



Инфразональный объем ярусов средней юры Европейской России и его пространственное изменение

Киселев Д.Н.

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, г. Ярославль;
dnkiselev@mail.ru

Широкое использование инфразонального метода в аммонитовой биостратиграфии за последние годы позволило не только существенно повысить детальность аммонитовых региональных шкал юрской системы, но и заложило основу для распознавания и пространственного прослеживания событий небольшой продолжительности, которые не могут быть зарегистрированы на основе зонального метода (Рогов и др., 2012). Эта возможность способствует решению разноплановых задач, в том числе и более глубокому изучению устойчивости режима осадконакопления палеобассейнов на протяжении века, хронологического эквивалентов яруса. Для анализа подобного рода исследовательских проблем может быть полезно понятие *инфразонального объема* (ИО) — разновидности стратиграфического объема, выражаемого через совокупность инфразональных подразделений (биогоризонтов). В количественном выражении ИО отражает степень биостратиграфической полноты любого объекта или предмета стратиграфических исследований — геологического разреза, местной или региональной биостратиграфической шкалы (в том числе и шкалы, которая рассматривается в качестве стандарта), любых биостратиграфических подразделений, кроме биогоризонтов. В частности, с помощью ИО можно измерить достаточно точно стратиграфическую полноту не только яруса, но и даже зоны, в любом разрезе или регионе, однако точность такого измерения будет зависеть от качества применяемой стандартной инфразональной шкалы.

Абсолютное значение ИО выражается в количестве биогоризонтов. Относительное значение — это доля установленных в разрезе биогоризонтов (выраженная в процентах) относительно инфразонального стандарта, который, по определению, характеризуется наибольшей полнотой, т.е. не содержит пропусков на инфразональном уровне. Этот же

показатель характеризует устойчивость режима осадконакопления. Соответственно, максимальная устойчивость осадконакопления определяет полный инфразональный объем, совпадающий с ИО стандартной шкалы. Как известно, любой индивидуальный геологический разрез или сводный разрез локальной местности не являются полными, поэтому построение картины пространственного распределения ИО позволяет изучить географическую структуру устойчивости режима осадконакопления палеобассейнов.

Рассмотрим возможности применения концепции ИО для бассейна Среднерусского моря — европейской части России и Украины и прилегающих регионов Перитетиса (Туранская плита, Северный Кавказ) на примере двух ярусов средней юры (бата и келловее), а также нижнего оксфорда. Принятая в данной работе стандартная шкала в интервале бат (зона *Besnosovi/Greenlandicus*) — нижний оксфорд (зона *Cordatum*) включает, в общей сложности, 14 зон (5 в бате, 7 в келловее и 2 в нижнем оксфорде), 21 подзону (16 в келловее и 5 в нижнем оксфорде) и 52 биогоризонта (9 в бате, 35 в келловее и 8 в нижнем оксфорде). Инфразональная шкала по детальности, в целом, превышает зональную в 3,7 раз, подзональную — в 2 раза.

При составлении карт инфразонального объема нами использовались, в основном, данные по 50 опорным местонахождениям (совокупность более сотни индивидуальных разрезов), являющихся основой для построения нерегулярной сети точек (узлов) и последующей интерполяции. Из них 36 являются сводными разрезами локальных территорий, а остальные индивидуальными разрезами. Инфразональный объем каждого местонахождения включает количество установленных в разрезах биогоризонтов, а также тех, чьи следы распознаются в горизонтах конденсации.

Инфразональный объем широко варьиру-

ет в границах бассейна осадконакопления Среднерусского моря как в целом, для всего изученного стратиграфического интервала (бат, келловей, нижний оксфорд), так и для любых подчиненных стратиграфических единиц – подъярусов, зон или их совокупностей. Относительный ИО или биостратиграфическая полнота разреза для всего интервала находится в диапазоне 10–61%, в среднем 25,3%. Это означает, что большинство разрезов характеризуется низкой инфразональной полнотой. Для меньших стратиграфических интервалов, ярусного или подъярусного объема, средняя полнота разрезов также остается весьма низкой – 23,2% для верхнего бата и нижнего келловей, 34,5% – среднего келловей, 27,5% – верхнего келловей и 19,2% – нижнего оксфорда. Максимальной полнотой характеризуются разрезы Рязанской, Московской и Саратовской областей (выше 45–61%), вторые позиции занимают разрезы бассейнов р. Унжи, Сысолы, Рыбинского района, Мангышлака (29–44%).

Для ярусных и подъярусных единиц наибольшей полнотой отличаются разрезы разных территорий, при этом относительный ИО может достигать иногда 100%. Для верхнего бата-нижнего келловей в такую категорию входят разрезы Саратовской области, Среднего Поволжья и Украины (54–60%); для среднего келловей – Рязанской области (до 100%), Среднего Поволжья, Оренбургской области (55,5%), Сысолы (78%), Северного Кавказа (67%); для верхнего келловей – в основном разрезы Рязанской, Московской, Саратовской областей и Северного Кавказа (55–89%); для нижнего оксфорда – разрезы Рязанской, Московской, Саратовской и Оренбургской областей (57–100%).

Большинство разрезов и местонахождений характеризуются низкими значениями ИО и значительными пропусками в инфразональной последовательности. Разница в инфразональном объеме географически проявляется весьма резко, что позволяет распознавать объемно-стратиграфическую структуру Среднерусского палеобассейна и проводить его районирование. Основой для такого районирования могут служить карты инфразонального объема, на которых значения одинакового количества биогоризонтов обозначено изолинией – изостратой (Рис. 1).

Для всего изучаемого стратиграфического интервала по объемно-стратиграфическим данным выделяются следующие районы осадконакопления:

I – Северный (Рыбинско-Сысольский) район субширотного простирания и высокоустойчивого режима осадконакопления. Включает территорию Ярославской, Тверской, Во-

логодской областей и юга респ. Коми (бассейн р. Сысолы). Соответствует большей части Московской синеклизы и Сысольскому своду Волго-Уральской антеклизы. Осевая часть совпадает с системой грабенов Валдайско-Солигаличского авлакогена. Этот район наиболее активно развивался в раннем и среднем келловее, после чего ось структуры сместилась к западу.

II – Центральный (Рязанско-Саратовский) район субмеридионального простирания и высокоустойчивого режима осадконакопления. Включает южную часть Московской области, Рязанскую, Тульскую, Владимирскую, Тамбовскую и Саратовскую области. Соответствует тектоническим платформенным структурам – Рязанско-Саратовскому прогибу и системе грабенов Пачелмского авлакогена. Содержит региональные стратотипические разрезы среднего-верхнего келловей и нижнего оксфорда (Михайлов, Елатьма, Дубки). Развитие этой структуры началось в среднем келловее и активизировалось в позднем келловее – раннем оксфорде.

III – Восточный (Приволжско-Оренбургский) район субмеридионального простирания и низкоустойчивого режима осадконакопления. Включает территории Ивановской, юга Костромской, Нижегородской, Ульяновской, Самарской, Кировской, Оренбургской областей, Татарстана, Мордовии, Чувашии, Марий Эл. Соответствует большей части Волго-Уральской антеклизы. Стратотипические разрезы известны только для верхнего бата и нижнего келловей (Просек–Исады, Б. Пестровка).

IV – Западный (Донецко-Среднерусский) район субмеридионального простирания и низкоустойчивого режима осадконакопления. Включает территории Воронежской (северная часть), Белгородской, Курской, Липецкой, Брянской областей и примыкающих территорий Донецкой (северная часть), Луганской, Харьковской и Сумской областей Украины. Соответствует большей части Воронежской антеклизы.

V – Северо-Восточный (Печорский) район низкоустойчивого режима осадконакопления. Включает территорию Печорской синеклизы, в первую очередь бассейн р. Печоры (Ижмы, Пижмы, Цильмы, Усы).

VI – Юго-Восточный (Прикаспийский) район высокоустойчивого режима осадконакопления. Включает территорию Северо-Западного Казахстана и соответствует Прикаспийской синеклизе и горному Мангышлаку.

VII – Северо-Рязанский район субширотного простирания высокоустойчивого режима осадконакопления. Занимает небольшую

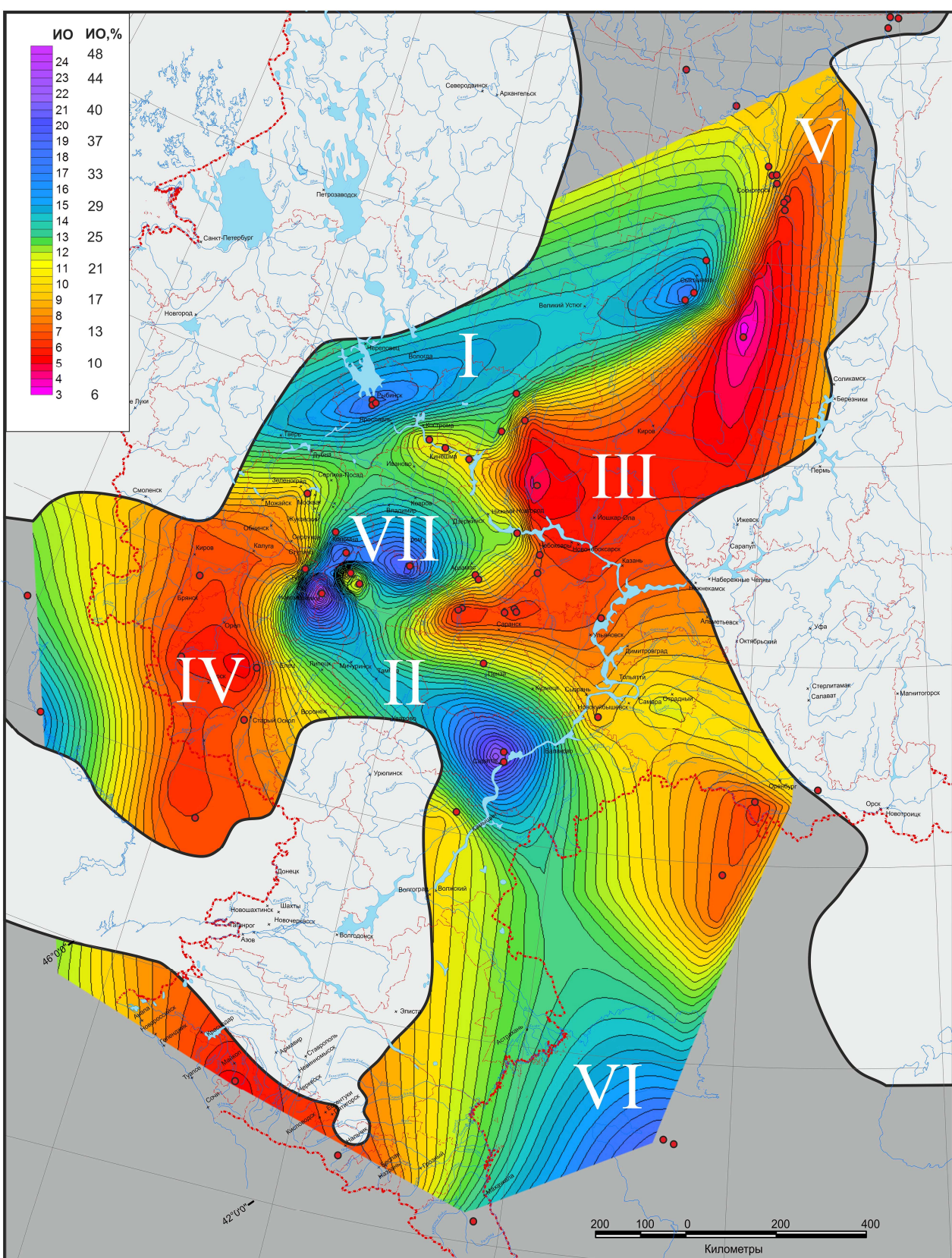


Рис. 1. Карта инфразонального объема в границах Среднерусского моря для бата, келловея и нижнего оксфорда. Значения абсолютных (ИО) и относительных значений (ИО, %) инфразонального объема показаны в левой верхней части карты. Римскими цифрами обозначены районы осадконакопления с различным ИО: I – Северный (Рыбинско-Сысольский), II – Центральный (Рязанско-Саратовский), III – Восточный (Приволжско-Оренбургский), IV – Западный (Донецко-Среднерусский), V – Северо-Восточный (Печорский), VI – Юго-Восточный (Прикаспийский), VII – Северо-Рязанский.

вытянутую территорию по линии Тула – Венёв, Кимовск – Михайлов – Елатьма. Наиболее активно развивался в раннем и среднем келловее, после чего был поглощен Рязанско-Саратовским районом. По положению и простираению соседствует с Подмосквовской грабенообразной структурой.

В границах Среднерусского моря выделяются четыре района с высокоустойчивым режимом осадконакопления (Северный, Центральный, Северо-Рязанский и Юго-Восточный) и три с низкоустойчивым режимом (Восточный, Западный и Северо-Восточный). Между этими районами расположены промежуточные области, которые в разное время присоединялись к тому или иному району. Основные тенденции развития объемно-стратиграфической структуры в границах Среднерусского бассейна сводятся к следующему. В позднем бате и раннем келловее Северный район развивался, в основном, на востоке, Восточный на юге, а Центральный только в саратовском сегменте. Начиная со среднего келловоя происходит расширение Северного района на запад, Восточного района на север, и формирование рязанского сегмента Центрального района. В позднем келловее и раннем оксфорде эти процессы приводят к слиянию Восточного района с сысольским сегментом и Печорским районом, развитию западного сектора Северного района, и формированию полноценной Рязанско-Саратовской структуры.

Инфразонально-объемная структура бассейна осадконакопления, рассмотренная выше, будет существенно уточнена после уплотнении сети точек интерполяции, зависящей от количества местонахождений. Тем не менее, и на данный этап построения она имеет не случайную конфигурацию, синформна с тектоническими структурами Русской платформы и может быть обусловлена различными причинными составляющими.

1. *Тектонические причины* формирования областей с различным режимом осадконакопления проявляются в совпадении а) районов высокоустойчивого режима с отрицательными платформенными структурами (Северный район – Валдайско-Солигаличская система грабенов; Центральный район – Рязанско-Саратовский прогиб и Пачелмская система грабенов); б) районов низкоустойчивого режима с положительными структурами платформы (Восточный район – Волго-Уральская антеклиз; Западный район – Воронежская антеклиз). Совпадение затрагивает не только крупные структуры первого порядка, но и более мелкие, второго и третьего порядков. Например, Алатырский выступ Восточного района совпадает с Ток-

мовским сводом Волго-Уральской антеклизы, Костромской выступ соответствует небольшому локальным поднятиям юрского возраста (Ростовско-Костромские поднятия), Самарский участок повышенного ИО Восточного района – с Мелекесской впадиной, Оренбургский сегмент Восточного района – с Жигулевско-Пугачевским сводом.

Предположительно, отрицательные тектонические структуры обеспечивали компенсированное погружение, благодаря чему осадконакопление в этих местах было более стабильным. В области положительных тектонических структур, наоборот, седиментация была прерывистой, что вызвало существенное понижение стратиграфической полноты разрезов.

2. *Эвстатические причины* могли приводить к разнообразным последствиям. Хорошо выраженные аммонитовые биогоризонты образовывались, в основном, в условиях существования нормально-морского режима, поэтому интервалы с более широким географическим распространением биогоризонтов должны соответствовать моментам эвстатических максимумов. В моменты эвстатического минимума нормально-морской режим лучше сохранялся в тектонически обусловленных депрессиях, а территории с ранее стабильным режимом переходили в категорию нестабильных. Это приводило к слиянию и укрупнению районов с нестабильным режимом осадконакопления и выравнивание пространственного распределения ИО. Этим можно объяснить появление в пограничное время среднего-позднего келловоя (*Coronatum – Athleta*) (фаза эвстатического понижения (Kiselev, Rogov, 2018)) на востоке Среднерусского моря обширной нестабильной территории, обусловленной слиянием Восточного, Северо-Восточного и части Северного районов. Предположительно, это была область, где осадконакопление отсутствовало или доминировал размыв. В это время из областей со стабильным режимом осадконакопления оставался только Северо-Рязанский сектор Центрального района и объединенная территория, включавшая Печорский район и Сысольский сектор Северного района. Очень близкая картина распределения объемно-стратиграфических масс наблюдается и для рубежа раннего-среднего келловоя (*Calloviense – Jason*).

Влияние эвстатических причин на распределение объемно-стратиграфических пространственных участков подтверждается частотой встречаемости различных биогоризонтов на территории Европейской России. Изменение этой частоты имеет ритмичный характер, при этом наблюдается совпадение

экстремумов высокой частоты (биогоризонты *ishmae ishmae*, *elatmae*, *gowerianus*, *calloviense*, *jason sedgwicki*, *proniae*, *lamberti*, *praecordatum*) с моментами эвстатических максимумов (по Наг, 2017). Динамика частоты встречаемости биогоризонтов в целом совпадает с изменением разнообразия аммонитов, в частности, кардиоцератид, которое также находится в положительной корреляции с эвстатической кривой.

Тектонические причины совместно с эвстатическими обусловили сложную систему влияния на процессы осадконакопления по принципу буфер-триггерных взаимодействий, сформировавшую рассмотренную выше пространственно-динамическую картину изменений объемно-стратиграфической струк-

туры отложений Среднерусского моря.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 18-05-01070).

Литература

- Рогов М.А., Гуляев Д.Б., Киселев Д.Н. Биогоризонты – инфразональные биостратиграфические подразделения: опыт совершенствования стратиграфии юрской системы по аммонитам // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. Т. 20. № 2. С. 101–121.
- Наг В.У. Jurassic Sea-Level Variations: A Reappraisal // GSA Today. 2017. No. 1. P. 4–10.
- Kiselev D.N., Rogov M.A. Detailed biostratigraphy of the Middle Callovian – lowest Oxfordian in the Mikhaylov reference section (Ryazan region, European part of Russia) by ammonites // Volumina Jurassica. 2018. Vol. XVI. P. 73–186.

Infrazonal volume of the Middle Jurassic stages of European Russia and its spatial change

Kiselev D.N.

Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl, Russia; dnkiselev@mail.ru

The widespread use of the infrazonal method in ammonite biostratigraphy has not only significantly increased the resolution of the Jurassic system ammonite regional scales, but also provided the foundation for the recognition and spatial tracking of events of short duration that cannot be recognized by using traditional zonal biostratigraphy. The concept of *infrazonal volume (IV)* – a variety of stratigraphic volume, expressed as a completeness of infrazonal sequence (biohorizons) is used herein to analyze the stability of the sedimentation regime across the paleobasin for various stratigraphic intervals. Applying of the IV-concept is exemplified by the territory of the Middle Russian Sea in the Middle Jurassic (Bathonian and Callovian), and in the Lower Oxfordian. This territory has a complex volume-stratigraphic structure, which consists of four regions with a highly stable sedimentation regime (North, Central, North-Ryazan and Southeast) and three regions with a low-stability regime (East, West and North-East). Regions with a highly stable regime coincide with negative platform structures (grabens, troughs, and synclises); regions with low stability are corresponding to positive platform structures (anticlises, arches and small elevations). The sedimentation in the Middle Russian Sea in the Middle Jurassic was controlled both by eustasy and regional tectonics. Their interaction and evolution through time resulted in changes of the volume-stratigraphic structure over time.