

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И УРОВНИ СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

С. О. Зорина*, А. В. Жабин**

* Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых»

** Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 16 июня 2010 г.

Аннотация. В статье представлен обзор состояния секвенс-стратиграфических исследований в России и за рубежом. Предложено их ранжирование по направлениям – региональному тектоно-эвстатическому (практическому) и глобально-эвстатическому (фундаментальному). Обоснована необходимость дифференциации тектоно-эвстатических исследований по уровням территориального охвата на региональные и локальные. Показано, что основные проблемы секвенс-стратиграфии заключаются в наложении результатов разноуровневых исследований друг на друга, что приводит к неверным выводам и построениям. Предложены методические подходы к проведению секвенс-стратиграфических исследований в условиях эпиконтинентальных бассейнов, широко распространенных на территории России.

Ключевые слова: секвенс-стратиграфия, глобальная эвстазия, региональная эпейрогеня, эвстатическая кривая, пассивная континентальная окраина, эпиконтинентальный бассейн, фации.

Abstract. This article provides an overview of studies in sequence stratigraphy in Russia and abroad. It is shown the basic directions and problems of sequence stratigraphy, consisting on the imposition of different levels of study at each other, which leads to incorrect conclusions and constructions. Methodological approaches to conducting these studies in epicontinental basins, widespread in Russia are proposed. It is noted that there is an extremely small volume of sequence stratigraphic studies in our country, whereas they are widely used all over the world in geological practice for research of sections and sedimentary basins. That is helping the researcher to be closer to understanding the spatiotemporal changes of paleoenvironments and facies.

Key words: sequence stratigraphy, global eustasy, regional epeirogeny, eustatic curve, passive continental margin, epicontinental basin, facies

Введение

Секвенс-стратиграфия (от англ. «Sequence Stratigraphy») широко применяется в научных и прикладных геологических исследованиях как метод литолого-стратиграфического анализа, позволяющий значительно улучшить понимание условий накопления и сохранения осадочных отложений в бассейнах осадконакопления.

Введение в мировую геологическую практику секвенс-стратиграфического метода полностью обновило геологическое мышление и методы стратиграфического анализа. С широким привлечением традиционных био-, лито-, хемо-, магнитостратиграфических методов новый подход позволил реконструировать временную последова-

тельность процессов осадконакопления, а также прогнозировать фациальный состав отложений на неисследованных территориях.

Базируясь на разнообразных и многочисленных источниках первичной геологической информации, секвенс-стратиграфия заполняет пробелы, существующие между седиментологией, фациальным анализом и стратиграфией (рис. 1) [1].

Секвенс-стратиграфические исследования за рубежом

Секвенс-стратиграфия как научное направление появилась в 70-е гг. XX в. на базе интенсивно развивавшейся сейсмической стратиграфии.

В 1977 г. Петером Вейлом с коллегами из исследовательской группы компании Exxon (США) была опубликована новая технология интерпре-



Рис. 1. Секвенс-стратиграфия в контексте междисциплинарных исследований (по [1])

тации сейсмических профилей, согласно которой предполагалось соответствие отражающих горизонтов, выявленных на акустических профилях, изохронным границам несогласий или поверхностям напластования [2]. Было установлено, что такие несогласия легко распознаются в морских сейсмических разрезах и, как ранее предполагалось [3–8], являются последствиями глобальных эвстатических колебаний.

Термин «секвенция» (= «секвенс», = «секвент», от англ. «sequence») был предложен Лоуренсом Слоссом с соавторами [5] для обозначения стратона, ограниченного поверхностями несогласий. Определение секвенции впоследствии уточнялось Р. М. Митчумом [9] и Я. Харденболом с коллегами [10], в результате чего секвенция была охарактеризована как относительно согласная последовательность генетически связанных слоев, ограниченных поверхностями несогласий или скоррелированных с ними согласными поверхностями. Л. Л. Слоссом подчеркивалась

важность секвенс-стратиграфического подхода не только при анализе сейсмических материалов, но и при расчленении и корреляции частных геологических разрезов. Практическое воплощение эти выводы нашли в секвентировании палеозойского разреза внутреннего кратона Северной Америки, где Л. Л. Слоссом было выделено 6 секвенций [11].

Толчок развитию секвенс-стратиграфии как самостоятельной научной дисциплины дала сейсмическая стратиграфия. Достаточно быстро основные положения нового метода стали подтверждаться огромным количеством фактических данных, полученных при бурении и изучении обнажений в различных регионах мира [12–14].

Секвенс-стратиграфический метод анализа сейсмических данных оказался практически столь же революционным, что и предложенная в 60-е гг. XX в. теория тектоники плит [15]. В работе П. Р. Вейла и его коллег [2] помимо концепции сейсмической стратиграфии была опубликована

глобальная циклостратиграфическая шкала, основанная на положении о признании эвстазии главной движущей силой при формировании стратиграфической цикличности всех уровней.

По мнению одного из классиков секвенс-стратиграфии Октавиана Катуняну [1], стратиграфические построения, выполненные с учетом глобальной циклостратиграфической шкалы, позволяют составить более реальное представление о временном геологическом разрезе, чем при составлении такого разреза с использованием традиционных хроностратиграфических датировок.

С постулатом о доминировании глобальной эвстазии в процессах осадконакопления были категорически несогласны сторонники тектонических механизмов осадкообразования [16–22]. Главным минусом обеих научных школ периода 80-х – начала 90-х гг. прошлого века была признана неверная первичная интерпретация важнейших процессов, контролирующих осадконакопление, а также игнорирование возможности воздействия процессов иной природы.

Позитивный поворот в секвенс-стратиграфии произошел при переключении акцента на *относительные* изменения уровня моря [1]. В связи с этим значительный объем исследований был посвящен моделированию фациальных обстановок, возникающих при совместном воздействии основных осадкообразующих процессов – эвстазии, эпейрогении и динамики поступления осадочного вещества [1; 12–14, 23–25].

Представляется, что дальнейшая реализация концепции секвенс-стратиграфии должна происходить в двух взаимосвязанных направлениях.

Первое – *региональное тектоно-эвстатическое (практическое) направление* – включает детальный секвенс-стратиграфический анализ сейсмических разрезов, естественных обнажений, разрезов скважин, сводных разрезов, составленных по отдельным территориям, структурно-геологическим зонам, осадочным бассейнам, с выделением секвенций разных порядков, системных трактов и стратиграфических поверхностей, построением кривых относительного изменения уровня моря и фациальных моделей, характеризующих разные варианты баланса между эвстазией, тектоникой и привносом осадочного материала.

Важнейшей задачей данного направления исследований является локализация залежей углеводородов и минеральных ресурсов. Оно получило

самое широкое распространение в среде стратиграфов и седиментологов по всему миру.

Сложившиеся за многолетний период геологического изучения представления об условиях формирования и эволюции древних и современных осадочных бассейнов были существенно скорректированы за счет массового выявления эвстатических сигналов в осадочных разрезах. Новое понимание строения и формирования отдельных месторождений и крупных осадочных бассейнов было визуализировано в секвенс-стратиграфических пространственно-временных 3D-моделях [26–28]. Во многих случаях это явилось прорывом в объяснении генезиса седиментационных объектов и их групп.

Второе – *глобально-эвстатическое (фундаментальное) направление* – заключается в проведении процедуры актуализации глобальной эвстатической кривой, хроностратиграфической калибровки глобальных эвстатических событий, регистрации глобальных эвстатических сигналов в осадочных бассейнах мира, стандартизации понятийной базы.

Данное направление получило свое развитие в исследованиях Билала Хака с соавторами [29; 30] и Энтони Хэллеме [31; 32], построения которых были основаны на разном фактическом материале и, что вполне естественно, приводили к разным результатам [33; 34].

Широкомасштабное применение глобальных эвстатических кривых и циклостратиграфических шкал в производственных и научных целях требовало перманентного увеличения хроностратиграфической точности выделенных циклов. Для решения данной задачи Б. Хаком с коллегами [29] был использован полученный к тому времени обширный материал по детальному стратиграфическому изучению мезозойских разрезов – потенциальных кандидатов в глобальные стратотипы ярусных границ. Кривые Б. Хака, опубликованные в 1987 г., получили признание и подтверждение по всему миру и были востребованы исследователями более 20 лет.

Построения Б. Хака с соавторами [29; 30] были значительно дополнены при реализации крупного проекта по секвенс-стратиграфии Европейских бассейнов («Sequence Stratigraphy of European Basins Project»). Целью работ, стоящей перед группой исследователей под руководством Я. Харденбола [10], было составление обобщенной временной последовательности секвенционных границ для мезозоя и кайнозоя. Результатом

данного проекта явилось комплексирование и сопоставление био-, магнито-, хемо- и цикло-стратиграфических материалов, опубликованных к тому времени, и сведение их в единую секвенс-хроностратиграфическую схему [35; 36].

В начале XXI в. значительный вклад в развитие секвенс-стратиграфии был сделан исследователями из компании Neflex Petroleum Consultants Ltd. В 2004 г. была опубликована статья Питера Шарланда с соавторами [37], посвященная хроно-секвенс-стратиграфии Аравийской плиты, дополняющая и ревизирующая более раннюю работу этой же направленности [38]. Выделенные авторами в фанерозойских осадочных толщах Аравии поверхности максимумов трансгрессий и границы секвенций прослеживаются глобально и коррелируются на уровне биозон [39].

В 2005 г. Б. Хаком и А. Аль-Катани была опубликована циклостратиграфическая шкала Аравии, охватывающая временной интервал с кембрия по неоген [40]. В данной работе приведены не только региональные кривые колебаний уровня моря и соответствующие им системные тракты, составляющие генерализованный разрез Аравии, но и вновь откалиброванная глобальная эвстатическая кривая. Авторами сделан важнейший вывод о сходстве и различии региональных и глобальных кривых в отдельные интервалы геологического времени. Сходство трендов кривых, установленное в кембрии, раннем силуре и средней юре, по мнению авторов, свидетельствует о доминировании глобальной эвстатии над тектонической активностью Аравийской платформы. Новая циклостратиграфическая шкала Аравии и глобальная эвстатическая кривая построены на самой современной (на то время) хроностратиграфической основе – Шкале геологического времени – 2004 [41].

Причины глобальной эвстатии большинством исследователей связываются с увеличением объема воды в Мировом океане, вызванным возрастанием активности плейттектоники и нижнемантийного апвеллинга [42–45]. Широко распространена и иная – гляциоэвстатическая – концепция, предложенная и активно продвигаемая группой Кеннета Миллера. В ее основу положен тезис о значительно меньших объемах продуцирования океанической коры, чем предполагается в большинстве публикаций, а колебания глобального уровня моря связываются с периодическими изменениями объемов полярных льдов [46]. Глобальная эвстатичес-

кая кривая, построенная на основе концепции гляциоэвстатии за последние 100 млн лет, была опубликована в 2005 г. [47]. В основу исследований положен буровой и биостратиграфический материал, полученный на пассивной континентальной окраине Северной Америки в районе Нью-Джерси.

Количественные оценки глобального уровня моря, изложенные в публикациях Б. Хака и К. Миллера [40; 47], достаточно существенно различаются. Попытка выяснения причин этих разногласий была предпринята Дитмаром Мюллером с соавторами [48], которые свели в одну схему эвстатические кривые Б. Хака, К. Миллера и ряда других авторов и дали собственную, отличную от всех, оценку изменения глобального уровня моря. Выводы Д. Мюллера основаны на идее о том, что пассивная окраина Нью-Джерси вовсе не была пассивной в последние 70 млн лет, как это было принято в построениях Б. Хака и К. Миллера. Моделирование топографии океанического дна по временным срезам показало погружение пассивной окраины со средней скоростью 1,5–2,5 м/млн лет, что означает занижение эвстатического уровня группой К. Миллера на величину 105–180 м. Группой Д. Мюллера сделан вывод о завышении глобального уровня моря Б. Хаком и А. Аль-Катани [48].

В эвстатической кривой Д. Мюллера, таким образом, были визуализированы флуктуации уровня моря, которые в абсолютном выражении оказались промежуточными между значениями, полученными Б. Хаком и А. Аль-Катани [40] и К. Миллером с соавторами [47].

Глобальная эвстатическая кривая для палеозоя была актуализирована Б. Хаком и Р. Скуттером в 2008 г. [49]. Опубликованные ранее секвенс- и сейсмостратиграфические данные по данному интервалу разреза [2; 14; 30] были существенно дополнены интервалами оледенений и литологическими особенностями разрезов.

Понятийная база секвенс-стратиграфии стандартизировалась перманентно с момента появления метода [1]. В публикациях О. Катуняну [1; 50] содержится подробный анализ изменения определяющих дефиниций у разных исследователей. В одной из последних публикаций [51], подготовленной с участием ведущих разработчиков секвенс-стратиграфии, подводятся итог имеющихся теоретических изысканий и демонстрируется единство подхода разных научных школ к секвенс-стратиграфическим исследованиям.

Секвенс-стратиграфические исследования в России

В отечественной литературе основные положения секвенс-стратиграфии были изложены в ряде публикаций [52–60]. Главными причинами очень малого объема секвенс-стратиграфических исследований в России, по мнению С. Л. Белякова с соавторами [52], является слабая разрешающая способность сейсморазведки и ограниченное количество полигонов, где может быть применена стратиграфия седиментационных комплексов (т. е. секвенс-стратиграфия). К числу наиболее удобных полигонов данными авторами отнесены следующие: верхнеюрско-неокомская толща Западно-Сибирской плиты, олигоцен-нижнемиоценовые отложения Скифской плиты и верхнедевонско-каменноугольные клиноформы Тимано-Печорского региона.

Успешная реализация вышеобозначенного регионального тектоно-эвстатического направления секвенс-стратиграфии была продемонстрирована Н. Я. Куниным и И. Е. Сегалович [28] в публикации о результатах сейсмостратиграфического анализа северной части Западно-Сибирского бассейна. Процесс накопления нижнемеловых клиноформ Гыданской площади представлен в седиментологической и стратиграфической 3D-моделях.

Высшую степень своего развития данное направление получило в трудах Ю. Н. Карогодина – основоположника предложенного им нового научного направления – литмологии [61–63]. Ю. Н. Карогодиным разработаны системно-литмологические модели нефтегазоносных комплексов Западной Сибири, положительный прогноз по которым подтвердился открытием многочисленных месторождений нефти и газоконденсата.

В рамках первого (практического) направления секвенс-стратиграфии проведен крупный комплекс исследований, посвященных фиксации эвстатических сигналов в юрской-неокомской продуктивной толще Западно-Сибирского бассейна [64–68]. Впервые построена трансгрессивно-регрессивная кривая на высокоразрешающей хроностратиграфической основе [65], сопоставленная с глобальной эвстатической кривой Б. Хакка [30] и количественной эвстатической кривой Д. Сахагяна и М. Джонса [69].

Чуть раньше американскими исследователями были реконструированы юрские и меловые

эвстатические колебания уровня моря на Русской плите [69; 70]. Как указывают А. С. Алексеев и А. Г. Олферьев [71], построения Д. Сахагяна с коллегами основывались на опубликованном в 70-х гг. прошлого века геологическом материале по Московской синеклизе. Результаты этих работ были охарактеризованы Д. П. Найдиным и Е. Ю. Барабошкиным [72] как необоснованные, в силу тектонической нестабильности Русской плиты в мезозое и отсутствия у авторов надежного биостратиграфического каркаса.

Практически одновременно Д. П. Найдиным был выполнен секвенс-стратиграфический анализ верхнемеловых отложений востока Европейской палеобиогеографической области [60]. Им выделено 6 секвенций, разделенных перерывами, и указано на необходимость разбраковки типов перерывов по продолжительности и пространственному распространению, что позволит оценить их эвстатическую или эпайргеническую природу.

В 1996 г. исследовательской группой Д. Сахагяна в соавторстве с российскими коллегами [73] опубликована эвстатическая кривая, построенная для средней юры – мела Восточно-Европейской платформы. Реконструкция эвстатического режима была проведена на основе палеобатиметрического моделирования юрского и мелового морей для центральной части Русской плиты, разработанного В. А. Захаровым.

Подход Д. Сахагяна и его коллег к построению эвстатических кривых был положен в основу построения А. С. Алексеевым и А. Г. Олферьевым 20 количественных палеобатиметрических кривых, реконструированных по юрским отложениям различных структурно-геологических зон Восточно-Европейской платформы [73]. Авторами привлечено большое количество палеонтологически датированных разрезов, опубликованных в последние годы. Это дало возможность хроностратиграфически обосновать выделенные максимумы и минимумы на построенных палеобатиметрических кривых.

Построению эвстатических кривых для раннемеловой эпохи Русской плиты посвящены исследования Е. Ю. Барабошкина [74]; для альбского этапа – работы А. С. Алексеева с коллегами [75], Е. Ю. Барабошкина и А. С. Никульшина [76]. В основу данных эвстатических построений положены палеобатиметрические реконструкции, выполненные по микро- и макрофауне соответственно.

Влияние эпейрогенического фактора на Русской плите признано всеми исследователями, затрагивающими в своих публикациях вопросы эвстатических колебаний в палеозое–мезозое [60; 72 и др.], но задача визуализации эпейрогенического вклада до сих пор не была решена. А. Е. Шлезингером с соавторами подчеркнута важность выработки объективных приемов установления относительного изменения уровня моря с разделением эвстатической и эпейрогенической составляющей [77].

Для решения данной задачи нами были разработаны генерализованные временные модели (литолого-батиметрические, тектоно-эвстатические и эвстатические), иллюстрирующие возможные варианты литологического строения разрезов в зависимости от интенсивности и направления эпейрогенических движений [78; 79].

Апробация моделей проведена на примере сводных хроностратиграфических разрезов средне-верхнеюрских и нижнемеловых отложений востока Русской плиты [80; 81]. Показано, что при наложении глобальной эвстатической кривой [40] на хроностратиграфические схемы отчетливо проявляется доминирование либо глобальной эвстатии, либо региональной и локальной эпейрогении на различных участках платформы. Построены региональные кривые эпейрогенических и эвстатических колебаний. Первая иллюстрирует вклад вертикальных тектонических движений в совместный эвстатико-эпейрогенический результат, представленный в виде региональной эвстатической кривой. Последняя построена на основе анализа изменения пространственно-временного распространения свит и толщ и ранжирования выделенных поверхностей максимумов трансгрессий. Итогом проведенного исследования явилось секвенс-стратиграфическое расчленение рассматриваемых отложений с выделением системных трактов.

Исследованиями последних лет по оценке эвстатического и эпейрогенического вклада в относительные колебания уровня моря в средней юре – палеоцене на Русской плите доказана невозможность построения единой верифицированной эвстатической кривой для всей платформы по фактическим данным одного региона и уж тем более одного разреза. Именно высокой активностью эпейрогении на разных участках платформы обусловлена необходимость ранжирования секвенс-стратиграфических исследований на *локальные и региональные*.

В последнее время выполнен комплекс секвенс-стратиграфических исследований хроностратиграфически расчлененных мезозойских разрезов северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба на основе палеобатиметрических реконструкций по литологическим и микрофаунистическим данным, с выделением поверхностей максимумов трансгрессий и системных трактов [82; 83]. Это вышеупомянутый локальный уровень исследований.

В рамках регионального уровня предусмотрено применение тектоно-эвстатического моделирования, построение региональных эвстатических кривых и эпейрогенических кривых; секвентирование хроностратиграфически расчлененных сводных разрезов структурно-геологических зон и подзон.

Заключение

Секвенс-стратиграфические исследования в России носят спорадический характер (рис. 2). Достаточно долго понятийная база и методические подходы секвенс-стратиграфии считались непригодными для практического применения в геологических исследованиях. В настоящее время секвенс-стратиграфическим анализом охвачены практически все древние осадочные бассейны мира, что приносит ощутимую финансово-экономическую выгоду. Нельзя не учитывать, что данный метод, наряду с традиционными (био-, лито-, магнито-, хемотратиграфическими и др.) и прецизионными, включен Международной Комиссией по стратиграфии в комплекс обязательных исследований при выборе стратотипов ярусных границ.

Важным шагом на пути научной пропаганды и внедрения секвенс-стратиграфических построений в геологическую практику в России явилось проведение в последние годы специализированных совещаний: «Эвстатические колебания уровня моря в фанерозое и реакция на них морской биоты» (Москва, 13 ноября 2007 г.) и межлабораторного семинара на тему «Секвенс-стратиграфия» (Москва, 13 февраля 2008 г.) [84], на которых получили освещение многие теоретические и понятийные вопросы данного научного направления. Организаторами семинара подчеркивается, что «если не преувеличивать ее (секвенс-стратиграфии. – С. З.) возможности, а руководствоваться реалиями, можно надеяться на разумное ее использование и в будущем» [84, с. 120].

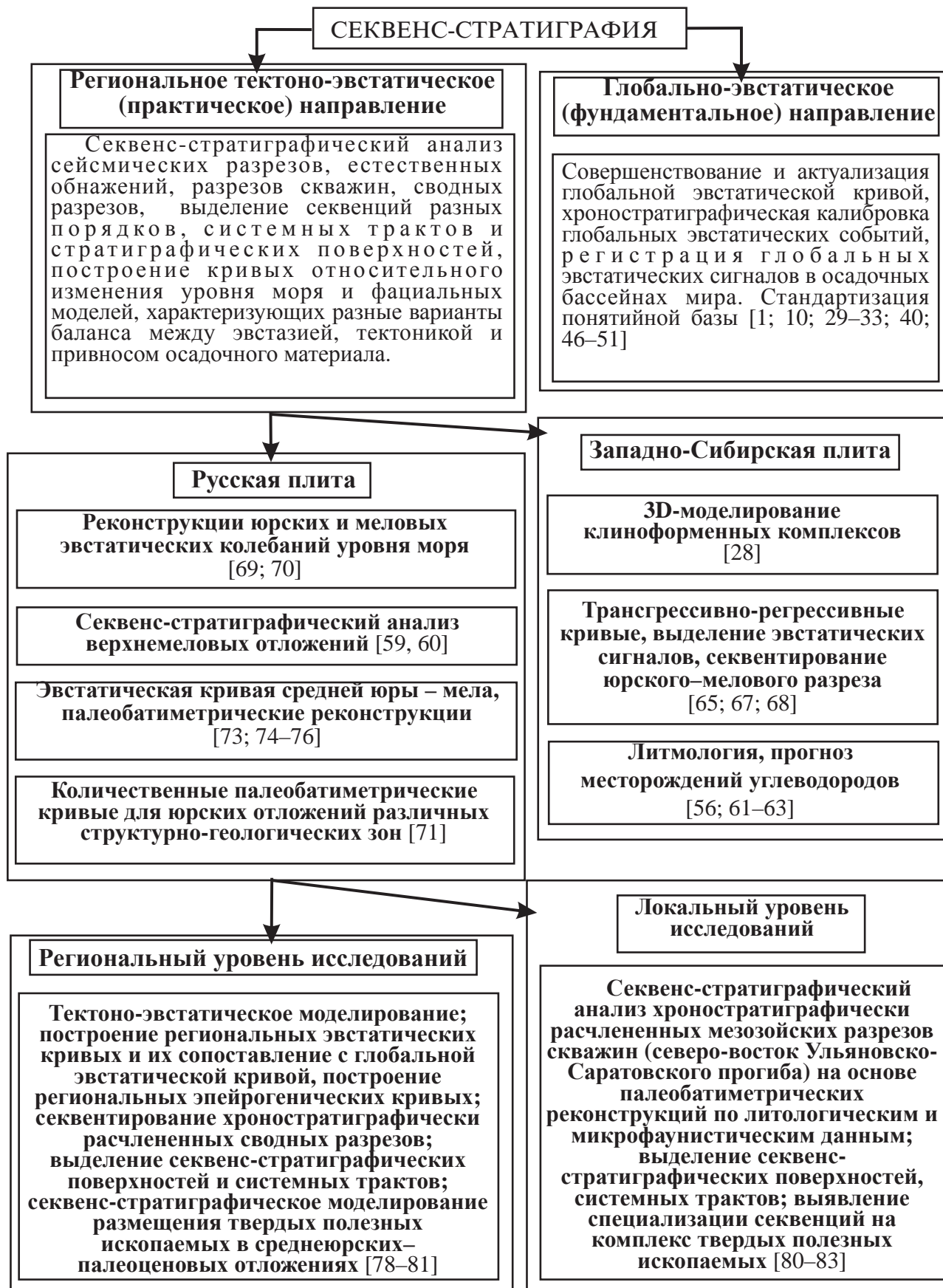


Рис. 2. Направления и уровни секвенс-стратиграфических исследований с краткой характеристикой основных результатов

ЛИТЕРАТУРА

1. *Catuneanu O.* Sequence stratigraphy of clastic systems: concepts, merits, and pitfalls / O. Catuneanu // *Journal of African Earth Sciences*. – 2002. – Vol. 35. – P. 1–43.
2. *Vail P. R.* Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 3: relative changes of sea level from coastal onlap / P. R. Vail, Jr. R. M. Mitchum, S. Thompson // *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration*. – 1977. – Vol. 26. American Association of Petroleum Geologists Memoir. – P. 63–81.
3. *Grabau A. W.* Principles of Stratigraphy / A. W. Grabau. – New York, 1913. – 1185 p.
4. *Barrell J.* Rhythms and the measurements of geological time / J. Barrell // *Geological Society of America Bulletin*. – 1917. – Vol. 28. – P. 745–904.
5. *Sloss L. L.* Integrated facies analysis / L. L. Sloss, W. C. Krumbein, E. C. Dapples // *Sedimentary Facies in Geologic History*. – 1949. – Vol. 39. Geological Society of America Memoir. – P. 91–124.
6. *Wheeler H. E.* Baselevel, lithosphere surface, and time-stratigraphy / H. E. Wheeler // *Geological Society of America Bulletin*. – 1964. – Vol. 75. – P. 599–610.
7. *Wheeler H. E.* Base level control patterns in cyclothemic sedimentation / H. E. Wheeler, H. H. Murray // *American Association of Petroleum Geologists*. – 1957. – Bulletin 41. – P. 1985–2011.
8. *Curry J. R.* Transgressions and regressions / J. R. Curry // *Papers in Marine Geology*. – Macmillan. – New York, 1964. – P. 175–203.
9. *Mitchum R. M.* Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 11: Glossary of terms used in seismic stratigraphy / R. M. Mitchum // *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration: American Association of Petroleum Geologists Memoir*. – 1977. – Vol. 26. – P. 205–212.
10. *Hardenbol J.* Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic framework of European Basins. Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins / J. Hardenbol [et al.] // *SEPM. Special Publication*. – 1998. – №. 60. – P. 3–13. – Appendix. P. 763–781. – 8 charts.
11. *Sloss L. L.* Sequence in the cratonic interior of North America / L. L. Sloss // *Geological Society of America Bulletin*. – 1963. – Vol. 74. – P. 93–114.
12. *Posamentier H. W.* Eustatic controls on clastic deposition. I. Conceptual framework / H. W. Posamentier, M. T. Jervey, P. R. Vail // *Sea Level Changes – An Integrated Approach: Tulsa*. – 1988. – Vol. 42. – P. 110–124.
13. *Posamentier H. W.* Eustatic controls on clastic deposition. II. Sequence and systems tract models / H. W. Posamentier, P. R. Vail // *Sea Level Changes – An Integrated Approach: Tulsa*. – 1988. – Vol. 42. – P. 125–154.
14. *Van Wagoner J. C.* Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies: American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series / J. C. Van Wagoner [et al.]. – 1990. – № 7. – P. 1–55.
15. *Miall A. D.* Whither stratigraphy? / A. D. Miall // *Sedimentary Geology*. – 1995. – Vol. 100. – P. 5–20.
16. *Bally A. W.* Musings over sedimentary basin evolution / A. W. Bally // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. – 1982. – A305. – P. 325–338.
17. *Miall A. D.* Exxon global cycle chart: an event for every occasion? / A. D. Miall // *Geology*. – 1992. – Vol. 20. – P. 787–790.
18. *Miall A. D.* Sequence stratigraphy as a scientific enterprise: the evolution and persistence of conflicting paradigms / A. D. Miall, C. E. Miall // *Earth-Science Reviews*. – 2001. – Vol. 54. – P. 321–348.
19. *Hubbard R. J.* Age and significance of sequence boundaries on Jurassic and Early Cretaceous rifted continental margins / R. J. Hubbard // *AAPG Bulletin*. – 1988. – Vol. 72. – P. 49–72.
20. *Sloss L. L.* Synchrony of Phanerozoic sedimentary-tectonic events of the North American craton and Russian Platform, 24th IGC, 1972 / L. L. Sloss. – Montreal. – Ser. 6. – 1973. – P. 24–32.
21. *Thorne J. R.* Seismic reflectors and unconformities at passive continental margins / J. R. Thorne, A. B. Watts // *Nature*. – 1984. – Vol. 311. – P. 365–368.
22. *Winter H. de la R.* Tectonostratigraphy, as applied to the analysis of South African Phanerozoic basins / H. de la R. Winter // *Trans. Geol. Soc. S. Afr.* – 1984. – Vol. 87. – P. 169–179.
23. *Sahagian D.* Epeirogeny of Europe and Western Asia / D. Sahagian // *Cretaceous Research*. – 1989. – Vol. 10, № 1. – P. 33–48.
24. *Sarg J. E.* Carbonate sequence stratigraphy / J. E. Sarg // *Sea Level Changes – An Integrated Approach: Tulsa*. – 1988. – Vol. 42. – P. 155–181.
25. *Williams G. D.* Tectonics and seismic sequence stratigraphy: an introduction / G. D. Williams // *Tectonics and seismic sequence stratigraphy*. – Geological Society Special Publication. – 1993. – № 71. – P. 1–13.
26. *Galloway W. E.* Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I: architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units / W. E. Galloway // *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. – 1989. – Vol. 73, № 2. – P. 125–142.
27. *Galloway W. E.* Terrigenous clastic depositional systems / W. E. Galloway, D. K. Hobday. – New York : Springer-Verlag, 1983. – 423 p.
28. *Kunin N. Ya.* A seismostratigraphic analysis of Lower Cretaceous deposits in the northern part of the West Siberian Basin / N. Ya. Kunin, I. E. Segalovich // *Sedimentary Geology*. – 1996. – Vol. 102. – Is. 1–2. – P. 23–32.
29. *Haq B. U.* Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic / B. U. Haq, J. Hardenbol, P. R. Vail // *Science*. – 1987. – Vol. 235. – P. 1156–1167.
30. *Haq B. U.* Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic cycles / B. U. Haq, J. Hardenbol, P. R. Vail // *Sea Level Changes – An Integrated Approach: Tulsa*. – 1988. – Vol. 42. – P. 71–108.

31. *Hallam A.* A review of the broad pattern of Jurassic sea-level changes and their possible causes in the light of current knowledge / A. Hallam // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2001. – Vol. 167. – P. 23–37.
32. *Hallam A.* A revised sea-level curve for the Early Jurassic / A. Hallam // *Quarterly Journal of the Geological Society of London*. – 1981. – Vol. 138. – P. 735–743.
33. *Hallam A.* A re-evaluation of Jurassic eustasy in the light of new data and the revised Exxon curve / A. Hallam // *Sea-Level Changes – An Integrated Approach*. SEPM Special Publication. – 1988. – Vol. 42. – P. 261–273.
34. *Haq B. U.* Phanerozoic sea-level changes: Anthony Hallam. Perspectives in Paleobiology and Earth History. Series 3 / B. U. Haq. – New York : Columbia University Press, N. Y., 1992. – 266 p.
35. *Gradstein F. M.* A Mesozoic time scale / F. M. Gradstein [et al.] // *Journal of Geophysical Research*. – 1994. – Vol. 99. – P. 24051–24074.
36. *Berggren W. A.* A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy / W. A. Berggren [et al.] // *Geochronology, Time scales and Global Stratigraphic Correlation*: Tulsa. – 1995. – Vol. 54. – P. 129–212.
37. *Sharland P. R.* Arabian Plate Sequence Stratigraphy – revision to SP2 / P. R. Sharland [et al.] // *Geoarabia*. – 2004. – Vol. 9, № 1. – P. 199–214. – 2 charts.
38. *Sharland P. R.* Arabian Plate Sequence Stratigraphy : Geoarabia Special publication 2 / P. R. Sharland [et al.]. – Bahrain, 2001. – 371 p.
39. *Simmons M. D.* Arabian Plate sequence stratigraphy: Potential implications for global chronostratigraphy / M. D. Simmons // *Geoarabia*. – 2007. – Vol. 12, № 4. – P. 101–130.
40. *Haq B. U.* Phanerozoic cycles of sea-level change on the Arabian Platform / B. U. Haq, A. M. Al-Qahtani // *Geoarabia*. – 2005. – Vol. 10, № 2. – P. 127–160. – 2 charts.
41. *Gradstein F. M.* A Geologic Time Scale 2004 / F. M. Gradstein [et al.]. – Cambridge : Cambridge University Press, 2004. – 589 p.
42. *Милановский Е. Е.* О корреляции фаз реорганизации кинематики литосферных плит и короткопериодных изменений уровня Мирового океана / Е. Е. Милановский [и др.] // *ДАН*. – 1992. – Т. 326, № 2. – С. 313–317.
43. *Филатова Н. И.* Меловая эволюция континентальных окраин в контексте глобальных событий / Н. И. Филатова // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. – 1998. – Т. 6, № 2. – С. 3–17.
44. *Fichter L. S.* Ancient environments and the interpretation of geologic history / L. S. Fichter, D. J. Pochy. – 3rd. ed. – New Jersey, 2001. – 309 p.
45. *Ross M. I.* Influence of plate tectonic reorganization and tectonic subsidence on the Mesozoic stratigraphy of northwestern and southeastern Australia; Implication for sequence stratigraphic analysis / M. I. Ross // *Australian Petroleum Exploration Association Journal*. – 1995. – Vol. 3. – Part 1. – P. 253–279.
46. *Miller K. G.* Tertiary Oxygen isotope synthesis, sea-level history and continental margin erosion / K. G. Miller, R. G. Fairbanks, G.S. Mountain // *Paleoceanography*. – 1987. – Vol. 2. – P. 1–19.
47. *Miller K. G.* The Phanerozoic Record of Global Sea-Level Change / K. G. Miller [et al.] // *Science*. – 2005. – Vol. 310, № 5752. – P. 1293–1298.
48. *Müller R. D.* Long-term sea-level fluctuations driven by ocean basin dynamics / R. D. Müller [et al.] // *Science*. – 2008. – Vol. 319. – P. 1357–1362.
49. *Haq B. U.* chronology of paleozoic sea-level changes / B. U. Haq, R. A. Schutter // *Science*. – 2008. – Vol. 322. – P. 64–68.
50. *Catuneanu O.* Principles of sequence stratigraphy / O. Catuneanu. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 375 p.
51. *Catuneanu O.* Towards the standartization of sequence stratigraphy / O. Catuneanu [et al.] // *Earth-Science Reviews*. – 2009. – Vol. 92. – P. 1–33.
52. *Беляков С. Л.* Стратиграфические исследования, основанные на эвстатических колебаниях / С. Л. Беляков, Ю. Б. Гладенков, А. Е. Шлезингер // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. – 1993. – Т. 1, № 6. – С. 3–10.
53. *Волков К. Р.* Событийная стратиграфия и колебания уровня моря (Международная программа «Глобальная седиментология») / К. Р. Волков, А. Е. Шлезингер // *Известия РАН. Серия геологическая*. – 1992. – № 6. – С. 58–66.
54. *Гладенков Ю. Б.* Отражение колебаний уровня моря в геологической летописи / Ю. Б. Гладенков, А. Е. Шлезингер // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. – 1993. – Т. 1, № 4. – С. 3–10.
55. *Ильин А. В.* Структурная седиментология – новое направление в изучении осадконакопления / А. В. Ильин // *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. – 1991. – № 7. – С. 33–46.
56. *Карогодин Ю. Н.* Методологические вопросы литологии и секвенс-стратиграфии / Ю. Н. Карогодин // *Геология и геофизика*. – 1996. – Т. 37, № 4. – С. 3–12.
57. *Михайлов Ю. А.* Относительные колебания уровня моря / Ю. А. Михайлов, А. Е. Шлезингер // *Сов. геология*. – 1989. – № 11. – С. 68–73.
58. *Найдин Д. П.* Сейсмостратиграфия и Seis-mostratigraphy / Д. П. Найдин // *Бюллетень МОИП. Отд. геол.* – 1989. – Т. 64, вып. 1. – С. 14–23.
59. *Найдин Д. П.* Эвстазия и континентальные моря Восточно-Европейской платформы. Статья 1. Океаносфера и моря платформы / Д. П. Найдин // *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* – 1995. – Т. 70, вып. 2. – С. 41–58.
60. *Найдин Д. П.* Эвстазия и континентальные моря Восточно-Европейской платформы. Статья 2. Верхнемеловые секвенции платформы / Д. П. Найдин // *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* – 1995. – Т. 70, вып. 5. – С. 49–65.
61. *Карогодин Ю. Н.* Введение в нефтяную литологию / Ю. Н. Карогодин. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1990. – 240 с.

62. Карогодин Ю. Н. Седиментационная цикличность / Ю. Н. Карогодин. – М. : Недра, 1980. – 242 с.
63. Карогодин Ю. Н. Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии / Ю. Н. Карогодин. – Новосибирск : Гео, 2006. – Т. 1. Мел Западной Сибири. – 166 с.
64. Захаров В. А. Свидетельства эвстатики Мирового океана в нижнем мелу на севере Сибири / В. А. Захаров [и др.] // Геология и геофизика. – 1991. – № 8. – С. 8–15.
65. Захаров В. А. Эвстатические сигналы в юрских и нижнемеловых (неокомских) отложениях Западно-Сибирского осадочного бассейна / В. А. Захаров [и др.] // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – С. 1492–1504.
66. Шурыгин В. Н. Сиквенс-стратиграфическая интерпретация келловей и верхней юры (васюганский горизонт) юго-востока Западной Сибири / В. Н. Шурыгин, О. В. Пинус, Б. Л. Никитенко // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, № 6. – С. 843–862.
67. Sahagian D. L. Application of high resolution sequence stratigraphy and a Quantified Eustatic Curve to Mid-Upper Jurassic productive units of the Nyurolskaya Depression, West Siberia, Russia. AAGP Annual Meeting. Abstracts and programs / D. L. Sahagian, O.V. Pinous, B. N. Shurygin. – 1997. – P. A100.
68. Sahagian D. Quantified eustatic history for Bajocian (Middle Jurassic) through Santonian (Upper Cretaceous): preliminary application to the Upper Jurassic-Neocomian strata of the West Siberian Basin. GSA Annual meeting. Abstracts with programs / D. Sahagian [et al.]. – 1995. – Vol. 27, № 6. – P. 178.
69. Sahagian D. Quantified Middle Jurassic to Paleocene eustatic variations based on Russian Platform stratigraphy: stage level resolution / D. Sahagian, M. Jones // Geol. Soc. Amer. Bull. – 1993. – Vol. 105, № 8. – P. 1109–1118.
70. Sahagian D. Eustatic sea-level curve based on a stable frame of reference: preliminary results / D. Sahagian, S. M. Holland // Geology. – 1991. – Vol. 19, № 12. – P. 1209–1212.
71. Алексеев А. С. Об эвстатических колебаниях уровня моря на Восточно-Европейской платформе в юрском периоде (геттанг – бат) / А. С. Алексеев, А. Г. Олферьев // Эвстатические колебания уровня моря в фанерозое и реакция на них морской биоты : мат-лы совещания (Москва, 13 ноября 2007). – М., 2007. – С. 40–48.
72. Найдин Д. П. Об использовании стратиграфических данных по Русской плите для реконструкции юрских и меловых эвстатических колебаний уровня моря / Д. П. Найдин, Е. Ю. Барабошкин // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1994. – Т. 69, вып. 5. – С. 118–127.
73. Sahagian D. Eustatic curve for the Middle Jurassic through Cretaceous based on Russian Platform and Siberian stratigraphy: Zonal resolution / D. Sahagian [et al.] // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. – 1996. – Vol. 80. – P. 1433–1458.
74. Барабошкин Е. Ю. Нижний мел Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления (стратиграфия, палеогеография, бореально-тетическая корреляция) : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук / Е. Ю. Барабошкин. – М. : МГУ, 2001. – 50 с.
75. Алексеев А. С. Возраст парамоновской свиты (альб Русской платформы) и глобальная трансгрессивно-регрессивная цикличность мела / А. С. Алексеев // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 1996. – Т. 4, № 4. – С. 31–52.
76. Барабошкин Е. Ю., Никульшин А. С. К палеобатиметрии альбского бассейна Русской плиты / Е. Ю. Барабошкин, А. С. Никульшин // Вестн. МГУ. Серия: Геология. – 2006. – № 2. – С. 9–16.
77. Шлезингер А. Е. К оценке новых методических приемов секвенс-стратиграфического анализа / А. Е. Шлезингер, Ю. Б. Гладенков, В. А. Захаров // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2006. – Т. 14, № 6. – С. 117–120.
78. Зорина С. О. Закон Головкинского и тектоно-эвстатическое моделирование / С. О. Зорина // Верхний палеозой России: стратиграфия и фашиальный анализ : мат-лы Второй Всероссийской конференции (27–30 сентября 2009 г.) / отв. ред. В. В. Силантьев. – Казань : Казанск. гос. ун-т., 2009. – С. 10–11.
79. Зорина С. О. О взаимосвязи литологического строения морских осадочных разрезов с эвстатическими колебаниями и тектоническими движениями / С. О. Зорина // Отечественная геология. – 2007. – № 6. – С. 52–55.
80. Зорина С. О. Цикло- и секвенс-стратиграфия средне-верхнеюрских отложений востока Русской плиты / С. О. Зорина // Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных бассейнов. – 2008. – № 1. – С. 31–49.
81. Зорина С. О. Секвенс-стратиграфия нижнемеловых отложений востока Русской плиты / С. О. Зорина // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50, № 5. – С. 566–575.
82. Зорина С. О. Палеоэкология бентосных фораминифер и палеобатиметрическая зональность юры по разрезу Татарско-Шатрашанской скважины 1 / С. О. Зорина, Г. Н. Старцева // IX Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле» (Москва, 14–17 апреля 2009 г.) : доклады. – М. : РГГРУ, 2009. – Т. 1. – С. 58.
83. Zorina S. O. Kimmeridgian-Tithonian sea-level fluctuations in the Uljanovsk-Saratov Basin (Russian Platform) / S. O. Zorina, D. A. Ruban // Central European Geology. – 2007. – Vol. 50/1. – P. 59–78.
84. О деятельности геологических секций Московского общества испытателей природы // Бюлл. МОИП. Отд. Геол. – 2009. – Вып. 4. – С. 113–120.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых»

*С. О. Зорина, кандидат геолого-минералогических наук, ученый секретарь ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», доцент Казанского государственного университета
office@geolnerud.net и svzorina@yandex.ru
Тел.: 8 (843) 236-44-13 (раб.), 8 (843) 543-35-35 (дом.), 8-917-268-56-30 (моб.)*

Federal State Unitary Enterprise "Central geological research institute of non-ore mineral resources"

*S. O. Zorina, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Academic Secretary in FSUE "Central geological research institute of non-ore mineral deposits", Lecturer in Kazan State University
office@geolnerud.net and svzorina@yandex.ru
Tel.: 8 (843) 236-44-13, 8 (843) 543-35-35, 8-917-268-56-30*

Воронежский государственный университет

А. В. Жабин, доцент кафедры общей геологии и геодинамики, кандидат геолого-минералогических наук

*Zhabin@geol.vsu.ru
Тел. 8 (473) 220-86-34*

Voronezh State University

A. V. Zhabin, Associate professor of the Geodynamics and Geological processes chair, Candidate of Geology and Mineralogy science

*Zhabin@geol.vsu.ru
Тел. 8 (473) 220-86-34*