

КРАТКИЕ СОБЩЕНИЯ

УДК 551.86 552.578.3

**СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ВЕРХНЕЮРСКИХ ЧЁРНЫХ СЛАНЦЕВ  
МОСКОВСКОГО РЕГИОНА В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ**

*С.Ю. МАЛЕНКИНА*

*Геологический институт РАН  
119017, Россия, г. Москва, Пыжевский пер, 7, e-mail: maleo@mail.ru*

Впервые детально изучены и описаны разрезы на юго-востоке Москвы и примыкающих районов Московской области, содержащие оксфордские и нижневолжские черные и горючие сланцы. До недавнего времени не было известно о существовании здесь автохтонных отложений нижневолжского подъяруса, а изученные сланцы относились к средневолжскому подъярису волжского региона. Для сланцев обоих уровней дана подробная характеристика, также впервые получены аналитические данные, свидетельствующие о достаточно высоких содержаниях  $C_{org}$  близких аналогичным в Костромской области, и о превышении кларковых содержаний, нередко значительных, ряда элементов: V, P, Ni, Mo, Cr, Cu, Pb, As, S, Fe, Zn. Установлена зависимость накопления сланцев от палеорельефа и глубины бассейна, их структурная приуроченность к доюрским ложбинам, в то время как на мелководных приподнятых участках наблюдаются маломощные конденсированные разрезы с полным отсутствием сланцев и почти целиком представленные лишь прослоями фосфоритов.

Ключевые слова: черные сланцы; юра; оксфорд; нижневолжский подъярус; Московский регион.

**COMPOSITION AND STRUCTURE OF UPPER JURASSIC BLACK SHALES  
FROM THE MOSCOW REGION CONSIDERING NEW DATA**

*S. YU. MALENKINA*

*Geological Institute of RAS,  
119017, Russia, Moscow, Pyzhevsky lane, 7, e-mail: maleo@mail.ru*

For the first time the sections of the southeast of Moscow and adjacent areas of the Moscow region, which contain the Lower Volgian and Oxfordian black shales, were studied in detail and described. The existence there of the autochthonous (not redeposited) Lower Volgian deposits was not recognized until recently and studied shales traditionally were referred to as the Middle Volgian substage in the past. The paper gives a detailed description to the shales of both levels and, for the first time, analytical data showing relatively high contents of the organic carbon like their analogs in the Kostroma region and elevated concentrations, often significant, of a number of elements such as V, P, Ni, Mo, Cr, Cu, Pb, As, S, Fe, Zn. The accumulation of the shales is discovered to depend on a paleorelief and the depth of the pool, and they are confined to the pre-Jurassic structural hollows, while in the shallow elevated areas there are low-thickness condensed sections with the complete absence of the shales and the presence of almost solely phosphate interlayers.

Key words: black shales; Jurassic; Oxfordian; Lower Volgian; Moscow region.

Сланцы являются вмещающими широким спектром полезных ископаемых, в том числе месторождений золота, ванадия, урана, марганца, железа, свинца и цинка, но в последнее время в мире постоянно растет интерес к ним в первую очередь как к нетрадиционным ресурсам углеводородов, особенно с появлением целого ряда инновационных технологий их переработки, поэтому исследования распространения сланцев, состава и реконструкция условий их образования приобретают особое значение. Несмотря на то, что о существовании верхнеюрских так называемых горючих сланцев на территории Москвы и ближайших окрестностей стало известно ещё в начале XX в., их изученность оставляет желать лучшего. Наиболее подробно обнажения сланцев описаны еще в 1912 г. А.П. Ивановым [4] при исследовании Московской губернии на фосфоритность. Также наличие горючих сланцев в Подмосковье отмечается в основополагающих работах А.Н. Розанова [7] и Н.М. Страхова [9]. Каких-либо конкретных сведений о них, а тем более данных об их химическом составе в этих работах не приводится, также отсутствуют они и в последующих публикациях, что, вероятно, связано с неперспективностью их использования. Недостаток сведений о сланцах и в то же время их легкая доступность и побуждали нас восполнить этот пробел, поскольку в рамках сравнительного анализа и выявления закономерностей распределения органического вещества и углеродсодержащих отложений в разных частях юрского бассейна Восточно-Европейской платформы большое значение имеют конкретные обстановки формирования сланцев, позволяющие уточнить палеогеографические условия в целом.

Надо отметить также, что поскольку общепринятой типизации этих сланцев, несмотря на огромное число публикаций, нет (их называют битуминозными сланцеватыми глинами, сапропелевыми сланцами, углеродистыми глинистыми сланцами, горючими сланцами, чёрными сланцами и др.), мы будем придерживаться терминологии, разработанной в монографии Я.Э. Юдовича, М.П. Кетрис [10] и сводке А.Ф. Карпузова с соавторами [5].

**Чёрные сланцы** — это водно-осадочные горные породы, обычно тёмные, пелитоморфные и сланцеватые, обогащенные сингенетичным органическим веществом (ОВ) преимущественно аквагенного и отчасти терригенного типа (с содержанием  $C_{орг}$  более 1 %).

По содержанию  $C_{орг}$  чёрные сланцы разделяют на группы:

- а) низкоуглеродистые ( $C_{орг}$  1—3 %),
- б) углеродистые (3—10 %)
- в) высокоуглеродистые ( $C_{орг}$  более 10 %).

К горючим сланцам (ГС) относятся разнообразные осадочные тонкозернистые, чаще слоистые, карбонатные, глинисто-карбонатные, глинистые, глинисто-кремнистые породы с ОВ существенно сапропелевой или смешанной гумусово-сапропелевой природы в количестве обычно от 15—20 до 40—50 %.

### Краткая характеристика изученных сланцев

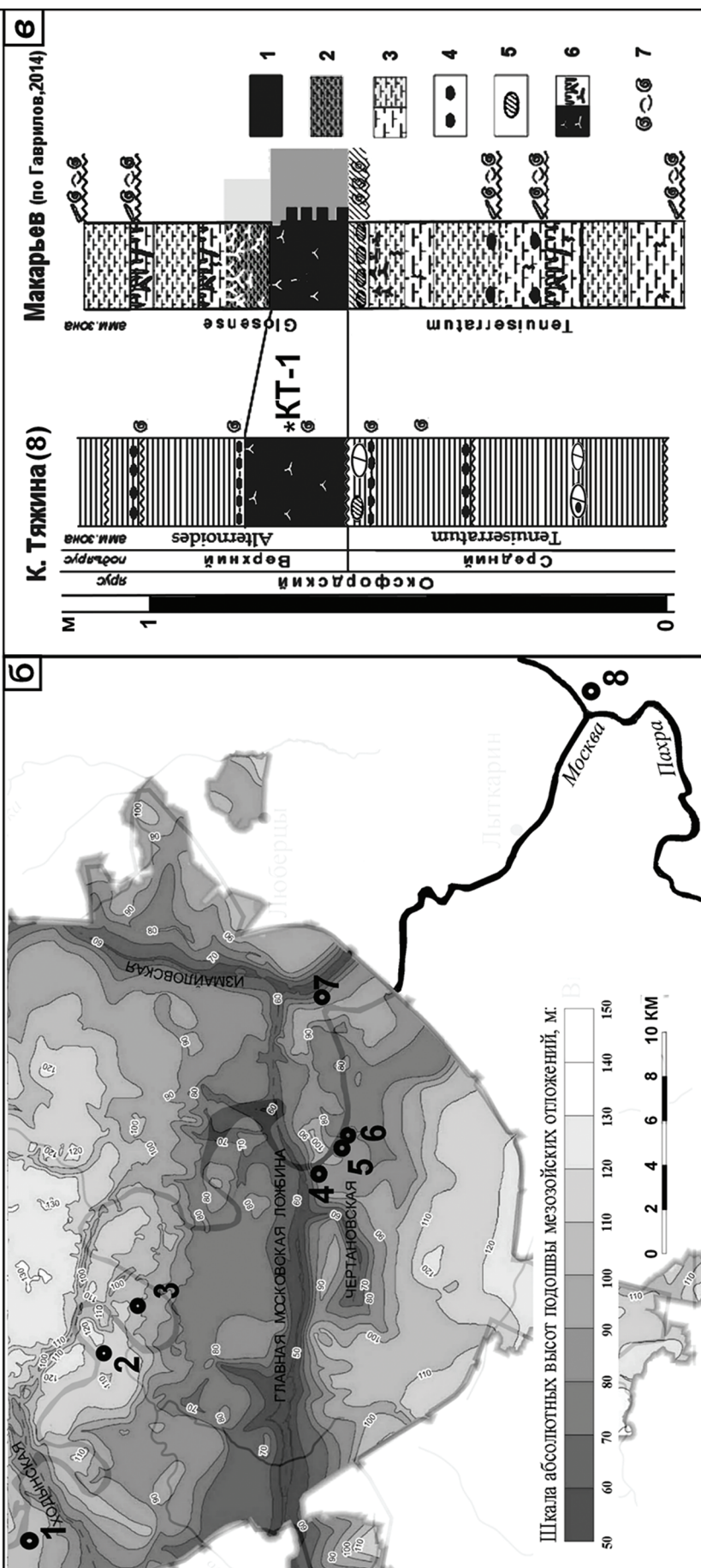
На описываемой территории существует два стратиграфических уровня углеродистых пород, один из которых принадлежит оксфордскому, а другой волжскому ярусу верхней юры. Ближайшие их аналоги в пределах Московской синеклизы расположены в Костромской области на р. Унже: оксфордские разре-

зы — на протяжении от г. Макарьева до д. Михаленино и волжские (зоны Panderi) — от с. Унжа до г. Мантурово.

**Оксфордский.** Отложения этого уровня наблюдаются в русле р. Москвы у Коломенского, Сабурова, Капотни, но более доступны для изучения в разрезе Каменная Тяжина (близ с. Еганово Московской области (рис. 1, в)). Здесь они представлены тёмно-серыми до чёрных сланцами, плотными, с горизонтальной слоистостью, легко раскалывающимися на тонкие плитки и листоватые пластины. На поверхности напластований отмечаются гастроподы, крупные и мелкие двустворки, а также аммониты, биодетрит, различные ихнофоссилии (чаще *Chondrites*) и стяжения пирита. По присутствующим аммонитам сланцы относятся к зоне *Alternoides* (подзона *Ilovaikii*) основания верхнего оксфорда. Нижняя граница пачки очень резкая и отчетливая, несущая явные следы перерыва. Мощность сланцевой пачки 0,1—0,3 м. В прозрачных шлифах, видно, что неравномерная, тонкая горизонтальная слоистость сланцев обусловлена неравномерным распределением фрагментов коллоальгинита (линзочек желтовато- и красновато-коричневого цвета), растительного детрита, тонкодисперсного ОВ и глинистых частиц, ориентированных по напластованию (рис. 2, а). При изучении в сканирующем электронном микроскопе видно, что в сланцах присутствует очень большое количество планктонных организмов: кокколитов, радиолярий (рис. 2, б), реже фораминифер. Также обильны фрагменты раковин двустворок и аммонитов. Можно отметить обилие разных форм пирита рассеянных в сланцах, но преобладает фрамбоидная. Аналитические исследования, проведенные в лаборатории химико-аналитических исследований Геологического института РАН [6], показали в разрезе Каменная Тяжина полное отсутствие  $CO_2$  (т. е. карбонатов), хотя в других разрезах, судя по исследованиям на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) и микрозонде, они в той или иной степени карбонатны. Одновременно в данном разрезе наблюдается довольно высокое содержание  $C_{орг}$  8,20 % (таблица), хотя и несколько ниже, чем в унженских разрезах (10,40—15,50 % — в разрезе у г. Макарьева [2]). По классификации Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис [10], сланцы относятся к углеродистым чёрным сланцам. Содержание других элементов: никеля, молибдена и ванадия несколько меньше, чем в Макарьеве: Ni — 151 г/т (280—590 — в Макарьеве [6]); Mo 22,9 г/т (39,9—60,8); V — 194 г/т (250—330), хотя и заметно превышает их кларковое содержание, количество серы 4,68 %, что существенно выше, чем в Макарьеве (1,82—2,84), при этом содержание железа (9,92 %) также превышает кларковое, что подтверждает некоторое обогащение сланцев пиритом (таблица).

**Нижеволжский** уровень представлен в ряде юго-восточных разрезов вдоль р. Москвы (рис. 1, а): в оврагах у Коломенского, Сабурова, р. Шмелевки, Милюково и Борисовских выселок тёмными серовато-зелёными сланцеватыми глинистыми алевролитами с глауконитом, в средней части переходящими в тонко-слоистые чёрные и горючие сланцы, наверху несколько песчаные, с мелкой галькой фосфоритов, с деформированными раковинами *Ilovaikya pseudoscythica* (Ilov.), *I. ianshini* (Ilov.). Нижняя граница отчетливая, маркируется прослоем окатанных чёрных глиняных фосфоритов. В кровле сланцев встречаются крупные бурые мергели и мергелистые фосфориты, в которых в Капотне найдены аммониты *Ilovaikya cf. pseudoscythica* (Ilov.), зоны *I. pseudoscythica* нижеволжского подъяруса [8]. До последнего времени этот интервал относился к зоне *D. panderi*

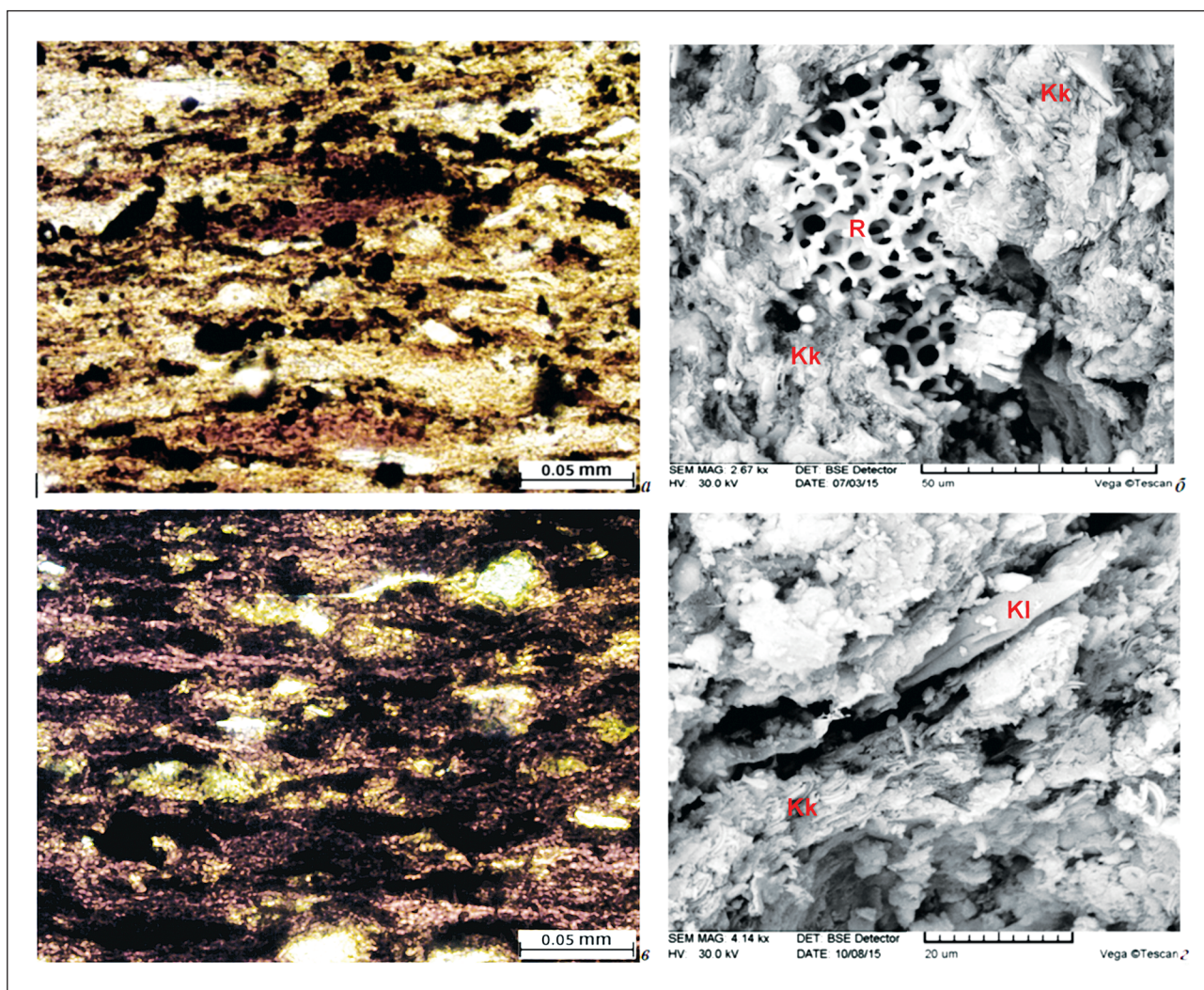
**Рис. 1. Сланцевые верхнеюрские разрезы:** а — сопоставление изученных ниже- и средневолжских разрезов: 1 — Крылатское (котлован тоннельного участка проспекта Маршала Жукова), 2 — Дорогомилово (Стройплощадка Московского театра «Мастерская П.Н. Фоменко»), 3 — котлован строительства жилого комплекса у ст. м. Фрунзенская (бывш. Завод «Каучук»), обнажения: 4 — Коломенское, 5 — Сабурово, 6 — Борисовские Выселки, 7 — Капотня; 1 — пески, 2 — песчаники, 3 — алевроиты, 4 — глины, 5 — сланцы, 6 — конкреции фосфоритов, 7 — мергельные стяжения, 8 — фаунистические остатки: аммониты, белемниты, 9 — крупные ихнофоссилии; б — схема расположения разрезов на карте рельефа подошвы мезозойских отложений [1]; в — сопоставление изученных разрезов оксфордских отложений: 1 — сланцы углеродистые, 2 — глины углеродистые, 3 — глины известковистые, 4 — фосфоритовые стяжения, 5 — пиритовые стяжения, 6 — ходы зарывающихся организмов, 7 — уровни размыва и конденсации



средневожского подъяруса. Мощность интервала 0,2—0,25 м. Сланцы представляют собой тёмно-серые до буровато-чёрных и чёрные породы (при выветривании с жёлтым или рыжим налетом) с очень тонкой горизонтальной слоистостью и листоватой или плитчатой отдельностью. На поверхностях напластований отмечаются различная макрофауна и биодетрит, на поперечных сколах иногда видны мелкие ходы типа *Chondrites*, обычно более светлые. В прозрачных шлифах наблюдается неравномерная тонкая горизонтальная микростроистость (рис. 2, *в*), выраженная неоднородным распределением удлинённых фрагментов коллоальгинита, растительного детрита, тонкодисперсного ОВ и глинистых частиц. Очень хорошо она заметна и при изучении на СЭМ, также иногда можно чётко установить бесструктурное сапропелевое ОВ — коллоальгинит и остатки фитопланктона (кокколлиты), участками образующего целые микропрослои (рис. 2, *з*). Аналитические исследования показали вариации содержания  $C_{org}$  от 11,20 до 19,20 (таблица), т. е. довольно близкие к аналогичным в разрезе Ивкино Костромской области [2, 3]. По содержанию  $C_{org}$  они могут быть отнесены к высокоуглеродистым чёрным сланцам [10] или даже горючим сланцам [5]. Также колеблются содержания  $CO_2$  от полного отсутствия

до 2,8 % (тогда как в Ивкино все сланцы содержат достаточное количество карбонатной примеси). Выделяются, даже по сравнению с Ивкино [3], повышенные содержания хрома, меди и мышьяка (особенно в Капотне). В целом наблюдается превышение кларковых содержаний, нередко значительных, и других элементов: V, P, Ba, Ni, Mo, Fe, Zn, U, Th, Pb, S (таблица).

Все разрезы содержащие сланцы построены сходным образом, изменяются лишь мощности отдельных пачек. При наложении карты рельефа подошвы мезозойских отложений [1] на схему расположения разрезов и русла р. Москвы, становится очевидно, что все разрезы со сланцами тяготеют к доюрским палеодолинам системы Главной Московской ложбины, а наиболее мощные сланцы наблюдаются вблизи их осевых частей (рис. 1). То же самое относится и к оксфордским разрезам. В разрезах вне палеодолин сланцы отсутствуют, на крайне мелководных приподнятых участках они фациально переходят в перемытые прослои фосфоритов, содержащих повышенное количество органического вещества. Из этого следует вывод о приуроченности сланцев к относительно более глубоководным участкам (палеодолинам), где они и накапливались.



**Рис. 2. Микрофотографии сланцев:** *а* — шлиф из оксфордских сланцев разреза Каменная Тяжина. Наблюдается неравномерная тонкая горизонтальная слоистость сланцев с обтеканием крупных линзовидных фрагментов коллоальгинита; *б* — СЭМ изображение оксфордских сланцев отдели Коломенского. Видны многочисленные кокколлиты (Kk) и пиритизированная радиолярия (R); *в* — шлиф из нижневожских сланцев разреза Капотня. Заметна обогащенность фрагментами коллоальгинита, растительного детрита, тонкодисперсного ОВ; *г* — СЭМ изображение нижневожских сланцев из разреза Мильково. В верхней части снимка отчетливо виден крупный фрагмент коллоальгинита (Kl)

Содержание химических элементов в изученных разрезах

|   | Номер образца | Характеристика образца                                       | Местонахождение           |
|---|---------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | КТ-1          | Верхнеоксфордский черный сланец (зона Alternoides)           | Обнажение Каменная Тяжина |
| 2 | К-1           | Нижневолжский горючий сланец (зона I. pseudoscythica)        | Обнажение Капотня         |
| 3 | КС-1          | Нижневолжский черный сланец (зона I. pseudoscythica)         | Обнажение Коломенское     |
| 4 | КС-2          | Нижневолжский черный сланец (зона I. pseudoscythica)         | Обнажение Коломенское     |
| 5 | Ко-3          | Нижневолжский фосфорит над сланцами (зона I. Pseudoscythica) | Обнажение Коломенское     |

|   | Образец<br>номера | C <sub>орг</sub> , % | CO <sub>2</sub> , % | SiO <sub>2</sub> , % | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % | P, % | S, %  | V, PPM | Cr, PPM | Mn, % | Fe, % | Co, PPM |
|---|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|------|-------|--------|---------|-------|-------|---------|
| 1 | КТ-1              | 8,2                  | нет                 | 34,50                | 8,39                               | 0,24 | 4,68  | 194    | 69      | 0,036 | 9,92  | 16      |
| 2 | К-1               | 19,2                 | нет                 | 37,39                | 9,69                               | 0,32 | 2,53  | 170    | 229     | 0,015 | 6,34  | 33      |
| 3 | КС-1              | 11,5                 | 2,8                 | 39,38                | 8,98                               | 0,41 | 2,30  | 157    | 124     | 0,028 | 6,18  | 45      |
| 4 | КС-2              | 11,2                 | 2,65                | 39,19                | 8,98                               | 0,40 | 2,31  | 160    | 128     | 0,028 | 6,21  | 41      |
| 5 | КО-3              | 4,3                  | 3,7                 | 18,70                | 4,12                               | 10,6 | <0,01 | 78     | 30      | 0,035 | 3,59  | 15      |

|   | Номер<br>образца | Ni, PPM | Cu, PPM | Zn, PPM | Ga, PPM | As, PPM | Ba, PPM | Pb, PPM | Th, PPM | U, PPM | Mo, PPM |
|---|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| 1 | КТ-1             | 151     | 49      | 146     | 10      | 76      | 269     | 88      | 5,4     | 3,6    | 22,9    |
| 2 | К-1              | 149     | 229     | 159     | 15      | 113     | 322     | 110     | 15      | 31     | 110,4   |
| 3 | КС-1             | 238     | 107     | 350     | 10      | 45      | 311     | 63      | 7,6     | 14     | 47,2    |
| 4 | КС-2             | 242     | 105     | 343     | 10      | 46      | 313     | 71      | 7,2     | 14     | 46,1    |
| 5 | КО-3             | 82      | 26      | 41      | 5,0     | 15      | 98      | <1,0    | 3,4     | 58     | 12,6    |

### Заключение

Впервые детально исследованы разрезы юго-востока Москвы и примыкающих районов Московской области, содержащие нижневолжские и оксфордские чёрные и горючие сланцы. Для сланцев обоих уровней дана подробная характеристика.

Для них получены первые аналитические данные, свидетельствующие о достаточно высоких содержаниях C<sub>орг</sub>, близких к аналогичным в сланцах Костромской области, относящихся к центральному частям юрского бассейна, и о превышении кларковых содержаний, нередко значительном, ряда элементов: V, P, Ba, Ni, Mo, Cr, Cu, Fe, Zn, U, Th, Pb, S, As. Наблюдаются и некоторые отличия: в целом более низкие содержания C<sub>орг</sub> и карбонатность. Ni, Mo, V в оксфордских сланцах Каменной Тяжины несколько меньше, чем в Макарьеве, хотя и заметно превышает их кларковое содержание, количество серы 4,68 %, что существенно выше, чем в разрезе у г. Макарьев (1,82—2,84), и связано с некоторым обогащением сланцев пиритом. В то же время в ниж-

неволжских сланцах выделяются, даже по сравнению с Ивкино, повышенные содержания хрома, меди и мышьяка.

Установлена зависимость накопления сланцев от палеорельефа и глубины бассейна, их приуроченность к доюрским ложбинам, в то время как на мелководных приподнятых участках наблюдаются маломощные конденсированные разрезы с полным отсутствием сланцев и почти целиком представленные лишь прослоями фосфоритов, содержащих повышенное количество органического вещества.

Подтверждается связь условий формирования сланцев с колебаниями уровня моря, отмеченная в аналогичных разрезах. Модель образования обогащенных ОВ осадков во время быстрых и непродолжительных трансгрессий [2] также согласуется и с нашими данными. Анализируя разрезы можно видеть, что накоплению сланцев предшествует явно регрессивный циклит, тогда как во время их отложения наблюдалось резкое трансгрессивное наступление моря, с разрывом кровли предшествующих отложений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Геологический атлас Москвы (в 10 томах с пояснительной запиской). Масштаб 1:10 000. М.: ГУП Мосгоргеотрест, 2010.
2. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Щербинина Е.А. Седиментологические и геохимические обстановки формирования углеродистых толщ в мезозойских палеобассейнах Европейской части России // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. 2014. Вып. 1(9). 30 с.
3. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Рогов М.А., Щербинина Е.А. Седиментология, геохимия и биота волжских углеродистых отложений северной части Среднерусского моря (Костромская область) // Литол. и полез. ископ. 2008. № 4. С. 396—424.
4. Иванов А.П. Геологическое исследование фосфоритовых отложений в Клиском, Московском и Дмитровском уездах Московской губ. и Егорьевском у. Рязанской губ. // Труды Комиссии Московского сельскохозяйственного института по исследованию фосфоритов. Серия I. Отчет по геологическому изучению фосфоритовых залежей. М. 1912. Т. IV. С. 389—463.
5. Карпузов А.Ф., Соболев Н.Н., Миронов Ю.Б., Мозолева И.Н., Бузовкин С.В., Карпунин А.М. Черные сланцы: вопросы типизации и минерализации // Разведка и охрана недр. 2008. № 7. С. 21—25.
6. Малёнкина С.Ю. Предварительные результаты исследования оксфордских и нижневолжских верхнеюрских черных сланцев Москвы и окрестностей // Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы разработки. Мат. Всерос. конф. с межд. участием 12—14 ноября 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. С.155—158
7. Розанов А.Н. Горючие сланцы Европейской части СССР // Геологический комитет. Мат. по общей и прикладной геологии. 1927. Вып. 73. 59 с.
8. Рогов М.А., Школин А.А., Малёнкина С.Ю. Новые данные по стратиграфии волжского яруса верхней юры в разрезах г. Москвы и Подмосковья // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Науч. матер. Екатеринбург: ИздатНаука сервис, 2013. С. 191—196.
9. Страхов Н.М. Горючие сланцы зоны Perisphinctes panderi d'Orb. (Очерк литологии) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1934. Т. XII, Вып. 2. С. 200—248.
10. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 272 с.