



УДК [563.4/9+564]:551.763.3](470.44)

КОМПЛЕКСНОЕ БИО- И МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЕЗОВ «ОЗЕРКИ»

(верхний мел, Саратовское правобережье). Статья 1. Характеристика разрезов, результаты петромагнитных и магнито-минералогических исследований



*Светлой памяти коллеги, палеонтолога
и стратиграфа В. М. Харитонова*

**Е. М. Первушов, В. Б. Сельцер, Е. А. Калякин,
В. А. Фомин, И. П. Рябов, Е. И. Ильинский,
А. А. Гужикова, А. В. Бирюков, А. М. Суринский**

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: pervushovem@mail.ru

В правобережной части Саратовской области установлен разрез терригенных и карбонатных пород, залегающих под «губковым» горизонтом, возраст которого традиционно рассматривался как сантонский. Мергели, слагающие значительную часть разреза, отличаются максимальной мощностью, известной в западной части региона. Представлены полевое описание и схема сопоставления выделенных стратифицированных интервалов трех сопряженных объектов «Озерки», результаты петромагнитных и магнито-минералогических исследований интервала карбонатных пород.

Ключевые слова: верхний мел, сеноман, турон, коньяк, сантон, биостратиграфия, магнитостратиграфия, петромагнетизм, Саратовское Поволжье.

Integrated Bio and Magnetostratigraphic Study of the «Ozerki Sections» (Upper Cretaceous, Right Bank of the Volga in the Saratov Region). Paper 1. Section Characteristics, Results of Petromagnetic and Magnetic-mineralogical Examinations

E. M. Pervushov, V. B. Seltser, E. A. Kalyakin, V. A. Fomin, I. P. Ryabov, E. I. Ilyinskiy, A. A. Guzhikova, A. V. Biryukov, A. M. Surinskiy

In the right-bank part of the Saratov Region, a section of terrigenous and carbonate rocks has been determined to underlie the «sponge» horizon conventionally dated back to the Santonian. The maximum thickness of the marls, constituting a substantial portion of the section, occurs in the western part of the region. Field description is presented alongside with the correlation scheme of the recognized stratified intervals in the three joined Ozerki objects and the results of petromagnetic and magnetic-mineralogical examinations in the carbonate rock interval.

Key words: Upper Cretaceous, Cenomanian, Turonian, Coniacian, Santonian, biostratigraphy, magnetostratigraphy, petromagnetism, Volga Region near Saratov.

DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-2-105-116

Предыстория изучения разрезов «Озерки».

Карбонатный карьер, разрабатываемый дорожными службами с начала 70-х годов XX века, с

1974 года стал одним из местонахождений кремниевых губок. В последующем эти заброшенные разработки, протягивающиеся в широтном направлении до 300 м, при ширине до 100 м, определены как «Озерки-1». Расположены они на высоком левом борту ручья Грязнуха, западнее с. Озерки Лысогорского района. Карьер с севера ограничен глубоким оврагом, и северный борт карьера частично вскрывает овражно-балочный делювий. Условно выделяются три технологические ступени высотой до 1–1,3 м. Основание средней ступени приурочено к фосфоритовому «губковому» горизонту, а подошва верхней, в западной части разработки, совпадает с сильно ожелезненной поверхностью опоковидных пятнистых мергелей. Высота стенок карьера в восточной части до 3 м, в западной – от 0,5 до 2,5 м, большей частью они задернованы и перекрыты вскрывными отвалами. Местонахождение туронской – сантонской макрофауны «Озерки-1» привлекательно значительной площадью выхода и насыщенностью фоссилиями мергелей, подстилающих «губковый» горизонт.

Разрез «Озерки-2» представляет собой отвесный обрыв в одном из правых отвержков ручья Грязнуха, ниже по течению от с. Озерки. Эту точку наблюдения (№ 339) посещали и кратко описывали Г. Г. Пославская и Н. С. Морозов 20 июля 1971 года. Материалы рассмотрения карбонатной, «подсантонской», толщи пород представлены в отчете 1972 года «Составление литолого-палеогеографических карт позднего мела Саратовского Правобережья в связи с прогнозированием неметаллических полезных ископаемых». К этому отчету В. И. Барышникова по материалам изучения фораминифер составила литолого-стратиграфическую колонку разреза «Озерки» (в этой работе – «Озерки-2»). В колонке условно выделен интервал пород сеномана (мощностью до 2 м), так же условно – нижнего (3,5 м) и верхнего турона (при двухчленной структуре яруса, мощностью 8,8 м) и нижнего сантона, мощностью до 2 м.

Ранее при рассмотрении особенностей распространения и стратификации пород верхнего мела междуречья Латыря и Идолги, левых притоков Медведицы, приведена литолого-стратиграфическая колонка разреза «Озерки» [1, рис. 3, с. 126], без текстовой его характеристики. В этом случае с учетом данных бурения приведена мощность сеномана до 50 м, а мощность интервала карбонатных пород турона, ограниченных в подошве и



кровле фосфоритовыми горизонтами, определена в 6 м. Указаны мергели сантона без детального расчленения и без указания значения мощности.

В статье [2] по сеноманскому – коньякскому интервалу пород в расположенных южнее районах Саратовского и Волгоградского правобережья указывается, что на участках распространения коньякских мергелей, которые представлены образованиями верхнего коньяка и залегают на карбонатах верхнего турона. Авторами данной публикации с участием В. М. Харитоновой разрез «Озерки-2» изучается с 2004 года.

Разрез «Озерки-3» известен с 2004 года. Это «молодой», «антропогенный» по происхождению подковообразный широкий овраг с крутыми стенками, сформировавшийся в средней части правого притока ручья Грязнуха. Здесь на значительном протяжении вскрываются карбонатные породы, подстилающие и перекрывающие внутриформационное несогласие в виде едва выраженного горизонта фосфоритовых включений.

В 2014–2016 годах произведено опробование всех трех разрезов на микрофаунистический анализ, с послойным выделением сопутствующих форм макрофауны. Особое внимание уделено изучению разреза «Озерки-2», как наиболее стратиграфически полного и представительного по мощности карбонатного «подсантонского» интервала пород, именно здесь проводились палео- и петромагнитные изыскания. В нижней части этого разреза из пород терригенно-карбонатного состава Е. В. Поповым отобраны послойные пробы, при анализе которых впервые получены материалы по губкам, моллюскам и акулковым рыбам.

Первоначально внимание было обращено на установление различий в строении «губкового»

горизонта в каждом из разрезов «Озерки» и на особенности состава беспозвоночных из подстилающих его мергелей. Дополнительные сборы фауны, тафономические и палеоэкологические наблюдения выполнены при изучении траншей («Озерки-4»), расположенных между разрезами «Озерки-2 и -3», в которых вскрыт «губковый» горизонт, подстилающие и перекрывающие мергели.

Описание разрезов и их структурного положения, анализ спонгиофауны и сопутствующих беспозвоночных выполнены Е. М. Первушовым. Сбор макрофауны и определение форм проводились В. М. Харитоновым, В. Б. Сельцером (цефалоподы, двустворчатые и брюхоногие моллюски), Е. А. Калякиным (иглокожие), Е. И. Ильинским (брахиоподы), Е. В. Поповым и А. В. Бирюковым (сельхюфауна). И. П. Рябов провел послойное опробование разрезов, их отмывку и дал определение фораминифер. Коллекции макрофауны и фораминифер хранятся в фондах Регионального музея Землеведения и кафедры исторической геологии и палеонтологии Саратовского университета. Материалы для палео- и петромагнитных исследований собирались и обрабатывались сотрудниками лаборатории Петрофизики Саратовского университета В. А. Фоминым, А. А. Гужиковой и А. М. Суриным.

Структурное положение разрезов «Озерки». Точки наблюдения Озерки приурочены к средней части субширотного Елшанско-Сергиевского вала, протягивающегося по всей ширине Волго-Медведицкого междуречья (рис. 1, а). Южное крутое крыло этой линейной структуры ограничивает обширную Карамышскую впадину, а на севере она сопряжена с Аткарской впадиной, южной частью Саратовских дислокаций (Татищевский вал) и северо-западным окончанием



Рис. 1. Схема расположения разрезов «Озерки»: а – местоположение урочища «Озерки» на территории Поволжья (отмечено звездочкой). б – положение объектов «Озерки-1», «Озерки-2» и «Озерки-3» в бассейне ручья Грязнуха (показаны фигурой «пентагон»)



Степновского вала. К оси Елшанско-Сергиевского вала приурочена цепочка брахиантиклиналей [3]. Разрез «Озерки-1» расположен ближе к своду одной из этих структур и в настоящее время приурочен к наиболее высоким отметкам рельефа. В структурном плане разрезы «Озерки-2» и «Озерки-3» находятся в седловине между сопряженными локальными положительными структурами и в современном рельефе представлены в распадках ручья Грязнуха (рис. 1, б). Различные интервалы вскрытия пород в естественных и искусственных разрезах не позволяют оценить изменение мощности карбонатных пород под «губковым» горизонтом в соответствии с современным структурным планом. Особенности строения и состава «губкового» горизонта, а также изменения в литологическом составе вышележащих пород интерпретируются как проявление унаследованного развития структурных элементов во время формирования губковых поселений.

Авторы статьи предполагают вариант палеоструктурной реконструкции данного участка тер-

ритории, при котором на начало раннесантонской седиментации Елшанско-Сергиевская структурная ступень (флексура) лишь осложняла северное окончание субмеридионального «Иловлинского» (Нижеволжского) прогиба. Этот прогиб существовал на протяжении турона – коньяка между двумя приподнятыми зонами: Доно-Медведицкой на западе и Доно-Иловлинской на востоке (рис. 2), его северная центрициналь прилегает к склонам Татищевского вала. «Иловлинский» прогиб развивался наложено на юго-восточное раскрытое окончание Рязано-Саратовского прогиба, выполненного терригенными породами верхнего сеномана [4]. «Иловлинский» прогиб в южной части Саратовского правобережья выражен благодаря распространению карбонатных пород турона – коньяка, к тому же отличающихся максимальными значениями мощностями.

Описание разрезов приводится сверху вниз (рис. 3).

«Озерки-1». Описание начинается с западного края карбонатного карьера по промоине в

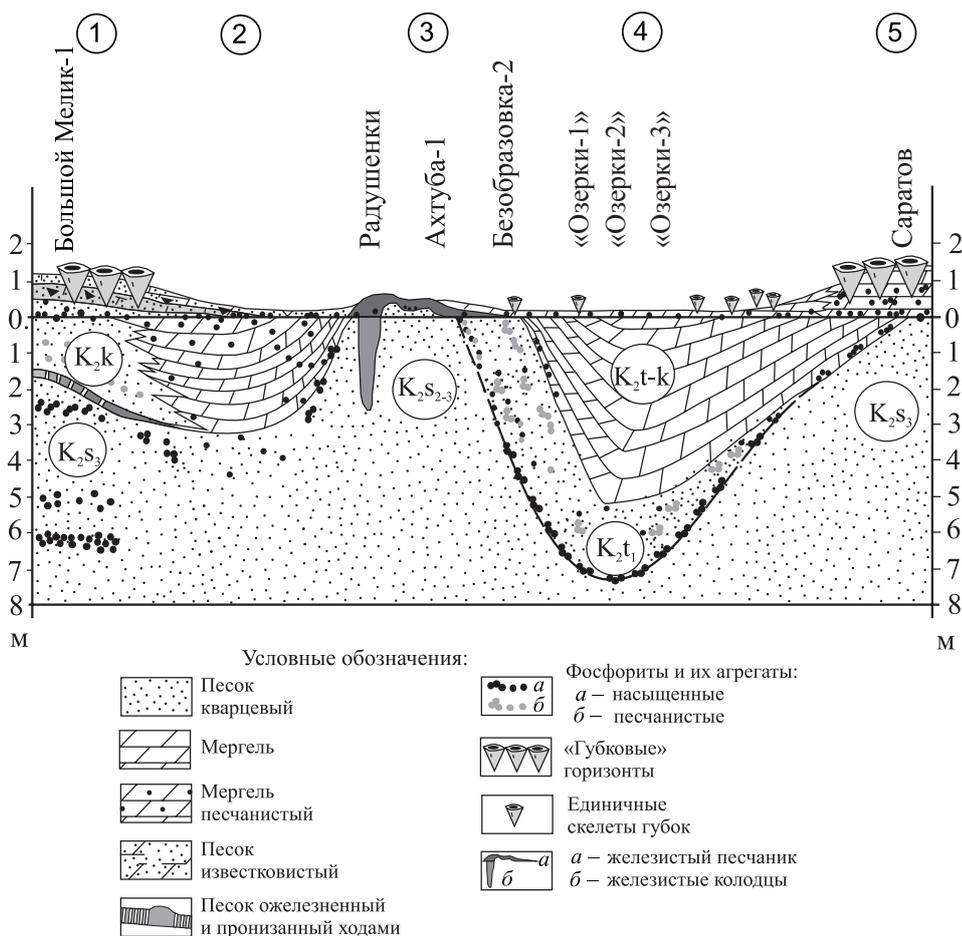


Рис. 2. Схематический палеогеологический разрез, приведенный к началу формирования нижней поверхности «губкового» горизонта (Саратовское правобережье, Волго-Хоперское междуречье). Цифрами в кружочках обозначены структурные элементы Воронежской антеклизы: 1 – Хоперская моноклиналь и Рязано-Саратовского прогиба, 2 – Аткарская впадина, 3 – Ртищевско-Баландинский вал, 4 – «Иловлинский» прогиб, 5 – северо-западное окончание Степновского вала



основании верхней ступени, и далее по северной его стенке (рис. 1, б). Верхние интервалы разреза несут облик карбонатной «полосатой серии», при существенном проявлении кремнистой составляющей в отдельных прослоях, которая не заметна в разрезе «Озерки-3». Содержание кремнезема в отдельных прослоях возрастает к кровле.

Слой 1. Переслаивание мергелей опоковидных и мергелей глинистых. В верхней части разре-

за мергель светло-серый с зеленовато-синеватым оттенком, монотонно окрашенный, сильно глинистый и алевроитистый, неясно слоистый. Порода с обилием равномерно рассеянных мелких чешуй слюды. Многочисленны разрозненные нижние размеры – до 2–3 см, реже до 5 см. Здесь же отдельные створки мелких гетеродонтных двусторчатых моллюсков с радиальной ребристостью,

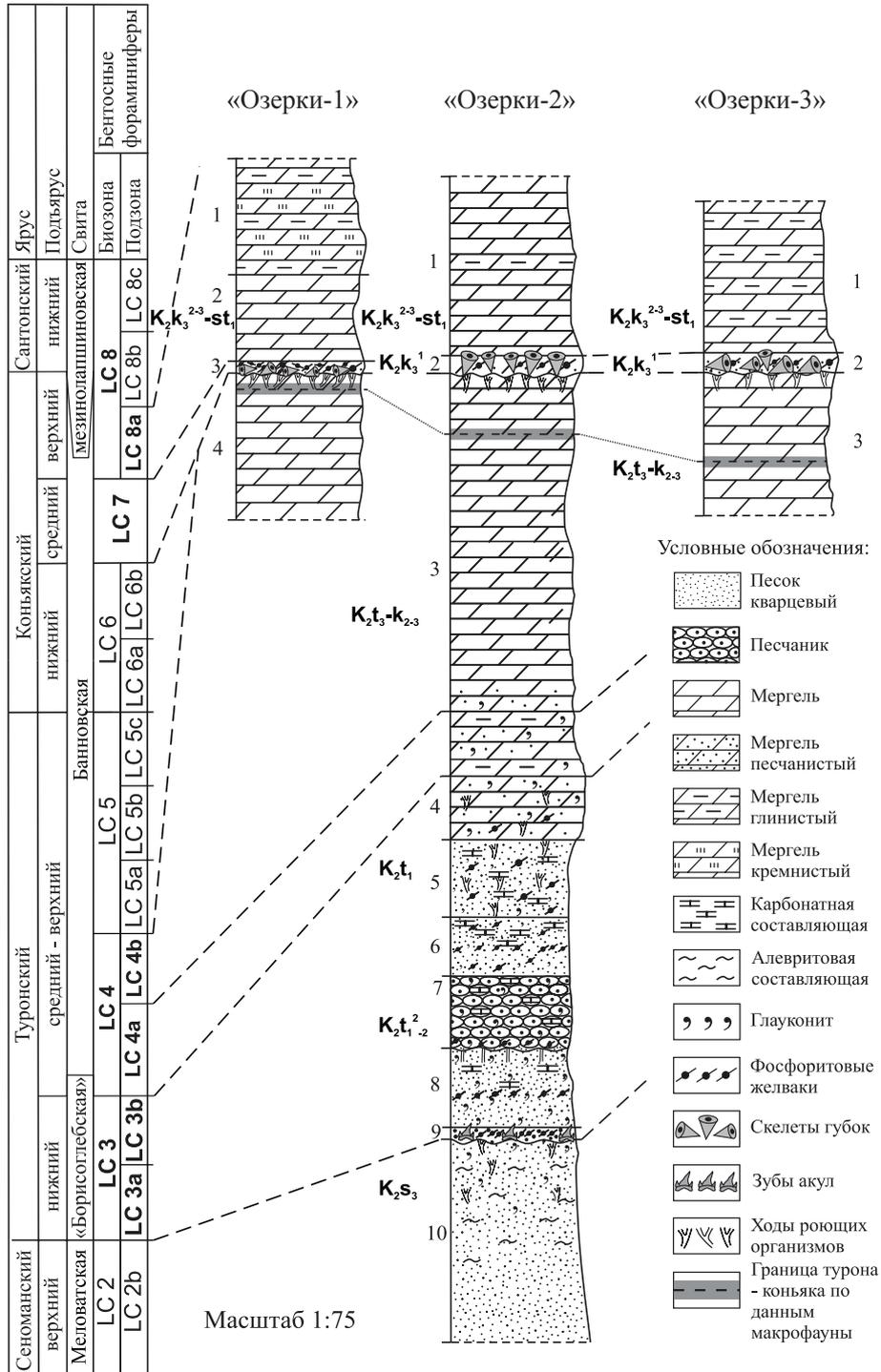


Рис. 3. Схема стратиграфического расчленения и сопоставления интервалов пород по разрезам «Озерки-1», «Озерки-2» и «Озерки-3». Цифрами на рисунке обозначены номера слоев



фрагменты призматического слоя и отпечатки крупных иноцерамусов кардиссоидного типа, встречены ростры белемнита *Actinocamax* sp. Поверхность подошвы относительно неровная, явная и четкая благодаря окрашиванию окислами железа в красно-коричневый и даже черный цвет. Нижележащие мергели более плотные и крепкие – образуют уступ в стенке карьера и являются основанием верхней технологической ступени. Видимая мощность прослоя до 0,2–0,3 м.

Ниже залегает мергель опоквидный светло-серый, неравномерно пятнистый из-за облаковидного прокремнения синего цвета разных оттенков. Поверхность кровли интенсивно окрашена окислами железа. Порода тяжелая, плотная и звонкая, образует выдержанный прослой, разбитый вертикальными параллельными трещинами субмеридионального простирания. Поверхность трещин окрашена окислами железа в желтый и красно-коричневый цвет. Мергель оскольчатый, с полураковистым изломом. В породе многочисленны разрозненные створки устриц и иноцерамусов кардиссоидного типа, редко встречаются скелеты тонкостенных губок в автохтонном захоронении. Переход к нижележащему слою постепенный, визуально он выделяется по более светлому оттенку и мелкой щебенчатой отдельности подстилающих мергелей. Мощность прослоя 0,3–0,4 м.

Еще ниже пластуется мергель (глина карбонатная) светло-серый, алевристый и слюдистый. Мощность прослоя 0,15–0,25 м. Под ним залегает мергель светло-серый плотный, образующий уступ в стенке и в профиле карьера. Для средней части слоя характерна неравномерная пятнистая и точечная светло-синяя и темно-серая пигментация, обусловленная распределением кремнистого цемента. Пятнистый облик породы связан и с окрашиванием окислами железа по вертикальным трещинам и по скелетам тонкостенных губок. Поверхность породы землистая. В слое много губок в автохтонном и субавтохтонном захоронении (*Coeloptychium* sp.), отдельных створок устриц, найдены ростры белемнитов *Actinocamax* sp. и относительно крупные отпечатки и тонкие раковины кардиссоидных иноцерамусов. Ближе к подошве порода приобретает субплитчатую отдельность. Переход к нижележащему слою постепенный. Мощность прослоя до 0,4–0,5 м. В основании слоя выделен интервал мергеля светло-серого алевритистого, с рассеянными мелкими чешуями слюды, тонкоплитчатого и рыхлого. Мощность прослоя 0,25 м. Общая мощность слоя 1,5–1,8 м.

Слой 2. Мергель светло-серый с желтоватым оттенком, с редкими тонкими светло-синими пятнами прокремнения и трещинами, окрашенными в желтый цвет разной степени интенсивности. Порода плотная, выделяется по выдержанному пластообразному залеганию. В нижней трети слоя мергель песчанистый, неравномерно плойчатый и рыхлый, с точечной и полосчатой желтой пигментацией. Ближе к подошве возрастает содержание

алевритовой, а затем и псаммитовой составляющих, мелких фосфоритов черного цвета. В этом же направлении увеличивается содержание глауконита псаммитовой размерности, равномерно рассеянного или сконцентрированного как по ходам илоедов, так и в виде линз. Найдены иноцерамусы *Sphenoceramus pachti* (Arkh.). Мощность 0,9 м.

Слой 3. Фосфоритовый горизонт, очень плотное, концентрированное скопление фосфоритовых включений и песчаного материала. Псаммитовая составляющая придает породе неравномерно зеленоватую окраску, обусловленную значительным содержанием глауконита. Горизонт слагают редкие крупные хорошо окатанные гальки со следами биоэрозии, а чаще – мелкие фрагменты скелетов губок, сильно фрагментированные и хорошо окатанные, многие со следами биоэрозии и покрытые фосфатным цементом. Преимущественный размер обломков, мелкая щебенка и средняя – мелкая дресва характеризуют аллохтонный по происхождению комплекс, где почти нет автохтонных компонентов, за исключением единичных ростров белемнитов. Наиболее объемные включения в этом образовании, помимо крупных галек, – это агрегаты фосфоритов и крупные скелеты губок, превращенные в полуокатанные мелкие валуны и гальку (*Camerospogiidae*, *Becksiidae*). В верхней части фосфоритового горизонта прослеживаются редкие примеры субавтохтонного захоронения губок (*Coeloptychiidae*, *Camerospogiidae*). Здесь найден крупный позвонок акулы и фрагменты копролитов. Встречены ростры белемнитов *Actinocamax verus verus* Miller, *A. verus fragilis* Arkh. Мощность фосфоритового горизонта до 0,1–0,15 м. Контакт с нижележащим слоем четкий, с поверхностью «твердого дна» по нижележащим мергелям. Мощность 0,15–2 м.

Слой 4. Мергель белый, светло-серый, монотонно окрашенный и неясно слоистый. В интервале до 0,2 м ниже кровли распространены преимущественно крупные (до 2–3 см), вертикальные и протяженные, а также тонкие и мелкие ходы илоедов, заполненные терригенно-карбонатным материалом вышележащей породы, выделяющиеся за счет обильного содержания глауконитовых зерен и мелких фосфоритов. Для породы характерна крупная блоковая отдельность. В верхней части преобладают вертикальные трещины, по которым порода окрашена в красно-желтый цвет. Установлена фауна аммоноидей *Scipinoceras bohemicum bohemicum* (Fritsch), *Hyphanthoceras* (*Hyphanthoceras*) *reussianum* (d'Orb.) *Scaphites geinitzii* d'Orb., *Lewesiceras mantelli* Wright & Wright, белемнитов *Goniocamax intermedius* (Arkh.), иноцерамусов *Inoceramus lusatiae* And., *In. costellatus* Woods, *In. seitzi* And., *In. cf. galatziae* sensu And., *Mytiloides striatoconcentricus* (Gümb.), *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis* (And.), брахиопод *Concinnithyris* sp., морских ежей *Micraster* sp. и *Phymosoma* sp., а также створки устриц, отпечатки раковин скафопод и гастропод. Найдены скелеты одиночных кораллов, таблички



усоногих раков и разрозненные чешуйки рыб. Видимая мощность 1,7 – 1,8 м.

«Озерки-2». Высокий, до 22 м, отвесный обрыв правого борта короткого оврага (рис. 3–5), разрезающего правый берег ручья Грязнуха на участке между селами Озерки и Куриловка (Лысогорский и Татишевский районы Саратовской области (см. рис. 1, б)).

Слой 1. Мергель серый и светло-серый, монотонно окрашенный, плотный. Ближе к видимой кровле порода слабо кремнистая, оскольчатая и с зеленоватым оттенком. В средней части слоя едва проявлен прослой рыхлого глинистого мергеля, мощностью 0,2–0,3 м. В нижнем интервале слоя много отпечатков и тонких раковин двустворчатых моллюсков, в основном иноцерамусов *Sphenoceramus pachti* (Arkh.). Серо-синее пятнистое прокремнение приурочено к скелетам тонкостенных губок (*Plocoscyphia*, *ZiHelispongia*, *Leptophragmidae*). Видимая мощность 2–2,2 м.

Слой 2. «Губковый» горизонт. Мергель серый и серо-желтый, близ кровли интенсивно окрашен желтым цветом. Порода неравномерно пятнистая из-за многочисленных включений фосфоритов разных генераций: редко они черного цвета – хорошо окатанные и мелкие; чаще включения коричневые – мелкогалечниковой и дресвяной размерности. Черные фосфориты обычны у подошвы слоя и редки в средней его части. Более крупные размеры включений (3–5 см и до 10 см) характерны для многочисленных фрагментов скелетов кремниевых губок. Скелеты спонгий визуально доминируют в составе ориктоценоза, они все фосфатизированы и часто окатаны, фрагментированы, полости скелета забиты фосфатной массой, порой со следами биоэрозии: *Contubernium ochevi* Perv., *Microblastium*, *Napaeana*, *Lepidospongia*, *Sporadoscina*, *Sororistirps radiatum* (Mantell), *Etheridgea*, *Becksia*, *Tremabolites megastome* (Roemer), *T. polymorphum* Sinz., *Plocoscyphia*, *Coeloptychium*, *Petrosivafosum*, *Zittelispongia*, *Guettardiscyphia roemeri* (Pomel), *G. trilobata* (Roemer), *G. multilobata* Sinz., *Balantionella*, *Botryosellia*, *Sporadopyle* и *Demospongia*. Здесь найдены ростры белемнитов *Actinocamax verus verus* Miller и *A. verus fragilis* Arkh., порой с пленкой фосфатизации, зубы скатов *Ptychodus rugosus* (Dixon, 1850). Биогенный терригенный материал представляет собой шлам дресвяной и мелкой щебенчатой размерности, различно ориентирован в породе, без признаков дифференциации по размерности. Лишь на отдельных участках слоя листообразные фрагменты губок ориентированы субгоризонтально и субпараллельно относительно друг друга. Среди крупных фосфатных включений, помимо переотложенных ядер ходов и субавтохтонных фосфатно-карбонатных стяжений, преобладают скелеты крупных губок и их фрагменты в виде половинок (*Etheridgea*, *Becksia*) и секторов (*Coeloptychium*). В верхней половине слоя отмечено повышенное содержание псаммитового кварцево-глауконитового мелкозернистого материала. Для нижней части

горизонта характерно доминирование карбонатной составляющей, вероятно, за счет переотложения подстилавших осадков. Подошва выровненная, небольшие углубления заметны на участках скоплений терригенных включений. Здесь порода окрашена в красно-желтый цвет, что выделяет ее на фоне перекрывающих светло-серых мергелей. Под подошвой развиты желто-коричневые полости ходов илоядных организмов диаметром до 1 см, вертикально и диагонально ориентированные, выполненные перекрывающей породой с обилием зерен глауконита и мелких фосфоритов. Мощность 0,2–0,25 м.

Слой 3. Мергель серый и серо-зеленоватый, при высыхании светло-серый, монотонно окрашенный. Много мелких чешуй слюды. Неясно слоистый. Порода сильно трещиновата, при выветривании до степени мелкой щебенки и дресвы. Поверхность кровли четкая и неровная.

Ближе к кровле мергель с зеленоватым оттенком и фарфоровидный, в нем отмечены тонкие субплоские створки крупных иноцерамусов, скопления которых иногда образуют видимость уровней концентрации. Здесь найден ростр белемнита *Praeactinocamax surensis* Naid. Ниже встречены раковины и отпечатки гетероморфных аммонитов *Hyphanthoceras (Hyphanthoceras) reussianum* (d'Orb.), устриц, *Chlamys* sp. и гастропод.

В средней части слоя установлены аммониты *Hyphanthoceras (Hyphanthoceras) reussianum* (d'Orb.), *Sciponoceras bohemicum bohemicum* (Fritsch), *Lewesiceras* sp., белемниты *Goniocamax intermedius* (Arkh.), *Praeactinocamax coronatus* (Mach.), двустворчатые моллюски *Inoceramus lusatiae* And., *Mytiloides* sp. Здесь чаще распространены ядра гастропод. В нижнем интервале мергелей найдены раковины брахиопод *Concinnithyris obesa* (Sow.), *C. albensis* (Leym.) и *Gyrosoria* cf. *lata* (Etheridge) и единичные ростры белемнитов *G. intermedius* (Arkh.). В интервале 1–1,5 м от подошвы слоя порода песчаная, алевролитовая и глинистая. Тонкие псаммитовые зерна кварца и глауконита здесь равномерно рассеяны. Мощность 5 м.

Слой 4. Мергель серый и светло-серый. Неравномерное окрашивание обусловлено тонкими линзовидными концентрациями зеленых зерен глауконита и красно-желтыми включениями окислов железа. Последние приурочены и к неравномерно распределенным сегментам раковин иноцерамусов, толщиной до 1–1,5 см и длиной более 0,1 м. Порода плотная, образует пластообразный выступ на выветрелом участке стенки обрыва. Мергель песчаный и неясно слоистый. Псаммитовая составляющая кварцево-глауконитовая, мелко-, тонкозернистая, рассеяна равномерно и распределена в виде тонких линз. Переход к вышележащему слою постепенный, за счет уменьшения цементации породы и ее плотности. Здесь найдены фосфатные ядра мелких двустворчатых моллюсков светло-коричневого цвета. Мощность 0,6–0,8 м.

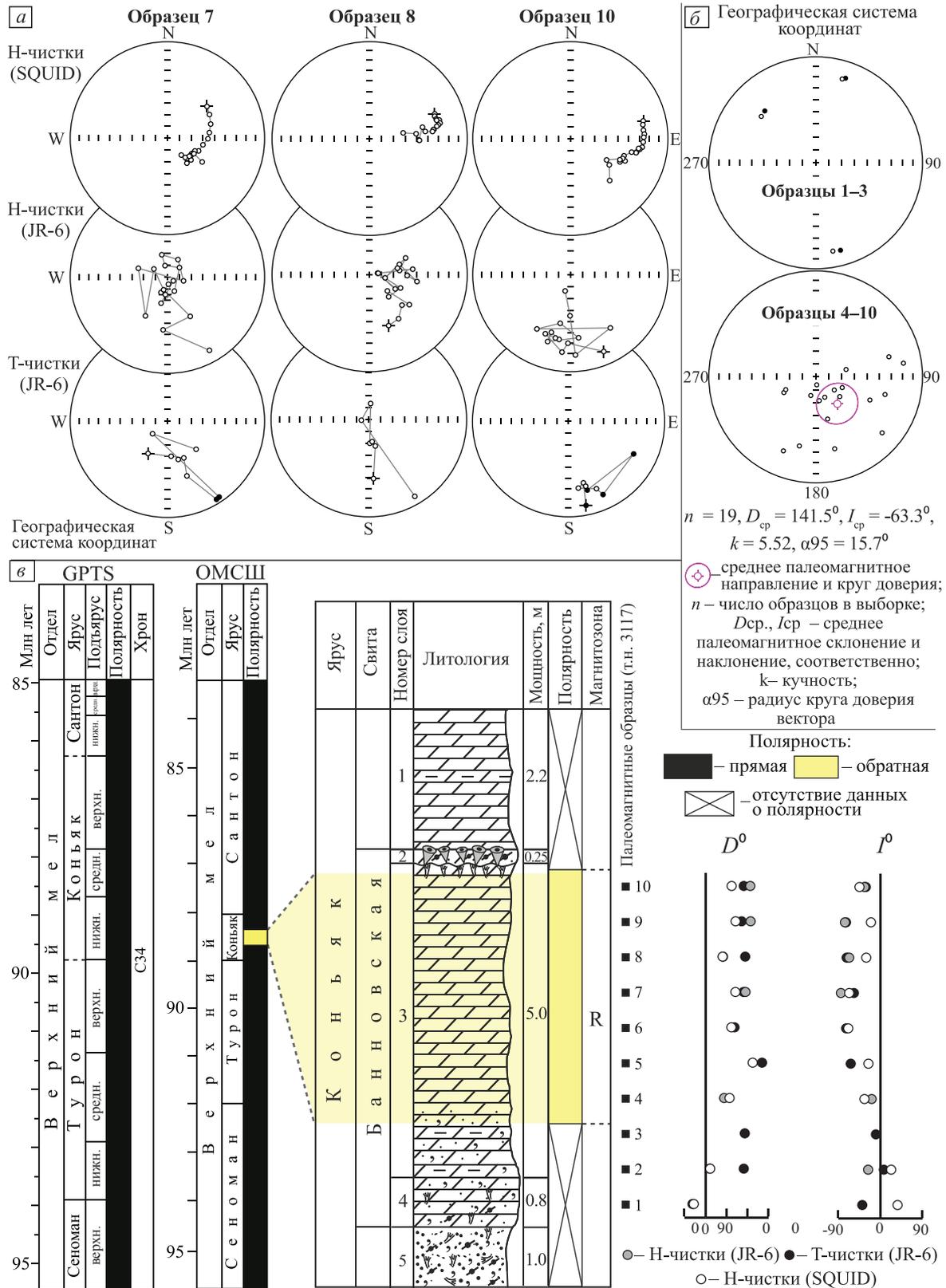


Рис. 5. Результаты магнитостратиграфических исследований разреза «Озерки-2»: а – сопоставление результатов Н- и Т-чисток на спин-магнитометре JR-6 и на криогенном магнитометре 2G-Enterprises; б – стереопроекции ChRM и палеомагнитная статистика; в – сопоставление магнитостратиграфического разреза «Озерки-2» со Шкалой геомагнитной полярности (GPTS) [8] и Общей магнитостратиграфической шкалой (ОМСШ) [9]. Условные обозначения см. рис. 3



Слой 5. Песок серый и серо-желтый с коричневатым оттенком, кварцевый, мелко-, тонкозернистый, глауконитовый. Порода пронизана, особенно в верхней части, многими разноориентированными полостями ходов илоедов, диаметром 1–2 мм, выполненные белым карбонатным материалом, что придает песку тонко пятнистый облик. Карбонатный материал равномерно распределен по слою и сконцентрирован по полостям ходов. Равномерно рассеяны фосфоритовые включения, неокатанные, угловатые и с шипами, коричневого цвета, диаметром 0,5 см и 2–3 см. Часть включений выполнена марказитом и замещена гидроокислами железа. Переход к вышележащему слою постепенный. Поверхность кровли выделена условно, по уровню визуальной заметного возрастания цементации вмещающей породы и по сокращению содержания псаммитовой компоненты и фосфоритовых включений. Мощность 0,9–1 м.

Продолжение описания по расчистке восточной части стенки.

Слой 6. Песок серый, серо-зеленоватый, монотонно окрашенный и с редкими красно-желтыми пятнами окислов железа, которые часто приурочены к песчаным агрегатам, размером до 5–10 см, с мелкими фосфоритовыми включениями. Песок кварцево-глауконитовый, средне-, мелкозернистый, при видимом доминировании мелких зерен кварца, неясно слоистый. Равномерно распространены черные и коричневые фосфоритовые включения, преимущественно гравийной и дресвяной размерности. Эти включения относительно сконцентрированы в виде выдержанного уровня скоплений в средней части слоя. К этому уровню приурочены песчаные агрегаты с мелкими фосфоритовыми включениями разных генераций. Выше уровня концентрации включений содержание карбонатного материала визуально возрастает. Переход к вышележащему слою постепенный и условный, поверхность кровли выбрана по уровню заметного сокращения содержания фосфоритовых включений и увеличения карбонатной составляющей. Поверхность подошвы относительно четкая и ровная, выделяется по изменению цвета породы и по наличию в верхней части нижележащего слоя уровня вертикальных ходов диаметром 1,5–2 см, выполненных псаммитовым материалом. Мощность 0,7–0,75 м.

Слой 7. Песчаник светло-серый и серый, с зеленоватым оттенком во влажном состоянии, тонко-, мелкозернистый, кварцево- глауконитовый, алевритистый, неясно слоистый. Цементация карбонатным материалом неравномерна как по латерали, так и по вертикали. Порода сильно-трещиноватая, до степени мелкощебенчатой и дресвяной размерности. В нижней части слоя равномерно рассеяны мелкие угловатые черные фосфориты и шлам биогенных остатков коричневого цвета (копролиты), редко встречаются ростры белемнитов *G. intermedius* (Arkh.). Полости ходов

илоедов диаметром 1,5–2, см ориентированы вертикально и диагонально, их стенки окрашены в желто-красный цвет. Спорадическая мелкоочаговая цементация вмещающей породы отмечается выше и ниже песчаника. Переход от нижележащих песков и к перекрывающим пескам постепенный. Мощность 0,8–0,9 м.

Слой 8. Песок серо-зеленый с желтоватым оттенком, во влажном состоянии – ярко-зеленый, монотонно окрашенный. Песок кварцево-глауконитовый, среднезернистый, с редкими крупными зернами кварца, карбонатистый, неясно слоистый. Переход к вышележащему слою постепенный за счет мелкоочаговой, спорадической цементации вмещающей породы карбонатным материалом. Близ кровли развито много вертикальных ходов илоедов диаметром 0,5–2 см, красно-желтые стенки которых иногда сцементированы окислами железа. В средней части равномерно распространены мелкие угловатые черные и коричневые фосфориты. Переход от нижележащего слоя постепенный. Мощность 1 м.

Слой 9. Фосфоритовый горизонт, скопления фосфоритов в виде протяженных линз, выдержанных на одном уровне. Преобладают фосфориты одной генерации: черные, хорошо окатанные, преобладающий размер гальки и окатышей до 0,5–1 см, некоторые из этих включений со следами биоэрозии. Более крупные включения – псевдоморфозы по стенкам декапод, фрагментам остеологического материала морских рептилий – редки. Заметными размерами выделяются агрегаты неправильных, субплоских очертаний (размером до 0,1–0,15 x 0,05 м), состоящие из фосфоритовых включений мелких и средних размеров. Вмещающий песок серый, кварцевый, среднезернистый и с редкими крупными зернами кварца, с мелкими и средними зернами глауконита и фосфоритов. Найдены окатанные фосфатизированные внутренние слепки и шлам отпечатков мелких двусторчатых моллюсков, в частности *Amphidonte conicum* (J. Sow.), фрагменты мелких скелетов губок – гексактинеллид. В фосфоритовых агрегатах, на поверхностях сколов и реже во вмещающем песке встречены зубы акулых рыб. Максимальная концентрация фосфоритовых включений, мощностью до 5 см, приурочена к нижней части слоя. Переход к вышележащему слою постепенный, за счет уменьшения размеров и сокращения количества фосфоритовых включений, а в верхней части слоя и за счет уменьшения размерности зерен кварца. Поверхность подошвы четкая и ровная. Мощность – до 0,15 м.

Слой 10. Песок зеленый, неравномерно окрашенный, с желтовато-коричневыми тонкополосчатыми разводами и пятнами, которые часто приурочены к ходам илоедов. Песок кварцево-глауконитовый мелкозернистый, алевритистый, с обилием чешуй слюды мелкого, реже среднего размера, глинистый, неясно слоистый. Видимая мощность до 3,5 м, до тальвега оврага.



«Озерки-3». Подковообразный овраг, впадающий в правый приток ручья Грязнуха, ниже плотины с прудом (см. рис. 1, б). Высота обрывов 3–7 м.

Слой 1. Переслаивание мергелей светло-серых, алевритистых, неясно слоистых, крупнооскольчатых и мергелей глинистых серых, неравномерно тонкоплойчатых, сыпучих. Прослежено два уровня скопления автохтонных захоронений тонкостенных крупных ветвистых кремниевых губок. Скелеты спонгий выполнены окислами железа, что придает вмещающим породам пятнистый облик за счет неравномерного желтого окрашивания. Здесь же встречаются тонкие раковины *Chlamys* sp., иноцерамусов *Sphenoceramus cardissoides* (Goldf.) и *Sph. pachti* (Arkh.). В основании найдены ростры *Actinocamax verus cylindricus* Mach. В верхних интервалах слоя спорадически едва выделяются темно-серые, синеватые пятна прокремнения. Видимая мощность 1,7–1,8 м. Выше по оврагу переслаивание мергелей и карбонатных глин наращивается.

Слой 2. «Губковый» горизонт. Мергель серый, светло-серый, с зеленоватым оттенком, пятнистый благодаря скоплениям черных фосфоритов, которые порой интенсивно окрашены окислами железа в красно-желтый цвет. Желтые и красные пятна окислов железа также приурочены к фрагментам скелетов губок и полостям ходов илоедов. Среди перекрывающих и подстилающих мергелей слой выделяется более темным оттенком серого цвета и тонкой полосчатой окраской, отражающей многочисленные тонкие прослои и линзы мелкозернистого глауконита, особенно в нижней его части.

В подошве слоя спорадически распространены окатыши светло-коричневого цвета размером 1–2,5 x 5–7 см. Предполагается, что это ксенолиты – сохранившиеся при неоднократном переотложении элементы первичного подстилающего карбонатного осадка. Окатыши содержат кварцевый и глауконитовый материал алевритовой и псаммитовой размерности, со следами биоэрозии, норами литофаг диаметром до 1 см.

Ярко черные фосфоритовые включения – это галька и окатыши со следами активной биоэрозии, особенно по фосфатизированным скелетам и фрагментам скелетов губок. Они неравномерно рассеяны по слою, не образуют ни агрегатов, ни существенных скоплений. Включения угловатые и округлые, в разной степени окатанные, диаметром 0,5–1 см, реже до 2 см. Наиболее крупные включения – скелеты губок размером до 5–15 см. Доминируют субплоские, горизонтально ориентированные фрагменты скелетов, образующие один или два уровня. Сортировка включений по разрезу и по латерали явно не прослеживается. Единичные крупные окатыши, скелеты губок, приурочены к подошве слоя, где чаще распространены и субплоские фрагменты их стенок. Вверх по слою количество фосфоритовых включений и прослоев зерен глауконита уменьшается, последние почти равномерно рассеяны в мергеле, хотя

и близ кровли встречены единичные фосфориты диаметром до 1 см.

Помимо губок (*Microblastium*, *Contubernius*, *Lepidospongia*, *Etheridgea*, *Tremabolites*, *Becksia*, *Guettardiscyphia*, *Eurete*, *Leptophragmidae* и *Demospongia*), которые визуальное доминируют в составе ориктоценоза, здесь встречаются ростры белемнитов *Actinocamax verus verus* Mill., *A. verus fragilis* Arkh., *Belemnitella propinqua* (Mob.), *B. rylskiana* (Nik.), фрагменты раковин иноцерамусов и фрагменты коронок зубов акул *Cretoxyrhina* sp. Подошва неровная, волнообразная. Мощность 0,15–0,25 м.

Слой 3. Мергель серый, во влажном состоянии серо-зеленоватый, а при высыхании светло-серый, монотонно окрашенный, неясно слоистый. Порода плотная, крупнооскольчатая, по трещинам сплошная и звездчатая пигментация окислами железа. Равномерно рассеяны тонкостворчатые раковины устриц, скопления призматического слоя иноцерамусов и автохтонные захоронения тонкораковинных денталиумов. К верхним интервалам мергеля приурочены находки белемнитов *Goniocamax lundgreni postexcavata* Naid. Несколькими ниже найден ростр *G. lundgreni* (Stoll.). Из средней части слоя и ближе к его основанию встречаются многочисленные иноцерамусы *Inoceramus lusatieae* And., *In. seitzii* And., *In. annulatus* Goldf., *Mytiloides striatococoncentricus* (Gümb.), *Cremnoceramus waltersdorfensis* sub. sp. В основании найден аммонит *Sciponoceras bohemicum bohemicum* (Fritsch).

В 0,1–0,15 м ниже кровли распространено много вертикальных и диагональных ходов илоедов диаметром до 1 см. Они преимущественно выполнены карбонатным материалом на кремнистом цементе и иногда окрашены в желто-коричневый цвет за счет окисления большого количества зерен глауконита. В 0,8–0,9 м ниже кровли прослежен уровень пятнистого окрашивания породы окислами железа различных очертаний: по ходам, раковинам иноцерамусов, мелким фрагментам тонкостенных губок *Leptophragmidae*. Видимая мощность до 1,5–2,5 м.

На первых стадиях изучения описанных разрезов наибольшее внимание уделялось послылоному сбору и анализу макрофауны из мергелей под «губковым» горизонтом и из самого этого биогенного образования. Разнообразие и неоднозначность мнений по стратификации интервалов карбонатных пород и появление исследователя по фораминиферам И. П. Рябова, чья работа существенно поддержана В. Н. Беньямовским, способствовали более разностороннему изучению разрезов «Озерки». В 2016 году самый представительный по стратиграфическому диапазону и доступной мощности интервала пород разрез «Озерки-2» опробован А. М. Суринским. Результаты петромагнитных и магнитостратиграфических исследований составили традиционный комплекс стратиграфических работ в регионе. Кроме того, они привнесли, как это ранее случилось при изучении разрезов по-



род кампана – маастрихта [5], новый взгляд на стратиграфическое положение рассматриваемых образований. В первой публикации по результатам изучения разрезов «Озерки» представлены результаты исследований сотрудников лаборатории петрофизики Саратовского университета.

Магнитостратиграфическим исследованиям подверглись 40 ориентированных образцов с 10 стратиграфических уровней из слоев 3 и 4 разреза «Озерки-2». С каждого стратиграфического уровня отбирался ориентированный штупф, из которого выпиливалось по 4 образца кубической формы размером 2х2х2 см. Аналогичные исследования проводились и с 339 неориентированными образцами со 113 стратиграфических уровней из интервала от верхов слоя 5 до низов слоя 1 (см. рис. 4).

Петромагнитные и магнитоминералогические исследования. У неориентированных образцов измерялась только удельная магнитная восприимчивость (K_m), у ориентированных – объемная магнитная восприимчивость (K_v) и ее анизотропия (АМВ), естественная остаточная намагниченность (J_n), параметры магнитного насыщения (остаточная намагниченность насыщения (J_{rs}), остаточная коэрцитивная сила (H_{cr}) и др.) и магнитная восприимчивость после прогрева образцов в муфельной печи при температуре 500°C в течение часа (dK). Измерения K велись на приборах капшабридж МФК1-FB, J_n – на спин-магнитометре JR-6 и на криогенном магнитометре (SQUID, СКВИД) 2G-Enterprices в Институте Физики Земли РАН (Москва). Анализ АМВ проводился с помощью программы Anisoft 4.2.

Слои 3 и 4 слабомагнитны ($K_v = 1-5 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, $J_n = 0-0.18 \cdot 10^{-3}$ А/м) (см. рис. 4, а), но, тем не менее, по магнитной восприимчивости отчетливо выделились два интервала: нижний, с минимальными, и верхний, с повышенными значениями параметра (см. рис. 4, а). По комплексу остальных петромагнитных характеристик (см. рис. 4, а) карбонатно-терригенные отложения (слой 4 и низы слоя 3) выделяются максимальными величинами J_n , J_{rs} , Q при минимальных значениях H_{cr} и K/J_{rs} , что нетипично для осадочных толщ [6, 7]. Подобный петромагнитный облик пород может быть обусловлен наличием в этом интервале разреза суперпарамагнитного магнетита, который не влияет на остаточную намагниченность, но приводит к значительному увеличению K . В этом случае отношение K/J_{rs} не является показателем гранулометрии ферромагнитных зерен, но возрастание H_{cr} в чистых карбонатных разностях свидетельствует об уменьшении среднего размера ферромагнитных частиц (см. рис. 4, а). В карбонатной части слоя 3 (обр. 4–10) несколько повышенной термокаппой выделяются образцы 4 и 8, тяготеющие к уровням, на которых обнаружено максимальное количество остатков фораминифер (см. рис. 4, а).

По результатам магнитного насыщения в изученных образцах фиксируется магнитомягкая фаза

(J_{rs} в основном приобретает в полях до 100 мТл, а разрушается при 20–40 мТл), характерная для тонкодисперсного магнетита (см. рис. 4, б).

АМВ в карбонатно-терригенных породах (обр. 1–3), где распределение осей магнитной восприимчивости хаотично, также сильно отличается от магнитной текстуры карбонатных пород (обр. 4–10), типичной для осадков, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке: проекции коротких осей (К3) концентрируются в центре стереопроекции, а длинные (К1) равномерно распределены вдоль ее экватора (см. рис. 4, в). После прогрева карбонатных образцов 4–10 в муфельной печи до температуры 500°C в течение часа разброс К3 около центра значительно уменьшился (см. рис. 4, в), что объясняется переходом (при температуре около 450°C) изначально немагнитного пирита в сильномагнитный магнетит. Вероятно, в этом случае пирит выполняет полости раковин фораминифер и по этой же причине, как было отмечено выше, повышенные значения dK приурочены к уровням с максимальными концентрациями фораминифер.

Палеомагнитные исследования. Использовалась стандартная методика [8], заключающаяся в измерениях J_n ориентированных образцов на спин-магнитометре JR-6 и на криогенном магнитометре после серии последовательных магнитных чисток переменным полем (Н-чистки) (в основном до 40–60 мТл с шагом 2–5 мТл) на установке LDA-3 AF и температурой (Т-чистки) от 100° до 200–350°C с шагом 25°C в печи конструкции Апарина. Продолжение термочисток после 350°C было невозможно из-за величин J_n меньше пороговой чувствительности спин-магнитометра. Возможные фазовые превращения минералов при нагревах контролировались путем измерения K -образцов после каждой термочистки. Палеомагнитные результаты независимо от вида чистки и типа измерительного прибора хорошо согласуются между собой (см. рис. 4, г, 5, а). Для компонентного анализа использовалась программа Remasoft 3.0.

В карбонатной части разреза (обр. 4–10) в большинстве образцов удалось надежно выделить характеристические компоненты J_n (ChRM), максимальный угол отклонения (мера точности, с которой прямая линия аппроксимирует набор точек на диаграмме Зийдервельда) которых не превышает 15° (см. рис. 4, г, 5, б, в). ChRM закономерно группируются в южных румбах верхней полусферы, что позволяет интерпретировать их как соответствующие обратной (R) полярности геомагнитного поля (см. рис. 5, б, в). Карбонатно-терригенные породы (обр. 1–3) характеризуются низким палеомагнитным качеством, а выделенные в них палеомагнитные векторы имеют аномальные направления, не позволяющие надежно определить знак полярности (см. рис. 5, б, в).

Сопоставление построенной палеомагнитной колонки (состоящей из одной R-магнитозоны), со Шкалой геомагнитной полярности (GPTS) [9] и Об-



щей магнитостратиграфической шкалой (ОМСШ) [10], с учетом полученных биостратиграфических данных, позволяют отождествить магнитозону обратной полярности в разрезе «Озерки-2» с Ключевской R-зоной, характеризующей в ОМСШ среднюю часть коньякского яруса [10] (см. рис. 5, в).

Полученные по карбонатной пачке (обр. 4–10) магнитополярные данные удовлетворяют критериям надежности, принятым в магнитостратиграфии [10, 11 и др.]. Они имеют важнейшее значение для уточнения режима поздне мелового магнитного поля Земли. В GPTS сеноманский – сантонский интервал характеризуется исключительно нормальным режимом полярности (верхи мелового суперхрона C34) [9], в то время как в ОМСШ в коньякском ярусе выделена зона обратной полярности (Ключевская R-зона) [10]. Палеомагнитные данные по разрезу Озерки-2 подтверждают точку зрения, принятую в ОМСШ (см. рис. 5, в), о реальном существовании Ключевской R-зоны. К сожалению, они не могут быть использованы для детальных стратиграфических корреляций, поскольку возраст Ключевской зоны не был определен с требуемой для этого точностью. Актуальность проведенного изучения разреза «Озерки-2» определяется новой информацией о взаимоотношениях Ключевской магнитозоны с установленными здесь биостратиграфическими зонами по бентосным фораминиферам и беспозвоночным (белемнитам, аммонитам и моллюскам).

Выражаем искреннюю благодарность В. Н. Беньямовскому (ГИН РАН), Н. Ю. Зозыреву и А. Ю. Гужикову (СГУ) за участие в полевых изысканиях и консультации при обработке материалов и интерпретации полученных данных, за поддержку совместных многолетних исследований верхнего мела Поволжья.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-35-00192-мол_а, 16-35-00219-мол_а, 16-35-00339-мол_а).

Продолжение следует.

Библиографический список

1. Морозов Н. С., Бондарева М. В. Верхнемеловые отложения междуречья Медведицы и Волги в пределах

Саратовской области // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Вып. 7, ч. 1. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1970. С. 116–141.

2. Морозов Н. С., Бондарева М. В. Сеноманские, туронские и коньякские отложения междуречья Медведицы и Волги в пределах Волгоградского Правобережья // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Вып. 24. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1984. С. 62–70.

3. Шебалдин В. П. Тектоника Саратовской области. Саратов : Саратовнефтегеофизика, 2008. 40 с.

4. Зозырев Н. Ю. Сеноман юго-востока Рязано-Саратовского прогиба : стратиграфия и палеогеография : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2006. 24 с.

5. Гужиков А. Ю., Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В. Н., Копаевич Л. Ф., Вишневецкая В. С., Первушов Е. М., Гужикова А. А. Граница кампана – маастрихта на юге Саратовского Правобережья в свете новых данных по радиоляриям, бентосным фораминиферам и палеомагнитным исследованиям опорного разреза Нижняя Банновка // Геологическая корреляция и стратиграфия. 2017. Т. 25, № 1. С. 24–61.

6. Гужиков А. Ю., Молоствовский Э. А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюл. МОИП, отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 1. С. 32–41.

7. Гужиков А. Ю. Геологическая информативность магнетизма керн и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики. 2013. № 4 (46). С. 51–61.

8. Молоствовский Э. А., Храмов А. Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1997. 180 с.

9. Ogg J. G., Hinnov L. A., Huang C. Cretaceous // The Geologic Time Scale 2012 / eds. F. Gradstein et al. Amsterdam : Elsevier, 2012. P. 794–853.

10. Дополнения к стратиграфическому кодексу России. СПб. : ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.

11. Гужиков А. Ю. О решении «неразрешимых» стратиграфических задач (комментарии к статье В. Ю. Брагина, О. С. Дзюба, А. Ю. Казанского и Б. Н. Шурыгина «Новые данные по магнитостратиграфии пограничного юрско-мелового интервала п-ова Нордвик (север Восточной Сибири)») // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 3. С. 456–462.

Образец для цитирования:

Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Фомин В. А., Рябов И. П., Ильинский Е. И., Гужикова А. А., Бирюков А. В., Суринский А. М. Комплексное Био- и магнитостратиграфическое изучение разрезов «Озерки» (верхний мел, Саратовское правобережье). Статья 1. Характеристика разрезов, результаты петромагнитных и магнито-минералогических исследований // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 2. С. 105–116. DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-2-105-116.

Cite this article as:

Pervushov E. M., Seltser V. B., Kalyakin E. A., Fomin V. A., Ryabov I. P., Ilinskiy E. I., Guzhikova A. A., Biryukov A. V., Surinskiy A. M. Integrated Bio and Magnetostratigraphic Study of the «Ozerki Sections» (Upper Cretaceous, Right Bank of the Volga in the Saratov Region). Paper 1. Section Characteristics, Results of Petromagnetic and Magnetic-Mineralogical Examinations. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2017, vol. 17, iss. 2, pp. 105–116. DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-2-105-116.