базально-поровый коррозионный кальцит (до 40—50 %). В алевролитах содержание цемента возрастает до 12—30 %, прослоями до 50 %, в обломочной части содержание кварца изредка увеличивается до 55—60 %. В составе глинистого вещества алевритоглинистых пород преобладает диоктаэдрическая слюда политипа 2M<sub>1</sub> — 40—55 %, содержание каолинита — 10—20 %, смектита — 5—15 %, Fe-Mg хлорита — 10—15 %, смешанослойного иллит/сметита — 5—15 %. Содержание C<sub>орг</sub> изменяется от 0.2 до 0.97 %.

Рассматриваемые отложения накапливались в пределах обширной долины рек меандрирующего типа, на что указывает существенная роль алевритоглинистых углистых отложений, формировавшихся в обстановках пойменной седиментации. Песчаные пласты сложены песчаниками средне- и мелкосреднезернистыми с косослоистыми текстурами, формировавшимися в пределах меандровых кос. Четко выделяются циклы заполнения русла мощностью от 5 до 20 м. Существенную разницу в мощностях циклов, по-видимому, следует связывать с наличием речной системы с крупным основным руслом, активно мигрирующим по латерали, с большим количеством притоков. Накопление тюменской свиты (в том числе нижней подсвиты, не охарактеризованной керном) можно рассматривать как один обособленный этап в развитии бассейна. Речная система за этот период, вероятно, прошла через несколько стадий зрелости (от ограниченно до интенсивно меандрирующей), что не могло не отразиться на формировавшихся отложениях. Снизу вверх по разрезу меняется соотношение русловых и пойменных фаций с увеличением доли последних. По данным спорово-пыльцевого анализа, в скв. Восток-4 в верхнетюменской подсвите наряду с пресноводными зелеными водорослями установлены единичные диноцисты и празиофиты, указывающие на некоторое влияние моря.

**Наунакская свита** (верхи верхнего бата—оксфорд), соответствующая васюганскому горизонту, охарактеризована керном в скважинах Восток-1 и 3. В скв. Восток-3 свита мощностью 77.5 м по материалу ГИС, представлена тремя алевритопесчаными пластами (30-метровый песчаный в нижней половине и два алевритопесчанных мощностью 7 и 12 м — в верхней) с алевритоглинистыми перемычками (см. рис. 2). Керном охарактеризована верхняя часть верхнего пласта, представленная чередованием мелкозернистых песчаников, алевропесчаников и алевролитов с постепенными нечеткими границами и взаимопереходами. Наблюдается тренд на уменьшение зернистости вверх по разрезу. Слоистость волнистая, реже горизонтальная за счет распределения примеси глинистого материала, часто нарушена биотурбацией, участками до деформативной мелкокомковатой текстуры. Характерна кальцитизация и пиритизация

пород, обильные остатки двустворок (по данным О.В. Урман—оксфорд-кимериджского возраста отложений), скафопод, редко белемнитов, фораминифер. В участках с маломощными прослоями аргиллита, алевроаргиллита найден фосфатный детрит рыб, в составе спорово-пыльцевых комплексов плохой сохранности А.А. Горячевой встречены динофлагелляты.

Изученные микроскопически терригенные породы наунакской свиты представлены алевролитами мелкозернистыми, крупнозернистыми и алевропесчаниками. Сортировка обломочного материала плохая, реже средняя. По составу обломочного материала породы литокластито-полевошпатокарцевые с существенным преобладанием кварца. Цемент контактово-порового типа (5—15 %) глинисто-карбонатного состава с пиритом. В случаях интенсивной кальцитизации (40—60 %) разнокристаллический кальцит (от тонко- до крупнокристаллического) формирует порово-базальный и базальный пойкилитовый цемент с переходом в терригенно-карбонатные породы. Постоянно отмечается аутигенный глауконит. Определено низкое содержание  $C_{орг}$  (0.17 %) в породах.

Вещественно-текстурные особенности отложений свидетельствуют о формировании их в прибрежно-морских условиях в обстановке предфронтальной зоны пляжа.

В скв. Восток-1 наунакская свита мощностью 97 м представлена чередованием алевроитовых, песчано-алевроитовых и алевроитоглинистых пород с 20-метровым песчаным пластом в верхней половине и с многочисленными прослоями углей и углистых пород, близкий разрез мощностью 83 м вскрыт и скв. Восток-4 (см. рис. 2). Верхняя треть свиты охарактеризована керном — это большая часть песчаного пласта и перекрывающая его существенно глинистая пачка. Пласт имеет резкую эрозионную подошву и градиционную кровлю, характеризуется трендом на уменьшение зернистости снизу вверх по разрезу. Текстуры пород волнисто-, реже пологокосо- и горизонтально-слоистые, подчеркиваемые концентрацией углисто-глинистого материала, обрывками углистых слоев различного размера. Встречены крупные конкреции пирита. Глинистая пачка представлена аргиллитами серыми, темно-серыми, в разной степени алевроитовыми и углистыми, с прослоями песчаников, алевролитов и углей. Текстуры в основном пологоволнисто- и волнистолинзовидно-слоистые, встречаются комковатые, обусловленные деформативной биотурбацией и многочисленными конседиментационными нарушениями. В наиболее углистых участках отмечаются отпечатки флоры различной сохранности, ризоиды. Более грубозернистые прослои представлены алевролитами крупно- и разнотернистыми, песчаниками мелкозернистыми серыми, буровато-серыми с нечеткой прерывистой мелкой волнистой и косой слоистостью, иногда с восходящей рябью течения. Участками породы кальцитизированны. В пачке постоянно встречаются ихнофоссилии различной морфологии, а в верхней части появляются остатки двустворок и фораминифер.

По результатам петрографического изучения терригенные породы наунакской свиты, вскрытой скв. Восток-1, представлены песчаниками, алевропесчаниками и алевролитами различной зернистости. Песчаники средне-, мелкозернистые и переходные между ними разновидности, в различной степени обогащенные алевроитовым материалом, иногда с примесью крупнопесчаной фракции. Сортировка полуокатанных и угловатых обломков плохая, реже средняя. По составу обломочного материала породы отличаются от описанных нижнеюрских более высоким содержанием кварца (35—45 %) и полевых шпатов (27—33 %) и пониженным — обломков пород (27—32 %). Таким образом, по соотношению основных породообразующих компонентов они относятся к литокластито-полевошпатокарцевому, реже к полевошпатокарцевому типу пород. Цемент песчаников пленочно-порового, контактово-порового, пленочно-контактово-порового типов преимущественно сидеритово-глинистый, реже глинистый и глинисто-карбонатный. Содержание его варьирует от 2 до 11 %. Глинистое вещество алевроитоглинистых пород из верхней части наунакской свиты представлено поликомпонентной ассоциацией глинистых минералов при преобладании слюды мусковитового типа политипа  $2M_1$  со следами  $1M$  (30—60 %). Отмечаются значительные вариации, но в целом повышенное по сравнению с нижнеюрскими отложениями содержание каолинита (10—40 %). Содержание железисто-магнезимального хлорита (5—20 %) и постоянное присутствие смешанослойного минерала иллит/сметтит (5—15 %), в единичных случаях — сметтита (5 %) аналогично таковым для нижнеюрского разреза. Для углистых аргиллитов наунакской свиты определено повышенное содержание  $C_{орг}$  — 22.9—27.3 %.

Разнообразный, довольно грубозернистый состав пород описанного песчаного пласта, характер изменения крупности обломочного материала снизу вверх по разрезу и плохая его сортировка, позволяют предположить, что формирование отложений происходило в русле реки с двумя циклами врезания русла. Перекрывающие углисто-песчано-алевроитоглинистые отложения формировались во время трансгрессии моря: ассоциация глинисто-терригенных пород с фауной и ихнофоссилиями и углистых пород до углей свидетельствует о формировании верхней части свиты в обстановках, переходных от континентальных к морским, — в междельтовом пространстве дельтового комплекса, а затем, вероятно, в прибрежных лагунах.

Завершает разрез юрских отложений **марьяновская свита** (верхи оксфорда—низы берриаса), соответствующая георгиевскому и баженовскому горизонтам. В скв. Восток-1 она имеет мощность 94 м и однородный глинистый состав, нижняя половина ее охарактеризована керном (см. рис. 2). В скв. Восток-3 свита мощностью 88 м (треть охарактеризована керном) отличается наличием в нижней и средней частях разреза участков с существенной долей алевролитов различной зернистости, реже алевропесчаников и мелкозернистых песчаников известковистых и известковых с взаимопереходами в терригенно-карбонатные породы с обильными остатками морской фауны (см. рис. 2). В основании свиты в скв. Восток-3 отмечена маломощная (0.1 м) барабинская пачка глауконитов. Преобладающие аргиллиты марьяновской свиты темно-серые, черные, массивной текстуры с остатками двустворок, аммонитов, белемнитов, фораминифер, остракод, онихитесами, фосфатным детритом рыб, тонкими ходами инфавны (нематоды), выполненными пиритом. Комплекс разнообразной макро- и микрофауны, спорово-пыльцевой комплекс с редкими диноцистами датируют верхнеоксфорд-волжский возраст вмещающих отложений (определения А.А. Горячевой, О.С. Дзюба, Б.Л. Никитенко, О.В. Урман, Б.Н. Шурыгина). По материалам ГИС и палеонтологическим данным, в скв. Восток-4 марьяновская свита отсутствует. Для пород свиты, вскрытой скв. Восток-3, характерно самое высокое содержание  $C_{орг}$  — от 0.45 до 5.72 %, существенно ниже этот показатель для пород скв. Восток-1 — 0.06—1.01 % (ср. 0.66 %). Отложения формировались в мелководных и умеренно-глубоководных нормально-морских условиях открытого шельфа.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что формирование нижнесреднеюрских отложений происходило преимущественно в континентальных условиях. Признаки кратковременных трансгрессий присутствуют в верхнеурманской подсвите (верхний плинсбах), иланской (нижний тоар), пешковской (верхний тоар) свитах и верхнетюменской (байос) подсвите. В верхней части наунакской свиты (оксфорд) зафиксирована смена континентальных фаций прибрежно-континентальными и прибрежно-морскими. Марьяновская свита формировалась в нормально-морских мелководных и умеренно-глубоководных условиях. Указанные выводы подтверждаются геохимическими данными. Так, для анализа солености вод бассейна седиментации, согласно известной методике [Катченков, 1959], привлекались средние содержания Sr и Ba по свитам и их соотношение. В соответствии с этими показателями, лишь марьяновская свита формировалась в морском бассейне нормальной солености (Sr/Ba — 2.57 по скв. Восток-1) и несколько опресненном (0.8 по скв. Восток-3). Для наунакской свиты характерен солоноватоводный (0.61), а для нижнесреднеюрских свит — пресноводный (0.14—0.29) солевой режим бассейна. Сходные данные получены по результатам изотопных исследований керна и шлама скв. Восток-3 сотрудниками СНИИГГиМСа (г. Новосибирск) под руководством Н.Л. Падалко: установлен морской генезис марьяновской, прибрежно-морской — наунакской, континентальный — тюменской, пешковской и иланской свит, и лишь для урманской свиты по изотопным критериям континентальные обстановки изменились на прибрежно-морские.

В юрское время существовали благоприятные условия для накопления мощных толщ песчаных пород, которые по данным петрофизических исследований имеют хорошие коллекторские свойства (таб-

Показатели пористости ( $\rho$ ) и проницаемости ( $\mu$ ), зафиксированные в юрских отложениях

Скважина	Показатель	Свита					
		урманская	тогурская/ иланская	пешковская	тюменская	наунакская	марьяновская
Восток-1	$\rho$ , %	$\frac{12.31 - 22.25}{17.85}$ %	$\frac{13.45 - 23.57}{21.20}$ %	$\frac{2.30 - 22.20}{17.50}$ %	—	$\frac{6.42 - 21.46}{15.50}$ %	—
	$\mu$ , мкм <sup>2</sup>	$\frac{1.53 - 329 \cdot 10^{-3}}{116.81 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0.46 - 879 \cdot 10^{-3}}{463.12 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0.19 - 215 \cdot 10^{-3}}{45.78 \cdot 10^{-3}}$	—	$\frac{< 0.001 - 126 \cdot 10^{-3}}{23.70 \cdot 10^{-3}}$	—
Восток-3	$\rho$ , %	$\frac{6.09 - 15.45}{12.05}$ %	$\frac{4.79 - 12.90}{9.17}$ %	$\frac{6.49 - 17.14}{13.96}$ %	$\frac{5.03 - 21.11}{15.59}$ %	$\frac{3.49 - 21.73}{16.03}$ %	$\frac{3.47 - 24.04}{13.76}$ %
	$\mu$ , мкм <sup>2</sup>	$\frac{< 0.001 - 8.0 \cdot 10^{-3}}{0.86 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{< 0.001 - 6.4 \cdot 10^{-3}}{5.64 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{< 0.001 - 142 \cdot 10^{-3}}{20.78 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{< 0.001 - 36 \cdot 10^{-3}}{17.45 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{< 0.001 - 21 \cdot 10^{-3}}{7.77 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{< 0.001 - 7.4 \cdot 10^{-3}}{1.44 \cdot 10^{-3}}$
Восток-4	$\rho$ , %	$\frac{19.74 - 28.41}{24.39}$ %	$\frac{19.3 - 19.63}{19.47}$ %	$\frac{0.39 - 29.36}{21.96}$ %	$\frac{1.06 - 33.74}{23.55}$ %	—	—
	$\mu$ , мкм <sup>2</sup>	$\frac{6.03 - 1027 \cdot 10^{-3}}{317.54 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{1.07 - 1.92 \cdot 10^{-3}}{1.49 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0.001 - 1397 \cdot 10^{-3}}{386.37 \cdot 10^{-3}}$	$\frac{0.001 - 487 \cdot 10^{-3}}{125.80 \cdot 10^{-3}}$	—	—

Примечание. Над чертой — минимальные и максимальные значения, под чертой — средние.

лица). Возможность генерации углеводородов иланской свитой на территории Предъенисейской НГО невысока, поскольку в главную зону нефтегазообразования она входит лишь в депрессионных зонах, содержание в ней  $S_{орг}$  незначительно, и преобладает органическое вещество гумусового типа. Наличие отложений с достаточно высоким нефтегенерационным потенциалом, миграция углеводородов из которых шла в момент формирования нижнеюрских резервуаров и в более позднее время, установлено в доюрском основании [Конторович и др., 2006]. В этом случае формирование залежей углеводородов определяется наличием качественного флюидоупора. Отсутствие регионально распространенных глинистых толщ достаточной мощности исключает возможность образования крупных залежей, однако, можно ожидать обнаружение мелких литологически экранированных залежей, а также залежей, приуроченных к антиклинальным структурам с локальными флюидоупорами.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Булынникова А.А., Резапов А.Н., Пучкина В.В., Стороженко А.А.** Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности приенисейской части Западно-Сибирской низменности. Новосибирск, Недра, 1968, 216 с.

**Горячева А.А.** Палиностратиграфия нижнесреднеюрских отложений в разрезе скв. Восток-4 (юго-восток Западной Сибири) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии (Матер. Третьего Всероссийского совещания) / Ред. В.А. Захаров. Саратов, Издательский центр «Наука», 2009, с. 43—45.

**Кагченков С.М.** Малые элементы в осадочных породах и нефтях. Л., Гостоптехиздат, 1959, 271 с.

**Конторович В.А.** Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002, 253 с.

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

**Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Беляев С.А., Бурштейн Л.М., Вальчак В.И., Евграфов А.А., Ефимов А.С., Каштанов В.А., Конторович А.А., Петров В.Н., Хоменко А.В.** Предъенисейская нефтегазоносная субпровинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2006, № 5—6, с. 9—22.

**Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.).** Новосибирск, СНИИГГиМС, 2004, 114 с.

**Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К.** Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 480 с.

*Рекомендована к печати 26 февраля 2009 г.  
Н.В. Сенниковым*

*Поступила в редакцию  
10 октября 2008 г.*