

ЭВСТАТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ В ЮРСКИХ И НИЖНЕМЕЛОВЫХ (НЕОКОМСКИХ) ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

В. А. Захаров, Б. Н. Шурыгин, М. А. Левчук, О. В. Пинус*, Д. Л. Сахагян*

Институт геологии нефти и газа СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. акад. Коптюга, 3, Россия
* *Университет Нью Гемпшира, Дюрам*

Построена трансгрессивно-регрессивная (Т-Р) кривая на высокоразрешающей хроностратиграфической основе для всего юрского и нижней части неокомского интервала Западно-Сибирского седиментационного бассейна. Сравнительный анализ этой кривой и количественной кривой эвстатики, ранее построенной Д. Сахагяном с соавторами на данных по седиментации и биостратиграфии в интервале средней юры и мела Русской и Сибирской платформ, а также кривой Б. Хака с соавторами, позволил вычлени эвстатический сигнал из местных Т-Р событий. В стратиграфическом интервале юра—неоком выделено 19 значимых Т-Р событий: 2 — в ранней юре, 3 — в средней, 4 — в поздней и 10 — в неокоме. Большая часть Т-Р циклов хорошо коррелируется с кривыми эвстатики. Отмечено возрастание частоты колебаний уровня моря, что объясняется сокращением регрессивного «плеча» циклов во времени. Следы значимых Т-Р событий в юрской и неокомской толще Западной Сибири прослежены за ее пределами как в соседних регионах, так и на других континентах Северного полушария. К таким относятся: китербютское Т-событие (ранний тоар), вымско-леонтьевское Т-Р событие (байос), среднеवासюганское Р-событие (средний оксфорд), баженовское Т-событие (поздний киммеридж—волжский век), и 5 Т-Р событий в валанжине. Проведен «сквозной» секвентно-стратиграфический анализ продуктивной юрской и неокомской толщи Западно-Сибирского осадочного бассейна. Вся толща расчленена на сиквенсы второго и третьего порядка, что позволило преодолеть некоторые противоречия между ныне существующими стратиграфическими и седиментационными моделями.

Стратиграфия, юра, неоком, эвстика, трансгрессия, регрессия, Западная Сибирь.

EUSTATIC SIGNALS IN THE JURASSIC AND LOWER CRETACEOUS (NEOCOMIAN) DEPOSITS OF THE WEST-SIBERIAN SEDIMENTARY BASIN

V. A. Zakharov, B. N. Shurygin, M. A. Levchuk, O. V. Pinous, and D. L. Sahagian

A transgressive-regressive (T-R) curve for the Jurassic and Lower Neocomian of the West-Siberian sedimentary basin was constructed on a detailed chronostratigraphic basis. This curve is compared with the quantitative eustatic curve for the Russian and Siberian Platforms, constructed earlier by D. Sahagian et al. for the Middle Jurassic-Cretaceous from sedimentation and biostratigraphic data, and with the curve constructed by B. Haq et al. This comparison permitted recognizing eustatic signals from local T-R events. Nineteen significant T-R events are distinguished in the Jurassic-Neocomian: two — in the Early Jurassic, three — in the Middle Jurassic, four — in the Late Jurassic, and ten — in the Neocomian. Most of the T-R cycles are well correlated with the eustatic curves. The increase in the frequency of sea level fluctuations is explained by reduction of the regressive «shoulder» of cycles with time. Significant T-R events in the Jurassic and Neocomian were traced far beyond West Siberia, both in the adjacent regions and on other continents of the Northern Hemisphere. These are Kiterbyut T-event (Early Toarcian), Vymsh-Leontievsk T-R event (Bajocian), Central-Vasyugan R-event (Middle Oxfordian), Bazhenovka T-event (Late Kimmerigian-Volgian), and five T-R events in the Valanginian. A «through» sequence-stratigraphic analysis has been carried out for the Jurassic and Neocomian petroliferous series of the West-Siberian sedimentary basin. The series was divided into sequences of second and third ranks, which has allowed some contradictions between the existing stratigraphic and sedimentation models to be overcome.

Stratigraphy, Jurassic, Neocomian, eustasy, transgression, regression, West Siberia

ВВЕДЕНИЕ

Концепция эвстатии (глобального изменения уровня моря) в осадочной геологии является в настоящее время одной из наиболее популярных при объяснении механизма формирования несогласных поверхностей в стратиграфических разрезах [1, 2]. Интерес к эвстатии особенно возрос с момента публикации группой компании Экссон концепции сиквенс-стратиграфии и эвстатической кривой для мезо-кайнозойского интервала [3, 4]. Однако мнения специалистов в оценке роли эвстатики при формировании осадочных толщ существенно различаются. Одни исследователи трактуют эвстатику как основной фактор, определяющий формирование региональных несогласий и рассматривают эвстатическую кривую Экссон в качестве универсального инструмента для глобальной корреляции [3], другие полностью отрицают эвстатический механизм [5—8 и др.]. Основными аргументами противников эвстатической природы осадочных толщ являются довольно частые случаи

расхождения при корреляции хорошо документированных последовательностей, что, возможно, объясняется влиянием региональных факторов, таких как тектоника и скорости седиментации. Тем не менее благодаря многочисленным мультидисциплинарным исследованиям эвстатическая природа колебаний уровня моря уже доказана, по крайней мере, для неогена и квартера [9—11]. Для этого временного интервала в качестве основных механизмов рассматриваются гляциоэвстатика и орбитальные факторы (циклы Миланковича). В мезозое же эвстатические изменения уровня моря установлены только на отдельных коротких интервалах [12, 13]. Так что поиск и выявление эвстатических сигналов на мезозойском стратиграфическом интервале является одной из наиболее актуальных задач. Под эвстатикой мы понимаем изменение уровня моря, обусловленное изменением равновесия системы „общий объем океанических бассейнов—общий объем океанической воды“ [14].

Гигантский Западно-Сибирский бассейн юрского и раннемелового времени является одним из тех, при формировании осадочной толщи юры и мела которого эвстатические колебания уровня моря играли, видимо, существенную роль. Осадочные последовательности этого бассейна все еще не достаточно изучены с позиций секвентно-стратиграфической парадигмы [15].

Для выделения эвстатического сигнала на кривых относительного изменения уровня моря, построенных для юры и мела Западной Сибири, были использованы количественная кривая эвстатических изменений уровня моря для средне-, позднеюрского и мелового этапов по разрезам Русской платформы и севера Средней Сибири [12] и ранне-, среднеюрская часть эвстатической кривой, построенной по пассивным континентальным окраинам Б. Хаком с соавторами [3]. Отметим, что количественная кривая эвстатики, разработанная Д. Сахагяном с соавторами, базируется на детальнейшем (зонального уровня) биостратиграфическом расчленении разрезов. Тектоническая стабильность центральной части Русской платформы в период накопления юрско-меловой толщи и ее детальная хроностратиграфия обеспечили надежную основу для построения кривой эвстатики [12].

Западно-Сибирский бассейн из-за его палеогеографической близости к эпиконтинентальным мезозойским морям Сибирской и Русской платформ и надежной позонной корреляции разрезов юры и неокома этих территорий является, по нашему мнению, наилучшим объектом для проверки возможности практического применения количественной эвстатической кривой. Мы выбрали Западную Сибирь еще и потому, что здесь пока не существует унифицированной бассейновой секвентно-стратиграфической шкалы — на большей части этой территории еще не проведен секвентно-стратиграфический анализ мезозойских осадочных толщ. Последнее кажется трудно объяснимым, учитывая гигантские размеры и экономическую важность бассейна. Возможно, что этот факт следует объяснить неприятием новых концепций из-за отсутствия методических публикаций на русском языке, либо тем, что нефтяные компании фокусируют свое внимание на проблемах геологии ограниченных нефтегазосных площадей, а не на крупномасштабном (=региональном и глобальном) стратиграфическом синтезе.

Учитывая изложенное выше, мы предприняли попытку построения кривых относительного изменения уровня моря в Западно-Сибирском бассейне с использованием сиквенс-стратиграфического и других анализов и сравнения ее с предложенными ранее количественной эвстатической кривой [12] и эвстатической кривой Экссон [3]. Конечной целью являлись оценки: влияния эвстатического фактора при формировании юрско-меловой осадочной толщи Западной Сибири, а также потенциала эвстатических кривых для внутри- и межрегиональных корреляций, возможностей их использования для реконструкций динамики заполнения изучаемого осадочного бассейна и раскрытия закономерностей истории формирования осадочного чехла Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования послужили разрезы юрских и неокомских толщ различных площадей Западной Сибири. Для нижне-, средне- и верхнеюрского отделов в основу анализа положены данные по юго-востоку (Томские и Новосибирские земли); для нижнемелового отдела (неокома) — по Широкому Приобью (Сургутский свод) (рис. 1). В нашем распоряжении были опубликованные и вновь полученные данные детальных биостратиграфических заключений о геологическом возрасте отложений; результаты лито- и биофациального анализа и палеогеографические реконструкции по векам юрского и раннемелового времени для указанных и окружающих территорий [16—24 и др.]. Проанализированы закономерности латерального и вертикального распределения толщ на нескольких региональных субширотных сейсмопрофилях (РП-4, РП-9, R-1) и материалы ГИС многих десятков скважин по югу и северу Западной Сибири, а также более детально по Широкому Приобью (корреляционный профиль по Верхнешапшинской и Асомкинской площадям).

При исследовании использовались традиционные методы: пакет параллельных биостратиграфических шкал [24 и др.] для определения точного геологического возраста следов T-P и

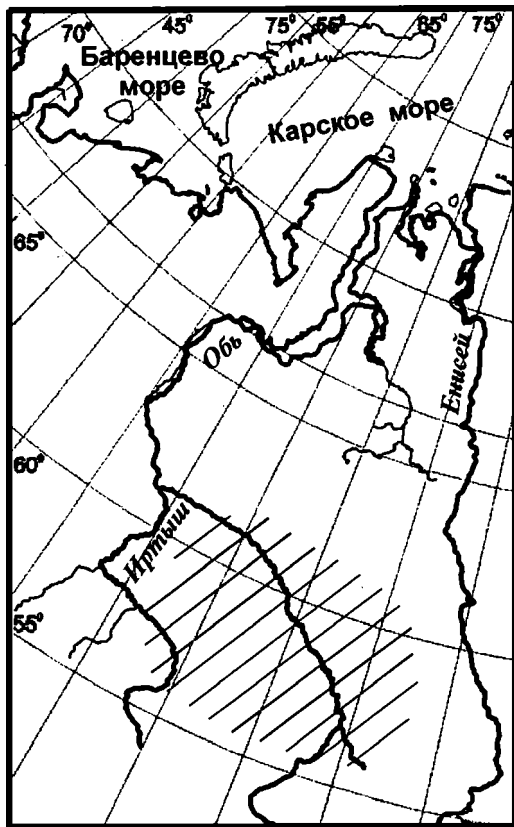


Рис. 1. Местоположение районов исследования на территории Западной Сибири (заштриховано — районы Новосибирских, Томских земель и Широтное Приобье).

эвстатических событий; фациальный анализ с целью реконструкции гидрологических факторов среды и глубин осадконакопления; сеймостратиграфический анализ для реконструкции строения архитектуры и геометрии сиквенсов и прослеживания поверхностей их раздела; данные каротажа для расчленения и корреляции пластов и пачек и увязки их объема и распространения на площади с данными сеймопрофилирования и биостратиграфическими данными. Кроме того, применялись разработанные в последнее время расчетный анализ динамики стояния уровня моря (по формулам) [12, 14] для конкретных участков стабильных блоков с целью построения непрерывной стандартной кривой эвстатики; сиквентно-стратиграфические исследования для выделения систем трактов.

Сиквенсы и системные тракты были выделены на основе анализа архитектуры и внутренней структуры клиноформных тел; седиментационных поверхностей и особенностей литологического состава пород. При этом использовались общеизвестные к настоящему времени приемы и терминология [4, 11, 25, 26]. Все эти методы, естественно, использовались в комплексе.

Очевидно, что модели, построенные комплексно для небольших локальных районов, как и модели, базирующиеся только на одном типе стратиграфической информации, могут дать противоречивые результаты. Практика показала наибольшую эффективность и высокий корреляционный потенциал событийных стратиграфических моделей, основанных на комбинационном анализе следов событий как биотической, так и абиотической природы. Таким образом, постоянно совершенствующаяся секвентно-стратиграфическая модель должна учитывать помимо стратиграфических построений еще и седиментационную историю бассейна.

ГЛАВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

Мезозойская толща Западной Сибири сформирована в погружавшемся бассейне с обильным привносом осадков при значительных изменениях уровня моря, отразившихся в чередовании горизонтов преимущественно песчаного и преимущественно глинистого составов. Природа этих чередований трактовалась разными авторами по-разному. Одним из первых исследователей, пытавшихся объяснить циклическое строение осадочного чехла Западно-Сибирского бассейна с Т-Р позиций, был В. П. Казаринов [27]. Позднее этот подход развивался в трудах Ю. Н. Карагодина, установившего 6 регоциклов в юре и неокоме, 7 мезоциклов в верхней юре и неокоме и 24 зональных цикла в неокоме [28, 29].

Нередко в качестве одного из предполагаемых механизмов Т-Р цикличности юрско-меловой толщи Западной Сибири разными авторами упоминалась эвстатика [18, 30—35 и др.]. Попытка выявить эвстатический сигнал в верхнемеловой толще на северо-западе Западно-Сибирской плиты предпринята В. А. Захаровым с соавторами [36]. Неоднократно предполагалась эвстатическая природа глинистых горизонтов нижней и средней юры Западной Сибири [37—39 и др.].

Осадконакопление в Западно-Сибирском юрском и раннемеловом бассейне происходило в широком диапазоне обстановок: от аллювиальных, озерных и озерно-болотных прибрежных равнин, местами заливаемых морем, в ранней и большей части средней юры, до открыто морских относительно глубоководных, приводивших к образованию конусов выноса, турбидитов и конденсированных толщ, формировавшихся вдали от берега — в поздней юре и неокоме. Изменения темпов тектонического погружения и неравномерное поступление осадка усложняли структуру сиквенсов юрско-неокомской толщи Западной Сибири. Тем не менее в ее строении довольно определенно намечается

последовательность горизонтов, характеризующихся то преимущественно песчаным, то глинистым составом.

Согласно концепции сиквенс-стратиграфии, осадочные сиквенсы состоят из системных трактов низкого стояния (LST), трансгрессивных трактов (TST) и трактов высокого стояния (HST) [4]. В глинистых горизонтах изученной нами юрско-неокомской толщи Западной Сибири представлены преимущественно TST и HST, в песчаных — LST. Первые хорошо выдержаны по латерали на большой территории Западно-Сибирской равнины и являются конденсированными горизонтами, сформировавшимися во время максимума трансгрессий и высоких стояний уровня моря [40]. В нижней юре — это левинский, китербютский, лайдинский, леонтьевский горизонты, в верхней юре — нижневасюганский подгоризонт, глинистая часть георгиевского горизонта и битуминозный баженовский горизонт, в неокоме — самотлорская, урьевская, покачевская, родниковая, чеускинская, сармановская, правдинская, пимская, быстринская и другие пачки.

Песчаные горизонты нижней и средней юры: зимний, шараповский, надояхский, вымский и малышевский, между глинистыми реперами, также хорошо трассируются по латерали в Западной Сибири. В верхней юре песчаные пласты иногда сливаются или, наоборот, распадаются благодаря расклиниванию глинистыми пропластками, или замещаются по латерали толщей глинисто-алевритового состава (средняя и верхняя часть васюганского, низы георгиевского горизонтов). Многочисленные песчаные пласты (группы БС и АС) неокома входят в клиноформенную толщу бокового заполнения. Они обычно трактуются либо как глубоководные конусы выноса и турбидиты, либо как мелководно-морские или дельтовые отложения шельфовой зоны.

Глинистые реперные горизонты нижней юры (левинский и китербютский) сложены преимущественно черными и темно-серыми аргиллитами и алевролитами, обогащенными органическим углефицированным детритом. Трансрегиональный характер китербютского горизонта не вызывает сомнений [18, 41 и др.]. К глинистым горизонтам нижней юры, например левинскому, на юге Западной Сибири иногда приурочены линзы и пропластки углей. В крайних частях Западной Сибири, в особенности на востоке, встречаются прослой мелкозернистых песчаников аллювиального и озерного генезиса. Однако даже на южных окраинах равнины (Широтное Приобье, Нюрольская впадина и т. д.) в этих горизонтах отмечаются прослой морского генезиса, что доказано находками макро- и микрофауны, геохимическими данными [23, 24, 30 и др.].

Среднеюрские — лайдинский и леонтьевский — горизонты сложены преимущественно темно-серыми часто углистыми аргиллитами и алевролитами с плохо выдержанными по латерали прослоями песчаников. На юге Западной Сибири они распространены шире, чем нижнеюрские и значительно больше (особенно леонтьевский) обогащены прослоями углей. В целом нижняя юра — это толща заполнения впадин, средняя юра — толща покровного характера. В средней юре, как и в нижней, встречаются прослой морского генезиса (особенно часто в леонтьевском горизонте). Латеральная протяженность и частота встречаемости по разрезу морских прослоев в глинистых горизонтах средней юры больше, чем в таковых нижней юры, причем эти особенности усиливаются вверх по разрезу. Так, морские осадки в лайдинском горизонте встречаются чаще, чем в левинском, а в леонтьевском соответственно чаще, чем в китербютском [24, 42 и др.]. Латеральное распространение существенно песчаных горизонтов нижней юры: зимнего, шараповского и надояхского (пласты Ю₁₇, Ю₁₆ и Ю₁₅ по классификации томских геологов), на юге Западной Сибири подчиняется тем же закономерностям, что и глинистых. В целом площадь распространения этих песчаных пластов, входящих обычно в толщу заполнения впадин, возрастает соответственно вверх по разрезу [23].

Песчаные горизонты сложены разнозернистыми песчаниками обычно континентального генезиса с прослоями гравелитов (в нижних горизонтах), алевролитов и реже аргиллитов. Количество прослоев тонкозернистых пород увеличивается в верхних горизонтах, где встречаются углистые алевролиты. В шараповском и в надояхском горизонтах встречены прослой (обычно алевролитов) с остатками морской фауны. Количество таких прослоев нарастает с юга на север Нюрольской впадины и к Широтному Приобью. Их больше в надояхском горизонте и меньше в шараповском. Среднеюрские песчаные горизонты (вымский и малышевский) распространены в Западной Сибири практически повсеместно, за исключением сводов крупных положительных структур. Они представлены группами песчаных пластов, разделенных алеврито-глинистыми прослоями (пласты Ю₁₁₋₁₄ — в вымском горизонте и Ю₂₋₆ — в малышевском). Как правило, это разнозернистые песчаники континентального генезиса с прослоями углистых алевролитов и линзами углей. На юге Западной Сибири лучше всего выдержаны по простираению прослой углей, связанные с вымским горизонтом. Прослой с остатками морской фауны чаще встречаются в малышевском горизонте (особенно в его верхах), где они известны также в разрезах Нюрольской впадины. Напротив, в вымском горизонте обычны находки двустворок пресных и солоноватых водоемов, а прослой с морской фауной встречаются в разрезах более северных районов, чем таковые в малышевском горизонте (Надымский, Уренгойский и др.).

Глинистые горизонты трансгрессивного этапа развития седиментационного бассейна (верхи средней и верхняя юра) юга Западной Сибири сложены, как правило, темно-серыми аргиллитами с прослоями алевролитов, с обильными остатками морской фауны и пиритом. Аргиллиты обогащены органическим веществом, содержание которого в верхних горизонтах иногда достигает аномально высоких значений. Нижневасюганский, георгиевский и баженовский горизонты верхней юры прослеживаются практически по всей территории Западной Сибири и являются прекрасными корреляционными реперами. В разрезах юга и юго-востока (Нюрольская, Усть-Тымская впадины) между группами песчаных пластов Ю^{3,4} и Ю^{1,2} морского происхождения вклинивается весьма специфическая и хорошо выдержанная на площади углисто-глинистая пачка континентального генезиса, замещающаяся к западу морскими осадками [43].

Песчаные пласты келловей-верхнеюрского возраста сосредоточены в васюганском и низах георгиевского горизонтов. Зеленовато-серые с глауконитом слабосортированные песчаники с примесью алевролита нижней пачки васюганского горизонта (пахомовская — Ю⁰) и нижней пачки георгиевского горизонта (барабинская — Ю⁰) являются типично трансгрессивно-морскими базальными образованиями. Эти пачки хорошо прослеживаются в разрезах южных и центральных районов Западной Сибири, замещаясь к западу и северу глинистыми толщами, в которых временные эквиваленты этих пачек хорошо опознаются по присутствию обильного глауконита [19 и др.]. Стратиграфический объем пахомовских и барабинских песчаников нарастает в окраинных зонах Западной Сибири, а к центральным районам Нюрольской впадины и окружающих территорий песчаники расклиниваются глинистыми пропластками. В последнем случае нижние песчаные пласты часто индексируются как Ю⁶, Ю⁵, хотя и являются одновозрастными с Ю⁰ образованиями. Группа собственно песчаных пластов (Ю₁) васюганского горизонта приурочена к верхней его части. Песчаные пласты этой группы (Ю³—Ю¹) часто разделяются глинисто-алевровитовыми прослоями, иногда же (на юго-востоке) сливаются в единый пласт.

В центральных и северо-западных частях Нюрольской впадины и окружающих территорий пласты сложены разнозернистыми серыми морскими песчаниками с остатками фауны. На юго-востоке Западной Сибири (на территории развития наунакской свиты) значительная часть этих пластов сложена песчаниками континентального генезиса. Мощность межугольной глинистой толщи между песчаниками Ю¹⁻² и Ю³⁻⁴ максимальна (свыше 30 м) в восточных районах юга Западной Сибири. В западном направлении толща, сокращаясь по мощности, переходит по латерали в пласт угля и замещается морскими отложениями [43]. В целом песчаники горизонта Ю₁ хорошо трассируются вдоль южных окраин Западной Сибири, иногда сливаясь в единый пласт или распадаясь на серию пластов, часть которых (Ю₁, Ю₂) может выпадать из разреза.

Неокомский разрез в Широком Приобье характеризуется клиноформным строением, которое четко выражено на временных сейсмических разрезах и в настоящее время принимается большинством исследователей [44, 45]. Следствием сложности внутреннего строения этого стратиграфического интервала являются многочисленные варианты его расчленения и генетической интерпретации. Тем не менее большинство исследователей выделяют два основных седиментационных комплекса: клиноформный, который сформировался в результате бокового заполнения бассейна, и шельфовый, образовавшийся за счет вертикального наращивания разреза. Частые региональные трансгрессии в раннем мелу, проявившиеся на фоне общей регрессивной направленности, привели к формированию глинистых горизонтов, таких как покачевская, сармановская, пимская и другие пачки.

Благодаря их хорошей латеральной выдержанности они широко используются для расчленения разреза на дробные стратиграфические единицы (циклиты и т. д.) и для региональной корреляции. Глинистые пачки представлены тонкоотмученными аргиллитами с большим содержанием органического вещества и остатков микрофоссилий [20, 21]. Из указанных выше пачек родниковая, сармановская и пимская характеризуются значительно большей латеральной протяженностью по сравнению с остальными. Песчаные пласты групп БС и АС, которые заключены между глинистыми пачками, обычно формировались как глубоководные конусы выноса или турбидиты в бассейновой (клиноформной) части и в литорально-дельтовых условиях на шельфе. Они характеризуются значительной гетерогенностью по латерали и во многих случаях сложным строением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Качественная Т-Р кривая была построена для юрского и раннемелового (неокомского) времени для полувековых (полуярусных) и моментных (зональных) временных срезов. Последовательность сиквенсов второго и третьего порядков выявлена для всего разреза юры и неокома. Основным результатом можно сформулировать следующим образом: конфигурация Т-Р кривой отражает как

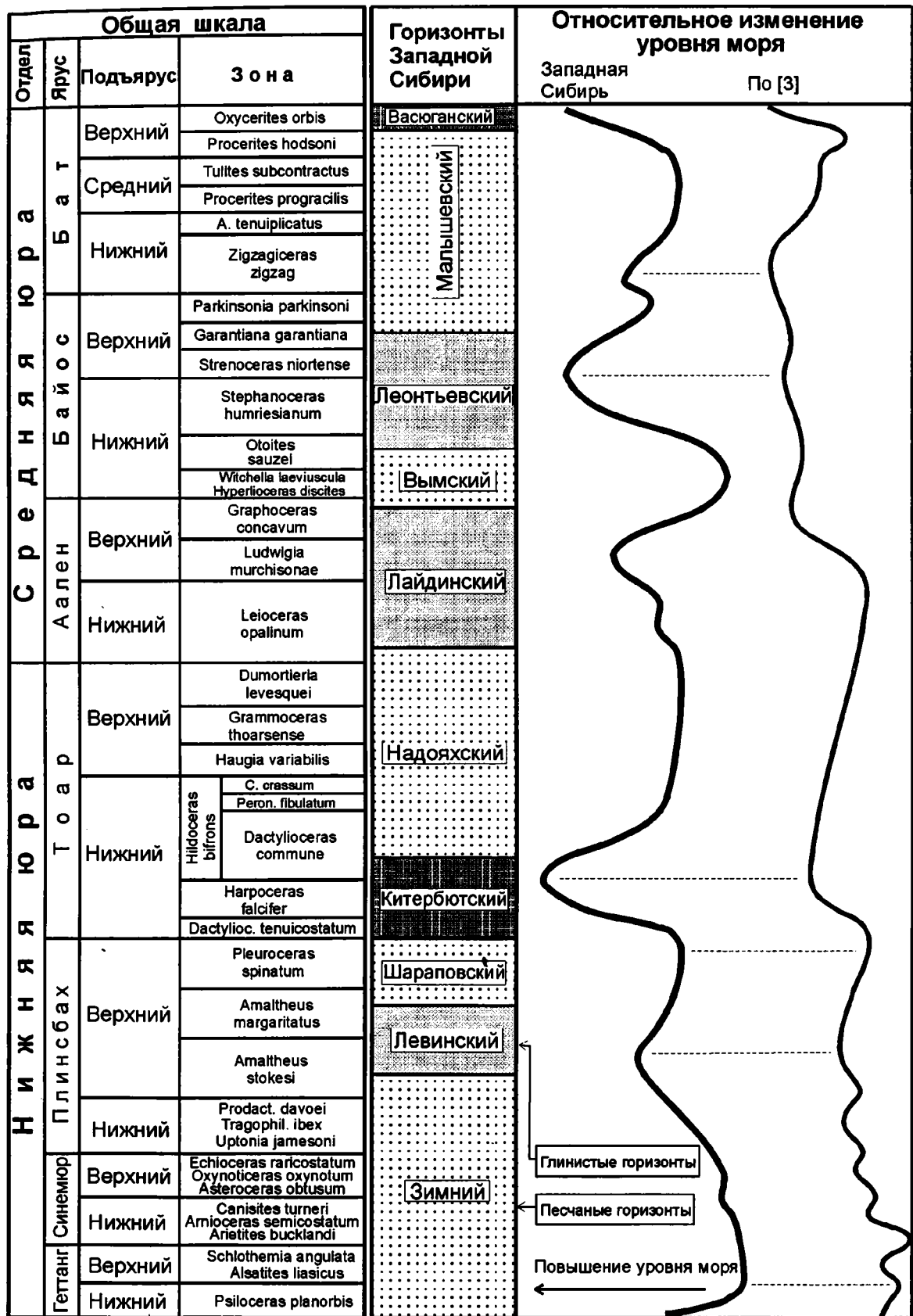


Рис. 2. Трансгрессивно-регрессивная кривая Западно-Сибирского осадочного бассейна на ранне-среднеюрском этапе.

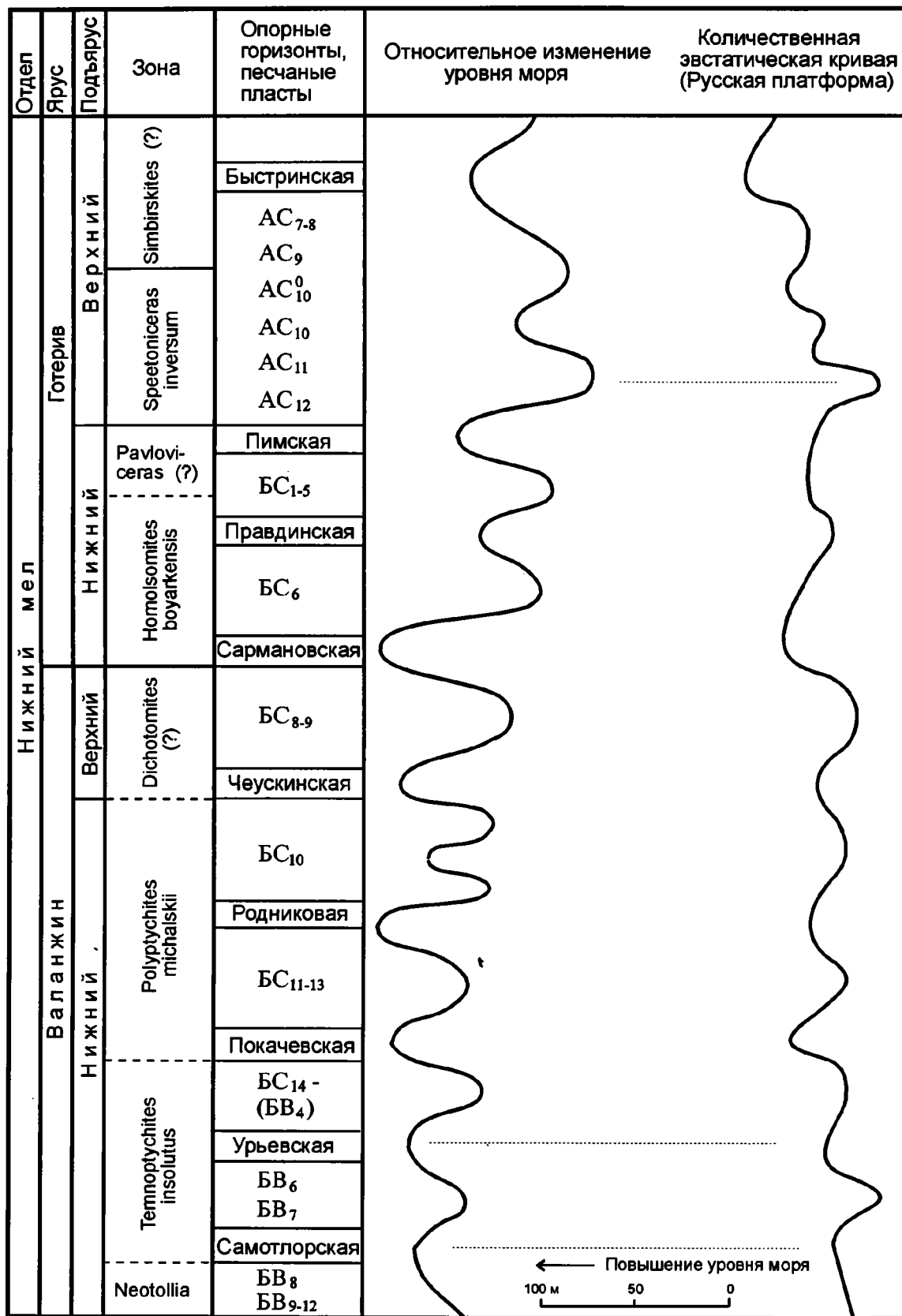


Рис. 4. Трансгрессивно-регрессивная кривая Западно-Сибирского осадочного бассейна на ранне-меловом (неокомском) этапе.

особенности регионального тектонического погружения, так и глобальные эвстатические события. На некоторых интервалах (например, в нижней юре и неокоме) кривая обладает прогностической ценностью и в этом качестве может быть использована в комбинации с биостратиграфическими шкалами для детальной (зональной) панбореальной корреляции разрезов.

Детальная корреляция пластов неокома толщиной от 2—3 м и более помогла в интерпретации геометрии осадочных тел, которые имеют клиноформное строение. Изучение береговых налеганий, устанавливаемых на временных разрезах, позволило дать предварительную количественную оценку амплитуды Т-Р событий.

Описание Т-Р кривых. На основе анализа закономерной смены горизонтов разного вещественного состава в юрском периоде и неокоме выделено 19 значимых Т-Р циклов разного порядка. В ранней юре установлено 2 Т-Р цикла, по-видимому, второго порядка, в средней — 3 цикла также второго порядка (рис. 2), в поздней — 4 (рис. 3), в неокоме (=бореальные берриас, валанжин и готерив) — 10 циклов третьего порядка (рис. 4). Таким образом, во времени прослеживается возрастание частоты значимых Т-Р событий. Это заключение следует рассматривать как предварительное, учитывая менее детальную изученность толщ раннесреднеюрского возраста. Сравнение характера кривых по эпохам показывает, что на ранне- и среднеюрском этапах они менее закономерны, чем на более поздних — позднеюрском и раннемеловом. Два наиболее крупных раннеюрских трансгрессивных события: левинское и китербютское, по-видимому, слабо отличаются друг от друга временным масштабом. Однако китербютское Т-событие, несколько более продолжительное во времени, ярче выражено в пространстве. Его следы хорошо прослеживаются почти на всей территории Западно-Сибирской плиты и установлены на севере Восточной Сибири, в то время как левинское уверенно фиксируется лишь в центральных частях и на севере плиты. Аналогичные китербютского Т-события в виде сланцевых, нередко черносланцевых, толщ раннеюрского возраста прослеживаются за пределами Сибири по всему Северному полушарию: в Западной Европе — на юге Германии, во Франции, в Северном море [46] и в Северной Америке — в Канаде и на севере Аляски [47]. В начале и конце раннеюрской эпохи выделяются интервалы относительно долговременных изменений уровня бассейна, хотя региональный трансгрессивный тренд хорошо виден с самого начала периода (см. рис. 2).

В средней юре заметна тенденция к увеличению масштаба трансгрессий от лайдинской (аален), через леонтьевскую (байос) и до ранневасюганской (поздний бат—ранний келловей). Все три среднеюрских трансгрессивных акта состоялись на фоне постепенно развивавшейся региональной трансгрессии. Есть основание считать, что проникновение перитетических аммонитов рода (*Kosmoceras*) было связано с кратковременной трансгрессией в среднем келловее.

В поздней юре на васюганском этапе (оксфорд) установлены следы трех Т-Р событий (см. рис. 3). Наиболее широкая и долговременная трансгрессия отмечена на границе келловей и оксфорда. На территории Западной Сибири она охватила более 2 млн км². На границе раннего и среднего оксфорда отмечается значительная регрессия, результат которой фиксируется межугольной толщей в основании среднего оксфорда. Максимум трансгрессии приходится на конец юрского периода, когда в волжском веке, морские воды покрыли более 3 млн км². В Широком Приобье конденсированный горизонт как свидетельство TST/HST наблюдается в основании средневолжского подъяруса. Следы кимериджско-волжской трансгрессии в виде черносланцевых высокобитуминозных толщ установлены на большой территории в Северном полушарии: на побережье моря Лаптевых [18, 48], на карском и баренцевоморском шельфах [49—51], на Земле Франца-Иосифа и Шпицбергене [52], на севере Скандинавии [53], в Северном море, в Южной Англии [54, 55] и на севере Гренландии (Земли Пири) [56].

В неокоме следы Т-Р событий фиксируются чередованием глинистых пачек с песчаными пластами (см. рис. 4). Наиболее частые колебания (от 2 до 3-х колебаний в течение зонального момента) отмечаются в раннем валанжине. В позднем валанжине и готериве темпы колебаний третьего порядка снижаются до одного на зональный момент.

Корреляция Т-Р кривой Западной Сибири и кривой эвстатики. При сравнении характера Т-Р кривой Западной Сибири и кривой эвстатики Мирового океана по временным уровням устанавливается определенная корреляция этих кривых, что позволяет сделать вывод относительно природы Т-Р кривой в юре и раннем мелу Западной Сибири. Для поздней юры и раннего мела использована кривая, построенная по материалам Русской и Сибирской платформ [12]. Для ранней и средней юры в качестве стандартной кривой эвстатики взята кривая Б. Хака, Р. Вейла и Ю. Харденбола [3]. Как можно видеть, обе кривые имеют в целом хорошую корреляцию (см. рис. 2). Совпадения в характере кривых отмечаются для самого начала юры, для левинского и китербютского Т-Р событий. Слабая корреляция отмечена для леонтьевского Т-события. Очень хорошо коррелируется эвстатический подъем в раннем келловее со среднеюрским ранневасюганским Т-событием, подъем на границе келловей и оксфорда с обширной трансгрессией в конце ранневасюганского времени в Западной Сибири, которая сменяется не менее значительной регрессией на границе раннего и среднего

оксфорда. Таким образом, в оксфорде по обоим кривым отмечается практически полное совпадение Т-Р событий с эвстатической кривой, построенной по материалам разрезов Русской платформы [12, 57] (см. рис. 3). Очевидного совпадения нет только в кимеридже и волжском веке, что является следствием регионального тектонического погружения Западно-Сибирской плиты в конце юры и самом начале мела.

Хорошее совпадение „хода“ кривых наблюдается в неокоме (см. рис. 4). Так, из 6 установленных в валанжине Западной Сибири циклов — 5 совпадают с выделенными по кривой на севере Сибирской платформы [12]. Их совпадение во времени подтверждается позонной корреляцией по аммонитам. По данным М. Мики (устное сообщение), близкое число (9) циклов в том же стратиграфическом диапазоне (валанжин—готерив) устанавливается в результате Т-Р интерпретации разреза песчано-глинистых сиквенсов нижнего неокома на севере Аляски. Таким образом, валанжинский интервал кривой, как и отдельные стратиграфические интервалы в юре после последующей проверки и проработки, могут быть рекомендованы как дополнительные методы детальной межрегиональной корреляции, по крайней мере, в пределах Арктики.

Природа Т-Р кривой Западно-Сибирского осадочного бассейна. Описанные многочисленные совпадения в характере Т-Р кривой и кривой эвстатике не являются, конечно, случайными. Они свидетельствуют о единой природе описанных явлений. Поскольку кривые построены на материале пассивных окраин (Северная Атлантика) и стабильных кратонов (Русская и Сибирская платформы), то они в полной мере отражают эвстатический эффект. Стало быть и те интервалы юрской и раннемеловой Т-Р кривой Западной Сибири, которые совпадают или четко коррелируются с кривой эвстатике Мирового океана, также отражают влияние глобальных эвстатических процессов. Таким образом, можно предполагать, что режим осадконакопления на территории Западно-Сибирского бассейна в течение юрского периода, за исключением кимериджского и волжского веков, и в неокоме в значительной мере контролировался колебаниями уровня Мирового океана, т. е. эвстатикой. Однако не все Т-Р эпизоды могут быть связаны с эвстатикой. Наиболее яркое несовпадение кривых, отмеченное для конца юрского периода, можно объяснить региональным тектоническим погружением. Но даже этот эпизод погружения Западно-Сибирской плиты сопровождался подъемом вод, по крайней мере, в пределах Северной Атлантики, поскольку черносланцевый клин кимериджского и волжского возраста широко распространен в западном направлении: на Карской и Баренцевоморской плитах, в Северном море и его обрамлении, на Земле Франца Иосифа и Шпицбергене и севере Гренландии (Земля Пири), а также к востоку от Западной Сибири до побережья моря Лаптевых [18]. Как правило, эти отложения на указанной территории углеродистые. Любопытно, что повышенная углеродистость отмечается в среднетитонской толще нефтеносного бассейна Мендосы и Неукена Аргентины [58]. В других случаях, например китербютский и леонтьевский эпизоды, региональное погружение совпало с эвстатическим подъемом, усилив трансгрессивный эффект (см. рис. 2).

ВЫВОДЫ

Главный результат исследования представлен Т-Р кривой, впервые построенной на высокоразрешающей хроностратиграфической основе для всего юрского и нижней части неокомского интервалов Западно-Сибирского седиментационного бассейна. Сравнительный анализ этой кривой и количественной эвстатической кривой, ранее построенной по данным с Русской платформы и отдельных разрезов севера Средней Сибири, позволил определить западно-сибирские Т-Р события, при которых эвстатика играла существенную роль. В интервале юра—неоком выделено 19 значимых Т-Р событий: 2 — в ранней юре, 3 — в средней, 4 — в поздней и 10 — в неокоме. Очевидное возрастание частоты колебаний уровня моря во времени отчасти объясняется сокращением времени регрессивного „плеча“ циклов. Большая часть Т-Р циклов хорошо коррелируется с кривыми эвстатике. Следы значимых Т-Р событий в юрской и неокомской толще Западной Сибири нередко прослеживаются за ее пределами, как в соседних регионах, так и на других континентах Северного полушария. К таким относятся: китербютское Т-событие (ранний тоар), вымско-леонтьевское Т-Р событие (байос), средневазюганское Р-событие (средний оксфорд), баженовское Т-событие (поздний кимеридж—волжский век) и 5 Т-Р событий в валанжине. Предпринята попытка предварительного секвентно-стратиграфического анализа нефтегазоносной юрской и неокомской толщи Западно-Сибирского осадочного бассейна. Вся толща расчленена на системные тракты второго и третьего порядка, что позволило преодолеть некоторые противоречия между ныне существующими стратиграфическими и седиментационными моделями.

Работа выполнена при поддержке Национального научного фонда США (грант USA NSF EAR 9614752).

ЛИТЕРАТУРА

1. Dott R. An introduction to the Ups and Downs of Eustasy. Eustasy: The Histiroical Ups and Downs of a Major Geological Concept. Boulder // Geol. Soc. Amer. Mem. 1992, v 180, p. 1—16.
2. Hallam A. Phanerozoic Sea Level Changes. N.Y., Columbia, 1992, 266 p.
3. Haq B. U., Hardenbol J., Vail P. R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change // Sea-Level Changes: An Integrated Approach. Tulsa, The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988, spec. publ. № 42, p. 71—108.
4. Posamentier H. W., Vail P. R. Eustatic controls on clastic deposition II-Sequence and systems tract models // Ibid, p. 125—154.
5. Артюшков Е. В., Линдстрем М., Попов Л. Е. О природе трансгрессий и регрессий в Балтийском палеобассейне в кембрии и начале ордовика // Докл. РАН, 1997, т. 357, № 5, с. 657—661.
6. Яншин А. Л. О так называемых глобальных трансгрессиях и регрессиях // Бюл. МОИП. Отд. геол., 1973, т. 48, № 2, с. 9—45.
7. Jeletzky J. A. Causes of Cretaceous oscillations of sea level in Western and Arctic Canada and some general geotectonic implications // Palaeont. Soc. Japan, 1977, spec. pap. № 21, p. 233—246.
8. Miall A. D. Exxon global cycle chart: an event for every occasion? // Geology, 1992, v. 20, p. 787—790.
9. Feeley M. H., T. C. Moore J., Loutit T. S., Bryant W. R. Sequence stratigraphy of Mississippi fan related to oxygen isotope sea level index // AAPG, 1990, v. 74, p. 407—424.
10. Carter R., Abbott S., Fulthorpe C. et al. Application of global sea level and sequence stratigraphic models in southern hemisphere Neogene strata from New Zealand // Sedimentation, Tectonics and Eustasy. Oxford, U.K., Inter. Assoc. Sedimentol., 1991, spec. publ. 12, p. 41—65.
11. Mitchum R. M., Sangree J. B., Vail P. R., Wornardt W. W. Recognizing sequences and systems tracts from well-logs, seismic data, and biostratigraphy: examples from the Late Cenozoic // Siliciclastic sequence stratigraphy: recent developments and applications. Tulsa, AAPG, AAPG Mem., 1993, v. 58, p. 163—198.
12. Sahagian D. L., Pinous O., Olfieriev A., Zakharov V. Eustatic curve for the Middle Jurassic-Cretaceous based on Russian platform and Siberian stratigraphy: Zonal resolution // AAPG Bull., 1996, v. 80, № 9, p. 1433—1458.
13. Norris M., Hallam A. Facies variations across the Midle-Upper Jurassic boundary in western Europe and the relationship to sea-level changes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1995, v. 116, № 3—4, p. 189—245.
14. Sahagian D. L., Watts A. B. Introduction to the special volume on measurement, causes and consequences of long term sea level changes // J. Geophys. Res., 1991, v. 96, p. 6585—6590.
15. Sahagian D., Pinous O., Zakharov V., Levchuk M. Quantified eustatic hystory for Bajocian (Mid Jurassic) through Santonian (Upper Cretaceous): preliminary application to the Upper Jurassic-Neocomian strata of the West Siberian Basin // GSA Annual meeting, Abstracts with programs, 1995, v. 27, № 6, p. 178.
16. Бладучан Ю. В. Биостратиграфические аспекты верхнеюрских отложений Западной Сибири // Биостратиграфия мезозоя Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1987, с. 34—44.
17. Бладучан Ю. В. Биостратиграфические предпосылки сопоставления неокомских отложений центральной части Западно-Сибирской равнины // Стратиграфия и фации фанерозоя Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1982, с. 5—20 (Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 169).
18. Палеогеография севера СССР в юрском периоде. Новосибирск, Наука, 1983, 188 с.
19. Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. М., Недра, 1990, т. 1, 286 с.; т. 2, 359 с.
20. Нежданов А. А., Корнев В. А. Комплексное обоснование корреляции продуктивных пластов неокома Сургутского и Нижневартовского нефтегазоносных районов // Выделение и корреляция основных стратонов мезозоя Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1984, с. 84—96 (Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 188).
21. Нежданов А. А. Маркирующие горизонты в продуктивных отложениях мезозоя Западной Сибири // Там же с. 97—106.
22. Конторович А. Э., Андрусевич В. Е., Афанасьев С. А. и др. Геология и условия формирования гигантской Талинской зоны газонефтенакопления в континентальных отложениях нижней юры (Западная Сибирь) // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 6, с. 5—28.
23. Конторович А. Э., Ильина В. И., Москвин В. И. и др. Опорный разрез и нефтегазогенерационный потенциал отложений нижней юры Нюрольского осадочного суббассейна (Западно-Сибирская плита) // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 6, с. 110—126.

24. Шурыгин Б. Н., Никитенко Б. Л., Ильина В. И., Москвин В. И. Проблемы стратиграфии нижней и средней юры юго-востока Западной Сибири // Геология и геофизика, 1995, т. 36, № 11, с. 34—51.
25. Van Wagoner J. C., Posamentier H. W., Mitchum R. M. et al. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions // *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*. Tulsa, The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988, v. 42, p. 39—45.
26. Emery D., Myers K. *Sequence stratigraphy*. Cambridge, Blackwell Science, 1996, 297 p.
27. Казаринов В. П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М., Гостоптехиздат, 1958, 324 с.
28. Карогодин Ю. Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. М., Недра, 1974, 176 с.
29. Карогодин Ю. Н., Ершов С. В., Сафонов В. С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литмологический аспект. Новосибирск, Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996, 252 с.
30. Контрович А. Э., Нестеров И. И., Салманов Ф. К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М., Недра, 1975, 679 с.
31. Нестеров И. И., Ясович Г. С. Влияние колебаний уровня Мирового океана на особенности мезозойского осадконакопления Западно-Сибирской равнины // Пути повышения эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в Тюменской области. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1976, с. 39—40 (Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 110).
32. Гогоненков Г. Н., Михайлов Ю. А., Элманович С. С. Неокомские клиноформы Западной Сибири по данным сейсморазведки // Геология нефти и газа, 1988, № 1, с. 22—30.
33. Нежданов А. А. Теоретические проблемы седиментационной цикличности // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. Новосибирск, Наука, 1990, с. 80—108.
34. Павлова Т., Смирнов О. Имитационное моделирование процесса формирования песчаных тел неокомского разреза Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1993, № 9, с. 21—24.
35. Левчук М. А. Литология и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангского прогиба. Новосибирск, Наука, 1985, 165 с.
36. Захаров В. А., Бейзель А. Л., Лебедева Н. К., Хоментовский О. В. Свидетельства эвстатики Мирового океана в нижнем мелу на севере Сибири // Геология и геофизика, 1991, № 8, с. 8—15.
37. Гурари Ф. Г., Будников И. В., Девятов В. П. и др. Стратиграфия и палеогеография ранней и средней юры Западно-Сибирской плиты // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1988, с. 60—75.
38. Девятов В. П. Битуминовые глины нижнего тоара Сибири // Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1987, с. 116—124.
39. Девятов В. П., Казаков А. М., Касаткина Г. В. и др. Проблемы стратиграфии нижней и средней юры Западной Сибири // Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 12, с. 3—17.
40. Loutit T. S., Hardenbol J., Vail P. R. Condensed sections: The key to age determination and correlation of continental margin sequences // *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*. Tulsa, The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988, v. 42, p. 183—213.
41. Сакс В. Н., Ронкина З. З., Шульгина Н. И. и др. Стратиграфия юрской и меловой систем севера СССР. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1963, 227 с.
42. Решения V Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, Тюмень, 1990 г. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1991, 54 с.
43. Белозеров В. Б., Брылина Н. А., Даненберг Е. Е. Литостратиграфия отложений васюганской свиты юго-востока Западно-Сибирской плиты // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1988, с. 75—82.
44. Наумов А. Л. К методике реконструкции рельефа дна Западно-Сибирского раннемелового бассейна // Геология и геофизика, 1977, № 10, с. 38—47.
45. Мкртчян О. М., Трусов Л. Л., Белкин Н. М., Дегтев В. А. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири. М., Наука, 1987, 128 с.
46. Jenkyns H. C. The Early Toarcian (Jurassic) anoxic event: stratigraphic, sedimentary, and geochemical evidence // *Amer. J. Sci.*, 1988, v. 288, p. 101—151.
47. Frebold H. The Jurassic system in Northern Canada // *Trans. Roy. Soc. Canada*, 1958, Ser. 3, Sec. 4, p. 27—37.
48. Захаров В. А., Юдовный Е. Г. Условия осадконакопления и существования фауны в раннемеловом море Хатангской впадины // Тр. ИГГ, вып. 80. М., Наука, 1974, с. 127—174.
49. Басов В. А., Ронкина З. З. Граница юры и мела на шельфах Северной Европы: стратиграфический и палеогеографический аспекты // Стратиграфия и палеонтология мезокайнозоя Советской Арктики. Л., ПГО „Севморгеология“, 1990, с. 6—13.

50. Kelly R. A. Jurassic through Cretaceous stratigraphy of the Barents shelf // Geological evolution of the Barents Shelf Region. Graham & Trotman, 1988, p. 109—130.
51. Gavshyn V. M., Zakharov V. A. Geochemistry of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Bazhenov Formation, West Siberia // Econ. Geol., 1996, v. 91, p. 122—133.
52. Пчелина Т. М. Стратиграфия и особенности вещественного состава мезозойских отложений центральной части Западного Шпицбергена // Материалы по геологии Шпицбергена. Л., НИИИГА, 1965, с. 127—148.
53. Zakharov V. A., Surlyk F., Dalland A. Upper Jurassic-Lower Cretaceous *Buchia* from Andoy, Northern Norway // Norsk Geol. Tids. Oslo, 1981, v. 61, p. 261—269.
54. Herngreen G. F. W., Wong Th. E. Revision of the „Late Jurassic“ stratigraphy of the Dutch Central North Sea Graben // Kluwer Ac. Publ., Dordrecht.-Geol. en Mijnbouw, 1989, v. 68, p. 73—105.
55. Miller R. G. A paleoceanographic approach to the Kimmeridge Clay Formation // Deposition of organic Facies, 1992, p. 13—26.
56. Hakansson E., Birkelund T., Piasecki S., Zakharov V. Jurassic-Cretaceous boundary strata of the extreme Arctic (Peary Land, North Greenland) // Bull. Geol. Soc. Denmark, 1981, v. 30, p. 11—42.
57. Sahagian D. L., Pinous O. V., Shurygin B. N. Application of high resolution sequence stratigraphy and a Quantified Eustatic Curve to Mid-Upper Jurassic productive units of the Nyurolskaya Depression, West Siberia, Russia // AAPG Annual Meeting: Abstr. Prog., 1997, p. A100.
58. Zambrano J. J. Distribucion y evolucion de las cuencas sedimentarias en el continente Sudamericano durante el Jurasico y el Cretacico // Cuencas sedimentarias del Jurasico y Cretacico de America del Sur. Buenos Aires, 1981, p. 9—44.

Рекомендована к печати 7 апреля 1998 г.
А. Э. Конторовичем

Поступила в редакцию
2 марта 1998 г.